

В рамках НИОКР ПАО «Россети Ленэнерго» была разработана серия современных секционированных железобетонных опор, применение которых позволяет существенно сократить затраты при строительстве и эксплуатации воздушных линий 110 кВ. Для обеспечения свободного доступа к информации, необходимой для проектирования, строительства и эксплуатации воздушных линий с использованием новых конструкций, выпущен электронный стандарт.

Специалисты НИЛКЭС Любовь Игоревна Качановская и Татьяна Игоревна Сбойчакова рассказывают о новом документе и его особенностях.



Любовь Качановская,
к.т.н.,
заведующая

Татьяна Сбойчакова,
ведущий инженер

Научно-исследовательская лаборатория конструкций электросетевого строительства (НИЛКЭС) ООО «ПО «Энергожелезобетонинвест», г. Санкт-Петербург

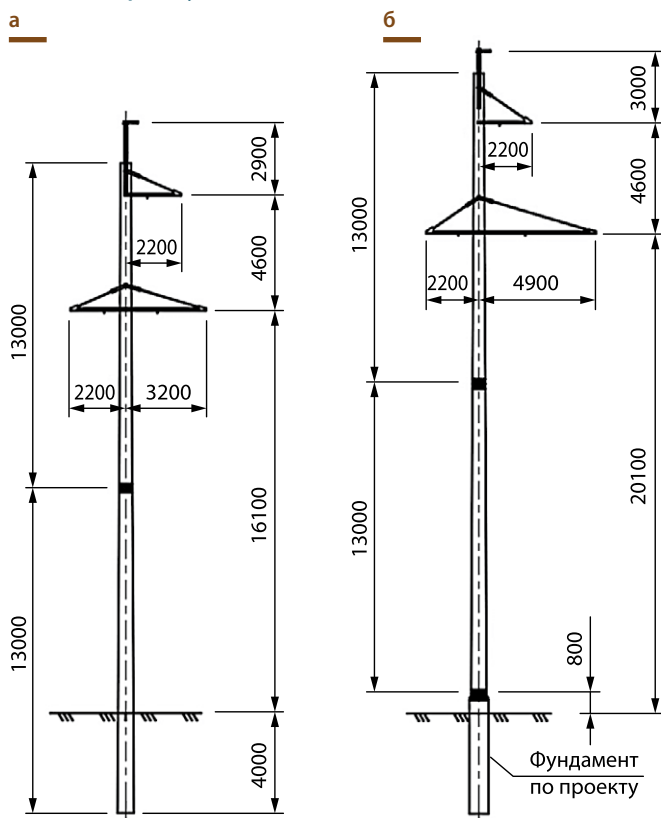
ЭЛЕКТРОННЫЙ СТАНДАРТ по применению секционированных железобетонных опор ВЛ 110 кВ

Современные железобетонные опоры из центрифугированных секционированных стоек отличаются меньшей стоимостью изготовления и монтажа по сравнению с металлическими конструкциями при сопоставимом сроке службы более 50 лет. Затраты на строительство ВЛ на железобетонных опорах в среднем на 20–30 % ниже.

Секционирование стоек позволяет отказаться от использования спецтранспорта, который применяется для длиномерных конструкций старой унификации, и тем самым сократить сроки и стоимость доставки опор на объекты строительства или реконструкции.

Прочностные характеристики секционированных стоек опор повышены за счет применения системы армирования

• **Рис. 1** Схемы одноцепных промежуточных железобетонных опор из секционированных центрифугированных стоек:
а) СПБ110-1, стойка которой погружается в грунт;
б) СПБ110-5Ф, устанавливаемая на фундаментную секцию или иной фундамент по индивидуальному проекту



с использованием современной канатной арматуры и бетона класса прочности В60. Улучшенные характеристики бетона по показателям водонепроницаемости и морозостойкости обеспечивают повышенную долговечность стоек и сокращают потребность в ремонтах на протяжении всего срока службы новых железобетонных опор.

Запатентованная конструкция внутреннего фланцевого соединения с направляющими ребрами, которая помещается в стандартную опалубку, обеспечивает необходимое качество изделий, сокращая при этом затраты на сборку опор ВЛ, гарантируя проектное положение верхних и нижних секций стоек.

