

Министерство энергетики и электрификации СССР
ГЛАВНИИПРОЕКТ
Ордена Октябрьской революции
Всесоюзный Государственный проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт энергетических систем и электрических сетей
«ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ»
Украинское отделение

Тематический сборник

Обзор технической литературы и патентных материалов по теме:
"Многоцепные опоры ЛЭП"

инв.№9755тм

1979г.

gost.e-ecolog.ru

Министерство энергетики и электрификации СССР
ГЛАВНИИПРОЕКТ
Ордена Октябрьской революции
Всесоюзный государственный проектно-изыскательский
и научно-исследовательский институт
энергетических систем и электрических сетей
Э Н Е Р Г О С Е Т Ь П Р О Е К Т
Украинское отделение

ТЕМАТИЧЕСКИЙ СБОРНИК

Обзор технической литературы и
патентных материалов по теме:

"Многоцепные опоры линий электропередачи"



Главный инженер Отделения — Г.С.Трофимов

И.О. начальника техотдела — Е.А.Кругликов

Главный инженер проекта — А.Е.Боб

Главный специалист по ВЛ — Л.В.Вороновский

Харьков
1979г.

О Г Л А В Л Е Н И Е

	Стр.
I. В в е д е н и е	2
2. Рефераты зарубежных и отечественных источников НТИ	4
3. Аннотации зарубежных патентов	59
4. Авторские свидетельства СССР	65
5. Перечень патентов и авторских свидетельств	84

В В Е Д Е Н И Е

Все индустриально развитые страны в стесненных условиях широко применяют многоцепные опоры. Назрела необходимость создания многоцепных опор также и в Советском Союзе. В связи с этим возникла целесообразность выполнения обзора зарубежного и отечественного опыта проектирования, строительства и эксплуатации многоцепных опор воздушных линий электропередачи.

В настоящем обзоре приведены имеющиеся общетехнические и патентные материалы по многоцепным опорам ВЛ различных напряжений. В работе приведены краткое содержание статей и патентов с иллюстрациями, а также приложены копии описаний изобретений по многоцепным опорам.

Как видно из обзора, необходимость максимального использования полосы отчуждения при строительстве воздушных линий электропередачи высокого напряжения в густонаселенных и промышленных районах привела к широкому применению в ФРГ, США и других странах многоцепных ВЛ (3-х, 4-х, 5-ти, 6-ти и 8-ми цепных) даже за счет удорожания стоимости этих ВЛ.

За рубежом широко применяется смешанное расположение цепей и проводов, вертикальное расположение двух и более цепей, что дает возможность максимально использовать полосу отчуждения.

При выполнении многоцепных линий электропередачи важное значение придается выбору оптимального сечения проводов и напряжению в них. Как правило, применяются провода крупных сечений с ослабленным тяжением. При ремонтных работах на одной цепи во многих случаях допускается отключение другой цепи, расположенной с данной стороны стойки опоры.

В большинстве случаев многоцепные опоры выполняются в металле, иногда применяется клееная древесина.

ПЕРЕУСТРОЙСТВО ДВУХЦЕПНОЙ ЛЭП 20КВ НА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОПОРАХ В ЧЕТЫРЕХЦЕПНУЮ

Haitz Gustav. Umbau einer 20kV-Betonmast-Doppel-leitung on einer 4-fach-Leitung.
"Elektrizitatswirtschaft" 1972, 71, №22, 644-645

В районе Мангейма (ФРГ) требовалось построить новую двухцепную ЛЭП 20кВ для питания г.Гогензахен, причем согласование новой трассы в густонаселенной местности оказалось невозможным.

Было решено подвесить две дополнительные цепи на участке двухцепной ЛЭП 20кВ длиной 0,85км с железобетонными опорами типа бочка. При этом было постановлено обеспечить возможность ремонта любой цепи без отключения остальных цепей. Провода действующей ЛЭП АС-70 были перевешены с нижней траверсы на среднюю, вылет которой был увеличен установкой швеллеров. Затем была заменена нижняя траверса, на которой были подвешены новые провода АС-95. Необходимое расстояние между этими проводами на опоре и в пролете обеспечивают изолирующие распорки, выполненные из стекловолокна с насаженными тефлоновыми трубками. Для увеличения длины пути утечки на каждой трубке установлено по 8 тефлоновых юбок. Необходимая прочность железобетонных стоек была обеспечена швеллерами, закрепленными в усиленных фундаментах и выведенных на высоту 2/3 между отметками нижней траверсы и фундамента. Стойка соединена со швеллерами обоймами и распорками на трех отметках. Концевая опора была усилена оттяжками, две анкерные были заменены. Стоимость переустройства оказалась на 40% дешевле прокладки кабельной линии. В связи с затруднениями при согласовании трасс подобные переустройства могут оказаться необходимыми и в других районах.

Чаще всего многоцепные опоры разрабатываются одностоечными по схеме "Ёлка", "Бочка" или "Дунайская". Для сокращения ширины коридора довольно часто применяется подвеска проводов на У-образных гирляндах.

По имеющимся сведениям до последнего времени в Советском Союзе практически не применялись многоцепные опоры ВЛ.

В 1976г. для выхода линий электропередачи напряжением 500кВ от здания Саяно-Шушенской ГЭС к ОРУ 500кВ разработана анкерная трехцепная опора общей высотой 93м и общей массой 227т. Опора башенного типа, решетчатая, ствол из бесшовных горячекатанных труб, траверса из стальных равнобоких уголков.

В настоящее время Украинским отделением Энергосетьпроекта начата разработка многоцепных опор ВЛ 35, 110, 220 и 330кВ.

НОВАЯ ЛЭП В РАЙОНЕ ШТУТГАРТА (ФРГ)

"BBC-Nachr", 1976, №5

В районе г. Штутгарта сооружена многоцепная ЛЭП, на основной части которой установлены 4-цепные опоры с расположением проводов в 3 яруса, на участке вблизи аэродрома - более низкие опоры с расположением проводов в два яруса. Промежуточные опоры 4-цепной ЛЭП высотой от 21 до 76м весят от 12 до 25т, анкерные - от 55 до 117т.

(См. рис. 1 и 2)

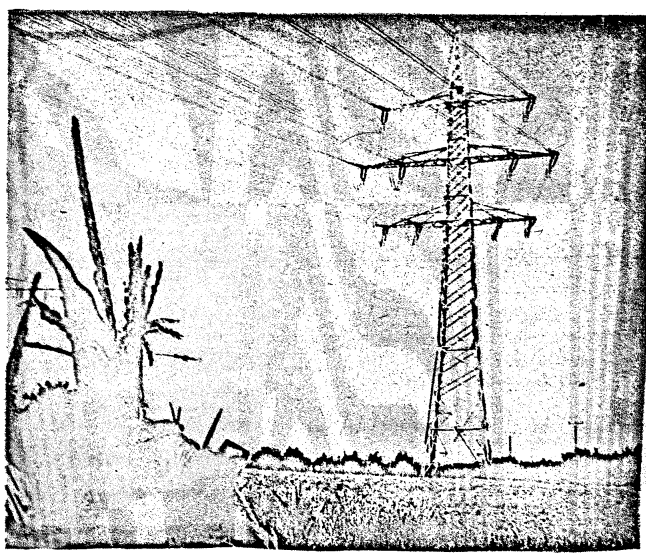


Рис. 1 Четырёхцепная опора 220 кВ, спроектированная компанией BBC. (ФРГ)

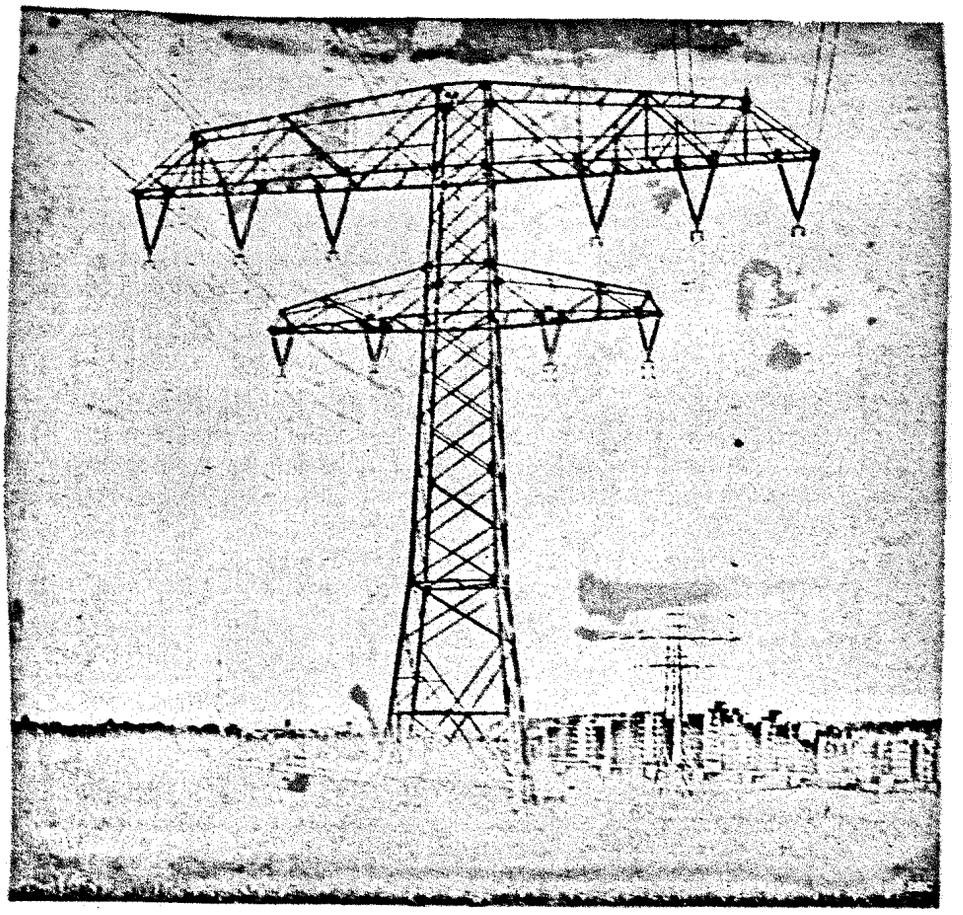


Рис. 2 Специальные низкие опоры (с расположением проводов в два яруса), установленные в районе взлётной полосы аэродрома. (ФРГ)

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ СООРУЖЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ (ШВЕЙЦАРИЯ)

G. Orth. Gegenwart und Zukunft des Leitungsbaues.

"BBC Nachrichten", 1975, 57, №5/6, 274-280

В будущем десятилетии как распределительные, так и сети сверхвысокого напряжения будут усиленно расширяться, чтобы покрывать увеличивающиеся потребности в электрической энергии. Тщательно запроектированные и построенные распределительные сети, а также многоцепные системы сверхвысокого напряжения соответствуют этим задачам (рис.3). За рубежом, прежде всего в развивающихся странах, также появляются сети воздушных линий большой протяженности. Потребность в таких сетях возрастает несколько скачкообразно.

Чтобы эти будущие задачи были выполнены, необходимо увеличить объем проектирования и строительства линий.

В период с 1972 по 74гг. ВВС запроектировала и соорудила по заказу южно-немецкой энергоснабжающей компании четырехцепную линию 380кВ (рис.4 и 5)для передачи электроэнергии от атомной электростанции в г.Филиппсбург к предприятиям акционерного общества "Баденверк", г.Карлсруэ, и акционерного общества EVS, г.Штутгарт, соответственно на города Дакспанден и Пульвердинген.

Несущие опоры имеют вес 29,4т. Вес самой высокой опоры (108м) составляет примерно 63,1т.

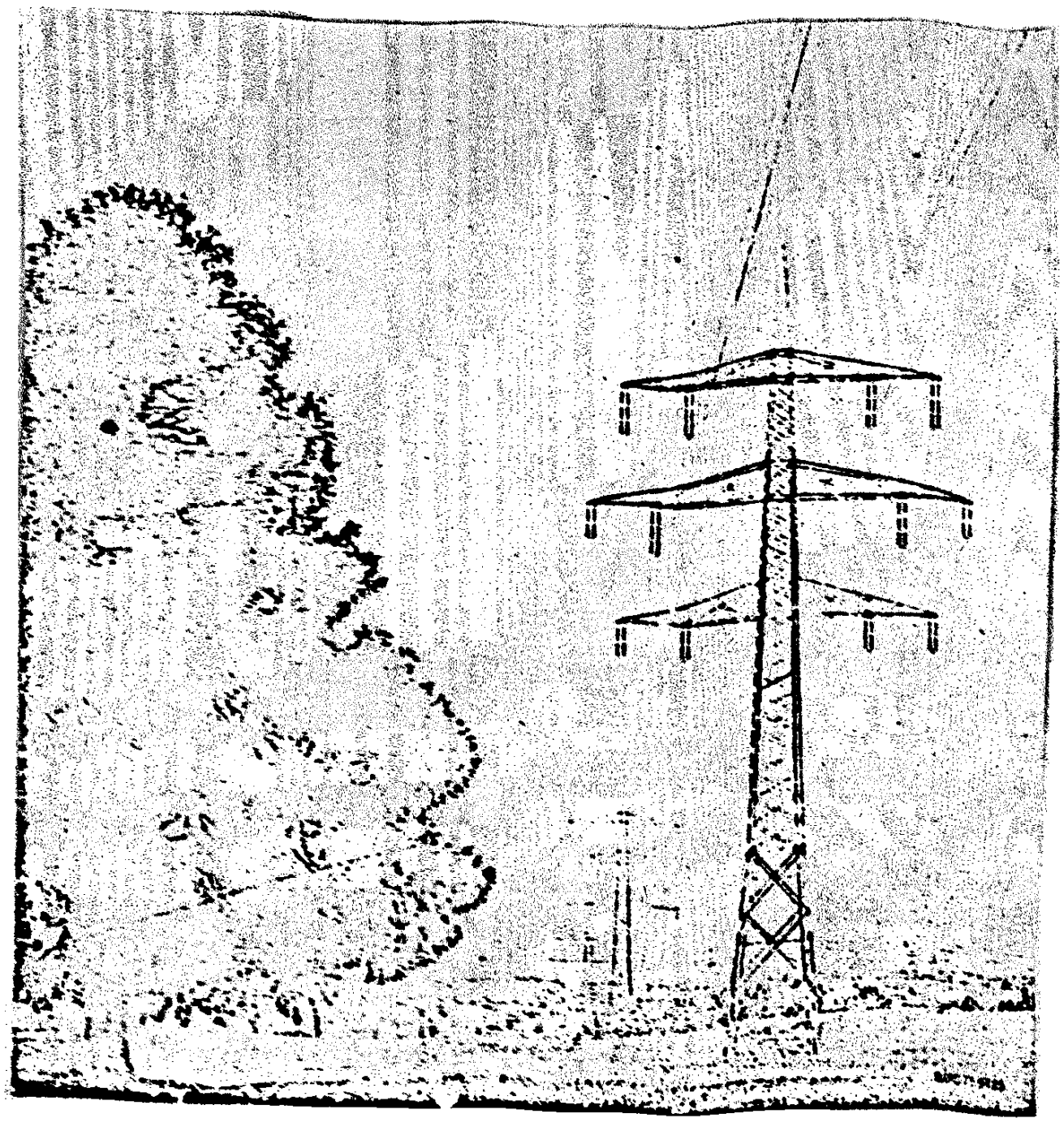


Рис. 3 Промежуточная опора четырёхцепной линии электропередачи 380 кВ на Верхнем Рейне (первая очередь строительства) (ФРГ)

