

ПОПЫТКА ОБЪЕКТИВНОГО СРАВНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ СТАЛЬНЫХ ОПОР ДЛЯ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ 6-10 кВ

Гунгер Ю.Р., ЗАО «ВНПО ЭЛСИ», г. Новосибирск

Выполнено сравнение технико-экономических, монтажных и эксплуатационных характеристик стальных опор различных конструкций для воздушных линий электропередачи напряжением 6-10 кВ.

До недавнего времени вопроса о том, какие конструкции опор применять при строительстве воздушных линий электропередачи (ВЛ) напряжением 6-10 кВ не стояло – наиболее распространенным являлся вариант строительства ВЛ на железобетонных опорах, выполненных с использованием стоек СВ-105 из вибрированного железобетона. Однако, низкая надежность железобетонных опор в районах со сложными грунтовыми условиями и с большими гололедно-ветровыми нагрузками, инициировала разработку новых типов опор, как правило стальных.

Также следует отметить появление на рынке предложения для ВЛ 6-10 кВ деревянных опор с хорошими антисептическими пропитками, с обещанным сроком службы на уровне 20 лет. На взгляд автора, у деревянных опор есть один существенный недостаток – проектируя ВЛ на этих опорах мы никогда точно не знаем несущие механические характеристики деревянных опор, т.к. до настоящего времени не существует достоверных неразрушающих методов определения механической прочности деревьев. Таким образом, мы лишь приблизительно знаем, опоры с какой механической прочностью мы устанавливаем в ВЛ. Такое положение дел приводит к тому, что деревянные опоры устанавливаются в ВЛ с небольшими пролетами.

Необходимо отметить, что в любом случае, для районов с небольшими гололедно-ветровыми нагрузками и с хорошими грунтовыми условиями при строительстве ВЛ 6-10 кВ по экономическим соображениям целесообразно применение железобетонных и деревянных опор.

Применение стальных опор при строительстве ВЛ 6-10 кВ оправдано в районах с большими гололедно-ветровыми нагрузками, т.к. механическая прочность стальных опор существенно выше чем у железобетонных и деревянных опор, а также в районах со сложными грунтовыми условиями – когда требуется свайное закрепление опор или применение поверхностных фундаментов. Также применение стальных опор оправдано для труднодоступной местности, когда необходимо построить ВЛ по принципу «построил и забыл».

Подробнее остановимся на сравнительных характеристиках стальных опор для ВЛ 6-10 кВ, т.к. именно в этой части рынка в последние годы наблюдается наибольшая конкуренция и наибольшее предложение новых конструкций. Название настоящего доклада содержит формулировку «попытка объективного сравнения». Это связано с тем, что автор сам является разработчиком стальных опор для ВЛ 6-10,

которые тоже участвуют в сравнении, и, в связи с этим, возможна некоторая необъективность автора, хотя, при написании доклада автор пытался максимально подавить в себе эту необъективность. В любом случае, любой специалист, читающий текст настоящего доклада, вправе делать самостоятельные выводы.

В хронологическом порядке на рынке появились следующие типы стальных опор для ВЛ 6-10 кВ:

- опоры по типовому проекту серии 4.0639 «Опоры ВЛ 6-10 кВ из отработанных бурильных труб» института «Сельэнергопроект», 1984 г., производитель опор – малые предприятия на местах строительства ВЛ;

- стальные опоры из гнутого профиля переменного сечения, разработанные АОЗТ ВНПО «ЭЛСИ» в 1993 г, первый типовой проект серии ЭЛ-ТП.010.01, 2001 г., в настоящее время эти опоры выпускаются по типовым проектам ЭЛ-ТП.010-05 и ЭЛ-ТП.010.06, производитель опор – группа компаний ЭЛСИ;

- опоры по типовым проектам серий ЛЭП 96.01 и ЛЭП 96.02 ОАО «РОСЭП», 1996 г., производитель опор – Омский Электромонтажный Завод;

- опоры по типовому проекту серии РЛ/99-373 «Металлические опоры ВЛ 6 (10) кВ из гнутого профиля» ЗАО ВНПО «РОСЛЭП», 2002 г., производитель опор ЗАО ВНПО «РОСЛЭП» и ДОО «Электрогаз»;

- стальные многогранные опоры по типовому проекту 22.0028 «Стальные многогранные опоры ВЛ 6-10 кВ» ОАО «РОСЭП», 2002 г., производитель опор – ООО «Опытный Завод Гидромонтаж».