Монтаж железобетонных опор осуществляется путем их погружения в пробуренный котлован. А возможность установки опор на фундамент расширяет область их применения, например при необходимости поднять высоту подвески проводов, увеличить пролеты или установить опоры в сложных грунтовых условиях (рис. 1).

С целью сокращения затрат на этапах строительства, реконструкции и эксплуатации ВЛ 110 кВ за счет использования современных железобетонных опор из секционированных стоек, сотрудниками НИЛКЭС была выполнена объемная научно-исследовательская работа, в рамках которой:

- разработана конструкторская документация на железобетонные промежуточные и анкерно-угловые опоры из секционированных стоек в одноцепном и двухцепном вариантах (всего 23 марки), а также на центрифугированные фундаментные секции диаметром 800 мм;
- изготовлены опытные образцы и проведены испытания опор;
- подготовлена серия нормативно-технической документации.

Экономический эффект от применения секционированных железобетонных опор, разработанных в рамках НИОКР ПАО «Россети Ленэнерго», оценивается в более чем 800 тысяч рублей на каждый километр одноцепной ВЛ 110 кВ по сравнению с вариантом использования металлических опор.

Результаты НИОКР включены в Реестр инновационных решений ПАО «Россети», рекомендуемых к применению на объектах дочерних и зависимых обществ энергокомпании (уникальный номер решения 18-027-0067/1).

Эти опоры, а также все разработанные секционированные железобетонные опоры ВЛ 35–500 кВ доступны в электронном каталоге на сайте www.nilkes.ru.

Обзорная информация по конструкциям представлена в различных вариантах и форматах. Есть возможность скачать полный каталог в формате PDF либо воспользоваться электронным каталогом, в котором доступны обзорные листы, схемы опор и расширенная информация: область применения, масса изделий и трехмерные модели опор с отдельными узлами конструкции.

Для того чтобы весь объем документации о серии опор ВЛ 110 кВ стал доступен широкому кругу специалистов, разработан электронный стандарт ПАО «Россети Ленэнерго» в трех частях.

**ЭЛЕКТРОННЫЙ СТАНДАРТ:
СТРУКТУРА, НАВИГАЦИОННАЯ СИСТЕМА**

Объемная информация по проектированию ВЛ, строительству и эксплуатации серии унифицированных железобетонных опор нового поколения четко структурирована в единые блоки.

Под общим наименованием «Руководство по проектированию и применению железобетонных опор ВЛ 110 кВ из центрифугированных секционированных стоек» объединены:

- Часть 1. Руководство по проектированию ВЛ.
- Часть 2. Технологические карты на сборку и установку опор и фундаментов.
- Часть 3. Типовая инструкция по эксплуатации опор.

Поскольку изначально подразумевалось использование именно электронной версии стандарта, доступной на сайте организации в соответствующем разделе, было принято решение о создании единого документа (без разделения на отдельные тома и книги) с применением перекрестных интерактивных ссылок для удобства пользователя и мгновенного перехода к необходимым данным: таблицам, схемам, графикам.

Руководство по проектированию ВЛ

Первая часть стандарта содержит:

- основные конструктивные решения для разработанных железобетонных опор из центрифугированных секционированных стоек и фундаментов к ним;
- указания по проектированию ВЛ 110 кВ с применением новых опор, в том числе рекомендации по закреплению опор, погружаемых непосредственно в котлован, и опор, устанавливаемых на фундамент.

Несмотря на то, что Руководство по проектированию ВЛ включает в себя довольно значительный объем информации, основной текст, который содержит интерактивные ссылки для перехода к таблицам и рисункам 12 приложений, представлен всего на 27 страницах.

Так, в главе, посвященной общим указаниям по закреплению секционированных железобетонных опор, имеется ссылка на рисунок Л.1 в Приложении Л, где представлен обзорный лист фундаментных секций (рис. 2).

Для установки анкерно-угловых опор из цилиндрических стоек используются фундаменты, имеющие соединительную закладную деталь диаметром 800 мм, а в закладной детали фундаментных секций для промежуточных опор верхний диаметр составляет 650 мм под стандартную коническую стойку.

