

Железобетонные опоры ВЛ для совместной подвески проводов разного класса напряжения

Преимущества использования специальных опор для подвески проводов ВЛ разного класса напряжения связаны с существенным сокращением сроков и стоимости строительства за счет уменьшения затрат на конструкции и отведение земли под дополнительную трассу ВЛ. В статье разработчиков конструкций приведены примеры индивидуального подхода к проектированию опор с учетом требований конкретного проекта ВЛ. Использование проверенных опытом технических решений опор на базе секционированных железобетонных стоек позволило в сроки, ограниченные временем разработки проекта, предложить оптимальные конструктивные решения опор для совместной подвески ВЛ 110/10 кВ и 35/10 кВ.

Качановская Л.И.,

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

Касаткин С.П.,

начальник сектора НИЛКЭС ООО «ПО «Энергожелезобетонинвест»

Касаткина А.В.,

к.т.н., ведущий инженер НИЛКЭС ООО «ПО «Энергожелезобетонинвест»

С 2014 года сотрудниками НИЛКЭС ООО «ПО «Энергожелезобетонинвест» разработана целая серия железобетонных опор из секционированных центрифугированных стоек для ВЛ напряжением 35–750 кВ [1, 2, 3]. Уникальную позицию среди них занимают предложенные за последние два года несколько вариантов железобетонных анкерных опор для одновременной подвески проводов разного класса напряжения.

Использование опор такого типа всегда является индивидуальным решением, позволяющим в конкретных условиях минимизировать землеотвод на землях сельскохозяйственного назначения или сокращать длину трассы в стесненных условиях.

ОПОРЫ ДЛЯ ВЛ 110 КВ И 10 КВ

В 2022 году для возможности строительства новой ВЛ 110 кВ Луч — Ядрошино, было предложено выполнить реконструкцию участка ВЛ 110 кВ Луч — Пернатово с использованием воздушного участка трассы КВЛ 10 кВ для совместной подвески проводов напряжением 110 кВ и 10 кВ. Длина реконструируемого участка составляла всего 4,26 км, но шла в зоне плотной застройки и практически полностью состояла из анкерно-угловых опор. К совместной подвеске планировались про-

вода АС240/32 для ВЛ 110 кВ и самонесущие изолированные кабели СИП-3 1×120-20 для ВЛ 10 кВ. Все расчеты производились исходя из условий работы в районах III/II по ветру и гололеду. Для данной трассы были разработаны 4 типа одно- и двухстоечных железобетонных анкерных опор, рассчитанных на разные углы поворота трассы. На рисунках 1 и 2 приведены схемы этих анкерных конструкций.

Все типы опор выполнены на базе цилиндрических железобетонных. Для углов поворота трассы менее 6° предложена одностоечная свободностоящая опора СУБ110/10-6ФМ, позволяющая обеспечить габаритный пролет 160 м при условии напряжения в проводе СИП-3 — 11,6 кг/см².

Использование двух одностоечных опор этого типа, расположенных на расстоянии 3,6 м друг от друга вдоль оси ВЛ и объединенных тягами на уровне траверс, позволило получить опору на угол поворота 25°. Первая цифра в марке этой конструкции 2СУБ110/10-6ФМ говорит о количестве стоек в ее составе (рисунок 1).

В качестве концевой опоры (которая может выдерживать одностороннее тяжение проводов во всех расчетных режимах) использована аналогичная конструкция, при этом отметки расположения проводов на стойках были понижены, габаритный пролет уменьшен до 100 м, а тяжение в проводах ВЛ 10 кВ (СИП-3)