Далее приводится сравнение опор трех типов, предусматривающих подвесное крепление проводов с использованием подвесных полимерных изоляторов: опор из гнутых стальных профилей переменного сечения, разработанных в ЗАО «ВНПО ЭЛСИ» и в ЗАО ВНПО «РОСЛЭП», и многогранных опор.

Опоры из труб по типовому проекту серии 4.0639 исключены из рассмотрения по причине того, что они предусматривают закрепление проводов только на штыревых изоляторах, что не обеспечивает достаточной надежности эксплуатации ВЛ – на долю аварий по причине разрушения изоляторов и обрыва проволочных вязок в районах Крайнего Севера приходится 34 % от общего числа аварий [1].

Опоры по типовым проектам ЛЭП 96.01 и ЛЭП 96.02 в сравнении не участвуют по той причине, что фактически эти опоры выполнены в габаритах 35 кВ, что неизбежно приведет к некорректностям сравнения, т.к. ВЛ, построенные на этих опорах будут существенно более материалоемкими и дорогими.

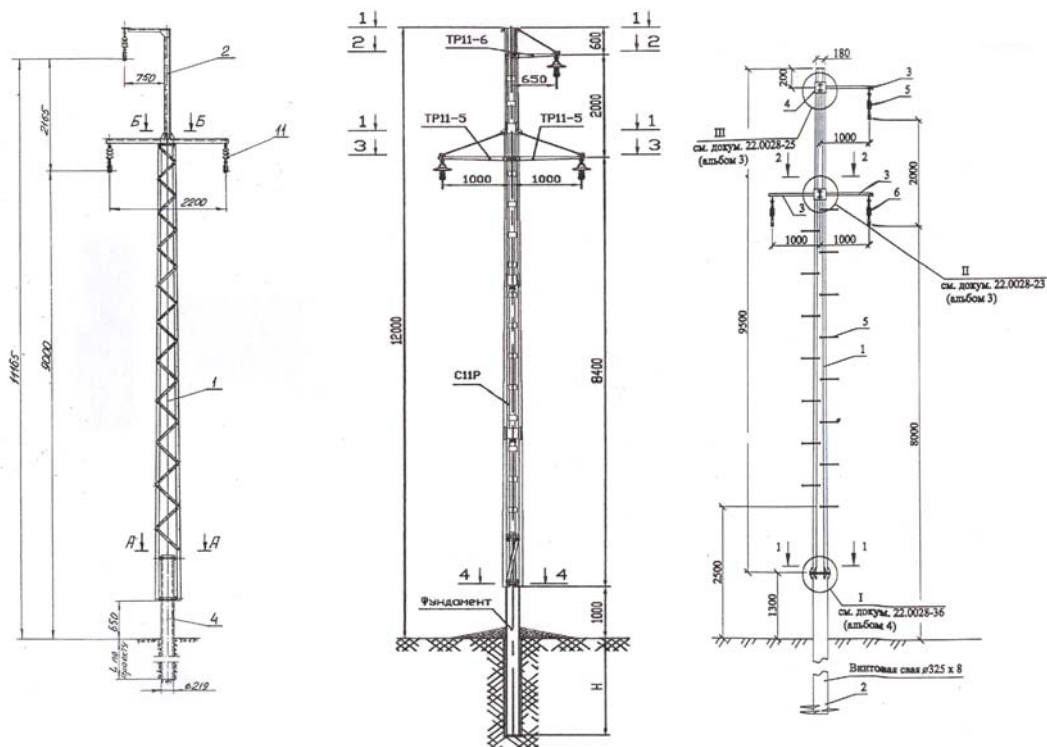
Объекты сравнения.

Для однородности сравнения в качестве основных объектов сравнения выбраны промежуточные опоры различных типов, предусматривающие применение подвесной изоляции (схемы этих опор приведены на рис.1):

- опора ПС10П-18Б группы компаний ЭЛСИ по типовому проекту ЭЛ-ТП.010.05;

- опора ПС 10-11Р ЗАО ВНПО «РОСЛЭП» по типовому проекту РЛ/99-373;

- опора ПС10-1 Опытного Завода «Гидромонтаж» по типовому проекту ОАО «РОСЭП» 22.0028.