Каждый тип фундамента разработан длиной 5 и 6,7 м. Таким образом, в одной 20-метровой цилиндрической форме диаметром 800 мм одновременно можно изготавливать 4 фундаментных секции длиной 5 м или 3 секции по 6,7 м.

Для предварительного подбора способа закрепления всех типов конструкций, в Приложении Н приведены графики несущей способности опор в 56 типах грунтов, представленных в СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений». Расчеты выполнены в соответствии с «Пособием по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01-83)». Всего в данном приложении 280 графиков на 140 страницах.

Для быстрого поиска необходимой информации о способе закрепления опоры в конкретных условиях, в Приложении Н содержится сводная таблица с интерактивными ссылками (рис. 3). При выборе конкретной ссылки пользователь сразу же попадает на соответствующую страницу СТО с нужным графиком.

Технологические карты на сборку и установку опор и фундаментов

Вторая часть стандарта включает в себя технологические карты, предназначенные для подготовки проекта производства работ, который разрабатывается для осуществления строительно-монтажных работ на конкретном объекте и учитывает все условия их выполнения.

Карты составлены в соответствии с Руководством по разработке и утверждению технологических карт в строительстве и СТО ПАО «ФСК ЕЭС» «Методические указания по разработке технологических карт и проектов производства работ по техническому обслуживанию и ремонту ВЛ» и содержат информацию:

- о потребностях в материально-технических ресурсах;
- об организации и технологии выполнения работ с основными схемами сборки и монтажа для всех типов конструкций;
- калькуляцию трудовых затрат на сборку и установку;



МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ
ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ



6-8 июля 2021

**VIII МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ**

**«ОПОРЫ
И ФУНДАМЕНТЫ
ДЛЯ УМНЫХ СЕТЕЙ:
ИННОВАЦИИ
В ПРОЕКТИРОВАНИИ
И СТРОИТЕЛЬСТВЕ»**

**МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ:
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ,
ОТЕЛЬ РЕНЕССАНС САНКТ-ПЕТЕРБУРГ БАЛТИК,
УЛ. ПОЧТАМТСКАЯ, 4, КОНФЕРЕНЦ-ЗАЛ, 2 ЭТАЖ**

Генеральный спонсор конференции



Спонсор конференции



Официальная поддержка



Генеральные информационные партнеры



www.fc-union.com, info@fc-union.com
+7 (495) 66-55-014, +7 925 57-57-810

Рис. 2 Обзорный лист фундаментов из Приложения Л к первой части стандарта

Приложение Л (обязательное). Обзорный лист фундаментов и схемы закрепления стоек и фундаментных секций

Назначение	Анкерно-угловые опоры		Промежуточные опоры	
Эскиз фундамента				
	5000 4500 Ø800 Ø900	6670 6170 Ø800 Ø900	5000 4200 Ø800 Ø900	6670 5870 Ø800 Ø900
Марка фундамента	СЦФ50.80.1-1	СЦФ67.80.1-1	СЦФ50.80.2-1	СЦФ67.80.2-1
Масса фундамента, т	2,87	3,73	2,75	3,57

