



УДК 621. 315. 668. 2



А.А.АСАНОВ
КГУСТА ИМ. Н. ИСАНОВА,
БИШКЕК, КЫРГЫЗСКАЯ РЕСПУБЛИКА
A.A. ASANOV
KSUCTA N.A. N. ISANOV,
BISHKEK, KYRGYZ REPUBLIC

Р.Б. ШАЙДУЛЛАЕВ
КГУСТА ИМ. Н. ИСАНОВА,
БИШКЕК, КЫРГЫЗСКАЯ РЕСПУБЛИКА
E-MAIL: SHRB@MAIL.RU
R.B. SHAI DULLAEV
KSUCTA N.A. N. ISANOV,
BISHKEK, KYRGYZ REPUBLIC
E-MAIL: SHRB@MAIL.RU

С.В. ДЕГАЙ
КГУСТА ИМ. Н. ИСАНОВА,
БИШКЕК, КЫРГЫЗСКАЯ РЕСПУБЛИКА
S.V. DEGAI
KSUCTA N.A. N. ISANOV,
BISHKEK, KYRGYZ REPUBLIC
E.mail. ksucta@elcat.kg

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОПОР ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

PERFECTION OF REINFORCE-CONCRETE SUPPORTS HIGH-VOLTAGE LINES OF ELECTRICITY TRANSMISSIONS

Макалада аба чубалгыларын куруудагы темир-бетондон жасалган түркүктөрдүн конструкцияларын өркүндөтүү, куруу убактысын жана наркын азайтуу ыкмалары каралды.

Чечүүчү сөздөр: *электр чубалгылар, темир-бетондуу конструкциялар, түтүктүү түркүктөр, түркүктөрдү чогултуу жана орнотуу.*

В статье излагаются методы совершенствования железобетонных конструкций опор при строительстве воздушных электролиний, а также снижения срока и стоимости их строительства.

Ключевые слова: *линии электропередач, металлические конструкции, трубчатые опоры, сборка и установка опор.*

In the article the methods of perfection of reinforce-concrete constructions of supports are expounded at building of air электролиний, and also declines of term and cost of their building.

Key words: *lines of electricity transmissions, metallic constructions, tubular supports, assembling and setting of supports.*

Введение. Строительство воздушных линий электропередач (ЛЭП) ведется уже более 100 лет. Все эти годы конструкции опор непрерывно совершенствовались. Каждый

этап развития электроэнергетики выдвигает свои требования к электросетевому строительству в целом и к конструкциям опор в частности.

Методика решения проблемы. На первом этапе линии электропередач строились на деревянных опорах (рис.1.а, б). Их массовое строительство начинается с конца XIX века, что было связано с электрификацией промышленности. Основная задача, которая решалась на том этапе - связь электростанций с промышленными районами. Напряжения были небольшими, как правило, до 35 кВ, задачи объединения в сети не выдвигалось. В этих условиях задачи этапа легко решались с помощью деревянных одностоечных и П-образных опор. Материал доступный дешевый и удовлетворял предъявляемым требованиям.

По мере увеличения напряжения, утяжеления провода осуществился переход на металлические опоры (рис.1.в, г). Конструкция стальных металлических опор непрерывно совершенствовалась, ряд типовых опор расширялся, шла замена дерева на металл, железобетон. На западе пошли по пути строительства линий на стальных многогранных опорах (СМО), которые удачно сочетают в себе преимущества деревянных, бетонных и решетчатых конструкций (рис.1.д).

В 80-х годах в России была предпринята попытка внедрения в массовое строительство многогранных опор производства Волжского механического завода. Однако, отсутствие необходимых технологий определило конструктивные недостатки этих опор (тонкий лист, короткие секции, фланцевые соединения секций, оттяжки), что и привело к неудаче [1].

В 2003 году России появились новые технологии, позволяющие производить многогранные опоры самых современных конструкций. Возникла парадоксальная ситуация когда производственные возможности опережали потребности энергетиков. Отсутствовали современные конструкции опор, опыт проектирования и строительства ЛЭП на многогранных опорах. Но самое главное, у заказчиков (предприятий энергосистем различных уровней) сложилось ошибочное мнение о том, что применение многогранных опор значительно удорожает стоимость строительства высоковольтных (ВЛ) [3,7].

