

Новое поколение опор ВЛ на базе секционированных железобетонных стоек

ГИП НИЛКЭС, к.т.н.,
ПЦ «Севзапэнергопроект», ОАО «СевЗап НТЦ»
Романова П.И.

14 марта 2014 года в ОАО «Россети» состоялось первое совещание Рабочей группы по организации работ по разработке и внедрению железобетонных опор из центрифугированных секционированных стоек на объектах ОАО «Россети». Применение нового поколения железобетонных опор на ВЛ 35-500 кВ позволит более чем в два раза сократить стоимость строительства ВЛ по сравнению с применением металлических опор. Рабочую группу возглавил Первый заместитель Генерального директора по технической политике Р.Н. Бердников. Совещание прошло под руководством Директора Департамента технологического развития и инноваций В.В. Софьина.

Качановская Л.И., к.т.н., заместитель Генерального директора по науке
Ермошина М.С., к.ф.-м.н., начальник НИЛКЭС ПЦ «Севзапэнергопроект»
Романов П.И., к.т.н., ГИП НИЛКЭС ПЦ «Севзапэнергопроект»
ОАО «СевЗап НТЦ»

В отечественном электросетевом строительстве при сооружении ВЛ 35-500 кВ опоры из центрифугированного железобетона используются с середины 50-х годов 20 века. В 1985 году введена в эксплуатацию линия электропередачи сверхвысокого напряжения — ВЛ 750 кВ Запорожская АЭС – ПС Запорожская (рис. 1). Опыт эксплуатации железобетонных опор в различных природных условиях России показывает, что срок их службы составляет не менее 40 лет. Имеются примеры успешной эксплуатации железобетонных опор сроком более 60 лет, и даже 80 лет: ВЛ 110 кВ в Калининграде введена в эксплуатацию в 1934 году.

Основные преимущества железобетонных опор по сравнению со стальными известны:

- простота монтажа (стойка опоры устанавливается в пробуренный котлован);
- стоимость изготовления и монтажа опор из центрифугированных стоек в 2,8 раза ниже стоимости многогранных опор, рассчитанных на восприятие тех же нагрузок;
- стоимость строительства ВЛ с применением железобетонных опор в среднем на 30% ниже стоимости строительства ВЛ с применением стальных решетчатых и многогранных опор.

Этими факторами обусловлена экономическая эффективность их применения, которая явилась основанием для широкого внедрения в СССР серии унифицированных железобетонных опор напряжением 35-750 кВ в 1960-80х годах.

Последнее десятилетие опоры из центрифугированного железобетона не были рекомендованы к применению на электросетевых объектах в связи с выявленными в процессе эксплуатации недостатками:

- большой процент дефектов при изготовлении опор, обусловленный малой автоматизацией и технологическим процессом производства;
- необходимость применения специального транспорта для перевозки опор и получения разрешения на провоз изделий к месту стройки в связи с фиксированной длиной стоек 22,6 и 26 м;
- сокращение долговечности конструкций за счёт полученных при неправильной транспортировке и складировании повреждений;

- необходимость установки ригелей для закрепления опор в грунтах с низкой несущей способностью (что влечёт увеличение объёма работ и стоимости монтажа), обусловленная невозможностью увеличения глубины заделки опор ниже 3 м без нарушения габаритных расстояний из-за фиксированной длины стоек;

- несоответствие стоек и опор ВЛ на их основе требованиям действующих нормативных документов (по трещиностойкости, толщине защитного слоя, устойчивости заглублённой в грунт части стойки к воздействию горизонтальных сил и изгибающего момента), а также увеличение расчётных нагрузок на опоры, вызванное ужесточением требований ПУЭ-7, приводят к необходимости резкого сокращения пролётов опор, увеличению количества опор и фундаментов, линейной арматуры и гирлянд изоляторов на каждый километр трассы ВЛ.



Рис. 1. ВЛ 750 кВ Запорожская АЭС – ПС Запорожская

При этом опыт эксплуатации железобетонных опор на территории РФ показывает, что при обеспечении технологий производства, транспортировки и монтажа стоек, долговечность железобетонных центрифугированных опор сопоставима с долговечностью стальных многогранных опор.

Закладываемая при проектировании надёжность железобетонных опор выше надёжности металлических в силу существенных отличий требований нормативной документации по расчёту железобетонных и стальных конструкций, а также в силу более строгих требований, предъявляемых при механических испытаниях опор ВЛ. В апреле 2013 года на ВЛ 330 кВ Новая Каховка – Джанкой произошла авария, которая привела к отключению Севастополя от электроэнергии на два часа и перебоям в электроснабжении Симферополя. Авария на линии электропередачи и отключение двух параллельных ВЛ 330 кВ, питающих Крым, были вызваны падением металлической опоры из-за шквального ветра с порывами до 30 м/с. Железобетонные опоры на параллельной ВЛ 330 кВ остались в работоспособном состоянии несмотря на усугубившее сверхнормативные ветровые воздействия падение металлической опоры непосредственно на провода ВЛ (рис. 2).



