

Разработка схем и конструкций промежуточных свободностоящих трубчатых опор ВЛ 110, 220 и 330 кВ

Инженер первой категории
ОАО «НТЦ ЕЭС»,
Ишанина Е.С.,

Научный сотрудник
ОАО «НТЦ ЕЭС»,
Чудный В.Г.,

Постановка задачи

Необходимость повышения надёжности ВЛ, диктуемая нормативно-технической документацией, значительное усложнение условий прохождения ВЛ, особенно по селитебной территории, потребовали разработки и внедрения в последние годы качественно новых видов опор и основных элементов, входящих в состав опоры. Проектной группой ОАО «НТЦ ЕЭС» по заданию ОАО «Трубная металлургическая компания» были разработаны и рассчитаны схемы и конструкции опор из стальных труб существующего сортамента, которые широко используются в различных технических конструкциях.

Опыт и тенденции в проектировании опор

В российском электросетевом строительстве в последнее десятилетие нашли широкое применение опоры на базе многогранных гнутых стоек (МГС).

Данному типу опор, в отличие от опор существующего унифицированного ряда, присущ ряд прогрессивных качеств, но технология изготовления опор на базе МГС не является абсолютно универсальной, а требует совершенствования для создания различного вида конструкций опор и стоек. Для изготовления стоек из многогранного гнутого профиля требуется специальное оборудование, что в перспективе может сдерживать расширение областей и объёмов применения МГС.

В дополнение к стойкам из многогранного гнутого профиля целесообразно рассмотреть возможность изготовления стоек из стальных труб.

Трубчатые элементы опор имеют ряд существенных преимуществ по сравнению со всеми другими типами сечений:

- лучшие жесткостные характеристики при работе на сжатие и кручение;
- повышенная стойкость к механическим повреждениям (различного рода прогибам и вмятинам);
- меньшее лобовое сопротивление ветровому давлению;
- в опорах с трубчатыми элементами применяются высокотехнологичные фланцевые соединения на высокопрочных болтах, что позволяет резко снизить трудоемкость монтажа.

Цели данной работы

В процессе проектирования были поставлены цели:

- разработка схем, конструкций и основных узлов наиболее массовых промежуточных свободностоящих опор ВЛ 110, 220 и 330 кВ со стойками, выполненными из металлических труб;
- сравнение с существующими опорами на базе МГС по таким основным критериям, как ориентировочная стоимость опоры и ориентировочная стоимость опор на 100 км ВЛ.

Основные результаты

Были разработаны следующие схемы опор, представленные на рисунке (1):

- двухцепная промежуточная опора ВЛ 110 кВ (ПТ110-2);
- одноцепная промежуточная опора ВЛ 220 кВ (ПТ220-1);
- одноцепная промежуточная опора ВЛ 330 кВ (2ПТ330-1).

Стальные трубчатые опоры ВЛ 110, 220 и 330 кВ предназначены для применения в I-IV районах по ветру и по гололёду в населённой и ненаселённой местности.

Данные опоры ВЛ 110, 220 и 330 кВ могут изготавливаться для применения в районах с расчетной температурой наиболее холодной пятидневки до минус 40°C, до минус 50°C и до минус 65°C, при этом марки сталей для изготовления в каждом случае должны приниматься в соответствии с СП 16.13330.2011 «Стальные конструкции». Опоры предназначены для применения в слабоагрессивных и среднеагрессивных средах.

Стальные трубчатые опоры ВЛ 110, 220 и 330 кВ сконструированы и рассчитаны в соответствии с требованиями нормативно-технической документации, а также учитывая требования стандартов организации ОАО «ФСК ЕЭС».

Расчёт опоры производился на расчётные условия аналогичные наиболее тяжёлым расчётным условиям для соответствующей многогранной опоры.

Выполненный комплекс расчетов показал, что опоры недогружены, то есть имеют избыточный запас прочности и устойчивости. Таким образом, можно значительно увеличить расчётные пролёты.

