

Секционированные центрифугированные железобетонные стойки для ремонта и технического переворужения ВЛ 35–500 кВ. Опыт применения на объектах ПАО «ФСК ЕЭС»

Любовь КАЧАНОВСКАЯ, к.т.н., заведующая НИЛКЭС ООО «ПО «ЭЖБИ»
Петр РОМАНОВ, к.т.н., заместитель заведующей НИЛКЭС ООО «ПО «ЭЖБИ»

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОПОР

Первые конструкции железобетонных опор ВЛ, изготовленные на базе центрифугированных стоек, появились в эксплуатации еще в 30-х годах прошлого века. Унифицированные железобетонные опоры стали использоваться при строительстве ВЛ с начала 60-х годов. Их активное внедрение было обусловлено существенным снижением стоимости строительства ВЛ по сравнению с вариантом применения металлических конструкций. К настоящему времени 57% ВЛ напряжением 35–500 кВ эксплуатируются на железобетонных опорах. При этом доля таких опор для ВЛ 35–110 кВ доходит до 64%. Долговечность железобетонных опор из центрифугированных стоек достаточно высока. Она превышает декларируемые цифры — 40 лет. Сроки службы многих ВЛ на таких конструкциях составляют более 50 лет.

Начиная с 2005 года в связи с широким внедрением в строительство ВЛ новых металлических опор из многогранного профиля использование железобетонных опор резко сократилось. В энергетическом сообществе распространялась мысль об их недолговечности. Однако объективный анализ причин аварий на ВЛ, связанный с разрушением конструкций опор, выполненный специалистами ОАО «Фирма ОРГРЭС» в 2014 году, показал, что значения потока отказов для железобетонных и металлических опор близки между собой. Таким образом, слухи о недостаточной надежности и долговечности железобетонных конструкций были явно преувеличены.

Опыт замены существующих железобетонных опор на многогранные показал, что стоимость вновь устанавливаемых опор увеличивается в 3 раза, при этом избыточная прочность

отдельной конструкции не увеличивает надежности ВЛ в целом, и поэтому не обоснована.

НОВЫЙ ТИП СЕКЦИОНИРОВАННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СТОЕК

Изученные за многие годы эксплуатации проблемы изготовления, транспортировки и эксплуатации железобетонных опор ВЛ позволили в настоящее время разработать и внедрить в производство новый тип центрифугированных стоек. Для сокращения расходов на перевозку длинномерных конструкций (размеры конических стоек составляют 22,6 и 26 метров) стойки при изготовлении делятся на две секции, которые соединяются между собой на строительной площадке при помощи фланцев (рисунок 1).



Рис. 1. Фланцевое соединение секций

Кроме того, при этом происходит увеличение жесткости отдельных секций, что ведет к снижению повреждаемости элементов при транспортировке. Для обеспечения долговечности стоек во всех конструкциях используется канатное армирование, позволяющее за счет увеличения предварительного натяжения повысить трещиностойкость. Использование бетона повышенного класса прочности (В60 вместо В40 или В30) ведет к увеличению несущей способности новых секционированных стоек.

НОРМАТИВНАЯ БАЗА ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ СЕКЦИОНИРОВАННЫХ СТОЕК

Нормы технологического проектирования ВЛ напряжением 35–750 кВ (СТО 56947007-29.240.55.016-2008, введенные в действие 20.11.2014) предписывают применение на ВЛ 35–500 кВ железобетонных опор из центрифугированных секционированных стоек.

В настоящее время любая центрифугированная коническая стойка, запроектированная по ГОСТ 22687-85 и типовым сериям 3.407.1-151 и 3.407.1-152, может быть выполнена в секционированном варианте.

Секционированные стойки выпускаются по ТУ 5863-003-88398430-2014 на заводах ООО «ПО «Энергожелезобетонинвест» с 2014 года.

Стойки аттестованы в ПАО «Россети» в ноябре 2016 года.