Рис. 2. Аварийная ситуация на ВЛ 330 кВ Н. Каховка-Джанкой в апреле 2013 года

За последние 30 лет технология изготовления стоек из центрифугированного железобетона существенно изменилась. На заседании Рабочей группы представителем крупнейшего в России производственного объединения по производству железобетонных изделий ПО «Энергожелезобетонинвест» В.Ю. Кустовым были представлены основные этапы технологического процесса производства. Для обеспечения качества и гарантированного срока эксплуатации центрифугированных опор осуществляется строгое соблюдение технологии изготовления на всех этапах производства при максимальной автоматизации технологических процессов. Собственная аттестованная лаборатория предприятия осуществляет контроль качества всех материалов, поступающих в производство, с занесением каждой партии в базу

данных предприятия. Приготовление бетонной смеси осуществляется автоматически с фиксированием рецепта приготовления в базе данных. Формирование металлического каркаса изделия производится натяжением арматуры для создания предварительно-напряжённой конструкции и передачей натяжения на опалубку. Опалубка представляет собой разъёмную коническую или цилиндрическую металлоформу (рис. 3). После закладки бетонной смеси опалубка помещается на специальную машину для автоматического центрифугирования и затем с изделием помещается в электромагнитную камеру для нагрева и пропаривания, — создания необходимого для твердения бетонной смеси температурно-влажностного режима. Каждый этап технологической цепочки, а также результаты контрольных и периодических испытаний фиксируются в базе данных предприятия.



Рис. 3. Металлоформы для изготовления железобетонных центрифугированных секций диаметром 800 мм на заводе «Рыбинскэнергожелезобетон», г. Рыбинск

Преимущества железобетонных опор и автоматизация технологии производства, гарантирующая высокое качество и долговечность центрифугированного железобетона, позволили предложить новое техническое решение изготовления железобетонных центрифугированных опор, — из секционированных стоек.

Новое поколение железобетонных опор, которые будут соответствовать требованиям действующих нормативных документов, позволит избежать известных недостатков:

- изменение армирования для соответствия требованиям по трещиностойкости повысит жёсткость стойки, что минимизирует повреждения при транспортировке;
- увеличение толщины защитного слоя уменьшит начальное внутреннее напряжение в бетоне, что увеличит долговечность конструкций;
- применение современных составов бетонной смеси и автоматизация производства исключат дефекты при изготовлении стоек;
- секционирование стоек на элементы длиной до 11,3 м решит проблемы транспортировки и складирования;
- масса каждой секции составит 2-4 т, что позволит применять стандартную технику для монтажа и установки опоры;

- обеспечение необходимой несущей способности грунта основания при безригельной установке стойки в грунт достигается варьированием длины и диаметра фундаментной секции.

Изготовление опор из секций различного диаметра позволит оптимизировать опору для конкретной ВЛ и приведёт к уменьшению материалоемкости линии. За счёт большей несущей способности секционированных стоек по сравнению с существующими пролёты железобетонных опор сопоставимы с пролётами стальных опор, что при разнице в стоимости изготовления стоек более чем в три раза приводит к сокращению стоимости изготовления и монтажа конструкций в 1,6 и 2,8 раза по сравнению с использованием многогранных или решетчатых конструкций соответственно. Применение железобетонных опор на ВЛ 0,4 и 6-10 кВ также экономически оправдано.

При реконструкции ВЛ существующие железобетонные опоры могут быть заменены на более мощные железобетонные опоры нового поколения без сокращения пролётов с соблюдением требований ПУЭ-7. Установка новых опор на место старых позволит избежать необходимости организации дополнительного землеотвода с изменением кадастровых номеров участков под опоры.

Проект применения железобетонных опор нового поколения получил одобрение эксплуатирующих, строительного-монтажных и проектных организаций, в том числе ОАО «ФСК ЕЭС» и ОАО «ЦИУС ЕЭС» в соответствии с решениями протокола международной научно-практической конференции «Опоры для умных сетей: проектирование и реконструкция», прошедшей 24-27 июня 2013 года в Санкт-Петербурге.

Производственные мощности современных производителей железобетонных изделий подготовлены к массовому производству центрифугированных секционированных стоек. При приготовлении бетонной смеси в рецепт могут быть добавлены цветообразующие добавки, не снижающие её прочностных характеристик, но повышающие эстетические свойства изделия.

Технической политикой ОАО «Россети» опоры ВЛ из железобетонных центрифугированных секционированных стоек рекомендованы к применению на объектах ОАО «Россети».

На заводе ООО «Рыбинскэнергожелезобетон» изготовлены и проведены успешные испытания опытных образцов секционированных стоек нового поколения. Образцы секционированных стоек представлены на выставке «Инновации. Бизнес. Образование», г. Ярославль и «Электрические сети России-2013», г. Москва (рис. 4). За разработку железобетонной центрифугированной секционированной стойки коллектив разработчиков был награждён Золотой медалью выставки «Электрические сети России – 2013» (рис. 5).



Рис. 4. Железобетонная центрифугированная секционированная стойка на выставке «Электрические сети России-2013»

По итогам совещания Рабочей группы ОАО «Россети» работа по созданию унифицированных железобетонных опор из секционированных стоек для ВЛ 35-500 кВ признана перспективной. Проект комплексной Целевой программы по внедрению железобетонных опор нового поколения на объектах ОАО «Россети» будет обсуждаться на следующем совещании Рабочей группы с участием ДЗО ОАО «Россети». Осуществление первого пилотного проекта по внедрению железобетонных опор на ВЛ 110 кВ планируется в ОАО «Ленэнерго».

ПЦ «Севзапэнергосетьпроект» ОАО

«СевЗап НТЦ»

191036, Санкт-Петербург,

Невский пр., д.111/3,

Тел.: **+7 (812) 449-35-35**

e-mail: **office@nwec.ru**

<http://www.nwec.ru/>