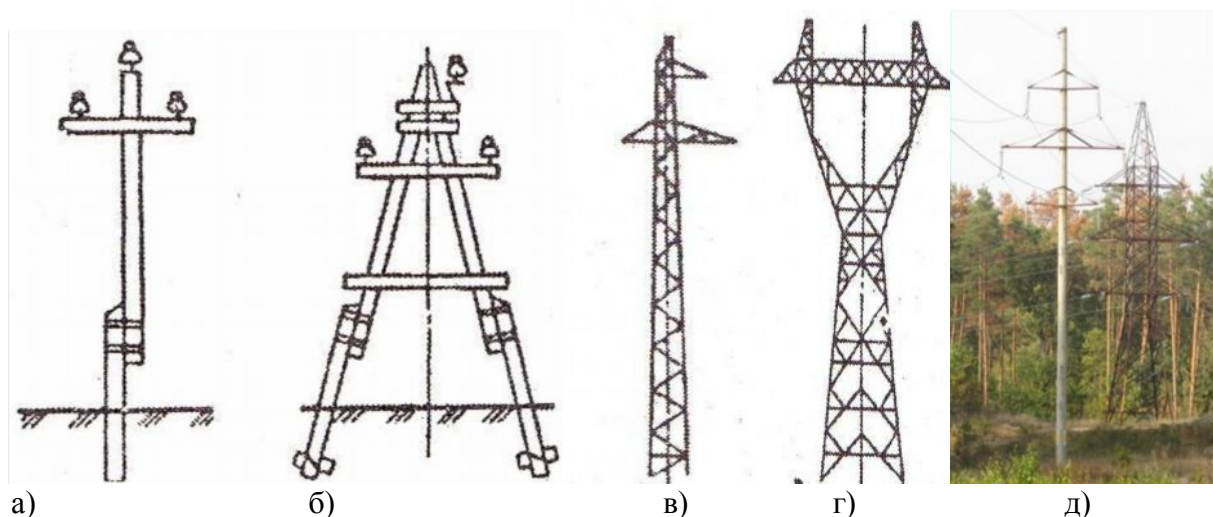


Рис.1. Типы известных опор: а – промежуточная на 0,38-35 кВ; б – угловая промежуточная на 6-35 кВ; в – промежуточная одноцепная башенного типа 35 -330 кВ; г – промежуточная свободно стоящая (типа “рюмка”) на 500-750 кВ; д – смещенная использования железобетонных и металлических опор на 500-750 кВ.

В 1957 году в США был построен восьмиклометровый опытный участок линии электропередачи 115 кВ с применением СМО [2]. Изучая отличительные черты металлических опор, нами проведено сравнение экономической эффективности



строительства ВЛ с применением деревянных, стальных решетчатых и СМО, результаты сравнения приведены в таблице 1. Из приведенных данных следует следующее:

- стоимость строительства 1 км линии на многогранных опорах на 32 % меньше, чем на решетчатых опорах;
- упрощается и удешевляется транспортировка, сборка и установка опор;
- улучшаются эксплуатационные характеристики ЛЭП.

На основании мирового опыта строительства ЛЭП и в виду явного преимущества многогранных опор перед решетчатыми, железобетонными и деревянными и принимая во внимание два основных фактора, сроки и стоимость строительства ОАО «Кыргызэлекросетьстрой» начал изучать вопрос о производстве СМО на территории Кыргызстана. Но экономически производство СМО оказалось нецелесообразным в связи с малосерийностью. Для исключения данных недостатков и возможности производства трубчатых опор в Кыргызстане нами были разработано техническое задание на проектирование опор проектным институтам ОсОО «Реал проект» и Госпредприятием «Энергопроект» для строительства ЛЭП напряжением 6,10 и 110 кВ аналогичных многогранным /5,6/. Схемы опор ПТ220-1(18) и ПТ220-1Т(16) приводятся на рис. 2.