Для замены старых опор и создания аварийного резерва ПАО «ФСК ЕЭС» и ПАО «Россети» рекомендуют использовать модификации унифицированных железобетонных опор, изготовленные с применением секционированных конических стоек типа СК22 и СК26.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАМЕНЫ СТАРЫХ ОПОР НА НОВЫЕ

Согласно сложившейся практике, выборочная замена конструкций опор должна производиться на те же марки опор, которые были установлены при строительстве ВЛ.

Кроме того, необходимость обеспечения аварийного резерва опор для существующих ВЛ также требует держать в запасе конструкции, первоначально заложенные в проекте линии. В настоящее время в эксплуатации находится более 2000 типов опор.

В 2016 году Департаментом ВЛ ПАО «ФСК ЕЭС» для предприятий МЭС Центра, МЭС Северо-Запада, МЭС Волги, МЭС Урала была организована закупка железобетонных опор, изготовленных на базе секционированных центрифугированных стоек для замены вышедших из строя конструкций.

В процессе формирования заказа службы эксплуатации столкнулись с целым рядом проблем, связанным со следующими причинами:

- Отсутствие полной документации на старые опоры, особенно при замене конструкций, установленных до 1960 года. Так для замены опоры ПБД 220-2 были использованы фотографии с трассы ВЛ 220 кВ Костромская ГРЭС — Кострома, произведены обмеры, идентифицированы использованные стойки и заново разработаны чертежи всех металлоконструкций. Получилась модифицированная опора ПБД 220-2К(с), рассчитанная на условия конкретной ВЛ (рисунок 2).
- Полное отсутствие документации на опору. Схему железобетонной опоры ПС220-1 удалось найти только в справочнике. Анализ всех характеристик опоры на конкретной ВЛ показал,

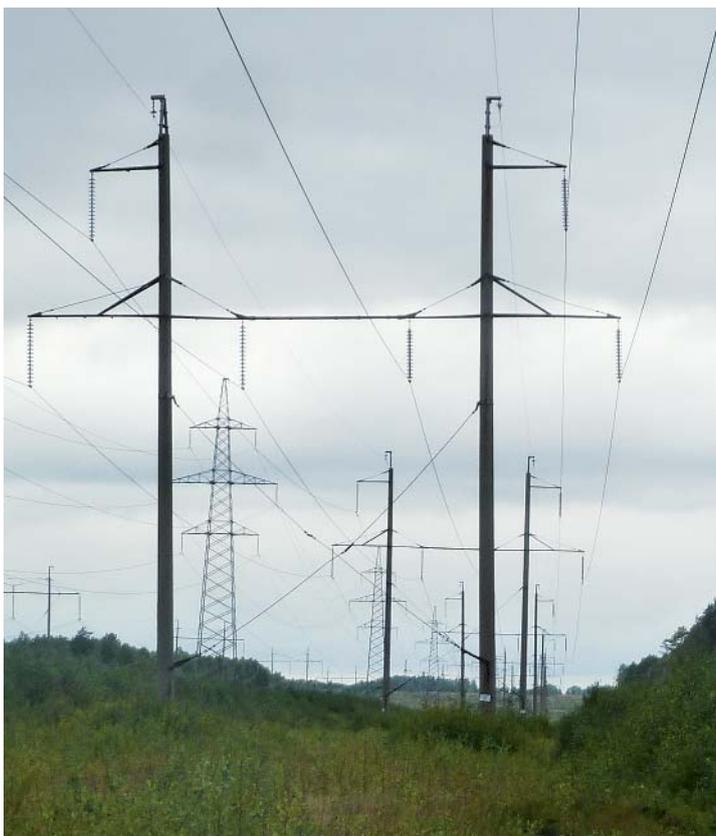


Рис. 2. Разработка опоры ПБД220-2К(с) для замены опоры ПБД220-2 на ВЛ 220 кВ Костромская ГРЭС — Кострома

что специальная повышенная бетонная опора, изначально спроектированная на цилиндрических стойках диаметром 560 мм, может быть с успехом заменена на аналогичную по схеме и воспринимаемым нагрузкам порталную опору ПБ 330-1(с), запроектированную на конических стойках (рисунок 3).