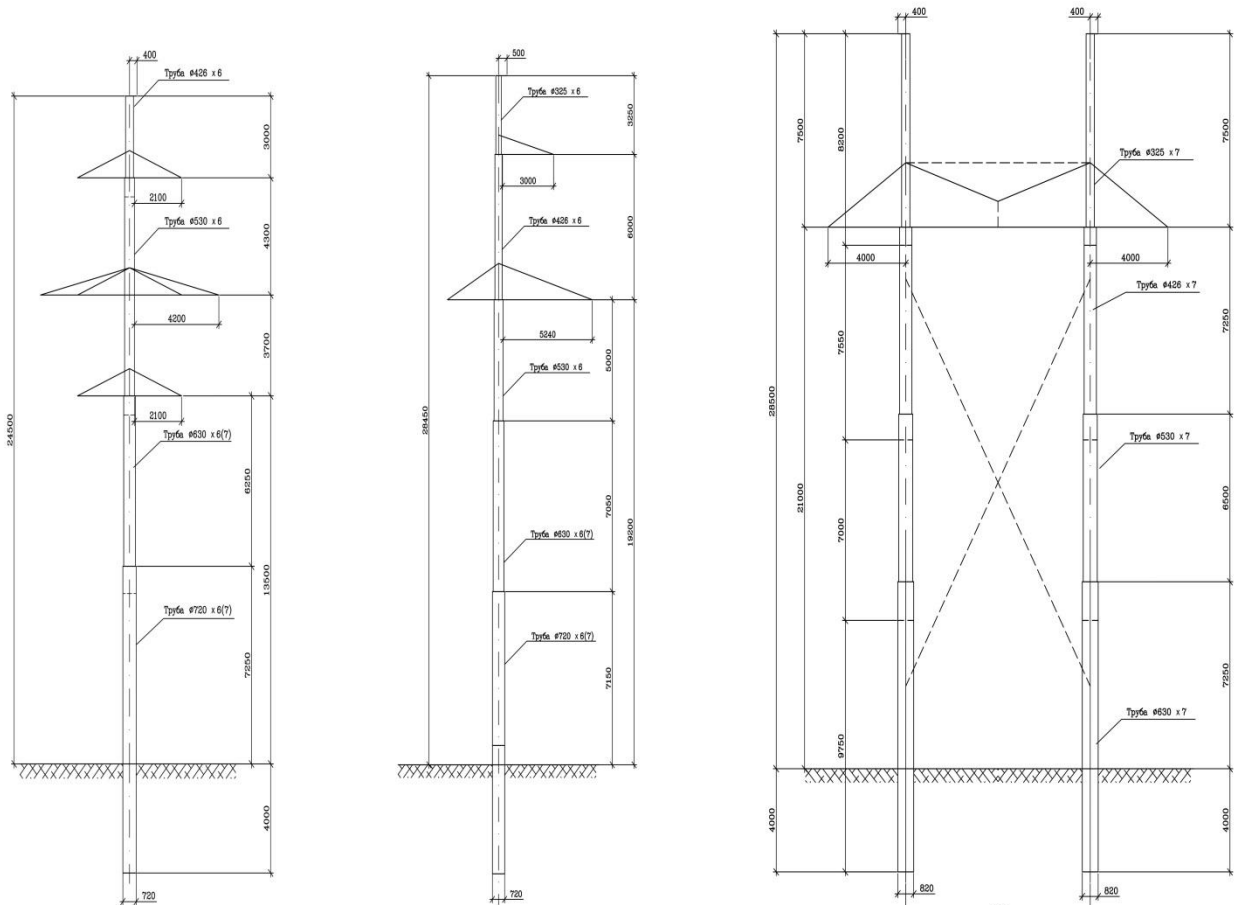


Рисунок 1. Общий вид и основные размеры двухцепной промежуточной опоры ПТ110-2, одноцепной промежуточной опоры ПТ220-1, одноцепной промежуточной опоры 2ПТ330-1.