Результаты исследований. Разработанные опоры введены в эксплуатацию. На данных опорах была построена ВЛ-110 кВ «Алай-Кадамжай» протяжённостью 42 км.

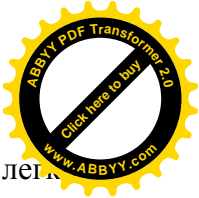
К особенностям разработанных СМО можно отнести следующее:

Большое разнообразие технических характеристик трубчатых металлических опор и возможности их применения. СМО позволяет применять их в электроэнергетике (линии электропередач 6-10-750 кВ), в железнодорожном транспорте (контактные сети, линии автоблокировки), в дорожном строительстве (осветительные опоры для автомагистралей, дорожные указатели флажштоки), в коммунальном хозяйстве (осветительные опоры для городских улиц, контактные сети городского электрического транспорта), при сооружении телекоммуникационных мачт и. т. д.

Таблица 1 - Сравнительные показатели стоимости строительства

Показатель	Стальные трубчатые 2-х цепные опоры ПТ220-1(18)	2-х цепные опоры ПТ220-1Т(16)	Решетчатые стальные опоры П110-6
Количество промежуточных опор	7	9	5
Стоимость опор, тыс. сом	360,0	660,0	887,0
Стоимость провода, тыс. сом	433,0	433,0	433,0
Стоимость линейной арматуры и изоляторов, тыс. сом	105,0	165,0	75,3
Стоимость фундаментов, тыс. сом	75,0	-	300,0
Всего стоимость материалов, тыс. сом	973,0	1258,0	1695,3
Стоимость СМР, тыс. сом	2731,0	2516,0	3390,6
Транспортные расходы, тыс. сом	131,1	204,4	135,7
Стоимость строительства анкерных опор, тыс. сом	1872,0	1872,0	1872,0
Общая стоимость строительства, тыс. сом	4734,1	4592,4	5398,3

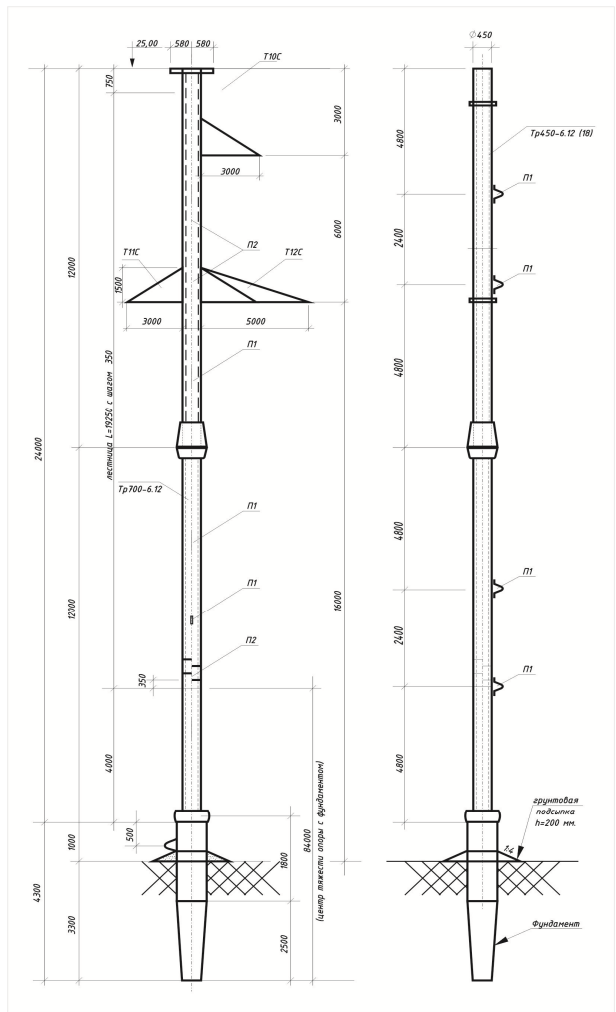
Надёжность. Трубчатые металлические опоры значительно надёжнее бетонных и решетчатых, особенно в сложных гололёдно - ветровых условиях. В аварийном режиме трубчатая стальная опора может выдерживать нагрузки в 2,5...3 раза больше чем железобетонная опора /4,5/. Объемы разрушений снижаются в несколько раз. Габаритный пролёт между металлическими опорами в 3 раза больше.