- Наличие на ВЛ большого количества модификаций опор для аналогичных условий. На основании анализа опыта эксплуатации еще при разработке унифицированных конструкций в 1980–1990 годах многие опоры были заменены на более удачные модификации. При выборе конструкций для замены опор старой унификации рекомендуется устанавливать типовые опоры более поздней разработки, отдавая предпочтение свободностоящим опорам на конических стойках.

Наличие в эксплуатации большого количества типов опор, в которых используются более 34 типоразмеров железобетонных стоек, обуславливает следующий подход к их замене:

1. Замена железобетонных опор на аналогичные опоры из секционированных стоек. К марке заменяемой унифицированной опоры в этом случае добавляется при заказе буква (с). Примеры замены приведены в таблице 1.
2. Замена железобетонных опор старой унификации на типовые опоры более поздней разработки (на базе секционированных стоек) с учетом области их применения. Предлагаемые варианты, использованные при замене опор на объектах МЭС Центра, приведены в таблице 2.

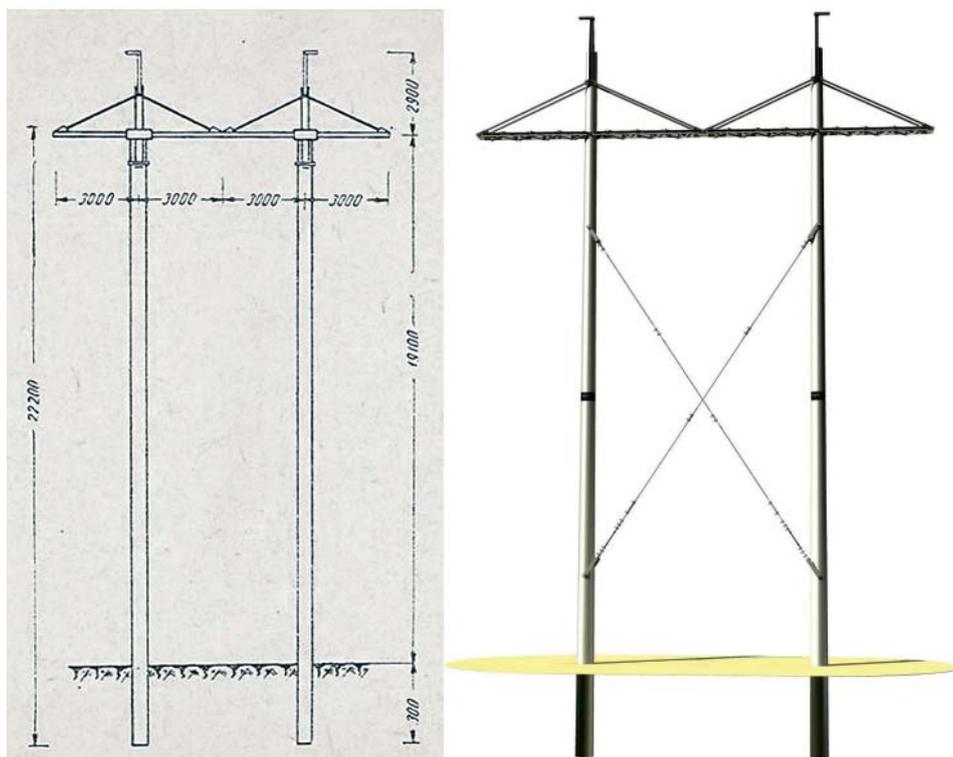


Рис. 3. Замена повышенной опоры ПС-220-1 на унифицированную опору ПБ330-1(с)

Табл. 1. Примеры замены железобетонных опор

Заменяемая опора			Опора, предлагаемая для замены	
Марка опоры	Стойка по проекту	Кол-во стоек	Марка опоры	Стойка
ПБ110-5	СК2, СК2п, СК2пр	1	ПБ110-5(с)	СК22.1-2.1-СБ.К.Д.
ПБ220-1	СК5, СК4а, СК5п, СК5пр	1	ПБ220-1(с)	СК26.1-6.1-СБ.К.Д.
ПБ330-1	СК5, СК4а СК5п, СК5пр	2	ПБ330-1(с)	СК26.1-2.0-СБ.К.Д.
ПБ500-5н	СК15	2	ПБ500-5н(с)	СК26.1-1.1-СБ.К.Д.