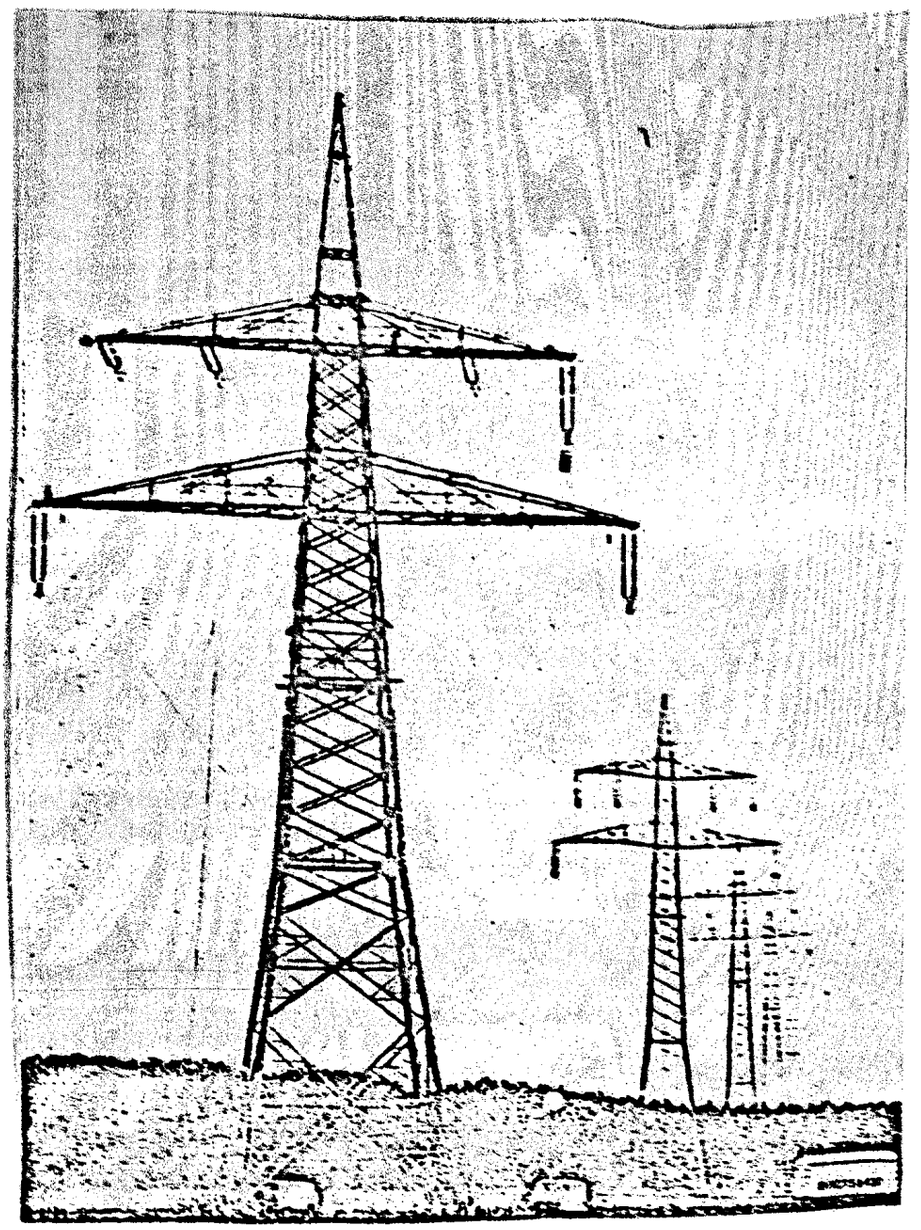
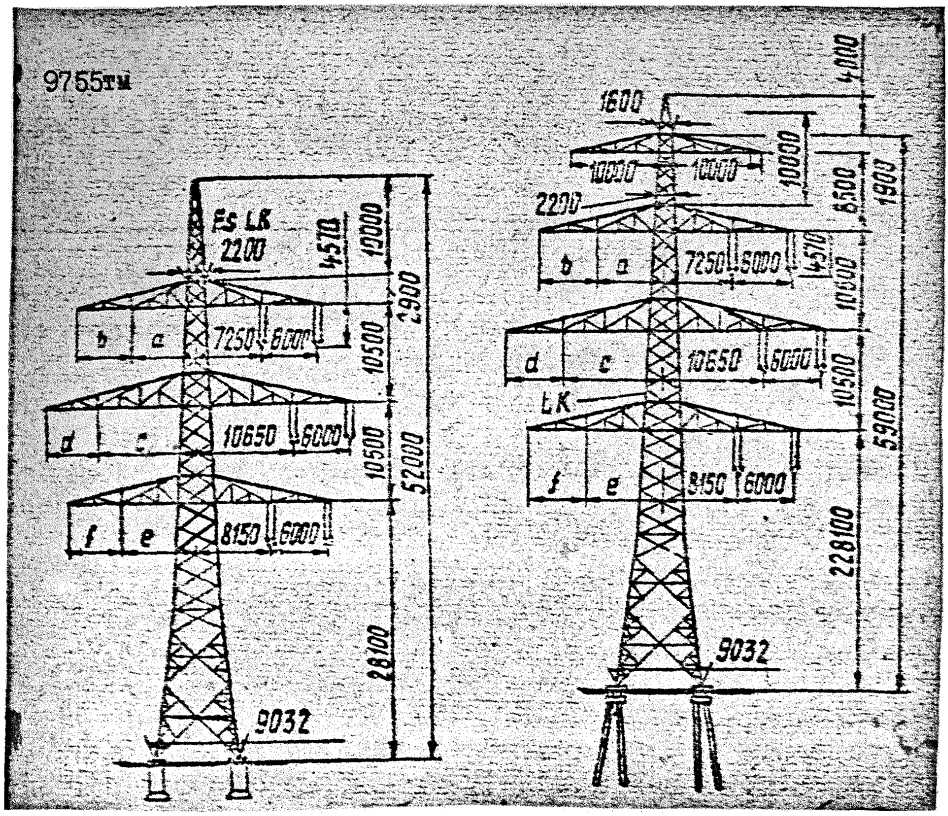


Рис. 4 Анкерная опора четырёхцепной линии 380кВ от АЭС Филиппсбург к Пульвердинген (начальная стадия строительства) (ФРГ)



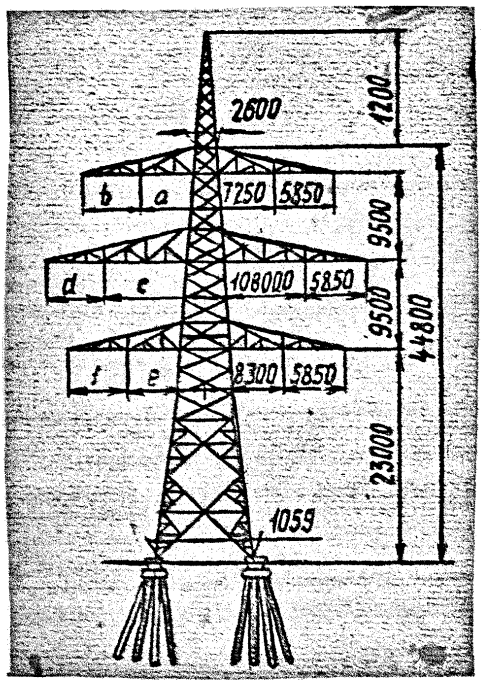


Рис. 5 Схемы четырёхцепных опор 380 кВ (ФРЭ)

НОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ РЕШЕТЧАТЫХ ОПОР

F. Hülsken. Neuere Konstruktionen von Gittermasten. "Elektrizitätswirtschaft,"

1964, 63, №25, 919-922

В густозаселенных районах трудности, связанные с отведением земельных участков под трассы, заставляют строить четырехцепные линии электропередачи. На рис.6 и 7 показаны промежуточные комбинированные четырехцепные опоры, рассчитанные соответственно на две цепи по 110 и 220кВ и две по 220 и 380кВ. За счет использования новых конструктивных решений можно добиться значительной экономии в весе и в случае применения четырехцепных опор.

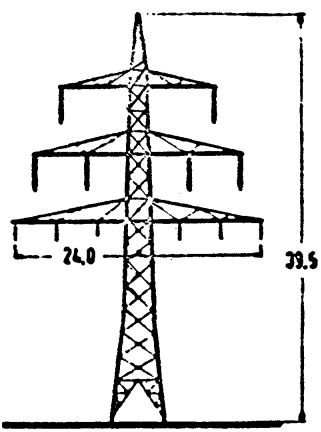


Рис.6 Четырёхцепная комбинированная промежуточная опора ЛЭП 110/220 кв.
Вес опоры новой конструкции 8,6 т (с тонкостенными профилями из стали СТ-37 и со смещённым расположением диагональных связей).
Вес опоры старой конструкции 10,1 т (из уголка обычного профиля из стали СТ-37 и с одинаковыми боковыми панелями). (ФРТ)

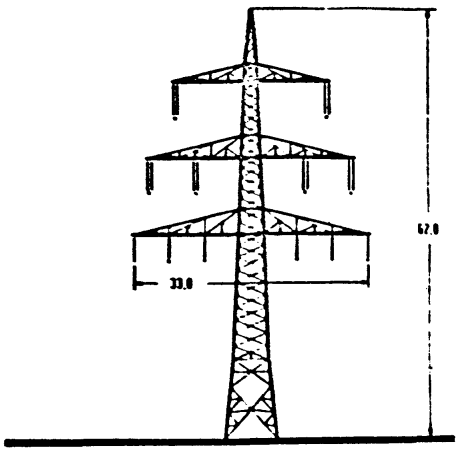


Рис.7 Четырёхцепная комбинированная промежуточная опора ЛЭП 220/380 кв.
Вес опоры новой конструкции 20 т (с тонкостенными профилями; пояса ствола опоры и траверс изготовлены из стали СТ-52, остальные элементы - из СТ-37).
Вес опоры старой конструкции 28 т (из уголка обычного профиля из стали СТ-37). (ФРЭ)

ВОЗМОЖНОСТИ УМЕНЬШЕНИЯ ПЛОЩАДИ ПОЛОСЫ ОТЧУЖДЕНИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ (ФРГ)

Abildgard, E. Möglichkeiten zur Verminderung des Schutzstreifens von Hochspannungsfreileitungen. "Energie und Technik," 1974г., 26, №4, 87-94

Нехватка площади для новых трасс высоковольтных линий электропередачи становится все острее по мере роста населения сельских районов. Кроме того, увеличиваются расходы на получение права использования земельных участков под воздушные линии в связи с экспотенциально растущими ценами на землю. По этим причинам стремятся к максимальному сокращению площади, занимаемой высоковольтными линиями электропередачи.

Если передаваемая электрическая мощность увеличивается настолько, что при заданном уровне напряжения передача электроэнергии не может осуществляться одной линией, то приходится сооружать две или несколько параллельных линий. В районах, где имеется достаточно места для строительства воздушных линий, для большей надежности передачи можно строить две одноцепные линии, которые идут параллельно друг другу на протяжении нескольких километров. Если на одной линии происходит повреждение , например, при стихийном бедствии, которое может привести к разрушению опор, то энергоснабжение в течение некоторого времени может не нарушаться за счет параллельной цепи. Такая практика широко распространена на больших незастроенных территориях Советского Союза, США, Канады и Скандинавии.

С учетом расходов на линию и нехватки трасс в плотно населенных районах преимущество отдают двухцепной линии со свободностоящими опорами. При этом приходится мириться с риском нарушения передачи электроэнергии при повреждении опоры, что случается крайне редко.

В последнее время осуществляется переход к подвеске проводов нескольких линий на одной опоре, учитывая нехватку трасс и расходы на компенсацию землевладельцам. Эти многоцепные опоры уже сооружаются с учетом роста потребления электроэнергии в ближайшие

годы, на них подвешиваются провода лишь тех линий, которые используются для передачи электроэнергии в данный момент.

На рис. 8 показана четырехцепная линия 110кВ с двумя расположениями проводов по типу "елка" друг над другом. Такая конструкция позволяет особенно значительно уменьшить ширину полосы отчуждения.

На рис.9 показана опора для восьмицепной линии RWE, на которой пока подвешены провода трех цепей. Из-за большого количества цепей и высокой пропускной способности опора для многоцепных линий имеет большое значение для достижения узкой полосы отчуждения. Однако вследствие подвески большого количества цепей на одной опоре и возникающей в результате этого концентрации электроэнергии такая линия в опасных ситуациях становится наиболее чувствительным местом передачи электроэнергии. Кроме того, могут возникнуть трудности эксплуатации, если проводятся профилактические и ремонтные работы на одной цепи, и приходится отключать параллельные цепи для безопасности монтажного персонала.

В дополнение к рамочной конструкции была разработана портальная конструкция (рис.10), при которой несколько траверс устанавливаются одна над другой между двумя стойками опоры. Таким образом, возможно еще уменьшить ширину полосы отчуждения. Однако расходы на фундаменты, стальные конструкции и монтаж такой линии выше, чем расходы на обычную конструкцию. Поэтому опоры такого типа пока сооружаются лишь для особых случаев, например, когда линии проходят вблизи крупных электростанций, где электроэнергия производится на небольшой территории и ширина трассы ограничена.

Использование многоцепных опор позволяет осуществлять передачу большей мощности по старым трассам при условии замены существующих параллельных линий многоцепными.

Необходимо полностью использовать все возможности строительства компактных линий при использовании минимальной территории, прежде чем перейти к очень дорогой подземной передаче электроэнергии по кабелю высокого напряжения

Предложенные мероприятия позволяют строить высоковольтные линии электропередачи при минимальной ширине полосы отчуждения. Более высокие строительные расходы могут частично или полностью компенсироваться за право использования земельных участков для строительства линий электропередачи.

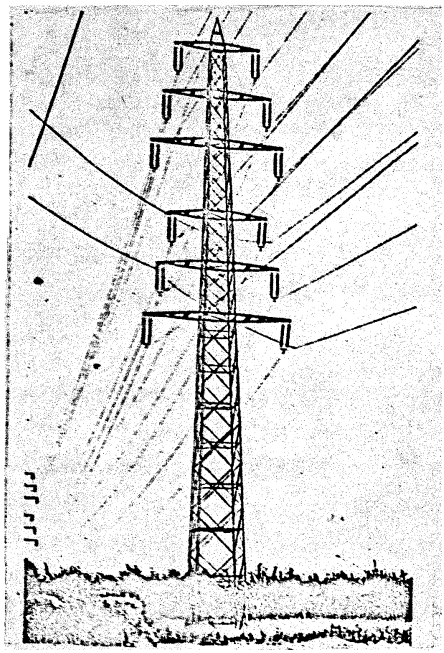


Рис.8 Четырехцепная линия II0 кВ с двумя расположенными друг над другом "елками" на опоре. (ФРГ)

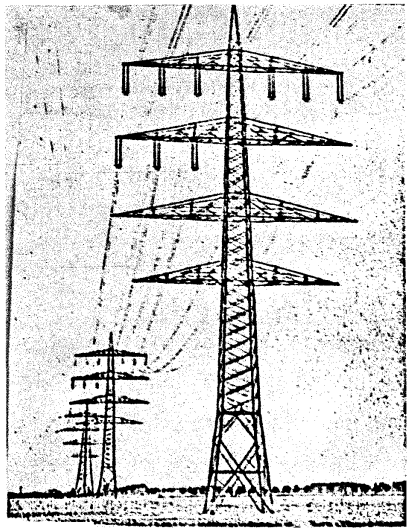


Рис. 9 . Восьмицепная опора RWE с тремя подвешенными цепями. (ФРГ)

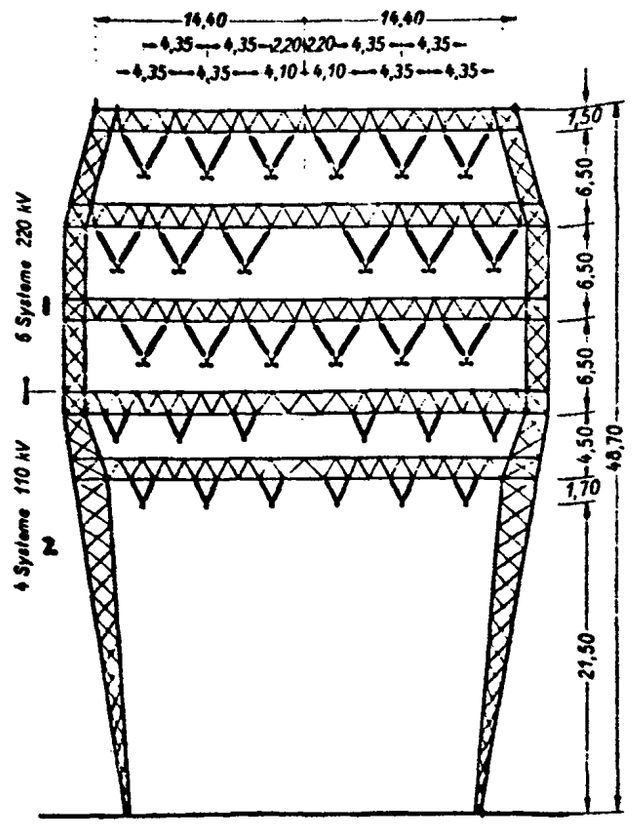


Bild 17: Mastkonstruktion für ein Zehnfachgestänge in Rahmenbauweise, von dem die in Bild 14 dargestellten zehn Leitungen aufgenommen werden können.