ОПОРЫ ДЛЯ ВЛ 35 кВ И 10 кВ

Вторым примером мобильного подхода к разработке оптимальных конструкций опор для условий конкретной ВЛ является разработанная в 2023 году для ВЛ 35 кВ Дорожная — Придорожная на Кубани серия анкерных конструкций для совместной подвески проводов ВЛ напряжением 35 кВ и 10 кВ. Для обеих ВЛ предусматривается подвеска одинаковых проводов марки АС120/19. С точки зрения механического расчета провода это полноценная трехцепная опора. В качестве исходной конструкции был принят вариант двухцепной опоры для ВЛ 110 кВ, разработанной и испытанной еще в 2017 году. Несущей способности стойки хватило для подвески трех цепей с проводом АС120/19, так как изначально она была рассчитана на две цепи с проводом АС240/32. Металлоконструкции траверс и тросостоек были переработаны для возможности подвески проводов, тросов и волоконно-оптического кабеля связи. На отдельных участках ВЛ дополнительно к ВЛ 35 кВ требовалась подвеска двух цепей 10 кВ и ВОЛСа, на других участках — только одна цепь ВЛ 10 кВ. Во всех случаях необходимы были опоры с возможностью подвески грозотроса или без него. Углы поворота трассы варьировались от 0° до 60°. Допускаемые углы поворота ВЛ для опор были рассчитаны исходя из несущей способности стоек.

Дополнительные требования к конструкциям опор появлялись в связи с тем, что трасса линии проходит по сельскохозяйственным угодьям (рисовым чекам), а это влечет за собой необходимость обеспечения минимального землеотвода и, как следствие, установки только свobodностоящих опор (без оттяжек). Грунты в рисовых чеках водонасыщенные, в верхних слоях обычно слабые. Вопросы надежного закрепле-

ния свobodностоящих опор должны решаться путем увеличения глубины заделки фундаментных секций.

Весь этот комплекс задач предложено решить оптимальным способом.

Для минимизации затрат на изготовление и эксплуатацию опор сотрудниками НИЛКЭС под условия разных участков ВЛ были разработаны 8 типов анкерно-угловых опор для совместной подвески проводов 35 кВ и 10 кВ. На рисунке 3 представлены опоры для подвески одной цепи ВЛ 35 кВ, двух цепей ВЛ 10 кВ и ВОЛС.

С грозотросом:

- одностоечная опора СУБ35/2×10-1Ф — до 20°;
- двухстоечная опора 2СУБ35/2×10-1Ф — до 50°.

Без грозотроса:

- одностоечная опора СУБ35/2×10-1ФБТ — до 20°;
- двухстоечная опора 2СУБ35/2×10-1ФБТ — до 60°.

На рисунке 4 представлены опоры для подвески одной цепи ВЛ 35 кВ, одной цепи ВЛ 10 кВ.

С грозотросом:

- одностоечная опора СУБ35/10-2Ф — до 35°;
- двухстоечная опора 2СУБ35/10-2Ф — до 60°.

Без грозотроса:

- одностоечная опора СУБ35/10-2ФБТ — до 45°;
- двухстоечная опора 2СУБ35/10-2ФБТ — до 60°.

Возможность выбора длины фундаментных секций (5 м, 6,7 м или даже 10 м) позволяет обеспечить надежную заделку свobodностоящих опор во всех типах грунтов по трассе ВЛ. В отдельных случаях используются ригели АР-6.

Для облегчения монтажа конструкций в условиях водонасыщенных грунтов предусмотрена первоначальная установка всех фундаментных секций опор в пробуренные котлованы. Соединение секций опор между собой, монтаж металлоконструкций и последу-