Опора ПС10П-18Б

Опора ПС10-11Р

Опора ПС10-1

Рис.1 Схемы промежуточных опор различных типов

Сравнение анкерно-угловых опор выполнено менее подробно, т.к. количество этих опор при строительстве ВЛ в несколько раз меньше, чем количество промежуточных опор.

Технические характеристики промежуточных опор.

Начнем сравнение с осязаемых вещей – с массогабаритных показателей опор и их технических характеристик. Эти данные для промежуточных опор приведены в табл.1. При определении габаритного пролета принимался 3 район по ветру и гололеду, местность ненаселенная, значения районных коэффициентов равными 1. Все данные для сравнения взяты из соответствующих типовых проектов разработчиков.

Проанализируем данные, приведенные в таблице 1.

Прежде всего следует ответить, что многогранные опоры ПС10-1 существенно проигрывают опорам из гнутого профиля по массе опор на 1 км ВЛ, этот показатель у многогранных опор хуже на 42 %, чем у опор из гнутого профиля. Вызвано это неоптимальным сечением опор и низким подвесом проводов на опорах – всего 8 метров, что позволяет иметь стрелу провеса для ненаселенной местности всего в 2 метра против 2,8 и 3 метров у опор ПС10-11Р и ПС10П-18Б, соответственно. Следует также отметить, что из 8 м высоты подвеса нижнего провода 1,3 м приходится не на конструкцию опоры а на высокий фундамент опоры. Подобная конструкция опоры вряд ли может рассматриваться как оптимальная.

В опорах ПС10-11Р и ПС10-1 следует отметить неоптимальную конструкцию верхней части опоры выше крепления нижних траверс. Эта неоптимальность состоит в том, что эта часть опоры воспринимает нагрузки только от одного провода, а выполнена как продолжение стойки опоры, т.е. с необоснованным запасом по

механической прочности. Конструкция опоры ПС10П-18Б в этом отношении более оптимальна, т.к. стойка опоры заканчивается на высоте крепления траверсы, которая выполнена единой для проводов всех трех фаз, без неоправданных механических запасов.

Таблица 1

Технические характеристики промежуточных опор

Тип опор	ПС10П-18Б	ПС10-11Р	ПС10-1
Масса опоры, кг	310	274	306
Толщина проката, мм	5	4	4
Высота опоры без фундамента, м	10,5	11,0	9,5
Междуфазное расстояние, м	2,2	2,0	2,0
Максимально допустимый тип проводов	АС 120/19	АС 120/19	АС 120/19
Высота подвеса нижнего провода, м	9	8,8	8,0
Габаритный пролет, м	79	70	55
Масса опор на 1 км ВЛ, т	3,92	3,91	5,56
Механическая прочность, кНм	73	62	60
Диаметр фундаментной трубы, мм	219	219	325
Превышение фундамента над землей, м	1,2	1,6	1,3
Масса фундамента, заглубленного на 4 м, кг	218	235	340
Масса фундаментов на 1 км ВЛ, т	2,76	3,36	6,18

Толщина проката, из которого изготавливаются опоры составляет 5 мм у опор ПС10П18Б и 4 мм у опор ПС10-11Р и ПС10-1. Важной характеристикой стальных опор является их стойкость к механическим повреждениям, которые могут возникнуть при погрузо-разгрузочных и монтажных операциях. Очевидно, что этот показатель тем лучше, чем толще прокат, из которого изготавливаются опоры. До 2000 года опоры ЭЛСИ также изготавливались из проката толщиной 4 мм, переход при изготовлении опор на стальной лист толщиной 5 мм был вызван, в том числе, частыми повреждениями опор в процессе их доставке на место монтажа.

Междуфазные расстояния у рассмотренных опор отвечают их габаритных пролетам.