Рис. 10 Рамочная конструкция опоры для десятицепной линии, на которой могут быть смонтированы десять цепей: 6 цепей - 220 кВ, 4 цепи - 110 кВ (ФРГ)

ВЛИЯНИЕ ЛЭП 380КВ НА ЦЕПИ 110КВ, ПОДВЕШЕННЫЕ НА ОБЩИХ ОПОРАХ

Haubrich Hans-Jürgen. Induktive und Kapazitive Beeinflussung von 110kV-Stromkreisen auf 380kV Leitungen.
"Elektrotechnische Z." 1974, A95, №2, 109-112

Протяженность ЛЭП 380кВ в ФРГ возрастет с 3200км в 1974г. до 12000км в 1985г., протяженность ЛЭП 110кВ также значительно увеличится. Затруднения при согласовании трасс новых ЛЭП приводят к строительству многоцепных ЛЭП на существующих трассах, в том числе четырехцепных с двумя цепями 110 и 380кВ и шестицепных с двумя цепями 110, 220 и 380кВ на общих опорах.(см. рис 11 и 12)

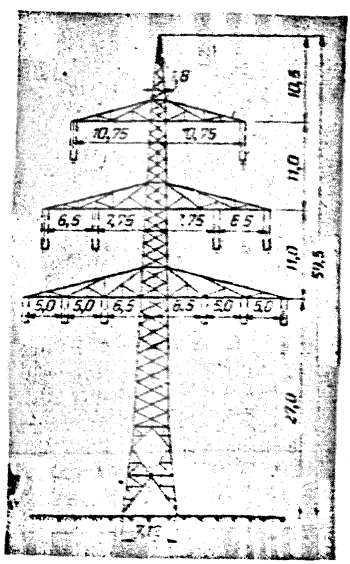


Рис. 11 Четырёхцепная опора — 2×220 кВ + 2×380 кВ (ФРГ)

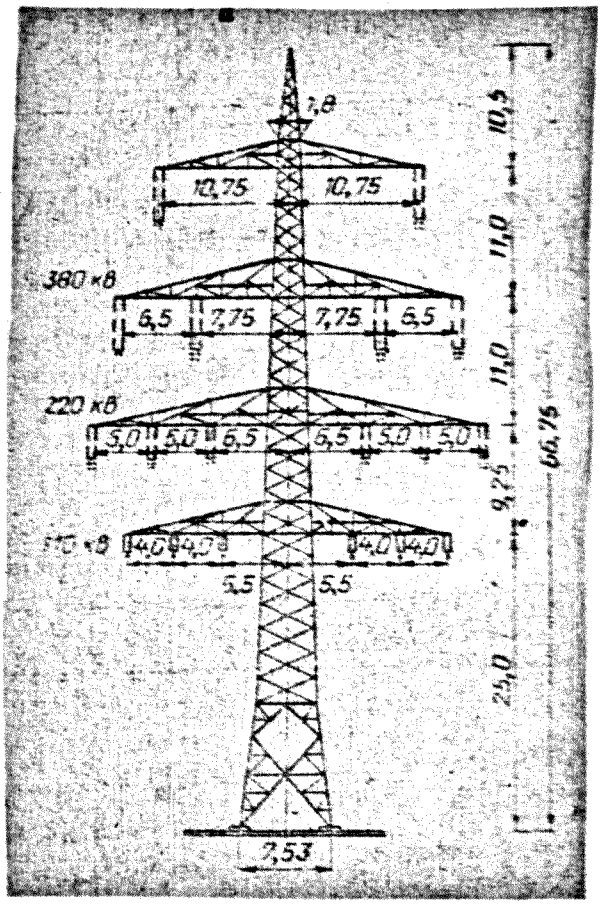


Рис. 12 Шестицепная опора — 2×110 кВ + 2×220 кВ + 2×380 кВ (ФРЭ)

НОВЫЕ ЛЭП 380КВ БАВАРСКОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ (ФРГ)

Kiebling F., Meier P. Die neuen 380-kV-Leitungen der Bayernwerk AG.

"Elektrizitätswirtschaft," 1977, 76, №9, 637-642

Необходимость максимального использования полосы отчуждения при строительстве линий электропередачи высокого напряжения в густонаселенных районах привела к широкому применению в ФРГ двух-, четырех- и шестицепных ВЛ, несмотря на эксплуатационные недостатки многоцепных линий электропередачи. По условиям безопасности ведения работ при устранении повреждений или проведении профилактических ремонтов на одной из линий, смонтированных на многоцепных опорах, приходится отключать и другие линии, смонтированные со стороны опоры, где производятся эти работы. Естественно, что надежность работы многих линий, принадлежащих зачастую различным ведомствам, снижается.

При сооружении многоцепных линий электропередачи важное значение имеет оптимальный выбор провода. В связи с применением для линий электропередачи напряжением 110-380кВ сталеалюминиевых проводов был детально изучен вопрос о требуемом сечении проводов, целесообразном их количестве в расщепленной фазе и экономически выгодном соотношении алюминиевой и стальной частей провода. Расчеты капитальных затрат на строительство линий электропередачи высокого напряжения показали, что 11,3 : 1 - оптимальное соотношение. Среднее тяжение провода было принято равным 20% расчетного разрывного усилия, допускаемого на провод. Исходя из этого определяли усилия от тяжения проводов, воздействующие на опоры, и высоту опор. Расчетное количество промежуточных опор в 4 раза больше количества анкерно-угловых.

Из всех возможных вариантов для ВЛ380кВ рассматривали вариант применения опор с двумя проводами АС560/50 в фазе. По нормам ФРГ длительно допускаемый ток нагрузки на указанные два провода составляет 2080А, а пропускная способность ВЛ380кВ - 1370 МВ·А (при температуре окружающего воздуха 35°С, скорости ветра 0,6м/с и температуре нагрева провода 80°С).

Поскольку такая пропускная способность оказалась недостаточной для передачи требуемых мощностей, в настоящее время в ФРГ ВЛ380кВ сооружаются на опорах с четырьмя проводами АС340/30 в фазе. При этом

длительно допускаемый ток нагрузки возрос до 3160 А, пропускная способность линии - до 2080 МВ·А. При четырех проводах (АС340/30) в расщепленной фазе сечение их проводящей части возрастает на 21% (по сравнению с двумя проводами АС560/50), благодаря чему уменьшаются потери в сети, а напряженность поля снижается до 13,5кВ/см.

На всех ВЛ380кВ провода крепят с помощью сдвоенных стержневых изоляторов. Для изолированных систем 380кВ принято крепление проводов к строенным натяжным гирляндам, комплектуемым из стержневых изоляторов. Ветви сдвоенных поддерживающих гирлянд располагают на промежуточных опорах вдоль проводов.

Многолетний опыт эксплуатации стержневых изоляторов и арматуры подтвердил целесообразность их применения.

В сетях высокого напряжения в ФРГ распространены унифицированные двух-, четырех- и шестицепные опоры с различным количеством проводов в расщепленной фазе. Для ВЛ380кВ в одних опорах используются два провода АС560/50, в других - четыре АС340/30. Для цепей 220 и 110кВ на всех опорах подвешивается провод АС560/60, для напряжения 220кВ - два провода в фазе, 110 - один.

Кроме того, разработаны промежуточные опоры для установки на равнинах и холмах. Анкерно-угловые опоры применяют при углах поворота трассы линии электропередачи на 40, 60 и 80^0.

Конструкции опор разработаны таким образом, чтобы каждые две цепи одного уровня напряжения были размещены с разных сторон стойки. На линиях применяются также специальные опоры: ответвительные, транспозиционные и др.

Для цепей 380кВ принято треугольное расположение фаз, а для цепей 220 и 110 кВ - в одной плоскости. Расстояния между элементами опор ВЛ380кВ, а также ВЛ 220 и 110кВ не зависят от количества цепей на опоре (рис. 13).

Механическую прочность опор определяли с учетом повышенной гололедной нагрузки на провода. Для всех промежуточных опор учтена ветровая нагрузка, действующая под углом 45^0 к направлению трассы линии (надежность конструкции опоры при этом увеличивается).

При создании конструкции опор в первую очередь уделяли внимание вопросам их изготовления. Все детали выполняли из угловой стали, что было обусловлено простотой обработки. Стойки опор различной высоты проектировали с учетом возможности широкого применения одинаковых

деталей. Опоры изготовляли болтовыми, оцинкованными.

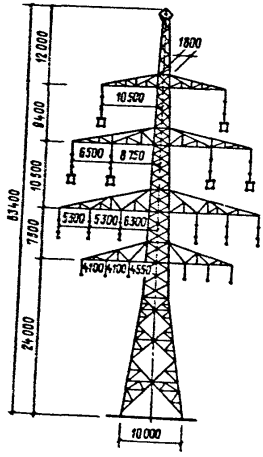


Рис. 13 Шестицепная опора — 2×380 кВ + 2×220 кВ + 2×110 кВ (ВБРГ)

НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛЭП.

Morgenstern Wolfgang. Einflußgrößen für die Entwicklung und Projektierung von Hochspannungsfreileitungen... "Energietechnik," 1978, 28, №8, 299-301

Основными задачами развития линейных конструкций в ГДР являются снижение удельного расхода материалов, стоимости и сроков строительства, уменьшение трудозатрат на эксплуатацию при повышении надежности, уменьшение влияния на окружающую среду. Снижению удельного расхода материала на опоры препятствуют требования увеличения габаритов для выполнения работ под напряжением. Экономия может быть получена путем уточнения нагрузок, совершенствования способов расчета и исключения необоснованных нормативных требований. Для уменьшения влияния на окружающую среду следует пересмотреть применяемые типы опор, в частности, 2-цепных с горизонтальным расположением проводов, и освоить 4-цепные опоры. Необходима унификация опор и линейных конструкций с исключением решений, оптимальных лишь для отдельных случаев. Применение унифицированных опор и элементов обеспечит упрощение строительства и сокращение его сроков, особенно при повышении степени механизации. В числе ближайших задач будет произведено усовершенствование конструкций ЛЭП 380кВ, освоение ЛЭП 220кВ с большой пропускной способностью, подготовка к использованию изолирующих траверс.

ПЕРЕХОД ЛЭП 380КВ ЧЕРЕЗ Р. ЭЛЬБУ (ФРГ)

Elbekreuzung mit den höchsten Freileitungs-masten der Welt.
"Ind.-Lackier - Betr.", 1978, 46, №7, 245-249.

Заканчивается сооружение перехода четырех цепей ЛЭП 380кВ через р. Эльбу, который осуществляется двумя анкерными опорами с расстоянием между ними 3050м и двумя промежуточными опорами, фиксирующими пролет через реку 1200м. Высота анкерных опор 72 и 62м. Промежуточные опоры имеют уникальную высоту 227м. Расщепленная фаза состоит из четырех сталеалдреевых проводов типа *Finch* . Подвесные гирлянды, строенные из стержневых изоляторов *LG*-95/25/1530, натяжные содержат 4 параллельных цепи из таких же изоляторов. Опоры рассчитаны на максимальную скорость ветра 235км/ч на высоте 200м. Ветровые нагрузки на опору 5600кН (ветровая поверхность 12 фаз проводов ~1500м^2). Тяжение проводов на опоре 7000кН. В центре опоры в вертикальной трубе диаметром 1,7м смонтирован электрический лифт с остановками через каждые 25м и на уровне траверс. Углубленные фундаменты содержат на каждой опоре 2700м стальных свай и 2000м^3 железобетона. Принимаются усиленные противокоррозионные мероприятия. Помимо оцинковки на все металлические части опоры наносится методом распыления слой атмосферостойкого лака. Строительные работы начаты в 1976 году, подвеска проводов - с апреля 1978г. Для монтажа 12 фаз и двух тросов при необходимости максимального сокращения времени остановки судоходства были использованы две баржи, которые на первом этапе были установлены на расстояниях 500м от берегов.

На каждой анкерной опоре было закреплено 14 вспомогательных тросов. Вторые концы этих тросов были через направляющие ролики на вершине промежуточных опор размещены на баржах. В течение 6-часовой остановки судоходства (май 1978г.) баржи сошлись в середине реки, вспомогательные провода соединены между собой и подняты на заданную высоту. (см. рис. 14 и 15).