Следует отметить, что в соответствии с Положением о технической политике ОАО «ФСК ЕЭС», стальные опоры рекомендуется проектировать из бесшовных горячекатанных труб. Для изготовления стальных решетчатых, то есть пространственных конструкций стоек опор, диаметр таких труб вполне достаточен. При использовании стальных труб в качестве стоек опор предварительные расчеты показали, что необходимо применять трубы диаметром от 350 до 900 мм. В связи с тем, что в настоящее время бесшовные трубы с наружным диаметром больше 426 мм в России не выпускаются, в данной работе рассматривалось применение стальных электросварных прямошовных труб.

Стойки трубчатых опор могут выполняться телескопическими или традиционными, с соединительными узлами секций на фланцах.

В рамках данной работы был разработан телескопический соединительный узел секций стойки из труб различного диаметра.

Конструкции соединительных узлов представлены на рисунке 2.

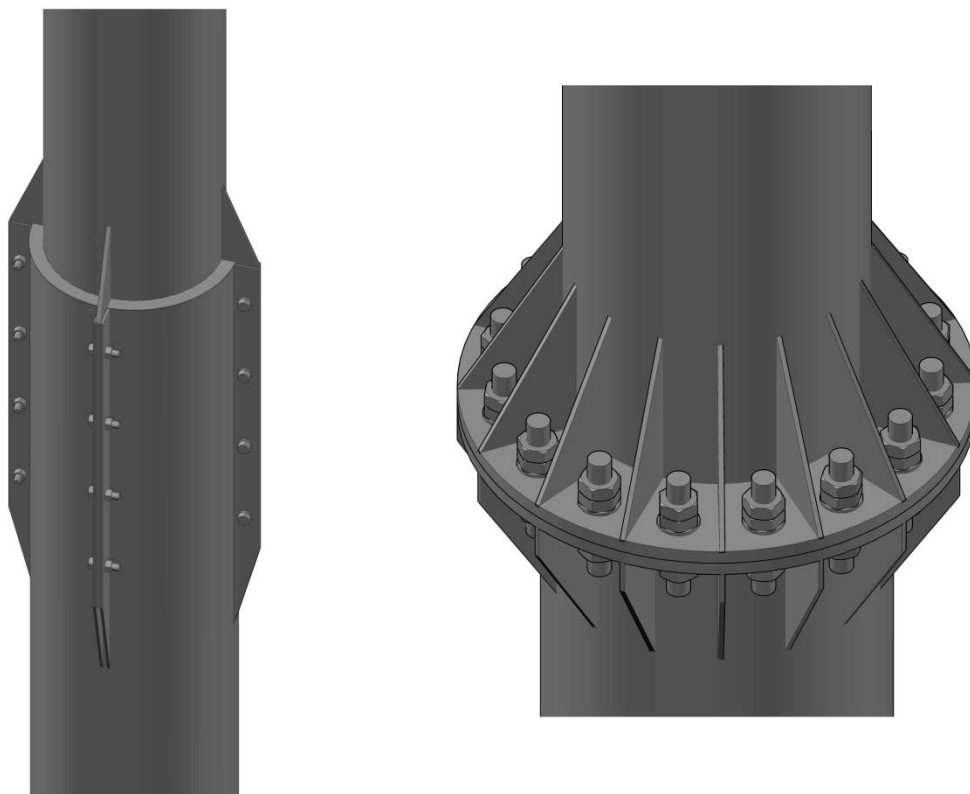


Рисунок 2. Конструкции телескопического и фланцевого соединительного узла
Схема сборки телескопического соединительного узла представлена на рисунке 3.