Анализируя фундаментные решения необходимо отметить, что у опор ПС10П-18Б и ПС10-11Р несущая способность опор согласована с несущей способностью фундамента - расчетный изгибающий момент для трубы из стали С345 диаметром 219 мм при толщине стенки 8 мм составляет 70 кНм. У опор ПС10-1 фундамент из трубы диаметром 325 мм, стенка 8, по механической прочности избыточен – его несущая способность 163 кНм, т.е. в 2,7 раза выше прочности самой опоры. Меньшие габаритные пролеты многогранных опор ПС10-1 и перетяженный фундамент приводят к тому, что масса фундаментов этих опор на 1 км ВЛ превосходит аналогичные показатели опор ПС10-11Р на 84 %, а опор ПС10П-18Б и вовсе на 124 %, т.е. масса фундаментов на 1 км ВЛ для опор П10-1 в 2,24 раза больше, чем для опор ПС10П-18Б.

Завершая сравнение технических характеристик, следует отметить, что наилучшими массогабаритными показателями обладают опоры ПС10П-18Б, несколько худшими – опоры ПС10-11Р, и существенно худшими – многогранные опоры ПС10-1. Учитывая то, что именно масса строительных конструкций отражает объемы физических работ и стоимость строительства ВЛ, следует вывод, что стоимость строительства ВЛ 6-10 кВ на многогранных опорах будет примерно в 1,5 –

2 раза выше, чем стоимость ВЛ на опорах из гнутых стальных профилей переменного сечения ПС10П-18Б и ПС10-11Р.

Кроме технических характеристик, которые могут быть измерены цифрами, есть характеристики, не поддающиеся простому оцифрованию. Рассмотрим эти характеристики опор последовательно – от изготовления опор до их монтажа и эксплуатации.

Технологические характеристики.

Технология изготовления опор вытекает из их конструкции, основные технологические характеристики опор приведены в таблице 2.

Таблица 2

Технологические характеристики опор

Тип опор	Краткое описание конструкции и технологии.
ПС10П-18Б	Два стальных листа по одному гибу на листе, листы сварены между собой прерывистым швом, одна решетчатая грань. Сложная технология, требует ручной сборки.
ПС10-11Р	Два стальные листа по три гиба на листе, сварены друг с другом планками По двум граням. Сложная технология, требует ручной сборки.
ПС10-1	Замкнутый многогранник, 8 гибов, один сплошной шов. Сложная технология. Автоматизированная сборка.

Технология производства определяет производственные затраты и соответствующую составляющую в цене опор. Все рассмотренные конструкции опор подразумевают сложную технологию их производств. Опоры ПС10П-18Б и ПС10-11Р ОЗГМ требуют ручной технологии производства, что может являться недостатком только для стран с высоким уровнем заработной платы. По состоянию на сегодняшний день в России большая доля ручного труда не является значительным недостатком, т.к. уровень заработных плат в России заметно ниже мировых стандартов. Более того, большая доля ручного труда на производстве решает важную социальную задачу занятости населения. Многогранные опоры ПС10-1 производятся на автоматизированной линии, что требует больших капитальных затрат на стадии создания производства, но позволяет получать экономию в процессе производства на заработной плате рабочего персонала.

Таким образом, рассматриваемые опоры не имеют друг перед другом существенных преимуществ с точки зрения технологии производства.

Транспортировка опор.

Транспортировка опор подразделяется на 3 этапа: первый этап – транспортировка железнодорожным транспортом с завода-изготовителя до станции назначения, второй этап – доставка опор автомобильным транспортом до приобъектного склада; третий этап – развозка опор по пикетам.

На первом этапе транспортировки возможна качественная упаковка опор в соответствии с согласованными с железной дорогой отгрузочными схемами. На втором и третьем этапах никакой упаковки при перевозках не производится.

Что касается транспортировки, то рассматриваемые опоры имеют идентичные поперечные размеры и съемные траверсы, что определяет примерно одинаковую эффективность загрузки транспортных средств при перевозках опор этих типов. По опыту перевозок опор ПС10П-18Б загрузка транспортных средств составляет 60 штук опор в железнодорожном полувагоне и 36 штук в автомобильном полуприцепе.

Следует отметить, что опоры ПС10-1 оснащены стэп-болтами, что затрудняет их транспортировку и выполнение погрузо-разгрузочных работ из-за выступающих по всей длине конструкции степ-болтов. Сами степ-болты могут повреждаться при перевозках и выполнении погрузо-разгрузочных работ. Опоры ПС10-11Р также могут быть оборудованы степ-болтами, в этом случае указанные недостатки также будут распространяться на эти опоры.