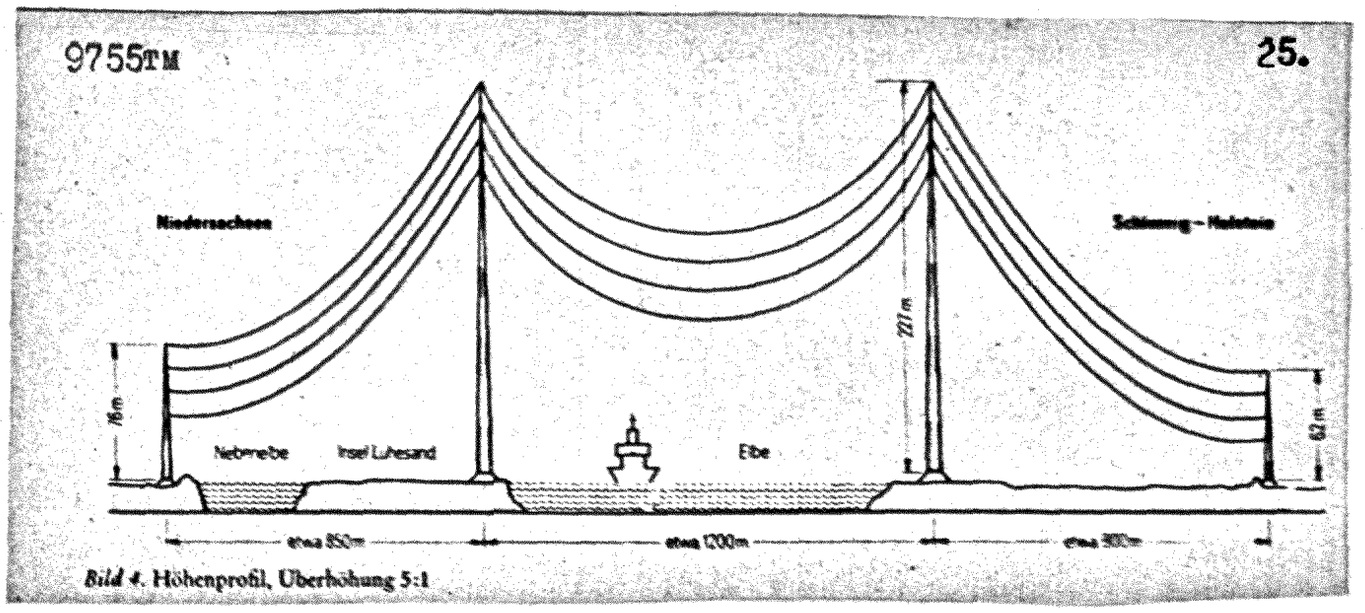


Bild 4. Höhenprofil, Überhöhung 5:1

Рис. 14 Схема перехода

(ФРГ)

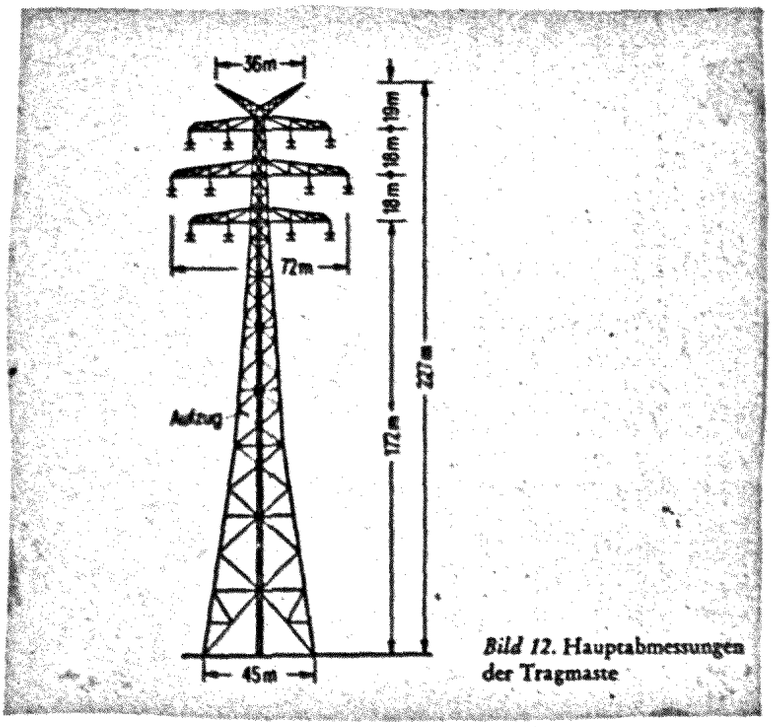


Bild 12. Hauptabmessungen der Tragmaste

Рис. 15 Четырёхцепная переходная опора

(ФРГ)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЕРЕХОДА ЛЭП 380КВ ЧЕРЕЗ Р. ЭЛЬБУ (ФРГ)

Kiepling Friedrich. Projektierung der 380 kV-Erbeerweiterung der Nordwestdeutsche Kraftwerke A G.
"Siemens Energietechn.", 1979, I, №I, I3-I7.

Для магистральной связи 380кВ от Скандинавии до Италии было необходимо построить 4 цепи 380кВ в районе Гамбурга (ФРГ) с переходом через Эльбу. Для передачи предельной мощности одной цепи 3000МВ А по нагреву необходимы фазы общим сечением 2200мм^2 с расщеплением на 4 провода. На основании сопоставления вариантов были приняты сталеалдреевые провода 564/72 с разрывным усилием 255кН. При $б_3$= 7I,5Н/мм^2 наибольшая стрела провеса при максимальной температуре равна 85,7м, а высота нижней траверсы переходной опоры I79,5м (с учетом высоты судов 80м, габарита над мачтой 4,3м, длины гирлянды 6,9м и запаса Iм). Переход выполнен по схеме К - П - П - К с переходным пролетом I200м и смежными 850 и 900м. Общая высота переходных опор 227м, смежных - 76 и 62м. Расстояния между проводами были вычислены по формуле VDE , но затем увеличены до I8м по вертикали с учетом возможной пляски по эллипсу с максимальной большой осью I2м. При максимальной нагрузке на концевые опоры передается тяжение 7000кН. При таком тяжении пояса нижних секций не могли быть выполнены из проката, для них были использованы специальные сварные крестовые профили. При поперечной ветровой нагрузке на переходную опору 5600кН в нижней секции пояса возникают усилия I3500кН. Эти пояса были выполнены в виде составных стержней.

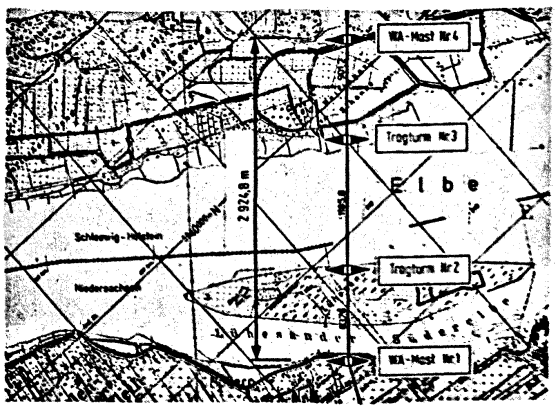


Рис. 16 Схема перехода через Эльбу (ФРГ)

ПРОВОДА ПЕРЕХОДА ЛЭП 380КВ ЧЕРЕЗ ЭЛЬБУ

Arn Wilfrid, Kiebling, Friedrich, Schnakenberg Diedrich. Die Leiter der 380kV-Elbekreuzung der Nordwestdeutsche Kraftwerke AG und ihre Verlegung.

"Elektrizitätswirtschaft", 1979, I78, №8, 246-255:

Четырехцепный переход ЛЭП 380кВ через Эльбу является частью магистральной связи ФРГ со Скандинавскими странами с заданной предельной нагрузкой по нагреву 3000МВ·А на одну цепь.

Опыт Норвегии и Канады показывает, что применение проводов с гладкой поверхностью не дает существенных преимуществ. При экономической плотности тока IA/мм^2 для перехода через Эльбу была принята конструкция фазы из четырех сталеалдреевых проводов 564/72 марки Finch по стандарту Канады с I9-проволочным сердечником, который надежнее 7-проволочного сердечника провода 550/70 по стандарту ФРГ. Грозозащитные тросы приняты той же марки. Провода выполнены повышенной точности с допусками +0,02м - 0,0Iмм на диаметр 3,65мм алдреевых проволок и $\pm$ 0,02мм на диаметр 2,I9мм стальных проволок. В расчетах перехода была принята повторяемость климатических условий I раз в 500 лет. Провода с точками подвеса на высоте I50-200 м рассчитаны на скорость ветра 44,2м/с, тросы с подвеской на высоте 225м - на скорость 46м/с. По правилам VDE гололедная нагрузка принимается 0,6-0,8кг/м. Однако с учетом наблюдавшихся превышений этой нагрузки для перехода были приняты гололедные нагрузки 2кгс/м в нормальном и 5кгс/м в аварийном режиме. Шаг расщепления $a = 600$ мм удовлетворяет условию $a > 16d$, при котором амплитуды колебаний проводов в субпролетах резко уменьшаются. Увеличение шага с 400 до 600мм привело к незначительному повышению напряженности электрического поля на поверхности проводов. Напряжение $\sigma_э$ было принято $0{,}18\,\sigma_р$, что вызвало незначительное увеличение стоимости перехода, но обеспечило повышение коэффициента запаса в проводах до 3,0 при нормальных и до I,8 при аварийных гололедных нагрузках. Вытяжка проводов определена по формуле $\varepsilon = FT^{n}$, где F - вытяжка за единицу времени, T - время, ч, n - показатель. При эмпирически установленных значениях

F =0,33, n=0,26 вытяжка за 50 лет составит ~0,1%. Стрелы провеса были отрегулированы с учетом такой вытяжки. Для защиты от вибрации на провода подвешены по 2 виброгасителя Стокбриджа на расстояниях I,5 и 5,5 от шарниров натяжных зажимов, закрепленных на поддерживающих гирляндах. От использования поддерживающих зажимов пришлось отказаться из-за слишком больших углов схода провода с зажимов.
Провода были подвешены в мерных длинах.

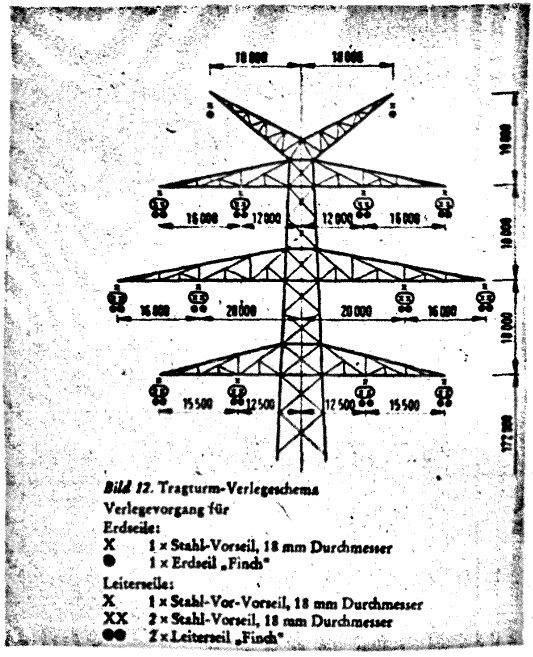


Bild 12. Tragturm-Verlegeschema
Verlegevorgang für
Erdseile:
X 1 × Stahl-Vorseil, 18 mm Durchmesser
● 1 × Erdseil „Finch"
Leiterseile:
X 1 × Stahl-Vor-Vorseil, 18 mm Durchmesser
XX 2 × Stahl-Vorseil, 18 mm Durchmesser
●● 2 × Leiterseil „Finch"

Рис. 17 Схема расположения проводов на опоре.
(ФРГ)

МОНТАЖ СТАЛЬНЫХ ОПОР ВЫСОТОЙ 227М ПЕРЕХОДА ЛЭП 380КВ ЧЕРЕЗ ЭЛЬБУ

Raymond Woff, Schnakenberg Diedrich. Errichtung 227 m hoher Stahlgittermaste für eine Freileitungs-Flußkreuzung. "Elektrizitätswirtschaft", 1979, I78,№8,255-261.

На переходе установлены две промежуточные переходные опоры высотой по 227м и две концевые опоры. Концевые опоры установлены за дамбами вне зоны возможного подъема воды, фундаменты промежуточных опор были выведены до отметки на 7,5м выше нормального уровня. Высота левобережной концевой опоры 76м при базе у основания I8м, правобережной – 62м при базе I6м. После подвески всех четырех цепей перехода усилие в поясах нижних секций концевых опор будет 7000кН. Такое усилие не может быть воспринято стандартными профилями проката, поэтому пояса были сварены в виде креста из листовой стали. Пояса средних секций сварены крестом из двух уголков, раскосы выполнены из двух уголков, установленных тавром. На одном из поясов предусмотрены степ-болты. База у основания промежуточных опор принята 45м, при которой получена минимальная общая стоимость опор и фундаментов. Суммарная поперечная ветровая нагрузка на переходную опору составляет 5600кН, а усилие в поясе нижней секции – I3500кН. Поэтому каждый пояс выполнен в виде составного стержня с общим сечением четырех поясов этого стержня 700мм^2. Пояса соединены решеткой на болтах. Нижние пояса траверс выполнены из сдвоенных тавров, тяги – из двух уголков. В центре промежуточной опоры предусмотрена труба диаметром I,7м для лифта. Количество болтовых соединений в концевых опорах составляет соответственно I9 и I5 тыс. в каждой промежуточной опоре – I5Iтыс, применены болты от М16 до М30. Каждая концевая опора опирается на 36 стальных свай длиной 27м, каждая промежуточная – на 95 свай длиной 28м, из которых по I7 установлено под каждой стойкой. Связь опоры с фундаментом обеспечивают анкерные болты длиной 2м у концевых и 3,2м у переходных опор, заделанные в бетонные ростверки. Нижние секции опираются на башмаки, установленные по нивелиру с точностью $\pm$ 0,5мм по высоте. Расстояние по диагонали промежуточных опор 62м было выверено теодолитом с точностью $\pm$ 5мм, у концевых опор – с помощью рулетки. Уклон поясов был отрегулирован с точностью $\pm$ 0,2^0, оси опор – с точностью $\pm$ 20″.

Концевые опоры были смонтированы методом наращивания при помощи автокранов. Масса наиболее тяжелого элеманта - 4000кг при длине I4м. Составные стержни промежуточных опор были собраны на заводе. При монтаже опор применялись пневматические гайковерты, компрессоры поднимали на требуемую высоту. Ствол промежуточной опоры состоит из I6 секций. Пять нижних секций (до отметки 83м) было установлено с помощью двух автокранов. Верхние секции, тросостойки и траверсы были смонтированы ползучим краном . Тросостойки были повернуты вокруг шарниров, траверсы подняты через блоки, закрепленные на тросостойках. Трубу для лифта поднимали по мере подъема ползучего крана, лифт сразу же использовали для подъема верхолазов. Забивка свай была начата в сентябре I977г., монтаж первой концевой опоры начат в мае I977г. и закончен за пять недель. Монтаж промежуточных опор начат в августе I977г. и закончен в апреле I978г. Строительство всего перехода было закончено в июле I978г. (см. рис.18 и 19)

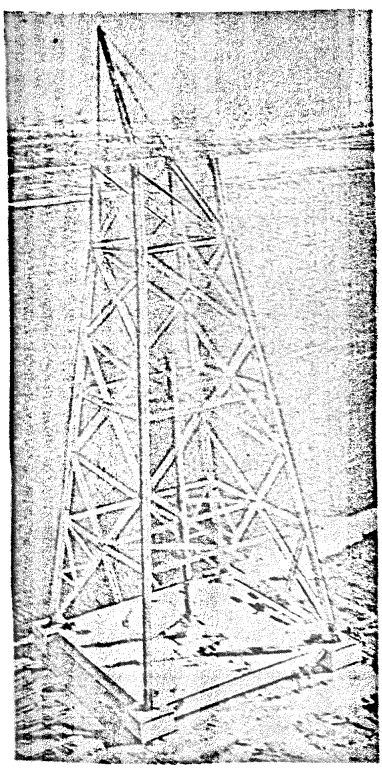


Рис. 18 Монтаж опоры (ФРГ)