Рис. 3 Пример сводной таблицы с активными ссылками

Таблица Н.2 – Перечень графиков несущей способности фундамента секций по грунту

Грунт	Номер грунта	f_1	C	e	E	СЦФ50.80.1-1	СЦФ67.80.1-1	СЦФ50.80.2-1	СЦФ67.80.2-1
Пески крупные и гравелистые	1	43	2	0,45	50	рисунок Н.57	рисунок Н.58	рисунок Н.59	рисунок Н.60
	2	40	1	0,55	40	рисунок Н.61	рисунок Н.62	рисунок Н.63	рисунок Н.64
	3	38	0	0,65	38	рисунок Н.65	рисунок Н.66	рисунок Н.67	рисунок Н.68
Пески средней крупности	4	40	3	0,45	50	рисунок Н.69	рисунок Н.70	рисунок Н.71	рисунок Н.72
	5	38	2	0,55	40	рисунок Н.73	рисунок Н.74	рисунок Н.75	рисунок Н.76
	6	35	2	0,65	30	рисунок Н.77	рисунок Н.78	рисунок Н.79	рисунок Н.80
Пески мелкие	7	38	6	0,45	48	рисунок Н.81	рисунок Н.82	рисунок Н.83	рисунок Н.84
	8	36	4	0,55	38	рисунок Н.85	рисунок Н.86	рисунок Н.87	рисунок Н.88
	9	32	2	0,65	28	рисунок Н.89	рисунок Н.90	рисунок Н.91	рисунок Н.92
	10	28	0	0,75	18	рисунок Н.93	рисунок Н.94	рисунок Н.95	рисунок Н.96
Пески пылеватые	11	36	8	0,45	39	рисунок Н.97	рисунок Н.98	рисунок Н.99	рисунок Н.100
	12	34	6	0,55	28	рисунок Н.101	рисунок Н.102	рисунок Н.103	рисунок Н.104
	13	30	4	0,65	18	рисунок Н.105	рисунок Н.106	рисунок Н.107	рисунок Н.108
	14	26	2	0,75	11	рисунок Н.109	рисунок Н.110	рисунок Н.111	рисунок Н.112
Супеси пластичные $0 \leq 1_L < 0,25$	15	30	21	0,45	32	рисунок Н.113	рисунок Н.114	рисунок Н.115	рисунок Н.116
	16	29	17	0,55	24	рисунок Н.117	рисунок Н.118	рисунок Н.119	рисунок Н.120
	17	27	15	0,65	16	рисунок Н.121	рисунок Н.122	рисунок Н.123	рисунок Н.124
	18	24	13	0,75	10	рисунок Н.125	рисунок Н.126	рисунок Н.127	рисунок Н.128

- операционный контроль при выполнении работ;
- требования охраны труда и пожарной безопасности.

В технологических картах подробно расписаны все операции по организации работ со схемами монтажа и таблицами с калькуляцией трудозатрат на каждую опору и фундамент.

Всего разработано 15 технологических карт, которые снабжены общей частью с интерактивными ссылками на приложения с узлами и схемами сборки и установки конструкций.

Особое внимание уделено описанию процесса сборки секционированных стоек. Стойки собираются из верхней и нижней секций, имеющих единый заводской порядковый номер, то есть изготовленных в одной форме.

Ориентация секций относительно друг друга определяется тремя направляющими и одним фиксирующим ребрами узла фланцевого соединения и контролируется совмещением установочных рисок и маркировочных указателей на боковой поверхности каждой секции (рис. 4).

Типовая инструкция по эксплуатации опор

Третья часть стандарта представляет собой дополнение к Типовой инструкции по эксплуатации воздушных линий электропередачи напряжением 35–800 кВ в части строительства и эксплуатации ВЛ 110 кВ на железобетонных опорах из центрифугированных секционированных стоек.

Инструкция предназначена для работников, занятых техническим обслуживанием и ремонтом ВЛ.

Документ включает в себя следующие разделы:

- контроль и приемка в эксплуатацию;
- техническое обслуживание ВЛ;
- технические требования и допуски к элементам ВЛ;
- оценка технического состояния ВЛ и ее элементов.

Информация по обслуживанию опор из секционированных стоек позволит упростить работу сотрудников электросетевых предприятий.

Благодаря использованию при изготовлении стоек бетона класса прочности В60 с улучшенными характеристиками по водонепроницаемости и морозостойкости, современные железобетонные опоры имеют повышенную долговечность, что сокращает потребность в ремонтах на протяжении всего срока их службы – более 50 лет.

Для безопасного подъема и технического обслуживания все опоры с отметки 3 м от поверхности земли снабжены универсальной лестницей со специальными открытыми петлями для организации гибкой анкерной линии (рис. 5).

ВЫВОДЫ

Внедрение инновационных конструкций железобетонных опор из секционированных стоек повышает экономическую эффективность строительства электросетевых объектов. Будучи существенно дешевле металлических опор, они имеют сопоставимый срок службы, практически не требуют ремонта в эксплуатации, обладают повышенной вандалоустойчивостью. Возможность установки опор на фундаменты позволяет увеличить высоту подвески проводов, сократить количество конструкций на каждый километр трассы ВЛ. Внутренний фланец, позволяющий разделить стойку после ее изготовления, решает проблемы перевозки длинномерных конструкций, исключает возможность их повреждения при транспортировке и обеспечивает простоту сборки на пикете.