Следует отметить большее удобство для такелажных работ опор ПС10П-18Б и ПС10-11Р, которые могут браться крюками за раскосы и планки, опоры ПС10-1 могут браться только петлями, что не всегда удобно, особенно при разборе опор, складированных в навал.

Сборка и монтаж опор.

Сборка для всех рассматриваемых опор является элементарной операцией и состоит в присоединении к стойкам опор траверс. Незначительное удобство при этом имеют опоры ПС10П-18Б, т.к. у них траверса уже собрана на заводе целиком, а у опор ПС10-11Р и ПС10-1 каждая из трех траверс монтируется отдельно.

Что касается монтажа опор, то тут у опор разных типов присутствуют существенные различия, заключающиеся в первую очередь в способе их присоединения к фундаменту (табл.3).

Таблица 3

Тип фундаментов и закрепления опор на фундаментах

Тип опор	Краткое описание конструкции и технологии.
ПС10П-18Б	Фундамент – стальная труба, крепление двумя хомутами или фланцевое. Предусмотрено использование поверхностных и приповерхностных фундаментов.
ПС10-11Р	Фундамент – стальная труба, крепление путем обжатия несущей конструкции опоры или фланцевое.
ПС10-1	Фундамент – стальная труба, крепление фланцевое.

С точки зрения простоты, удобства и дешевизны установки опоры на фундамент, наиболее предпочтительным вариантом является установка опор на фундаментную трубу без фланца, т.к. фланцевое соединение предполагает наварку ответного фланца на фундаментную трубу, что является дополнительной трудоемкой технологической операцией. Такое крепление предусмотрено у опор ПС10П-18Б и ПС10-11Р. Однако, фланцевое крепление предпочтительнее в случае неперпендикулярного погружения свай, т.к. позволяет выровнять опору на прокладках.

Следует отметить не совсем удачное закрепление на фундаменте опор ПС10-11Р, когда закрепление выполняется обжатием несущих поясов конструкции. Учитывая то, что согласно ГОСТ 8732-78 труба на металлургических комбинатах прокатывается с допуском в 1,25 % в каждую сторону, что для трубы диаметром 219 мм составляет 2,74 мм в каждую сторону. Таким образом, диаметр труб может отличаться друг от друга на 5,5 мм. Сама конструкция опоры также изготавливается с допуском в несколько миллиметров. В следствии указанных допусков возможно возникновение двух ситуаций – когда зазор между элементами опор и фундаментной трубой большой, и когда он отсутствует вообще. Это предположение подтверждается тем, что способ одевания опоры на фундамент при отсутствии рабочего зазора даже описан в п.8.4. типового проекта РЛ/99-373 ЗАО ВНПО «РОСЛЭП». И в том и в другом случае, при закреплении опоры на фундаментной трубе, в несущих поясах конструкции при затяжке крепежных болтов возникает предварительное напряжение

стали, которое сохраняется во всех режимах эксплуатации опоры. В режиме воздействия максимальных внешних климатических нагрузок в одном из несущих поясов это предварительное напряжение вычитается из внешней нагрузки, а в другом – складывается с ней, что может привести к разрушению конструкции при нагрузках ниже расчетных.

Таким образом, наиболее удачным решением следует признать закрепление опор хомутами, как это сделано у опор ПС10П-18Б, или фланцами, что предусмотрено у всех рассматриваемых типов опор.

Монтаж и обслуживание проводов и узлов их подвески.

Удобство монтажа проводов определяется двумя факторами: возможностью легкого подъема на опору по ее конструктивным элементам и доступностью узлов подвески провода для монтажного и эксплуатационного персонала. Невыполнение этих условий приводит к необходимости применения при монтаже и обслуживании ВЛ автовышек, что делает эти операции более дорогостоящими и менее производительными, а зачастую и просто трудновыполнимыми, к примеру когда необходимо устранении аварий в сезон трудной доступности трассы ВЛ.