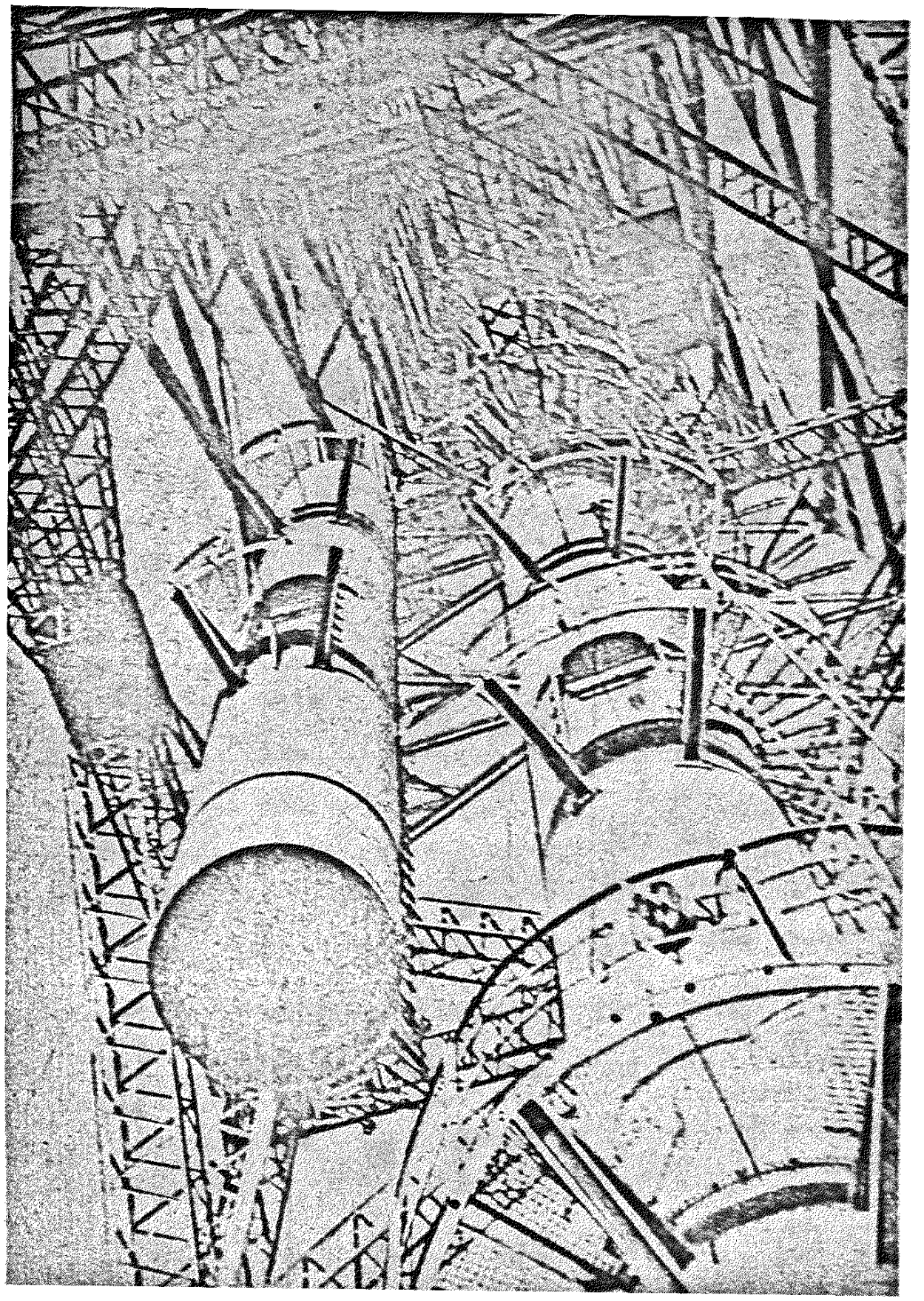


Рис. 19 Подвёт трубы для лифта

(ФРТ)

ЛЭП И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА В ВЕЛИКОБРИТАНИИ

"CIGRE. Int. Conf. Large High Volt. Elec. Syst., Paris, 1974 Sess." s.a. №22/01, 17. Barber P.B., Looms J.S.T., Oakeshott D.F. and others. Transmission lines in the environment of England and Wales.

По закону об электрификации Великобритании 1957г. при строительстве энергетических объектов следует учитывать влияние этих объектов на красоту ландшафта, на флору и фауну окружающей местности.

Центральное энергетическое управление Великобритании считает, что меньшее количество крупных ЛЭП лучше большего количества мелких. Поэтому все ЛЭП сооружаются 2-цепными. Прокладка нескольких параллельных ЛЭП считается нежелательной, ЛЭП 400кВ выполняются 2-цепными, рассматривается возможность строительства 4-цепных ЛЭП 400кВ.

ТЕНДЕНЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ВОЗДУШНЫХ ЛЭП.

ОБЗОР МИРОВОЙ ПРАКТИКИ.

"Electrical Times", 1963, №20.

В настоящее время нехватка трасс и растущая стоимость строительства линий электропередачи представляют собой серьезную проблему для сооружения новых высоковольтных линий электропередачи. Поэтому приходится стремиться к тому, чтобы передать максимально возможную мощность на минимальном участке земли. Эта проблема обусловила потребность строительства многоцепных ЛЭП, как это имеет место, например, в Германии, Франции, Японии, Швейцарии. Но даже в таких странах, в которых цены на землю низкие и в которых может не существовать больших трудностей, связанных с получением полосы отчуждения, стоимость расчистки земли и поддержания в соответствующем порядке трассы линии может быть серьезным фактором, поскольку отсутствие надлежащего контроля за ростом растительности может служить причиной возникновения аварий, связанных с загоранием кустарника.

Все сказанное выше относится к экономическим причинам увеличения ценности линий. Однако, имеется еще третья причина, которую трудно оценить в денежном исчислении. Это соображения зрительной эстетики. Мы, британцы, любим смотреть на аккуратные сооружения линий электропередачи, и мы хотим, чтобы как можно меньше людей оскорблялось видом сооружений, которые являются нертъемлемой частью электропередачи.

ОПОРЫ ЛЭП СВЕРХВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

" Power Engineering ", 1966, 80, №II, 55-58.

Для каждого нового проекта, как правило, разрабатываются конкретные формы конструкции опоры. Так, например, для трехцепной опоры 500кВ была разработана конструкция, представленная на рис. 20 .

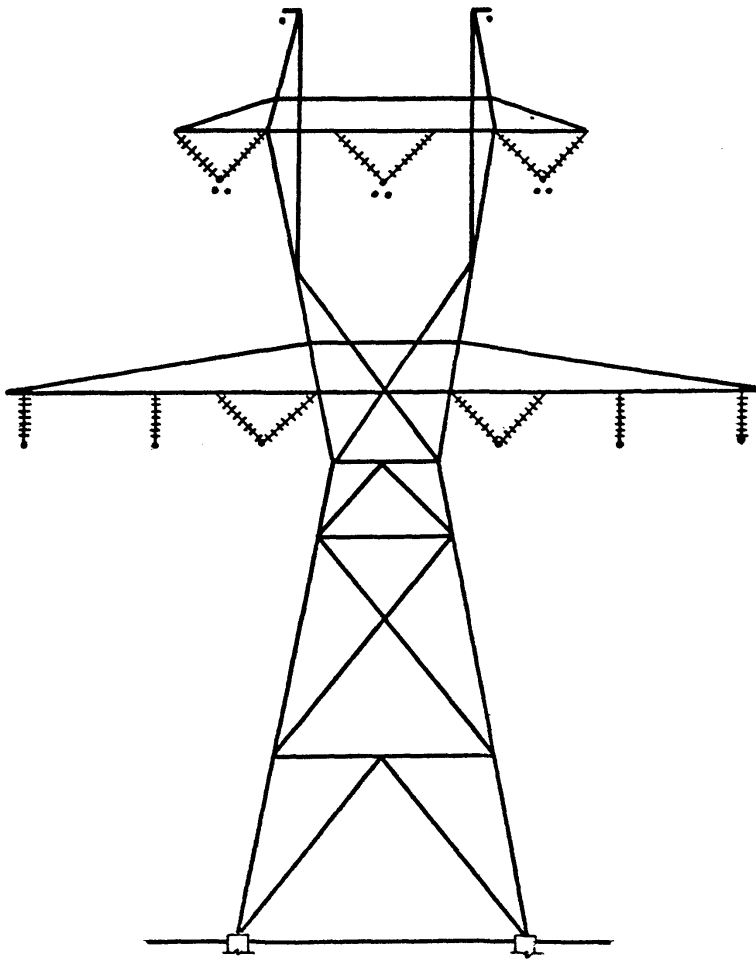


Рис. 20 Схема трехцепной опоры ВЛ 500 кВ (США)

ПЕРЕХОДНЫЕ ОПОРЫ ИЗ КЛЕЕНОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Laminated poles lick freeway crossing problem.

"*Electrical World* ", I970, I74, №5, 44-45.

Недавно компания "*Southern California Edison* " установила шесть эстетичных опор, изготовленных из клееной древесины. Опоры предназначены для перехода через новую *Colorado Freeway* возле гор *Eagle Rock* , Калифорния. I2-ти цепная линия 66кВ, на которой установлены опоры, передает электроэнергию в район Южной Пасадены, Беверли Хиллз, Аламбры и других районов Лос Анжелоса.

Каждая опора представляет собой четыре деревянные колонны, возвышающиеся на фоне неба. Несмотря на их необычную высоту (I72фута) самое широкое место у основания составляет 4футаЗдюйма. Эта ширина уменьшается до 2футовIOдюймов у вершины (это самый широкий участок у вершины).

Опора состоит из клееных брусьев, установленных вдоль четырех сторон прямоугольных, почти квадратных, гальванизированных стальных швеллеров. Бруски центрированы по бокам швеллеров и проходят по всей длине этих швеллеров. Таким образом остаются открытые пространства по углам, обеспечивающие циркуляцию воздуха со всех сторон клееных брусков. У основания бруски, установленные на самых широких участках прямоугольных швеллеров, имеют I3 слоев. Число слоев постепенно уменьшается по мере сужения опоры по направлению к вершине.

Каждая опора имеет около I2I50 борд футов (досковых футов) и вес около 27000фунтов.

Опоры состоят из двух секций: нижняя - 80футов длиной и верхняя - 92фута. Эти секции соединены с помощью стяжных болтов и стальных прокладок под болты. Секции устанавливали поочередно. Изоляторы и консоли смонтировали предварительно.

Опора выдерживает ветровую нагрузку I40м/час. Стоимость шести опор 65000долларов. (см. рис. *2I*)

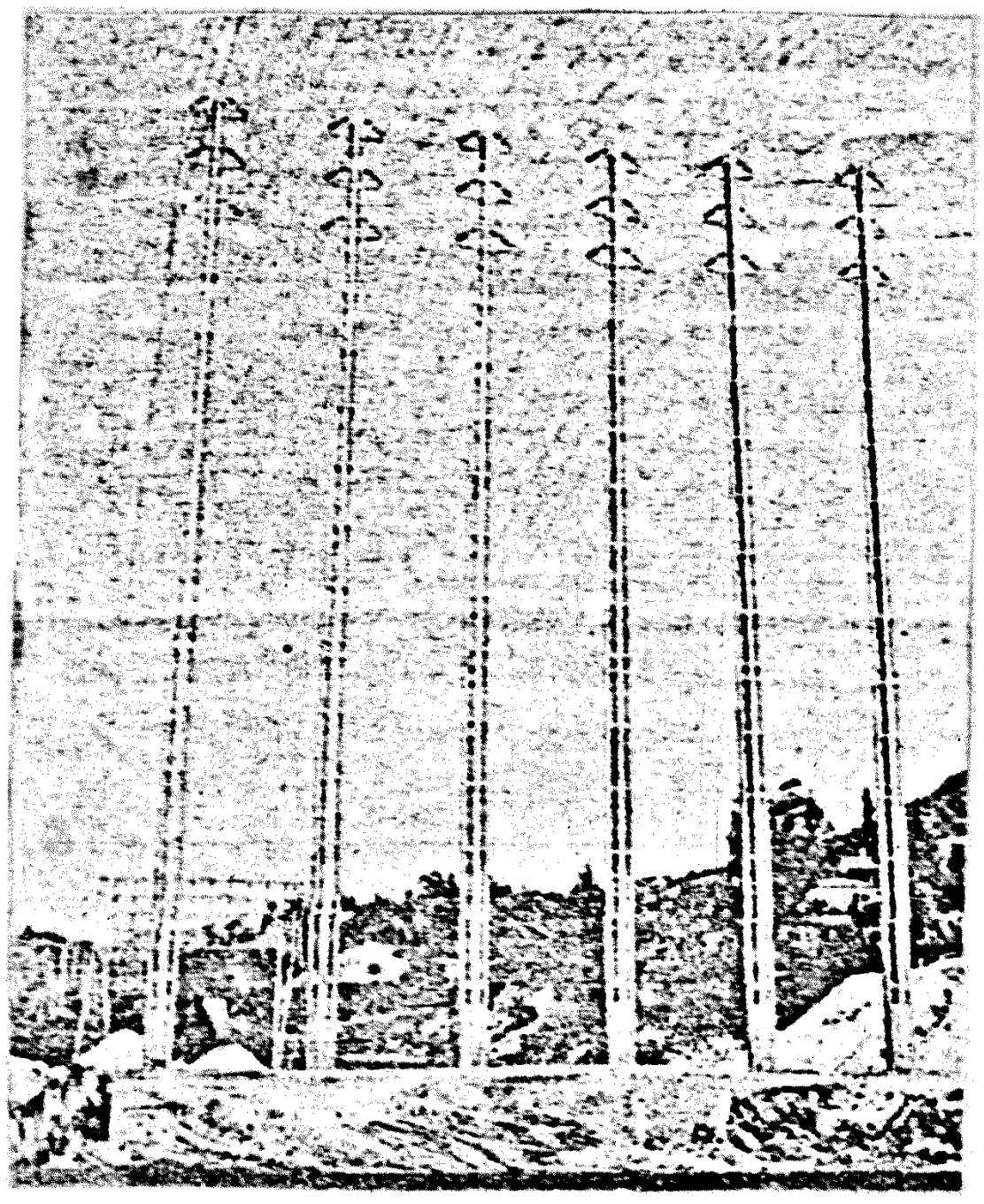


Рис. 21 Двенадцатицепная линия 66 кВ (США)

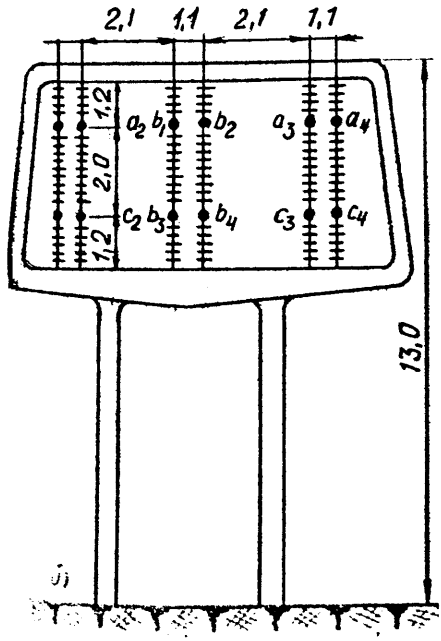
Canadian Communication and Power Conference, Montreal, 1974.

В связи с высокой стоимостью земли в населенных местностях и трудностями ее отчуждения для строительства ЛЭП в конце 1969г. энергосистема *Ontario Hydro* начала исследования и проектные проработки конструкций компактных многоцепных ЛЭП.

CIGRE, сессия 1972, докл. 31-07.

В южной части Онтарио (Канада) нужно было построить 8-10 ВЛ230кВ на одной имеющейся трассе с возможно меньшим нарушением ландшафта. В 1972г. были разработаны две конструкции для четырехцепных опор 230кВ . В первом случае опора представляет собой железобетонную прямоугольную раму, в которой провода расположены в два яруса, установленную на двух железобетонных стойках. Провода размещены между гирляндами, натянутыми вертикально от верхней балки рамы к нижней. Высота опоры - 13м, длина пролета ~100м (см.рис. *22*).

