

Современные железобетонные опоры увеличивают долговечность и сокращают стоимость ВЛ и ПС

УДК 621.315.668

Статья посвящена возвращению на линии электропередачи современных вариантов железобетонных опор, долговечность которых сопоставима со сроками службы металлических конструкций, а стоимость вдвое ниже. Для ВЛ 35–500 кВ разработаны конструкции опор на базе секционированных центрифугированных стоек, использование которых упрощает транспортировку и сокращает стоимость строительства ВЛ. Для ВЛ 0,4 и 6–10 кВ на заводах «ПО «Энергожелезобетонинвест» налажена технология выпуска известных вибрированных конструкций повышенной долговечности. Современные типовые проекты опор ВЛ могут быть включены в единое цифровое пространство проектирования линии, где на протяжении всего жизненного цикла объекта будет присутствовать необходимая и актуальная информация, доступная всем заинтересованным подразделениям.

ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ОПОРЫ ВЛ 110–500 кВ ИЗ ЦЕНТРИФУГИРОВАННЫХ СЕКЦИОНИРОВАННЫХ СТОЕК

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

Романов П.И.,
к.т.н., заместитель
заведующей НИЛКЭС
ООО «ПО «Энергожелезобетонинвест»

Касаткин С.П.,
начальник сектора НИЛКЭС
ООО «ПО «Энергожелезобетонинвест»

Рогачев М.Е.,
главный технолог завода
«Рыбинскэнергожелезобетон»
ООО «ПО «Энергожелезобетонинвест»

Практически половина длины всех воздушных линий электропередачи напряжением 35 кВ и выше построена с использованием железобетонных опор из центрифугированных стоек. Таким образом в середине прошлого века была решена задача сокращения металлоемкости, а значит и стоимости линий электропередачи. Центрифугирование железобетона позволяет добиться высокой степени уплотнения материала, использование предварительного напряжения арматуры обеспечивает повышенную жесткость стоек. Данные о параме-

трах потока отказов опор более чем за 40-летний период, обработанные ОАО «Фирма ОРГРЭС», говорят о равной надежности металлических и железобетонных конструкций.

В 2014 году были разработаны и испытаны первые образцы стоек, изготовленные из двух секций с использованием внутреннего фланца, который помещается в опалубку перед центрифугированием (рисунок 1).

Центрифугированные секции, длина которых не превышает 13 м, решают организационные проблемы перевозки, обладают повышенной жест-



Рис. 1. Закладные детали для узла соединения секций

Ключевые слова:
железобетонная опора,
секционированная центрифугированная стойка,
вибрированная стойка,
фундамент, долговечность,
типовое проектирование,
информационная модель

костью, не повреждаются при транспортировке и легко соединяются между собой при помощи болтов на монтажной площадке.

Железобетонные опоры для ремонтных работ

Для замены старых опор и создания аварийного резерва ПАО «Россети» рекомендует использовать секционированные аналоги находящиеся в эксплуатации железобетонных опор на базе конических стоек типа СК22 и СК26. Плановая работа по установке новых опор ведется с 2015 года. Секционированные стойки изготавливаются на заводах ООО «ПО «Энергожелезобетонинвест» в Рыбинске, Волгограде, Гулькевичах Краснодарского края, каждый из которых аттестован на их производство в ПАО «Россети».

Новые секционированные опоры, выборочно устанавливаемые взамен вышедших из эксплуатации, формально рассчитаны на восприятие тех же нагрузок. Однако, кроме указанной выше возможности легко перевозить отдельные жесткие секции без повреждений, они обладают существенным преимуществом: во всех конструкциях используется канатное армирование, позволяющее за счет повышенной прочности сократить металлоемкость, а использование бетона повышенного класса прочности (В60 вместо В40 или В30), водонепроницаемости (W14 вместо W6) и морозостойкости (F₁400 и выше вместо F₁150) увеличивает долговечность стоек до 70 лет, что практически исключает потребность в их ремонтах при эксплуатации [1].

Железобетонные опоры для нового строительства

К настоящему времени в Положении ПАО «Россети» «О единой технической политике в электро-сетевом комплексе» внесены рекомендации по использованию железобетонных опор из секционированных стоек для ВЛ 35–500 кВ.