Этому требованию отвечает только одна из рассматриваемых опор – ПС10П-18Б. Опора ПС10-1 содержит для целей монтажа и обслуживания степ-болты, неудобство которых уже обсуждалось выше. ЗАО ВНПО «РОСЛЭП», декларирует простоту выполнения верховых работ на опорах с применением монтажных лестниц. Однако, учитывая то, что длина таких лестниц должна составлять 9-10 метров и опирание нижней части этих лестниц осуществляется на абсолютно неподготовленную поверхность, простота этих работ совершенно неочевидна. Необходимо учитывать и тот факт, что персонал поднимается на опору не для осмотров, а для выполнения серьезной силовой работы, т.е. лестница должна выдерживать не только вес монтажника, но и передаваемые на нее противодействующие силы от производимых работ.

Итоговое сравнение промежуточных опор различных типов.

Итоговое сравнение выполним по пятибалльной системе по каждому из рассмотренных показателей. Такое сравнение приведено в табл.4.

Таблица 4

Итоговое сравнение по баллам

Показатель	ПС10П-18Б	ПС10-11Р	ПС10-1
Масса опор на 1 км ВЛ	5	5	3
Масса фундаментов на 1 км ВЛ	5	4	2
Устойчивость к повреждениям	5	4	4
Технология производства	4	4	4
Транспортабельность	5	5	4
Удобство погрузо-разгрузочных работ	5	4	3
Удобство сборки опор	5	5	5
Удобство монтажа и обслуживания проводов	5	3	5
ИТОГО БАЛЛОВ	39	34	30

По результатам итогового сравнения наибольшее количество баллов набрали промежуточные опоры ПС10П-18Б, а наименьшее – многогранные опоры ПС10-1. Следует отметить, что суммирование баллов проводилось без назначения им весовых коэффициентов, т.к. назначение весовых коэффициентов еще более субъективная

вещь, чем выставление самих балльных оценок. В любом случае, приведенное сравнение может рассматриваться как инструмент, который дает возможность любому читателю выставить свои баллы на основе приведенных выше рассуждений и назначить свои собственные весовые коэффициенты для различных рассмотренных показателей удобства и экономичности применения различных типов опор.

Сравнение сложных опор.

К сложным опорам относят анкерные и анкерные угловые опоры. Выполним сравнение на примере анкерных угловых опор.

Рассмотренные выше разработчики и производители опор предлагают следующие конструкции анкерных угловых опор:

- опора АУС10П-3 с одним подкосом группы компаний ЭЛСИ по типовому проекту ЭЛ-ТП.010.05;
- опора АУСО10П-1 одностоечная группы компаний ЭЛСИ по типовому проекту ЭЛ-ТП.010.05;
- опора АУС10-2Р одностоечная ЗАО ВНПО «РОСЛЭП» по типовому проекту РЛ/99-373;
- опора УАС10-1 с двумя подкосами Опытного Завода «Гидромонтаж» по типовому проекту ОАО «РОСЭП» 22.0028.

Схемы указанных опор приведены на рис.2.