Во втором случае была выбрана четырехцепная компактная опора, состоящая из двух металлических или железобетонных стоек, механически связанных в верхней части. Высота опор 28,5м, что помогло скрыть их среди деревьев. Ширина трассы для двух таких четырехцепных ВЛ равна 34м. Длина пролета ~ 250м. Применены гирлянды из "колокольных" изоляторов с полупроводниковой глазурью в сочетании с изолирующей траверсой из двух стержневых изоляторов.(см. рис. *22*)



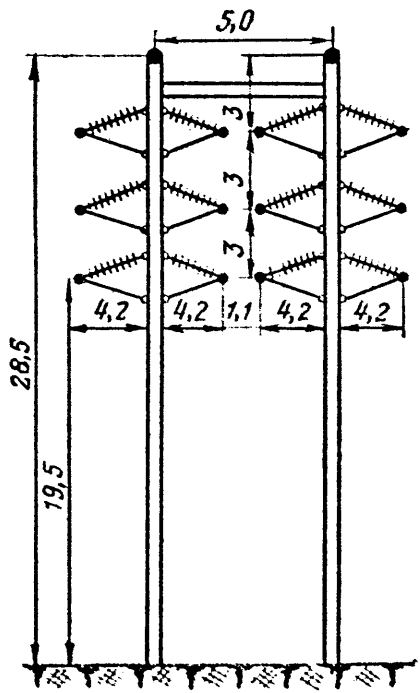


Рис.22 Схемы четырёхцепных опор 230 кВ (Канада)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПОР ДЛЯ ЛЭП ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

La ligne électrique à très haute tension.
F. Quey.
"Technique moderne", 1974, 66, №9, 48-52.

Большую актуальность приобрел вопрос эстетического влияния ЛЭП на окружающую среду, в частности, в пригородных зонах вблизи крупных промышленных центров, а также в живописных районах, посещаемых туристами. Для решения этой задачи целесообразно применение многоцепных опор, позволяющих сократить занимаемое ЛЭП пространство. Необходима разработка специальных конструкций опор для различных районов расположения ЛЭП, обеспечивающих их маскировку в условиях окружающей среды. В районах расположения крупных подстанций целесообразно применение опор с горизонтальным расположением проводов. (см. рис. 23).

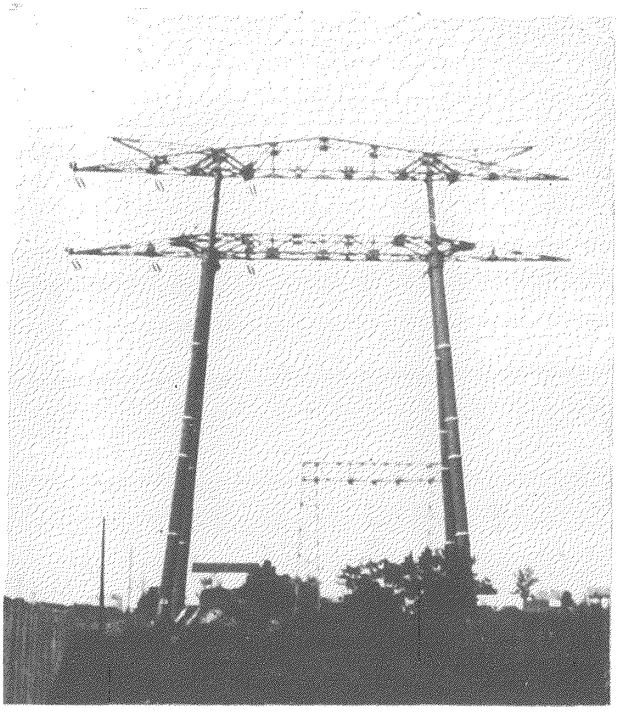


Рис. 23 Четырёхцепная опора типа „Родон" 225 кВ на линии Villejust - Clamart (Франция)

ВОЗДУШНЫЕ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

F.J. Quey. Réseau électrique THT et l'environnement Lignes aériennes et environnement.

"Révue générale de l'électricité", 1975, 84, №6, 448-453.

Следует сказать, что опора должна, прежде всего, обеспечить выполнение своей задачи на линии, которая заключается в несении проводов и защитных тросов. Опора должна обеспечивать соответствующее расстояние от проводов до металла, быть устойчивой в непогоду и пригодной для эксплуатации. Кроме того, она должна соответствовать некоторым оптимальным экономическим условиям, на которые сильно влияет "эстетическая" составляющая. В целом можно утверждать, что чем опора "эстетичнее", тем она дороже, поскольку ее конструкторы, освобождаясь от технологических трудностей, прибегают к материалам и строительным методам, наиболее разработанным и, следовательно, более дорогостоящим. Однако, обратное положение не проверено: чем дороже опора, тем она более эстетична. Действительно, за ту же стоимость можно обеспечить более или менее хороший эстетический вид. Основной задачей проектировщика ЛЭП становится создание при заданной стоимости опоры, вид которой будет наиболее удовлетворительным, формы которой будут наиболее гармоничными, наилучшим образом подходить к окружающей линию электропередачи природе. Разумеется, не требуется создавать произведения искусства, опора должна быть выполнена в соответствии с требованиями промышленной эстетики.

В некоторых случаях вблизи населенных пунктов имеется необходимость концентрировать линии электропередачи, что иногда приводит к увеличению количества цепей на одной опоре (рис. 24 и рис. 25).

На этих опорах подвешено пять цепей: две цепи 400кВ на верхней траверсе, три цепи 225кВ - на нижней. Это опоры типа "Родон".

На рис. 26 показана переходная опора перехода через Сену в Иенвилье, состоящая из сложных элементов.

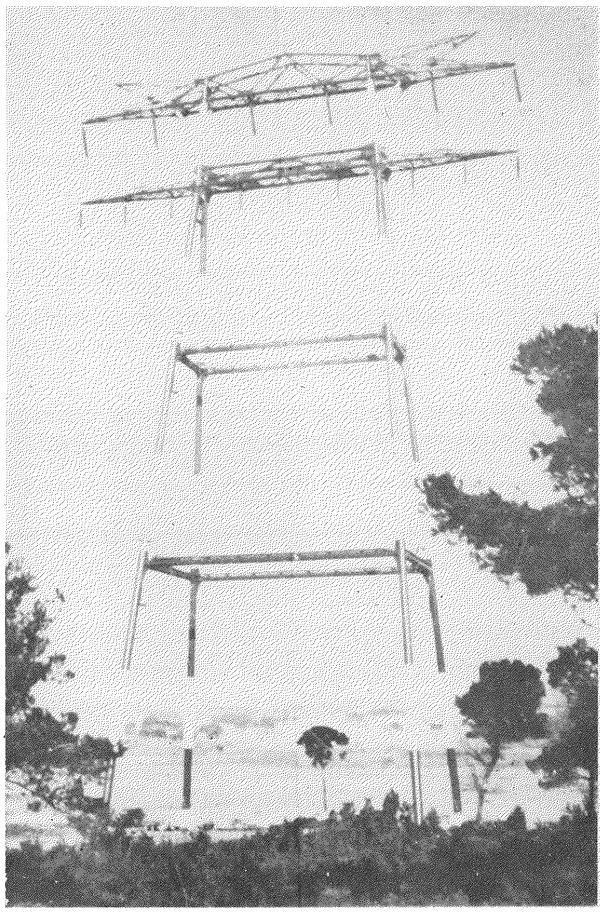


Рис. 24 Пятицепная опора типа „Вдон" — 2×400 кВ + 3×225 кВ (Франция)

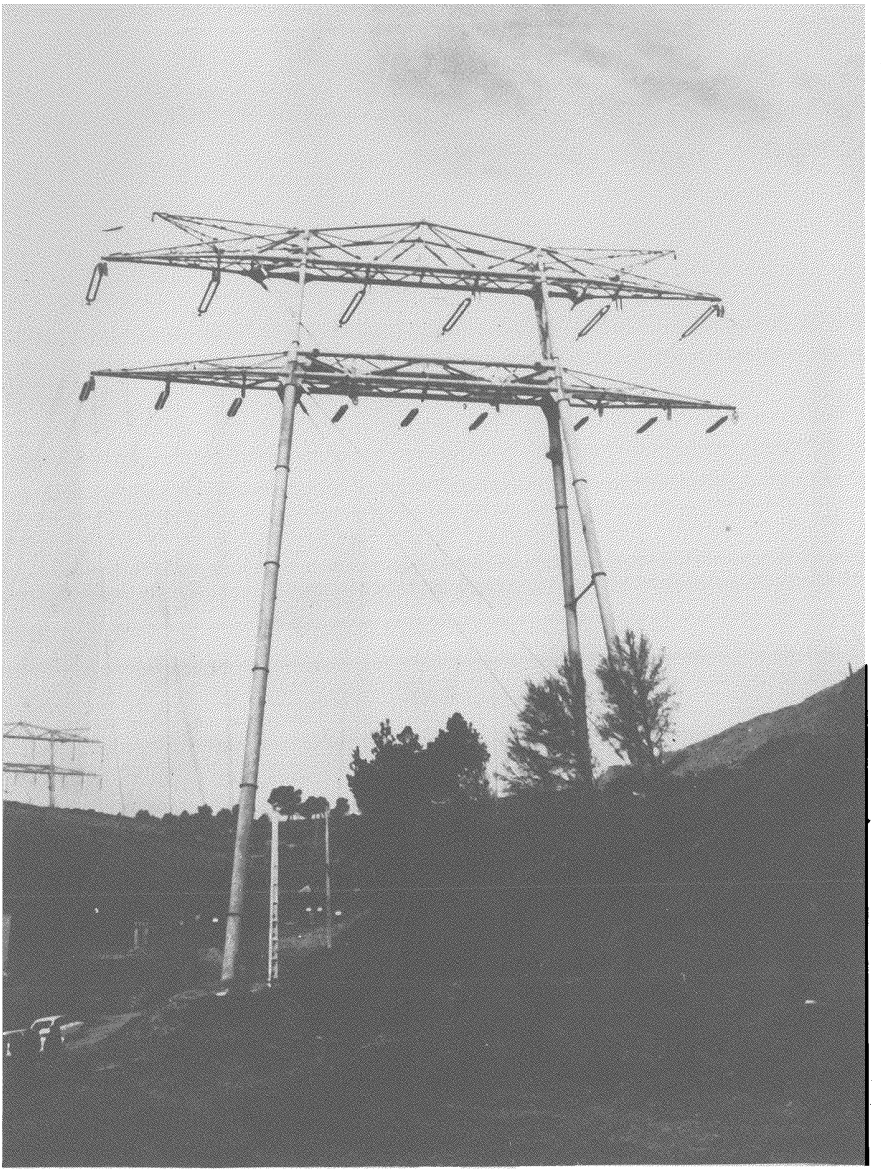


Рис. 25 Пятицепная опора типа „Родон" — 2×400 кВ + 3×225 кВ (Франция)

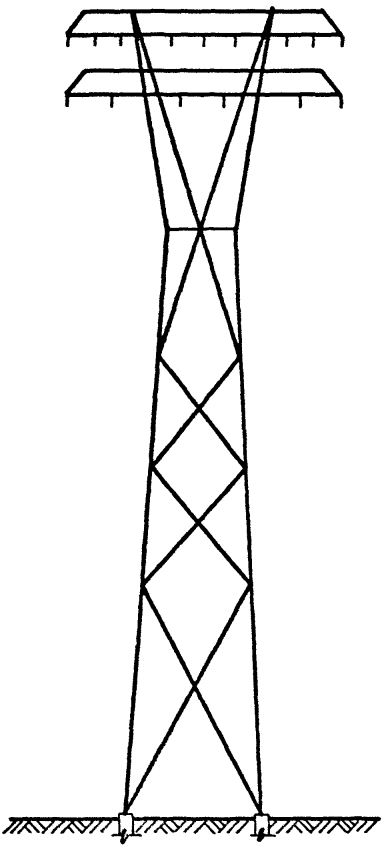


Рис. 26 Схема пятицепной опоры перехода через Сену в Иенвилье — 3×90 кВ + 2×225 кВ (Франция)

В заключении следует вернуться к идее, одновременно оптимистичной и разочаровывающей, выраженной в докладе Шомона: ни в ближайшем, ни в в обозримом будущем невозможно найти решения, заменяющего воздушные линии для передачи электроэнергии.

Такая неизбежность заставляет предпринимать ряд усилий: с одной стороны, в направлении поисков наилучшего вписывания ЛЭП в пейзаж, и ,с другой , (в финансовом плане) путем допущения разумных перерасходов на сооружения в целях сохранения одной из сторон условий жизни.

Это финансовое напряжение не менее реально, чтобы остаться незамеченным; расходы на мероприятия для защиты окружающей среды увеличили стоимость установки новых ЛЭП по программе 1970-74гг. на 17 млн франков в год.

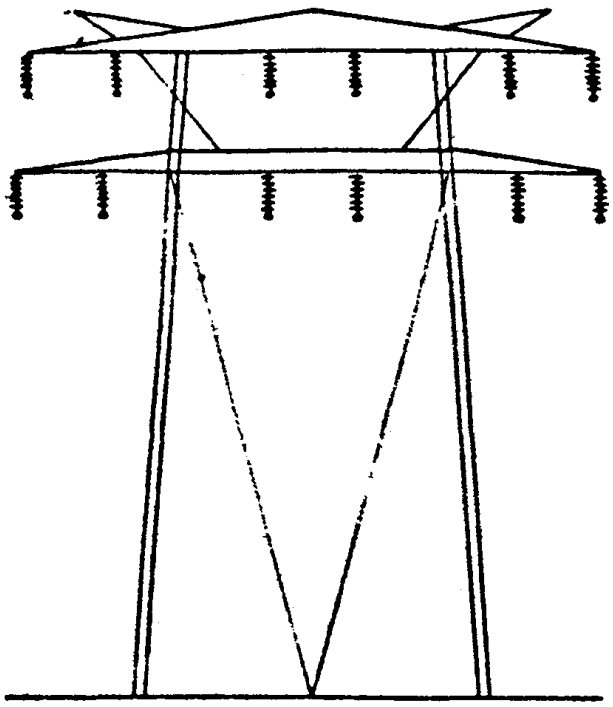
Воздушная линия электропередачи стоит таких расходов, так как она является весьма эффективным средством передачи электроэнергии.

В те времена, когда было модно подводить энергетические балансы и когда некоторые утверждали, что атомная электростанция может за 10 лет покрыть расход электроэнергии, которая потребовалась для ее строительства, констатировалось, что линия электропередачи 225кВ протяженностью 50км обычного типа пропускной способностью 300 МВ А, требует для своего строительства расхода электроэнергии около 10млн.квт. час и что она покрывает этот расход энергии всего за 1,5 суток работы при полной нагрузке. Этот результат заставляет задуматься.

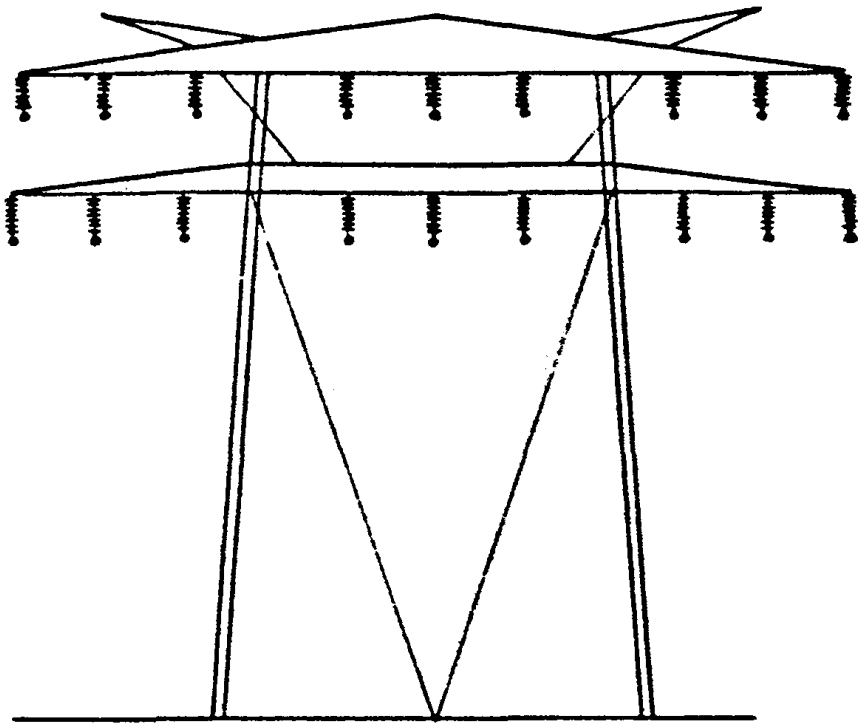
На рис. 27 представлены схемы трех-, четырех- и шестицепных опор 225кВ.

