

УДК 624.041

ОБЗОР ОДНОЦЕПНЫХ И ДВУХЦЕПНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОПОР

*Асанов Арстанбек Авлезович, д.т.н., профессор КГУСТА им. Н.Исанова, Кыргызстан
Шайдуллаев Расулбек Бегимкулович, к.т.н., доц. КГУСТА им. Н.Исанова, Кыргызстан
Дегай Сергей Викторович аспирант КГУСТА им. Н.Исанова, Кыргызстан 720020,
г.Бишкек, ул. Малдыбаева 34 «Б», e-mail: shrb@mail.ru.*

*Орозов Кельдибек Кубатбекович, к.т.н., доцент ИГД и ГТ им. академика У Асаналиева
КГТУ им.И.Раззакова, Кыргызстан, г.Бишкек, 720001 г.Бишкек, пр.Чуй 215, e-mail:
orozov0305@mail.ru.*

Цель статьи – совершенствование конструкций опор при строительстве воздушных линий, а также уменьшение срока и стоимости строительства, на основе проведенных исследований и обзора литературных данных.

На современном этапе используют металлические опоры сложной конфигураций и тяжеловесный, для удобства транспортировки таких опор нами предложена разделение этой сложной опоры на части. Что упрощает вопросы транспортировки установки и экономии времени.

Ключевые слова: воздушные линий электропередачи ЛЭП, деревянные, бетонные и решетчатые металлические конструкций опор, трубчатые опоры, сборка и установка опор, экономическая эффективность ВЛ.

THE VIEW OF ONE-LINKED AND TWO-LINKED METAL SUPPORT

*Asanov Arstanbek Avlezovich, doctor of technical sciences, professor KSUCTA them. N.Isanova
Shaidullaev Rasulbek Begimkulovich, PhD (Engineering) Associate Professor, KSUCTA them.
N.Isanova*

*Degai Sergey Viktorovich, graduate student, KSUCTA them. N.Isanova, Kyrgyzstan 720020,
Bishkek, str. Maldybaev 34 «B», e-mail: shrb@mail.ru.*

*Oroзов Keldibek Kubatbekovich, Ph.D (Engineering), Associate Professor of Institute of Mining
and Mining and Technologies named after academician U. Asanaliyev of KSTU named after
I.Razzakov, Kyrgyzstan, Bishkek, 720001 of Bishkek, Chui Ave. 215., e-mail: orozov0305@mail.ru.*

The aim of article-improvement of construction support in construction of air-lines, and also decrease of date and price of construction, on the base of experienced research and view of literature dates.

Nowadays it is used metal support of difficult configuration and ponderous for the convenience transportation such support was offered by us the division of this difficult support into parts, which simplified the tasks of transportation settings and saving time.

Keywords: overhead power transmission lines, wooden, concrete and lattice metal support structures, tubular supports, assembly and installation of supports, economic efficiency of overhead lines.

Строительство воздушных линий электропередачи 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.

На первом этапе линии электропередачи строились на деревянных опорах. Массовое строительство ЛЭП на деревянных опорах начинается с конца XIX века. Связано это с электрификацией промышленности. Основная задача, которая решалась на этом 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 удовлетворяет требованиям этапа.

По мере увеличения напряжения, утяжеления провода осуществился переход на металлические опоры. Конструкции опор непрерывно совершенствовались, ряд типовых опор расширялся. На западе не получил такого распространения железобетон. Там пошли по пути строительства линий на стальных многогранных опорах (СМО), которые удачно сочетают в себе преимущества деревянных, бетонных и решетчатых конструкций. 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].