Табл. 2. Замена железобетонных опор на объектах МЭС Центра

Заменяемая опора			Опора, предлагаемая для замены	
Марка опоры	Стойка по проекту	Кол-во стоек	Марка опоры	Стойка
П220	СН220, СН200п, СН200пр	1	ПБ220-1(с)	СК26.1-6.1-СБ.К.Д.
ПС220-1	СЦ (Ø560, L = 22м)	2	ПБ330-1(с)	СК26.1-2.0-СБ.К.Д.
ПВС330А-1	Б30п	2		
ПБ500	СЦ4, СЦ4-1, СЦ4п	2	ПБ500-5н(с)	СК26.1-1.1-СБ.К.Д.
ПВС500	СК4а	2		
ПВС500-2	СЦ5	2		

3. При отсутствии полной документации на старые опоры — разработка недостающих чертежей на основании расчета нагрузок на конструкции для конкретных ВЛ.

В настоящее время любая железобетонная опора может быть заменена на железобетонную опору из секционированных конических стоек.

Кроме того, анализ существующей базы типовых металлических опор показал, что для многих вариантов конструкций ВЛ 35–220 кВ возможна их замена на сопоставимые по габаритным и прочностным характеристикам железобетонные опоры из секционированных стоек. Например, металлическая опора 2П220-1-11,5 может быть заменена на железобетонную опору ПБ220-1.

АЛЬБОМ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОПОР ВЛ 35–500 кВ

«Альбом железобетонных опор ВЛ 35–500 кВ. Модификации унифицированных опор на базе секционированных стоек (16.003)» разработан специалистами ООО «ПО «Энергожелезобетонинвест» в процессе работы с МЭС Центра при формировании заказа на железобетонные секционированные опоры для замены старых конструкций и создания аварийного резерва.

Альбом снабжен пояснительной запиской, трактующей общие подходы к замене опор в эксплуатации без изменения места положения опоры и ее основных функциональных характеристик.

Альбом содержит документацию на модифицированные опоры, в том числе: монтажные схемы модифицированных опор с индексом (с), монтажные схемы опор — прототипов, схемы сборки стойки из

отдельных секций, схему обеспечения заземления секционированной стойки, общие сведения о секционированных стойках, правила маркировки, транспортирования, хранения.

Эта информация может быть использована заказчиком для организации замены старых опор, строителями — для монтажа новых конструкций и специалистами служб ВЛ — в процессе эксплуатации. Альбом доступен для скачивания на сайте НИЛКЭС (www.НИЛКЭС.рф).

ОПЫТ ЗАМЕНЫ ОПОРЫ НА ВЛ 500 кВ ТАМБОВ — ПЕНЗА 2

18–20 октября на ВЛ 500 кВ Тамбов — Пенза 2 на участке Верхне-Донского предприятия МЭС Центра проведены работы по замене опор ПБ500-5н на новые аналогичные конструкции ПБ500-5н(с), изготовленные на базе секционированных стоек (рисунок 4).

Опыт замены существующих опор показал, что процесс объединения секций на строительной площадке не вызвал никаких технических проблем. При этом всеми специалистами было отмечено существенное облегчение процесса доставки секционированных стоек на пикет по сравнению с проблемами перевозки длинномерных стоек.

Процессы замены опоры, включая сборку элементов новой конструкции типа ПБ500-5н(с) на базе секционированных стоек, ее установки рядом с существующей опорой, демонтажа старой опоры и монтажа проводов были тщательно зафиксированы для создания в ближайшее время современных технологических карт для замены опор этого типа. 



Рис. 4. Замена опоры ПБ500-5н на ПБ500-5н(с) на ВЛ 500 кВ Тамбов — Пенза 2