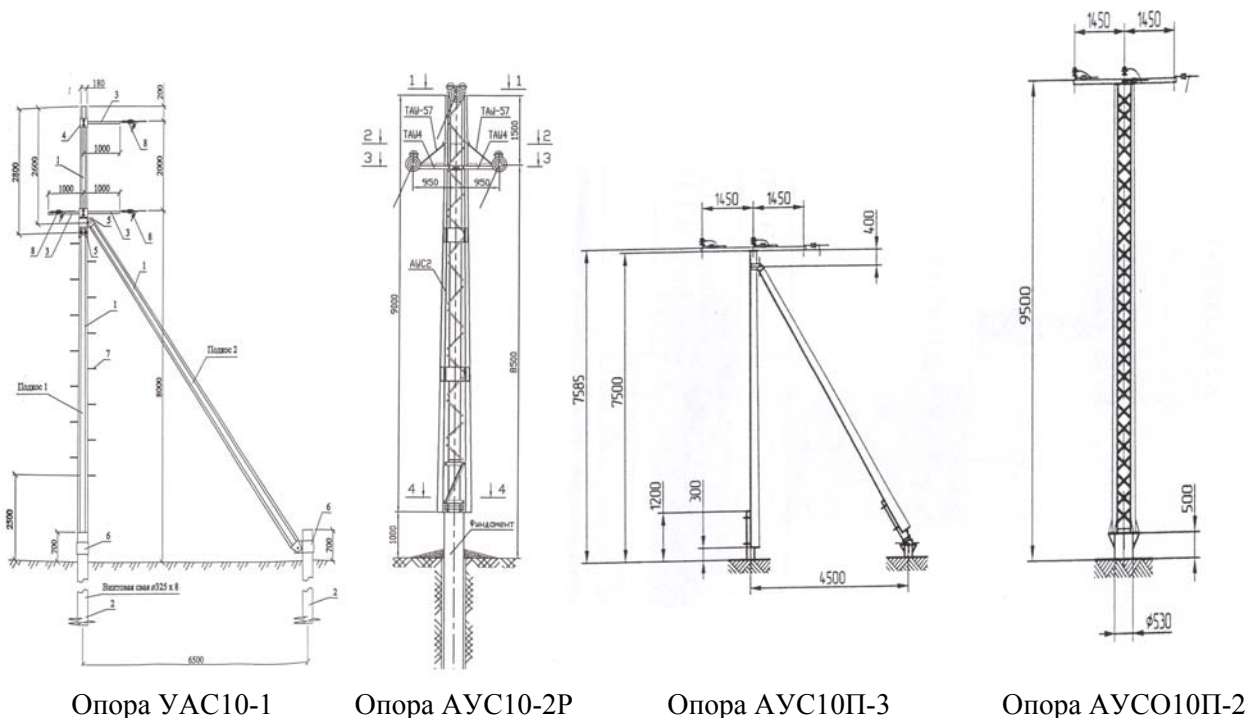


Рис.2 Анкерные угловые опоры различных типов

Сравнение характеристик анкерных угловых опор приведено в табл.5.

Следует отметить, что как и в случае с промежуточными опорами, наихудшими показателями обладают многогранные анкерные угловые опоры Завода Гидромонтаж. Опоры проигрывают своим конкурентам как по своей собственной массе, так и по массе фундаментов. Следует отметить, наличие у опоры УАС10-1 двух подкосов, что увеличивает стоимость самой опоры, фундаментов и работ по ее установке. Расстояния между подкосами у опоры УАС10-1 составляет 6,5 метров, в итоге опора

занимает площадь в 21 кв.м.. При всем этом максимальный угол поворота ВЛ на опорах этого типа предусмотрен всего 45 градусов, против 60 градусов у опор АУС10-2Р и 90 градусов у опор АУС10П-3 и АУСО10П-1. Таким образом, конструкция опоры УАС10-1 крайне неоптимальная.

Таблица 5

Технические характеристики анкерных угловых опор

Тип опор	АУС10П-3	АУСО10П-1	АУС10-2Р	УАС10-1
Масса опоры, кг	506	573	464	826
Толщина проката, мм	5	5	4	4
Высота опоры без фундамента, м	7,3	9	8	9,5
Междуфазное расстояние, м	1,45	1,45	0,95	1,0
Высота подвеса нижнего провода, м	7,6	9,5	8,5	8,0
Количество подкосов	1	0	0	2
Расстояние стойка-подкос, м	4,5	-	-	6,5
Габаритный пролет, % от промежут.	60	100	90	100
Допустимый угол поворота, град.	90	90	60	45
Диаметр фундаментной трубы, мм	219	530	426	325
Превышение фундамента над землей, м	0,9	0,5	2,2	1,3 и 0,7
Масса фундаментов, Н=4 м, кг	430	658	760	920
Масса опоры с фундаментами, кг	936	1 231	1 224	1746

В типовом проекте ЗАО «РОСЛЭП» предлагается только один тип одностоечных сложных опор. Следует отметить, что условия работы фундаментов сложных опор существенно отличаются от условий работы промежуточных опор. Это отличие состоит в том, что фундаменты одностоечных анкерно-угловых опор постоянно воспринимают опрокидывающий момент, возникающий от тяжения проводов, а фундаменты промежуточных опор воспринимают эти моменты гораздо меньшее время. Такая ситуация приводит к тому, что в пластичных и пылеватых грунтах со временем происходит деформация грунта и опоры вместе с фундаментом отклоняются от вертикали. С этой целью в типовых проектах ВНПО «ЭЛСИ» предлагается два типа сложных опор – с подкосом и одностоечные. ЗАО «РОСЛЭП» выходит из этой ситуации устанавливая подкос на опору АУС10-2Р, что является абсолютно неоптимальным решением. Установка подкоса снимает изгибающие моменты со стойки, что позволяет существенно уменьшить ее вес, что не сделано в конструкции опоры АУС110-2Р с подкосом.