9755тм

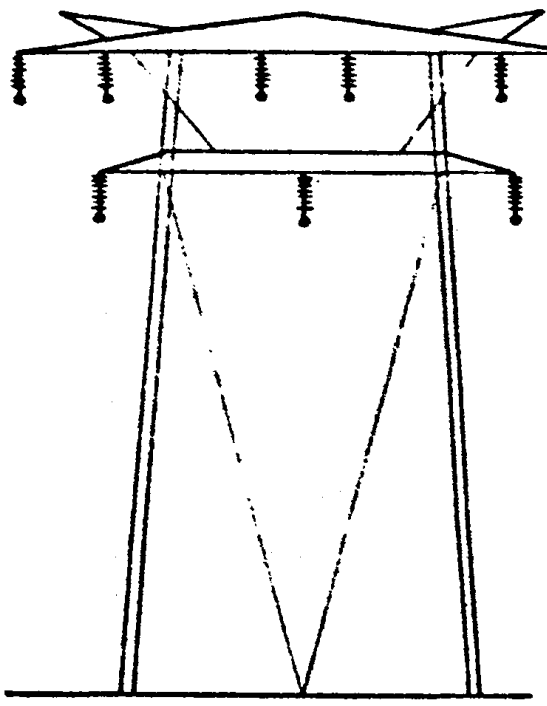
R 22 (4 x 225 kV)



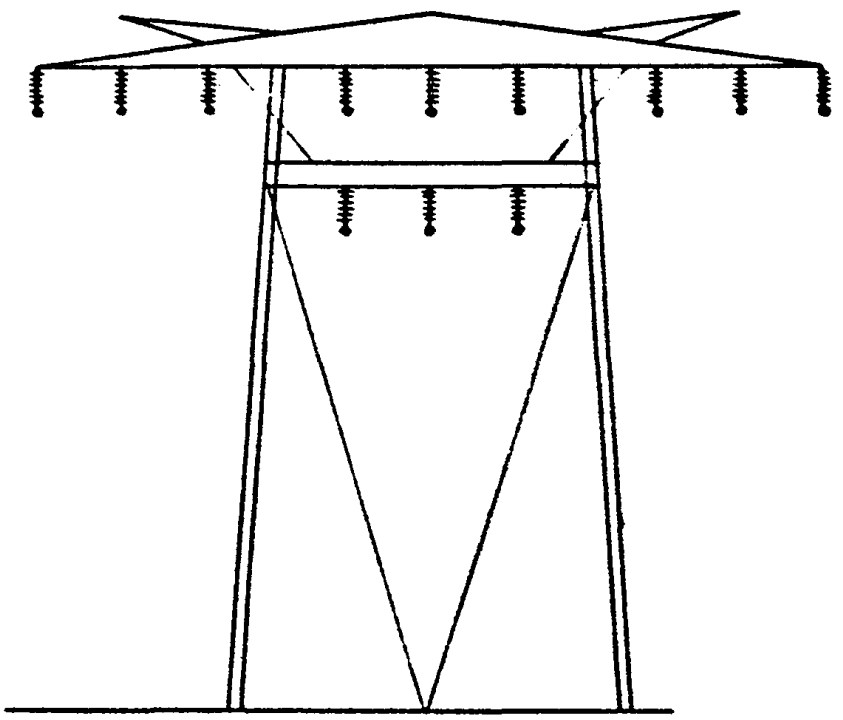
R 33 (6 x 225 kV)



R 21 (3 x 225 kV)



R 31 (6 x 225 kV)



R 12 (3 x 225 kV)

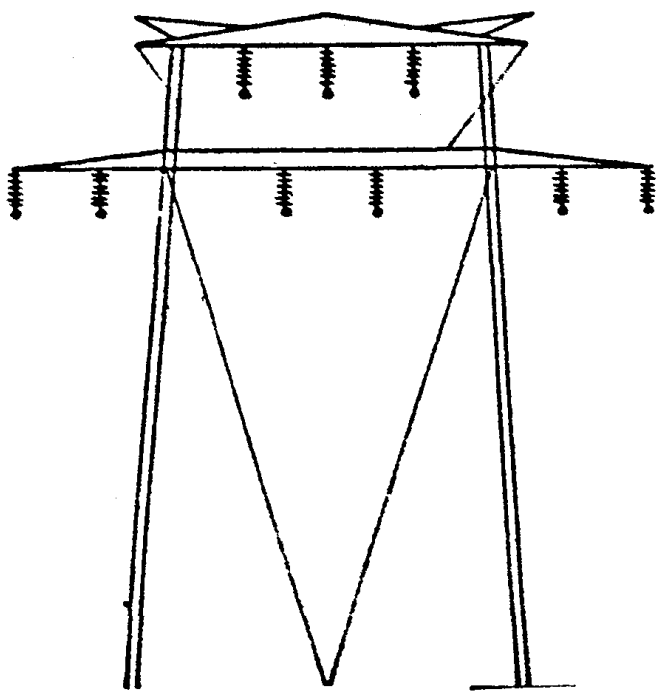


Рис. 27 Сосёты трёх-, четырёх-, и шестицепных опор 225 кВ типа „Родон" (Франция)

ПЕРСПЕКТИВЫ СООРУЖЕНИЯ ЛЭП 380КВ В НИДЕРЛАНДАХ

Hamel A.W. De hoogspanningslijnen van het Nederlandse 380kV-Koppelnet.

"Bull. Soc. roy. belge élec," 1972, 88, №3, 217-229.

Намечается три этапа сооружения сети 380кВ, которая предназначена для формирования объединенной энергосистемы Нидерландов. Натуральная мощность одной цепи составляет 525-545МВТ. Все ЛЭП 380кВ сооружаются на двухцепных и трехцепных металлических свободностоящих опорах. На двухцепных ЛЭП применяются опоры "дунайского типа", а на трехцепных - портальные опоры с тремя траверсами. Расщепленная фаза состоит из трех сталеалюминиевых проводов типа SEP 48/7. Сечение алюминиевой части провода 428,1мм^2, стального сердечника 37,4мм^2. Отношение сечения алюминия к стали 11,31. Для защиты от прямых разрядов молнии применяются проводящие сталеалюминиевые тросы. Поддерживающие У-образные гирлянды комплектуются из 26 изоляторов тарелочного типа, натяжные - сдвоенные из 34 элементов.

МНОГОЦЕПНЫЕ ЛЭП IIOКВ

Krawczyk Boleslaw, Mandecki Stanislaw. Wielotorowe linie napowietrzne 110 kV.

"Energetyka" (PRL), 1978, 32, №II, 437-440.

В связи с затруднениями при согласовании трасс в ряде зарубежных стран, особенно в США и ФРГ, применяются многоцепные ЛЭП. Институт Energoprojekt в Кракове (ПНР) разработал проект трех- и четырехцепных опор IIOкВ. Основными задачами являлись ограничение ширины полосы отчуждения ЛЭП при обеспечении высокой надежности и разработка безопасных способов ремонта под напряжением, стоимость не являлась решающим показателем. Опоры рассчитаны на подвеску проводов АС240 и 525. Трехцепная опора с вертикальным расположением проводов с высотой нижней траверсы I9м и общей высотой 39м имеет массу 4,2т, четырехцепная общей высотой 42,9м - 4,8т. При расположении проводов в три яруса с горизонтальным смещением трехцепная опора имеет массу 3,8т, четырехцепная - 4,2т. Были также рассмотрены опоры с расположением проводов в два яруса и опор с изолирующими траверсами . Для повышения надежности и облегчения ремонтов рекомендуется применение длинностержневых изоляторов. Для многоцепных ЛЭП необходимо разработать правила эксплуатации и ремонта под напряжением. По сравнению с четырьмя одноцепными ЛЭП IIOкВ экономия земли составляет 50-85%, экономия металлопроката I0-I6%.

Схема четырехцепной опоры IIOкВ представлена на рис. 28.

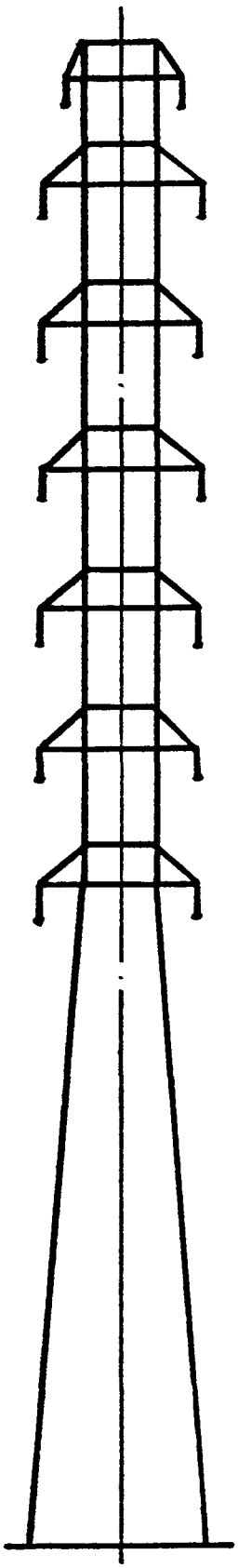


Рис. 28 Четырёхцепная опора 110кВ
(Польша)

ЗАТРУДНЕНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МНОГОЦЕПНЫХ ЛЭП

Popescu Anca, Cristescu Andrei, Neczulescu Dan S., Batra Fănică. Considerații privind implicațiile utilizării liniilor electrice aeriene multiple circuit.

"Energetica" (RSR), 1978, 26, №9, 300-311.

Для выявления целесообразности применения многоцепных опор ЛЭП были рассмотрены электрические параметры четырехцепных ЛЭП 4х400кВ, 2х400кВ + 2х220кВ, 2х400 + 2хIIOкВ, 2х220 + 2хIIOкВ и 4хIIOкВ. Проведены расчеты индуктивностей и ёмкостей ЛЭП, напряжений, наводимых в отключенной цепи при нормальном режиме работы остальных цепей и при КЗ в одной из работающих цепей.

Приводится также расчет влияний четырехцепных ЛЭП на линии связи, напряженностей на поверхности проводов и потерь на корону. Результаты расчетов показывают, что на многоцепных ЛЭП различных напряжений возникают затруднения в работе дистанционной защиты. Для ограничения потерь на корону на ЛЭП 4х400кВ необходима определенная последовательность фаз, исключающая возможность транспозиции. При длине I50км работа однофазного АПВ становится ненадежной. Поэтому нельзя рекомендовать строительство многоцепных ЛЭП 400кВ длиной 50-I00км. Строительство ЛЭП 2х400 + 2хIIOкВ не рекомендуется с учетом влияния цепей друг на друга.

РАЦИОНАЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ОПОР ЛЭП

Bojsa Miroslav. Efektivne riešenie stožiarov dialkových elektrických vedení.

" Inžinierske stavby ", 1976, 24, №4, 190-194.

Непрерывный рост потребления электроэнергии приводит к повышению напряжений ЛЭП, к увеличению сечений проводов и количеству цепей. С учетом недостатка земли желательно, чтобы ширина полосы отчуждения ЛЭП была возможно меньше и чтобы для новых ЛЭП использовались трассы существующих ЛЭП более низкого напряжения. Эти факторы приводят к применению высоких одностоечных опор с возможно меньшим расстоянием между крайними фазами, чему способствует использование У-образных гирлянд и изолирующих траверс.

Разработаны конструкции четырехцепных портальных опор с тремя траверсами для подвески трех цепей 110кВ (на нижних двух траверсах) и одной цепи 400кВ (на верхней траверсе) (см. рис. 29).

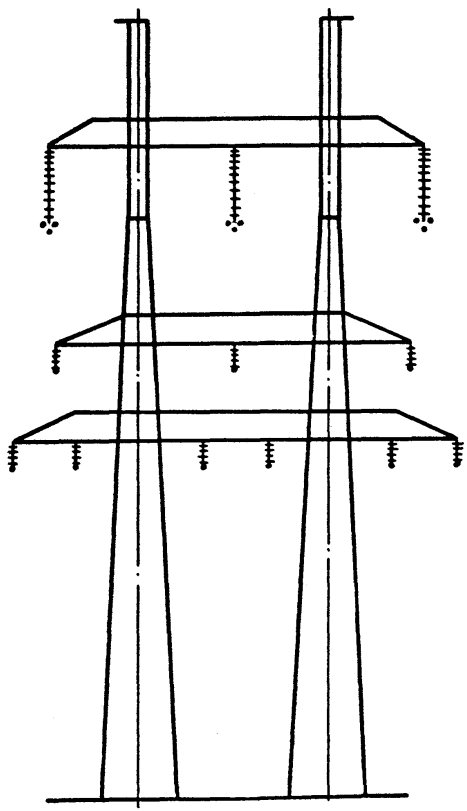


Рис. 29 Схема четырехцепной опоры ВЛ – 3×110 кВ + 400 кВ (УССР)

МЕТАЛЛИЧЕСКАЯ ЧЕТЫРЕХЦЕПНАЯ АНКЕРНАЯ ОПОРА 66кВ ФИДЕРНЫХ ПОДСТАНЦИЙ ЛИНИИ ДОГО

"Journal of the Society of Steel Constructions JSSC", 11, №111, 1975.

В связи с подведением электроэнергии в район Дого, известный своими теплыми источниками, возникла необходимость в сооружении подстанции. При подводе ЛЭП к храму Дзёяма использовали обычные опоры, а уже от Дзёяма до подстанции из города тянули подземный кабель. Для места подключения был выбран участок на территории храма площадью 297м^2. Поскольку вблизи этого места расположен городской парк, то при проектировании конструкции пришлось решить некоторые эстетические проблемы, в частности, пришлось выбрать оптимальные форму и цвет опоры, соответствующие местному ландшафту, а также усовершенствовать ее технические характеристики.

Вес опоры 9т. Стойки опоры коробчатого сечения. Вся опора покрыта цинковым гальванопокрытием, стыкующиеся элементы опоры соединены с внутренней стороны стяжными болтами.

При сборке опоры сварка деталей с гальванопокрытием не применялась С наружной стороны опора не имеет швов, что придает ей эстетичный вид, при этом хлорвиниловый кабель подвешивается на внутренней части опоры и абсолютно не виден снаружи.

Стойки опоры окрашены в кремовый цвет, а траверсы в коричневый. Схема опоры представлена на рис. 30 .