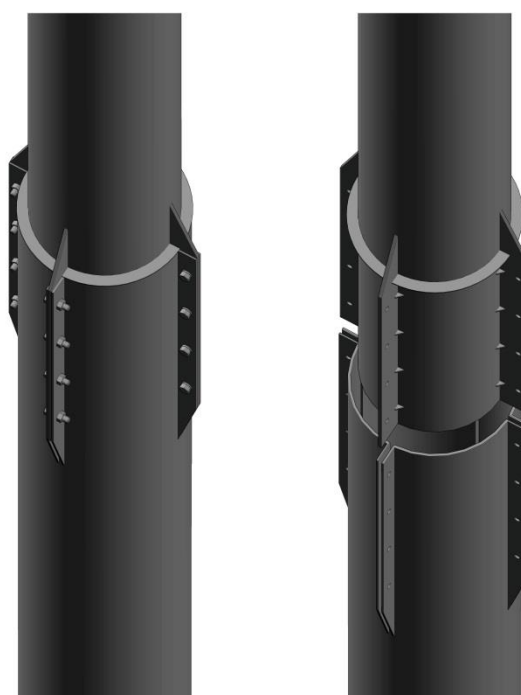


Рисунок 3. Схема сборки телескопического соединительного узла
Технико-экономическое сравнение трубчатых опор и многогранных опор представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Технико-экономическое сравнение трубчатых и многогранных опор

Напряжение ВЛ	110 кВ		220 кВ		330 кВ	
	Трубч-я опора	Многогр. опора	Трубч-я опора	Многогр. опора	Трубч-я опора	Многогр. опора
Опора	ПТ110-2	ПМ110-2	ПТ220-1	ПМ220-1	2ПТ330-1	2МП330-1В
Масса опоры, т	4.7	3.2	5.2	4.9	8.0 ^{*)}	8.3
Максимальный пролёт, м	175	140	300	250	255	255
Количество опор на 100 км ВЛ, шт.	475	700	325	375	360	360
Расход стали на 100 км ВЛ, т	2233	2252	1690	1852	2880	2986
Стоимость опоры ориентировочная, тыс. руб.	329	306	364	469	720	871
Стоимость опор на 100 км ВЛ ориентировочная, тыс. руб.	156275	213934	118300	175921	259200	313513

*) Масса трубчатой опоры 2ПТ330-1 в Таблице 211 (8т) приведена без подземной (фундаментной) части для выполнения корректного сравнения с многогранной опорой 2МП330-1В, так как в типовом проекте (20018тм-г.2, л13) указана масса опоры 2МП330-1В без фундамента. Полная масса трубчатой опоры 2ПТ330-1с фундаментной частью – 8.9т.

Результаты проведенной работы

1. Разработаны схемы промежуточных свободностоящих трубчатых опор ВЛ 110, 220 и 330 кВ, стойка которых изготовлена из металлических труб существующего сортамента.
2. Разработаны конструкции стоек опор. Стойка выполнена по секционной из металлических труб разного диаметра.
3. Трубы разного диаметра имеют соединение, сконструированное в рамках данной работы, обеспечивающее требуемую механическую прочность и простоту сборки в полевых условиях.
4. Применение трубчатых опор на ВЛ 110, 220, 330 кВ позволяет увеличить длины расчетных пролетов по сравнению с опорами, выполненными из многогранных стоек.

Выводы

1. Техничко-экономическое сравнение ВЛ, запроектированных на базе трубчатых опор по сравнению с ВЛ на базе многогранных опор, показало определенное преимущество и эффективность применения трубчатых опор, в особенности, на ВЛ 110 и 220 кВ.
2. Целесообразно продолжать работы по разработке и испытанию новых типов опор на базе металлических труб существующего и специального сортамента.

**ОАО «Научно-технический центр Единой
энергетической системы»**
194223, г. Санкт-Петербург,
ул. Курчатова, д. 1, лит. А
Тел.: +7 (812) 297-54-10
E-mail: ntc@ntcees.ru
<http://www.ntcees.ru>