Для широкого использования таких конструкций в новом строительстве по заказу ПАО «Россети» разработана серия унифицированных опор для ВЛ 110 кВ [2]. Полный типовой проект включает в себя конструкторскую докумен-

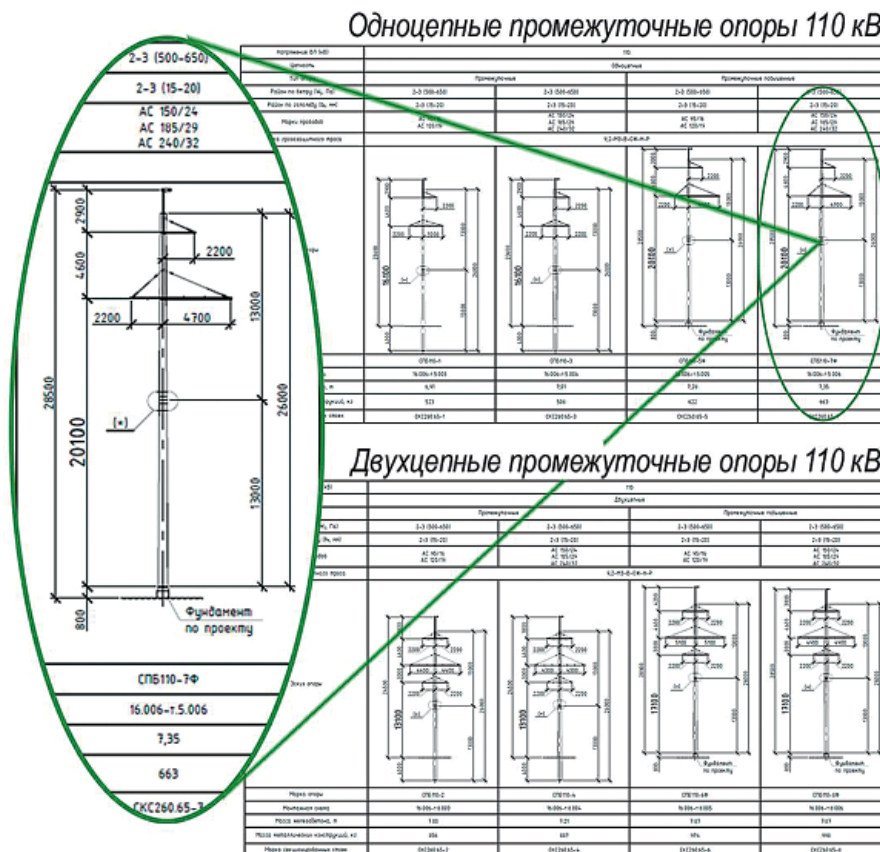


Рис. 2. Обзорные листы промежуточных опор ВЛ 110 кВ

тацию на 23 типа опор, в том числе 8 промежуточных и 15 анкерных в одноцепном и двухцепном исполнении. На рисунке 2 приведены обзорные листы промежуточных опор для ВЛ 110 кВ.

Промежуточные опоры выполнены на базе конических стоек длиной 26 м (из двух секций по 13 м), нижний диаметр которых 650 мм. Для более нагруженных анкерных опор используются цилиндрические стойки диаметром 800 мм, изготавливаемые в опа-

лубках длиной 20 м (две секции по 10 м).

Существенным достижением явилось решение об установке стоек на фундаментные секции из цилиндрических железобетонных свай-оболочек диаметром 800 мм. Предложенная конструкция фланцевого узла соединения опор с фундаментами (рисунки 3) позволила поднять высоту подвески проводов, увеличить пролеты и сократить общее количество опор на километр трассы ВЛ. По этому параметру железобетонные опоры стали сопоставимы с металлическими и могут эффективно заменять их более, чем в 60% случаев.

Для восприятия повышенных в таком случае нагрузок несущая способность стоек была усилена за счет выбора системы армирования и применения бетонов повышенной прочности.

Для реального использования типового проекта при новом строительстве разработана серия нормативных документов, включающая технологические карты на монтаж и инструкцию по эксплуатации секционированных конструкций.

Все типы опор 110 кВ были испытаны на полигоне ОАО «Фир-



Рис. 3. Фундаментная секция промежуточной опоры СПБ110-8Ф для заходов ВЛ на ПС 110 кВ «Ясень»

ма ОРГРЭС» в Хотьково. Все заводы-изготовители аттестованы на право их изготовления в ПАО «Россети».