Таким образом, напрашивается вывод о том, что наиболее оптимальны по конструкции опоры группы компания ЭЛСИ.

Сравнение номенклатуры опор.

Удобство применение опор того или иного производителя при проектировании, строительстве и эксплуатации, определяется, в том числе номенклатурой выпускаемой продукции.

Рассмотренные типовые проекты содержат количество конструкций, приведенное в таблице 6.

Как следует из табл.3. наибольшее разнообразие конструкций - 49 предлагается в типовом проекте ЭЛ-ТП.010.05 ЗАО «ВНПО ЭЛСИ». В типовых проектах конкурентов конструкций существенно меньше – 16 (в три раза меньше) в проекте РЛ/99-373 ЗАО ВНПО «РОСЛЭП», и 8 (в 6 раз меньше) в проекте 22.0028 ОАО «РОСЭП».

Номенклатура типовых проектов

Тип конструкций	ЭЛ-ТП.010.05	РЛ/99-373	22.0028
	ЗАО «ВНПО ЭЛСИ»	ЗАО ВНПО «РОСЛЭП»	ОАО «РОСЭП»
Промежуточные опоры	8	2	2
Сложные опоры	12	7	3
Устройства ответвлений	7	0	1
Установка оборудования	10	3	0
Типы фундаментов	12	4	2
Итого конструкций	49	16	8

В заключение от автора.

По итогам выполненного сравнения на первую строчку вышли опоры группы компаний ЭЛСИ, которую и представляет автор. Если у некоторых читателей настоящей работы возникнет ощущение, что приведенный материал можно отнести к категории «каждый кулик свое болото хвалит», автор предлагает найти бреши в его рассуждениях, и будет всегда готов обсудить любые конструктивные и аргументированные замечания. На взгляд автора приведенный анализ достаточно объективен, т.к. выполнен на основе объективных исходных данных с использованием простой и понятной логики рассуждений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разные стальные опоры для ВЛ 6-10 кВ обладают разными потребительскими свойствами, выраженными в различных характеристиках опор.

2. Выполнено сравнение опор из гнутых стальных типов двух разработчиков – ЗАО ВНПО «ЭЛСИ» и ЗАО ВНПО «РОСЛЭП» и многогранных стальных ООО «Опытный Завод Гидромонтаж» по ряду показателей, определяющих экономичность и удобство применения опор.

3. Сделан вывод о наибольшем удобстве стальных опор из гнутых профилей переменного сечения группы компаний ЭЛСИ и наименьшем – многогранных опор Завода Гидромонтаж, промежуточное положение занимают опоры ВНПО «РОСЛЭП».

4. Главный недостаток многогранных опор состоит в более высокой стоимости строительства ВЛ 6-10 кВ, обусловленной малой высотой промежуточных опор, перетяжеленными фундаментами и наличием двух подкосов у анкерных угловых опор.

5. Приведенное сравнение может рассматриваться как инструмент для самостоятельно выполнения сравнения рассмотренных конструкций опор с собственными весовыми коэффициентами. Сравнение номенклатуры опор в рассмотренных типовых проектах также говорит в пользу применения конструкций группы компаний ЭЛСИ – номенклатура типового проекта ЭЛ-ТП.010.05 насчитывает 49 конструкций, тогда как типовой проект РЛ/99-373 ЗАО ВНПО «РОСЛЭП» - 16 конструкций, а проект 22.0028 ОАО «РОСЭП» всего 8 конструкций.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Гунгер Ю.Р., Зевин А.А., Голубев С.В., Аршакян И.И., Асаенко В.В. Стальные опоры для воздушных линий электропередачи напряжением 6-10 кВ. / Газовая промышленность. – 2003. - № 1. – С.69-71.