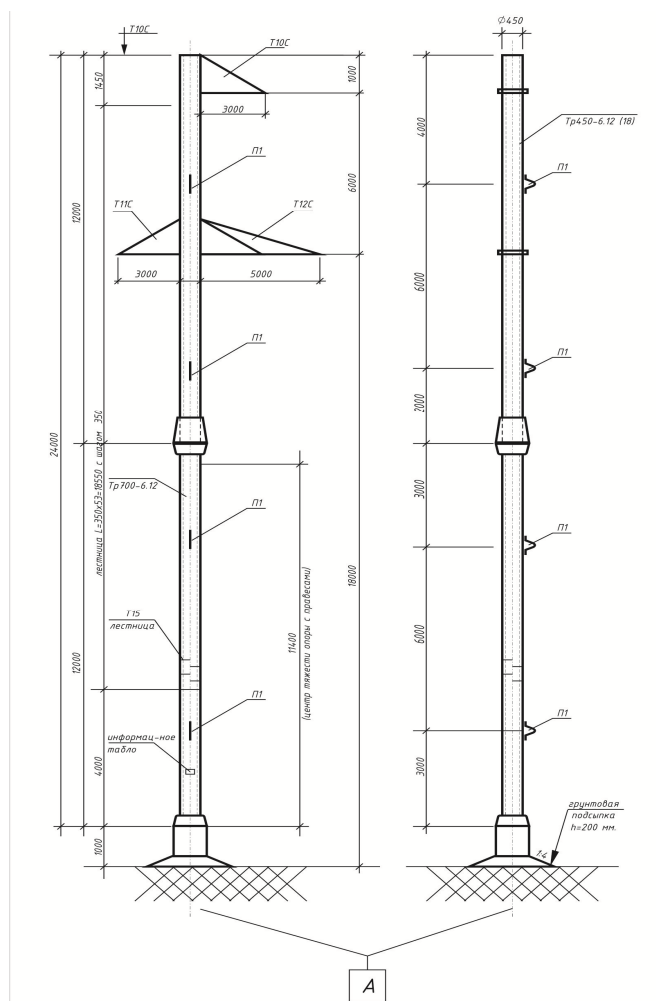


Адаптивность. Трубчатые опоры, составляющие типовой ряд, могут быть легко модифицированы путём увеличения или уменьшения высоты, толщины стенки, диаметра и т.д. Высокая автоматизация технологического процесса позволяет проводить эти изменения в кратчайшие сроки. Это открывает новые возможности при проектировании ВЛ, позволяет оптимизировать число опор к привязке к конкретным трассам и т.д.

Транспортабельность. Трубчатые опоры в 6-8 раз легче бетонных и решетчатых (130-180 кг против 1200-1500 кг при высоте опоры 10-12 м). В связи с малым весом и удобством транспортировки резко снижаются транспортные и погрузочно-разгрузочные работы. Для транспортировки не требуются специальные транспортные средства (сцепки платформ, тралы). Опоры не разрушаются в процессе транспортировки и погрузочно-разгрузочных работ (выбраковка бетонных опор доходит до 30 %). Транспортные расходы железнодорожным и автомобильным транспортом снижаются в 4-5 раз.

Монтажепригодность. Малый вес и высокая степень заводской готовности позволяет устанавливать опору за несколько часов командой из 3-х человек, что в 3-4 раза быстрее установки бетонных опор. При этом не требуется использование дорогостоящих подъемных механизмов и заливки мощных фундаментов. Резко снижаются трудозатраты при монтаже и сроки сооружения объектов, особенно в труднодоступных и горных районах.





а.

б

Рис. 2. Общий вид опоры: а - ПТ220-1(18); б - ПТ220-1Т (16)

Качество. Качество трубчатых опор гарантируется высоким качеством трубы заводского изготовления и стопроцентным контролем качества сварных швов. Не происходит потери качества при транспортировке и монтаже.