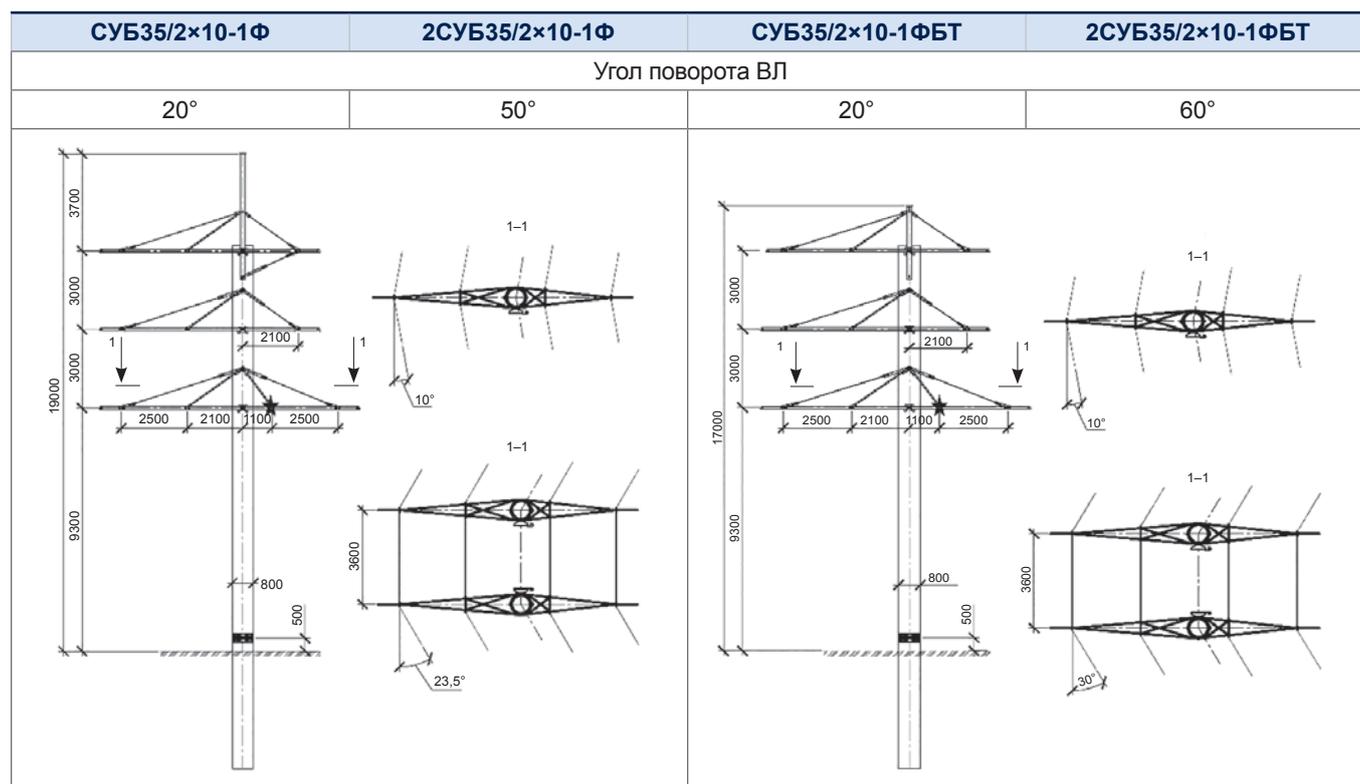


Рис. 3. Варианты опор для совместной подвески проводов одной ВЛ 35 кВ и двух ВЛ 10 кВ (знаком ★ отмечено место крепления ВОЛС)

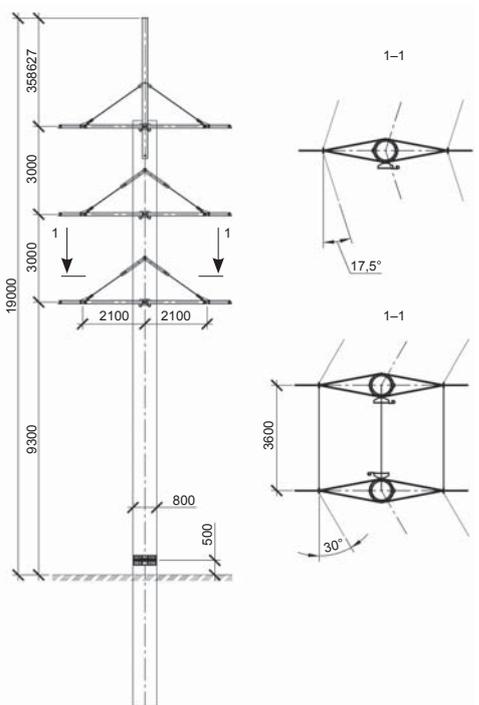
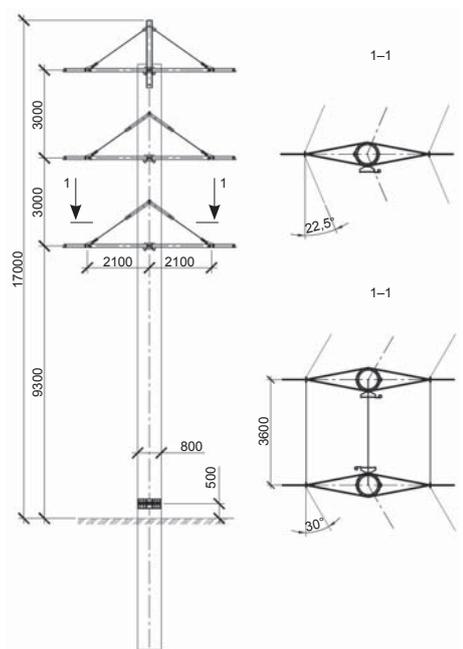
СУБ35/10-2Ф	2СУБ35/10-2Ф	СУБ35/10-2ФБТ	2СУБ35/10-2ФБТ
Угол поворота ВЛ			
35°	60°	45°	60°
			