Серия опор ВЛ 110 кВ в одноцепном и двухцепном вариантах позволяет использовать их в широком диапазоне нагрузок, при необходимости уточняя область их применения при использовании новых марок проводов и тросов или при установке опор в сложных климатических условиях.

«Руководство по проектированию и применению железобетонных опор ВЛ 110 кВ из центрифугированных секционированных стоек» – электронный стандарт ПАО «Россети Ленэнерго» – разработано таким образом, что объемная информация о серии унифицированных опор объединена в тематические блоки.

Все данные, необходимые для проектирования, строительства и эксплуатации ВЛ, можно легко найти в СТО. Стандарт снабжен серией навигационных (сводных) таблиц и интерактивными ссылками для мгновенного перехода к необходимым данным: таблицам, схемам, графикам и нормативной документации.

Руководство по проектированию ВЛ содержит полный объем сведений, необходимых для формирования готовых решений по строительной части проекта ВЛ, в т. ч. для прохождения экспертизы. Приведенная информация (конструктивные решения, расчеты всех элементов и несущей способности креплений опор в различных грунтах) позволит сократить время и объем работ по проектированию строительной части ВЛ, выполнению расчетов опор и подбору их креплений.

Серия технологических карт на сборку и установку опор и фундаментов даст возможность уменьшить затраты на разработку проекта организации строительства и на составление локальных смет при проектировании, упростить разработку проекта производства работ, обеспечить правильность монтажа опор при строительстве воздушных линий.

Подробные инструкции по эксплуатации современных железобетонных опор упростят работу и повысят качество обслуживания воздушных линий за счет наличия четкой информации об особенностях контроля опор из секционированных стоек.

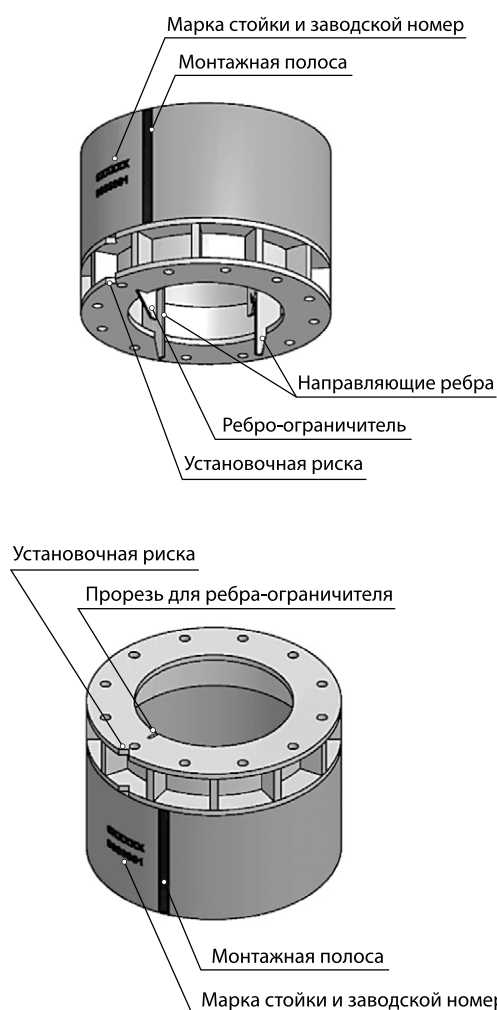
НИЛКЭС выражает огромную благодарность всем, кто принял участие в разработке проекта стандарта организации.

После утверждения окончательная версия электронного стандарта будет доступна на сайте www.nilkes.ru и на сайте ПАО «Россети».

Закладные детали секционированных стоек:

а) верхняя секция стойки; б) нижняя секция стойки

Рис. 4 •



Промежуточная опора СПБ110-2 с лестницей, снабженной анкерными петлями, на ВЛ 110 кВ в Республике Башкортостан

Рис. 5 •