Долговечность. Срок службы трубчатых опор (75 лет) в два раза выше чем железобетонных. Долговечность может быть повышена за счёт нанесения специальных лакокрасочных и полимерных покрытий в заводских условиях.

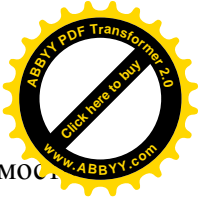
Экономичность. Капитальные затраты на сооружения 1 км линий электропередач на базе трубчатых опор на 25-30% ниже, чем при использовании бетонных и решетчатых опор. При этом эффект выше при сооружении ЛЭП в отдалённых и сложных районах. Эксплуатационные затраты вследствие высокой надёжности трубчатых опор снижаются на 30-50%. Сравнительные показатели стоимости строительства представлены выше в табл.1.

Меньший землеотвод. Для установки и монтажа трубчатых опор требуется меньший землеотвод, чем для традиционных решётчатых опор. Для сравнения площадь фундамента опоры трубчатой двухцепной ПТ220-1(18) и ПТ220-1Т(16) составляет 1м², для аналогичной решетчатой опоры необходима площадь 3м².

Антивандаальная защищённость. Трубчатая опора не интересна вандалам, она сделана из цельного листового проката, который невозможно разобрать для применения в домашнем хозяйстве.

Ремонтпригодность. Бетонные и решетчатые опоры ограничены в ремонте. ПТМ практически не нуждаются в ремонте.

Немаловажным фактором снижения сроков и стоимости строительства ЛЭП является устройство фундаментов. Нашими наблюдениями по поводу снижения



производственных затрат было зафиксировано что большая часть стоимости железобетонного фундамента относится на его транспортировку до пикета. Для решения данного вопроса нами было принято решение о производстве монолитного фундамента в непосредственной близости от пикета. Для чего была разработана съёмная опалубка. Она привела к снижению затрат на производство и монтаж фундамента. Закрепление ПТМ обычно производится одним из следующих трех наиболее распространенных способов.

Первый способ - установка опоры в пробуренный котлован. Стенки котлована могут быть предварительно укреплены.

Второй способ – установка опоры на трубу с ответным фланцем. Труба может быть установлена в пробуренный котлован, забита или завинчена, погружена в грунт с помощью установки вибропогружения. Способ определяется грунтами, диаметром трубы, наличием соответствующих механизмов.

Третий способ - установка на фланец в монолитном фундаменте.

Выводы:

1. Использование трубчатых опор при строительстве ЛЭП обеспечивает существенное сокращение затрат на строительство.
2. Сроки строительства высоковольтной линии сокращается многократно.
3. Снижение на сооружение и эксплуатацию сетей достигает до 30-60 %.
4. Наибольший экономический эффект достигается при сооружении сетей в труднодоступных горных и отдалённых районах, а также стеснённых условиях города и т.д.
5. Трубчатые опоры в условиях высокогорных районов Кыргызстана должны стать одним из важных факторов успешной реализации программ по коренной реконструкции электросетей.

Список литературы

1. Крылов С.И. Лёгкие эстетические опоры для ВЛ СВН [Текст] / С.И.Крылов // Журн.Электро. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность. - М.: 2005. - №3. – с.15-17.
2. Варовозов М.Н. Стальные многогранные опоры для распределительных электрических сетей [Текст] / М.Н. Варовозов, С.Е. Казаков // Журн. Электро. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность. - М.: 2005. - №2. - с. 37-42.
3. Казаков С.Е. Преимущество строительства ВЛ на многогранных опорах [Текст]/ С.Е.Казаков // Журн. Электро. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность. - М.: 2003. - №4. – 1с.9-22.
4. СНиП2-В4-71. Нормы проектирования железных конструкций.
5. ГОСТ 10704-91. Трубы стальные электросварные прямошовные.
6. ГОСТ 8509-93. Уголки стальные горячекатаные равнополочные.
7. Линт Н.Г. Линии электропередачи на стальных многогранных опорах [Текст] / Н.Г.Линт, С.Е. Казаков, О.В. Семенко. // Журн. Электро. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность. - М.: 2007. - №5. – с.13-17.