Рис. 4. Варианты опор для совместной подвески проводов одной ВЛ 35 кВ и одной ВЛ 10 кВ

ющую установку опоры на фундамент можно производить подъемным краном, грузоподъемностью 25 т.

Такое решение было выработано и проверено при строительстве железобетонных секционированных опор аналогичных конструкций при строительстве захода двухцепной ВЛ 220 кВ Тамань — Славянская на ТЭС «Ударная», проходящей по рисовым чекам в Краснодарском крае [4].

Предлагаемые опоры для обоих объектов разработаны на основе базовой серии существующих аттестованных конструкций. Они не требуют проведения дополнительных испытаний. Все новые типы опор выполнены в сроки работы над проектом ВЛ при активном взаимодействии с его разработчиками.

Предложенные опоры соответствуют стандарту организации ПАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007-29.29.120.90.247-2017 «Железобетонные опоры ВЛ 35–750 кВ на базе центрифугированных секционированных стоек. Технические требования». Заводы ООО «ПО Энергожелезобетонинвест» аттестованы на изготовление железобетонных центрифугированных секционированных стоек и металлоконструкций к ним.

ВЫВОДЫ

Современный подход к проектированию опор позволяет создавать конструкции опор ВЛ под требования конкретного объекта в рамках сроков разработки проекта ВЛ.

Опыт разработки специальных типов конструкций для совместной подвески проводов напряжением 110/10 кВ и 35/10 кВ показал, что железобетонные опоры могут с успехом применяться не только в «типовых» условиях. Больше информации о разработках НИЛКЭС Вы можете найти на нашем сайте (<http://нилкэс.рф>).

При индивидуальном подходе к вопросу модернизации опор базовой серии для соответствия всем требованиям конкретной трассы ВЛ получают оптимальные по стоимости, удобству строительства и эксплуатации конструкции.

Оперативная работа с проектными организациями в процессе разработки проекта ВЛ упрощает поиск конструктивных и технологических решений, обеспечивающих существенную экономию ресурсов по сравнению с вариантами использования металлических типов опор. **P**

ЛИТЕРАТУРА

- Магдеев Н.Н., Качановская Л.И., Романов П.И., Касаткин С.П. Первый типовой проект железобетонных опор для ВЛ 110 кВ из секционированных центрифугированных стоек готов к использованию / Сборник научно-технических статей сотрудников группы компаний «Россети». М.: ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. Передача и распределение, 2020, выпуск II. С. 52–67.
- Качановская Л.И., Калиновский И.Н., Романов П.И., Касаткин С.П., Сбойчакова Т.И. Новые железобетонные конструкции для выборочной замены опор магистральных линий электропередачи // ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. Передача и распределение, 2020, № 3(60). С. 80–83.
- Качановская Л.И., Романов П.И., Касаткин С.П. Современные проекты секционированных железобетонных опор для уменьшения
- стоимости воздушных линий электропередачи // Энергетик, 2020, № 1. С. 3–9.
- Ковтун Г., Качановская Л., Касаткин С. Двухцепные железобетонные опоры СПБ220-4ФТ для захода ВЛ 220 кВ Тамань — Славянская на ТЭС «Ударная» // Ежеквартальный спецвыпуск «Россети» журнала «ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. Передача и распределение», 2022, № 1(24). С. 16–20.