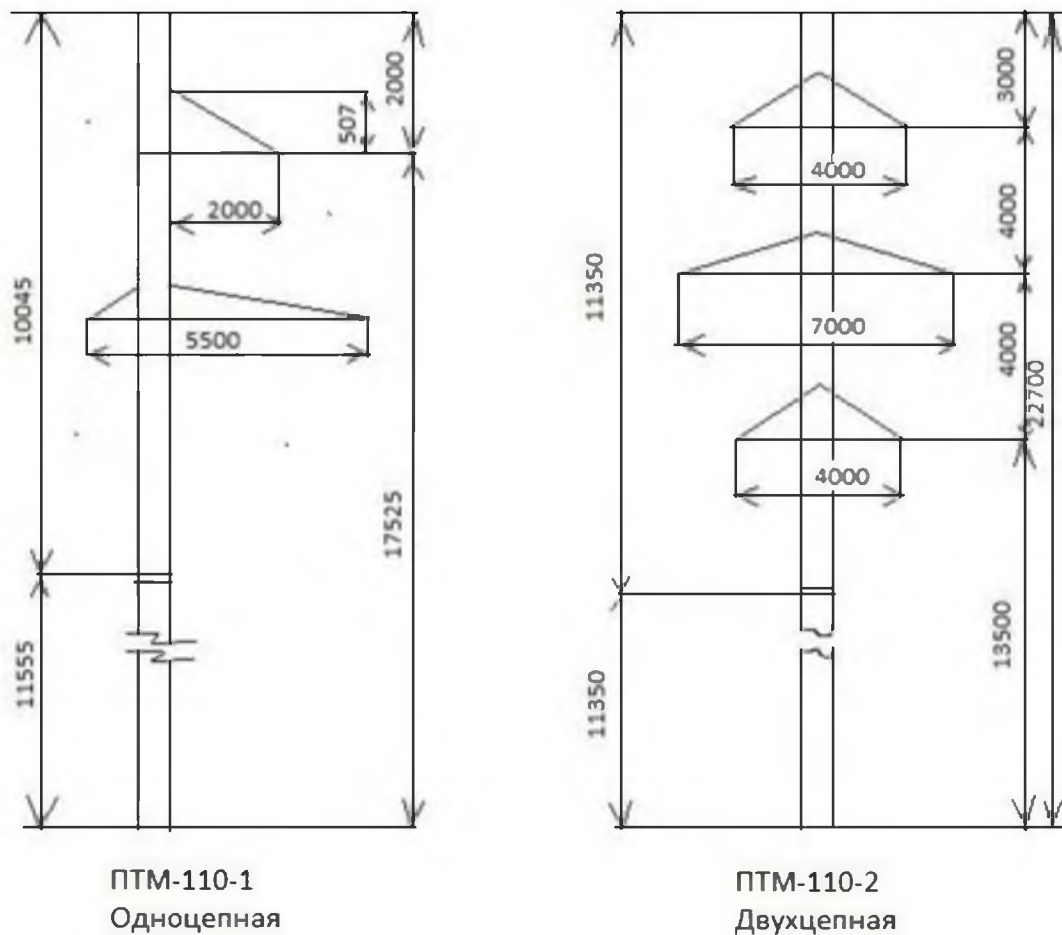
В 2003 году России появились новые технологии, позволяющие производить многогранные опоры самых современных конструкций. Возникла парадоксальная ситуация когда производственные возможности опережали потребности энергетиков. Отсутствовали современные конструкции опор, опыт проектирования и строительства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

В 1957 году в США был построен восьмикилометровый опытный участок линии электропередачи 115 кВ с применением СМО [2].

Изучая отличительных черт металлических опор, нами проведено сравнение экономической эффективности строительства ВЛ с применением деревянных, стальных решетчатых и стальных многогранных опор которая приведено в таблице 1. Оно дало следующие результаты:

- 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 рещётчатыми, 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 ГПИ «Энергопроект» для строительства ЛЭП напряжением 6,10 и 110 кВ аналогичных многогранным /5,6/. Схемы опор ПТМ-110-1 и ПТМ-110-2 приводятся выше. Разработанные опоры введены в эксплуатацию. На данных опорах была построена ВЛ-110 кВ «Алай-Кадамжай» протяжённостью 42 км.



ПТМ-110-1
Одноцепная

ПТМ-110-2
Двухцепная

Рисунок 1. Одноцепная ПТМ-110-1 Двухцепная ПТМ-110-2

Особенностью ПТМ данной линии можно увидеть следующее:

- **Большое разнообразие технических характеристик трубчатых металлических опор и возможностей применения.** 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 сооружение телекоммуникационных мачт и т.д.

- **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/. Объёмы 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-разгрузочных работы. Для транспортировки не требуются специальные транспортные средства (сцепки

платформ, опоровозы). Опоры не разрушаются в процессе транспортировки и погрузочно-разгрузочных работ (выбраковка бетонных опор доходит до 30%). Транспортные расходы железнодорожным и автомобильным транспортом снижается в 4-5 раз.

Участка ДК-110

- **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.

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

Таблица 1. Сравнительные показатели стоимости строительства

Показатель	Стальные трубчатые 2-цепные опоры ПТМ110-2	2-цепные опоры на железобетонных стойках СК26	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

- **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%.

- **Меньший землеотвод.** Для установки и монтажа трубчатых опор требуется меньший землеотвод чем для традиционных решетчатых. Для сравнения площадь фундамента опоры трубчатой двухцепной ПТМ-110-1,2,3 составляет 1м², для аналогичной решетчатой опоры необходима площадь 3м².

-Антивандалная 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. Что привело к снижению затрат на производство и монтаж фундамента. Закрепление ПТМ обычно производится одним из трех наиболее распространенных способов. Первый - 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 (ВЛ) сокращается кратно.

3. Снижение на сооружение и эксплуатацию сетей на 30-60 %.

4. Наибольший экономический эффект достигается при сооружение 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 сетей.

Список литературы

1. Варовозов М.Н. Казаков С.Е. и др. Стальные многогранные опоры для распределительных электрических сетей. М.: Электро 2205, №2.

2. ГОСТ 10704-91 «Трубы стальные электросварные прямошовные».

3. ГОСТ 8509-93 «Уголки стальные горячекатаные равнополочные».

4. Казаков С.Е. Преимущество строительства ВЛ на многогранных опорах.

5. Крылов С.И. Лёгкие эстетические опоры для ВЛ СВН М.: Электро2005. №3.

6. СНиП2-В4-71. Нормы проектирования железных конструкций.