Технико-экономическое сравнение стоимости участка ВЛ 110 кВ, построенного с использованием новых железобетонных опор с вариантами ВЛ на металлических (решетчатых и многогранных) опорах показало, что новые опоры позволяют вдвое сократить затраты на строительство, экономя на каждом километре трассы минимум 900 тыс. руб. для одноцепных и 1,3 млн руб. для двухцепных линий электропередачи.

Кроме типовых конструкций для ВЛ 110 кВ, в рамках конкретных проектов ВЛ напряжением 35, 110, 220, 330, 500 кВ разработано более 20 типов железобетонных опор ВЛ на базе секционированных стоек.

ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ОПОРЫ ВЛ 0,4 кВ И 6–10 кВ ИЗ ВИБРИРОВАННЫХ СТОЕК ПОВЫШЕННОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ

Типовые конструкции

повышенной долговечности

В настоящее время конструкции из вибрированного железобетона также могут быть изготовлены с применением бетона с повышенными значениями прочности, водонепроницаемости и морозостойкости. При получении заказа на сборные фундаменты, сваи, стойки под оборудование для линий и подстанций с указанием требуемой долговечности заводы ПО «Энергожелезобетонинвест» в Рыбинске, Волгограде, Гулькевичах

Краснодарского края выпускают эти конструкции, используя отлаженные методики. Специальные составы бетонных смесей позволяют обеспечить долговечность этих элементов на весь срок их службы. Таким образом, появилась возможность уже сейчас кардинально сократить затраты на эксплуатацию, применяя элементы из вибрированного железобетона, которые не требуют затрат на ремонт.

При этом стоимость таких конструкций сопоставима со стоимостью аналогичных изделий, выпускаемых в соответствии с требованиями типовых проектов [3].

Новые конструкции, уменьшающие стоимость строительства и эксплуатации

Существенно большей экономии на стадии строительства объектов можно добиться, разработав новые конструкции опор, свай, сборных фундаментов, в которых будут использованы как современные высокопрочные и долговечные бетоны, так и арматура повышенной прочности.

Разработка унифицированной серии железобетонных опор ВЛ 0,4 кВ и 6–10 кВ повышенной долговечности, которая может быть выполнена для ПАО «Россети», позволит сократить металлоемкость конструкций за счет оптимального армирования. Например, железобетонные стойки с повышенными значениями несущей способности дадут возможность увеличить длину пролетов ВЛ на 20–25% и получить экономический эффект за счет сокращения количества промежуточных опор и затрат на их

строительство и обслуживание, так как применение наномодифицированного бетона поможет обеспечить срок службы железобетонных стоек свыше 50 лет, а в ряде случаев довести его до 100 лет, исключив затраты на проведение ремонтных работ.

Идентификация изделий обеспечивает качество конструкций

Новые вибрированные стойки будут оснащены радиочастотными метками (микрочипами), содержащими уникальный идентификационный номер, по которому предоставляется доступ к электронному паспорту, то есть к информации жизненного цикла опоры, в частности, комплекту технической документации с подробной информацией о выпущенном изделии и его характеристиках. Электронная паспортизация железобетонных стоек даст возможность дифференцированно изготавливать и поставлять на объекты изделия с индивидуальными требованиями по защите от коррозии. Идентификация изделий позволит заинтересованному в качестве Заказчику выбирать конструкции, основываясь на объективных показателях их свойств, повысит ответственность производителя и поставщика, гарантирует стабильность качества применяемых на объектах изделий, исключит поставку элементов, не соответствующих заявляемым характеристикам, что обеспечит отсутствие проблем при эксплуатации. Информация о каждом изделии с привязкой к конкретным опорам пополнит электронный паспорт ВЛ. 

ЛИТЕРАТУРА

1. Качановская Л.И., Романов П.И. Секционированные центрифугированные железобетонные стойки для ремонта и технического перевооружения ВЛ 35–500 кВ // ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. Передача и распределение, 2016, № 6(39). С. 72–75.
2. Рябокучма Я.В., Качановская Л.И. и др. Первый типовой проект железобетонных опор для ВЛ 110 кВ из секционированных центрифугированных стоек готов к использованию. Сборник научно-технических статей сотрудников ГК «Россети», выпуск II. М.: ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. Передача и распределение, 2019. С. 42–57.
3. Соловьева В.Я., Романов П.И., Качановская Л.И., Касаткин С.П., Сбойчакова Т.И. Долговечные железобетонные опоры из наномодифицированного бетона — будущее цифровых распределительных сетей // ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. Передача и распределение, 2019, № 3(54). С. 58–60.

REFERENCES

- 1.
- 2.
- 3.