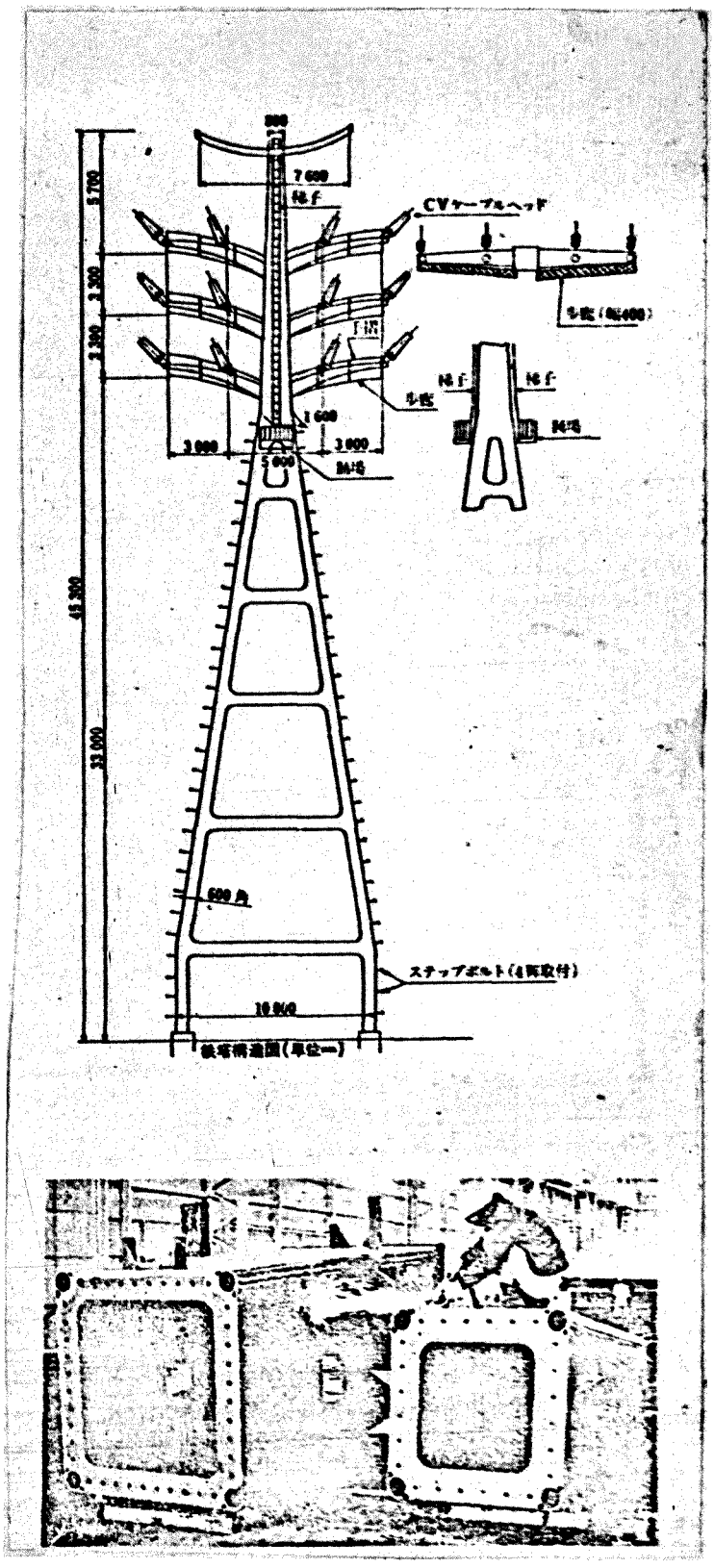


Рис. 30 Схема четырёхцепной опоры 66 кВ (Япония)

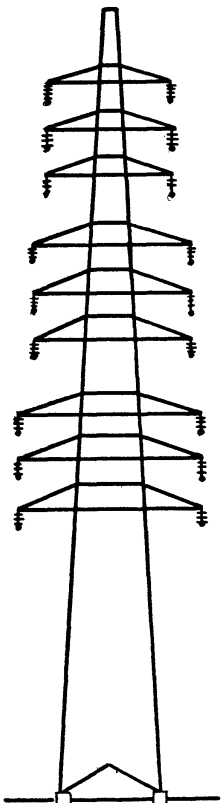


Рис. 31 Схема шестицепной опоры ВЛ 500 кВ (Япония)

"JSSC", 1975, 11, N120.3.

ТРЕХЦЕПНАЯ АНКЕРНАЯ ОПОРА ВЛ 500КВ (СССР)

Для выхода линий электропередачи напряжением 500кВ от здания Саяно-Шушенской ГЭС к ОРУ 500кВ Северозападным отделением института "Энергосетьпроект" разработана анкерная трехцепная опора (см. рис.32).

Общая высота опоры - 93м, расстояние от земли до нижней траверсы 58м, общая масса опоры - 227т.

Опора запроектирована башенного типа решетчатой конструкции. Ствол опоры изготавливается из стальных бесшовных горячекатанных труб, траверсы - из стальных равнобоких уголков. Опора рассчитана на подвеску трех цепей ВЛ. Каждая фаза состоит из трех проводов марки АС400/51. На верхней траверсе подвешиваются два грозозащитных троса марки АС70/7

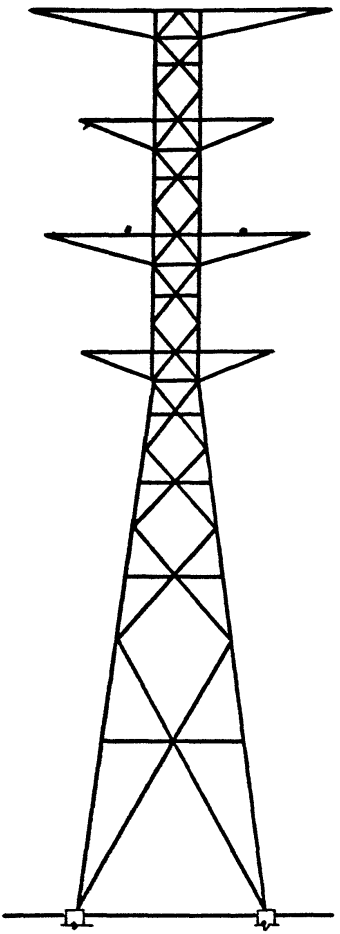


Рис. 32 Схема анкерной трехцепной опоры ВЛ 500 кВ Саяно-Шушенской ГЭС (СССР)

ОПОРА ДЛЯ ВЛ С НЕСКОЛЬКИМИ ВЫСОКОВОЛЬТНЫМИ ПОДВЕСНЫМИ СИСТЕМАМИ НА ПЛАСТМАССОВЫХ ТРАВЕРСАХ

Заявка ФРГ №I224801, кл. 2IcI2 (H02g). Дата заявки I9.06.63. Дата публикации I5.09.66. Заявитель Licentia Patent-Verwaltungs G.m.b.H, Frankfurt.

Опора для ВЛ отличается тем, что известным образом выполнена в виде арки Н-образной формы. Подвесные системы, проложенные в горизонтальных плоскостях, расположены внутри Н-образной опоры, а системы, проложенные в вертикальных плоскостях, установлены на внешних, почти вертикальных оттяжках. (см. рис. 33)

Fig.1

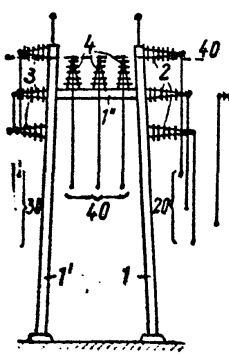


Fig.2

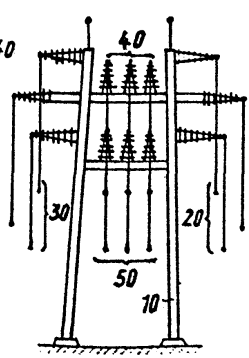


Fig.3

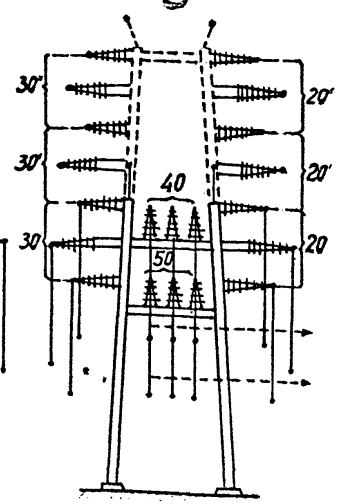


Рис. 33 Схемы многоцепных опор к заявке ФРГ N 1224801

МНОГОЦЕПНАЯ ВОЗДУШНАЯ ЛИНИЯ

Заявка ФРГ №2538711, кл. H02G7/20. Дата заявки 30.08.75. Дата публикации 10.03.77. Заявитель Brown Boveri & Cie A.G. Изобретатель Mors Heinz.

Предлагается многоцепная ЛЭП с изолирующими траверсами. На прямых участках трассы устанавливаются поочередно два типа опор: опоры, расположенные по оси трассы и оборудованные траверсами по обеим сторонам, и опоры, расположенные по краям полосы отчуждения и снабженные траверсами, направленными внутрь полосы отчуждения. Таким образом, на центральных опорах подвешены все (например, две) цепи ЛЭП, а на других - половина (например, одна) цепей. На опорах обоих типов провода расположены один под другим в одной вертикальной плоскости (на центральных опорах - с обеих сторон). Защитные тросы размещены по два на центральных опорах и по одному - на крайних опорах. На поворотах трассы используются только опоры, размещенные по краям полосы отчуждения, причем в этом случае траверсы направлены только к центру (по радиусам) кривизны трассы. (см. рис. 34 и 35)

9755TM

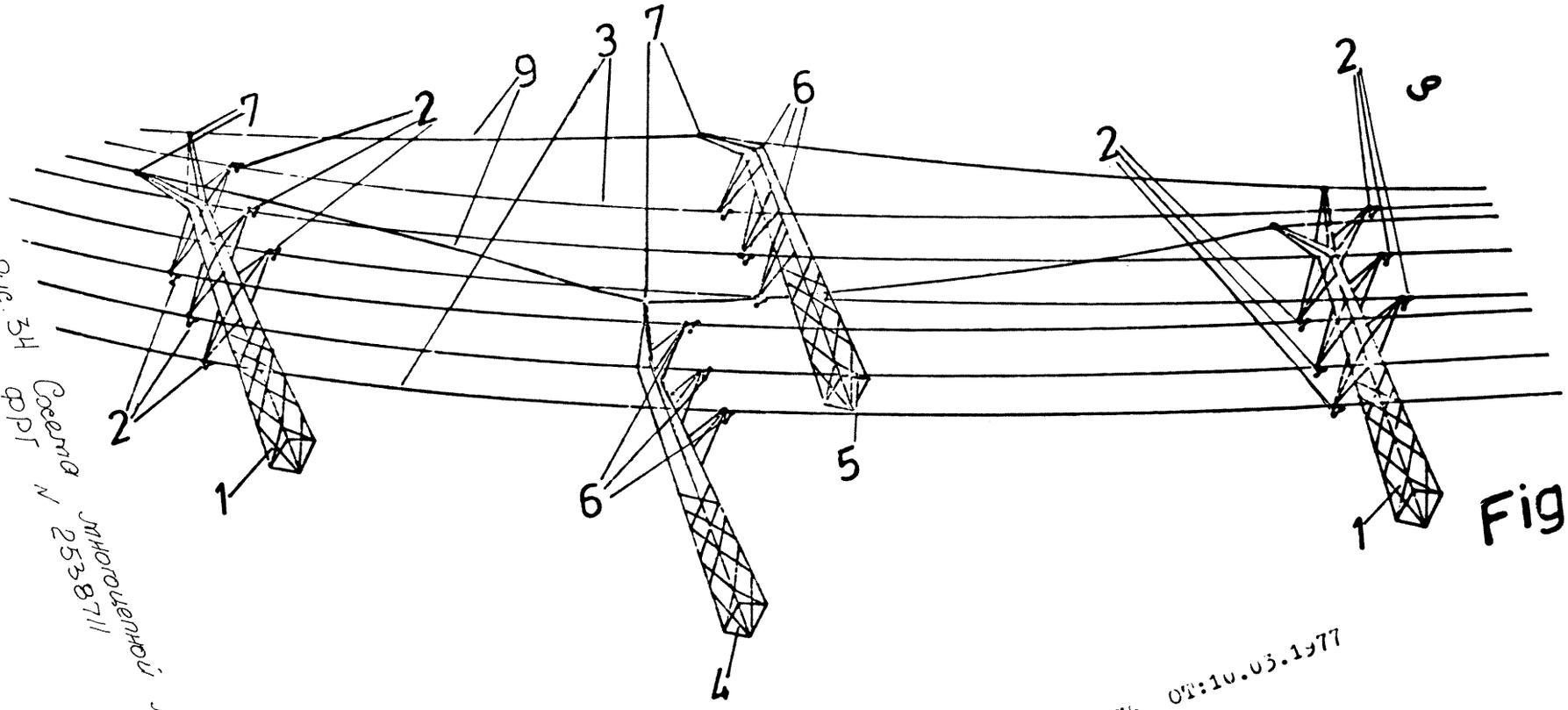


Fig1

Рис. 34 Сосета многоцепной линии к заявке ФРГ N 2538711

H02G 7-20 AT:30.08.1975 OT:10.03.1977

61.

2538711 62.

9755 тм

8

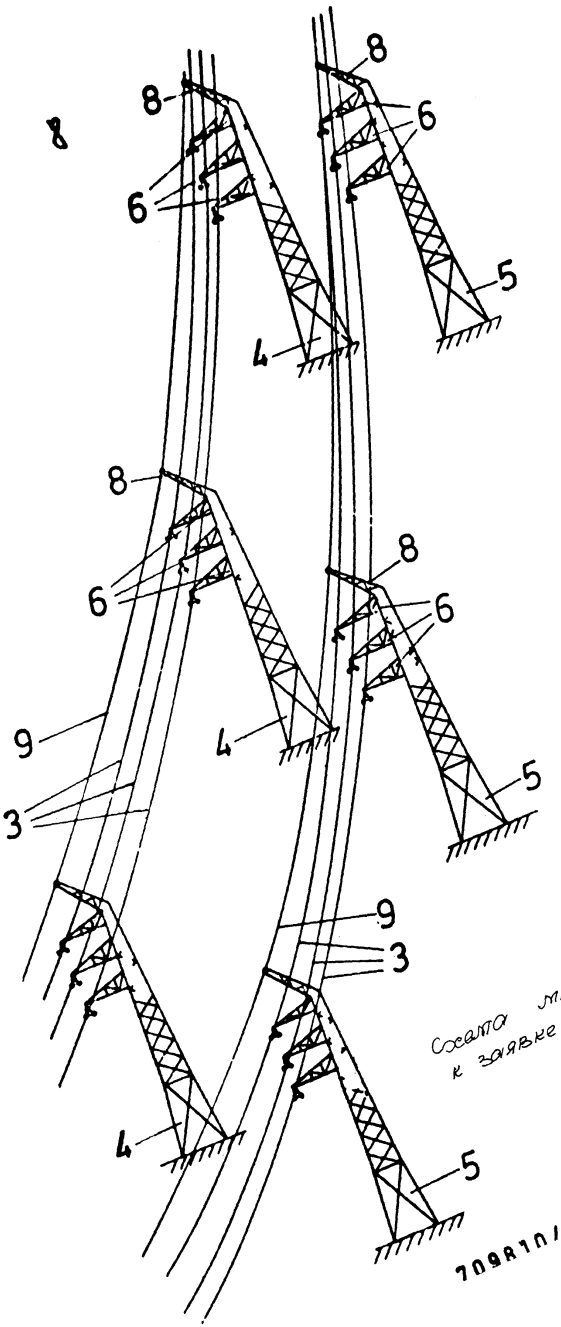


Рис.35
Схема многоцепной линии
к заявке ФРГ N 2538711

Fig 2

709810/0136

ОПОРА ДЛЯ ЛЭП

Заявка Франции №II9I949, кл.H02g. Дата заявки 26.02.58. Дата публикации 22.I0.59. Заявитель *Le Massif Central Électrique (Masca) et MM.*

Опора для ЛЭП отличается тем, что содержит полый столб, траверса которого установлена на каретке, перемещающейся по пути, образованному телом столба, и подсоединенной с помощью кабеля, проходящего через один либо два блока, установленных на верху столба, к противовесу, установленному таким образом, что, если вес траверсы и линии превосходит вес противовеса, то траверса спускается по столбу, при этом уменьшается плечо рычага по отношению к земле и уменьшается опасность разрыва (см. рис. 36).

N° 1.191.949

Société Anon
Le Massif Central Électrique M .ce

Fig. 1

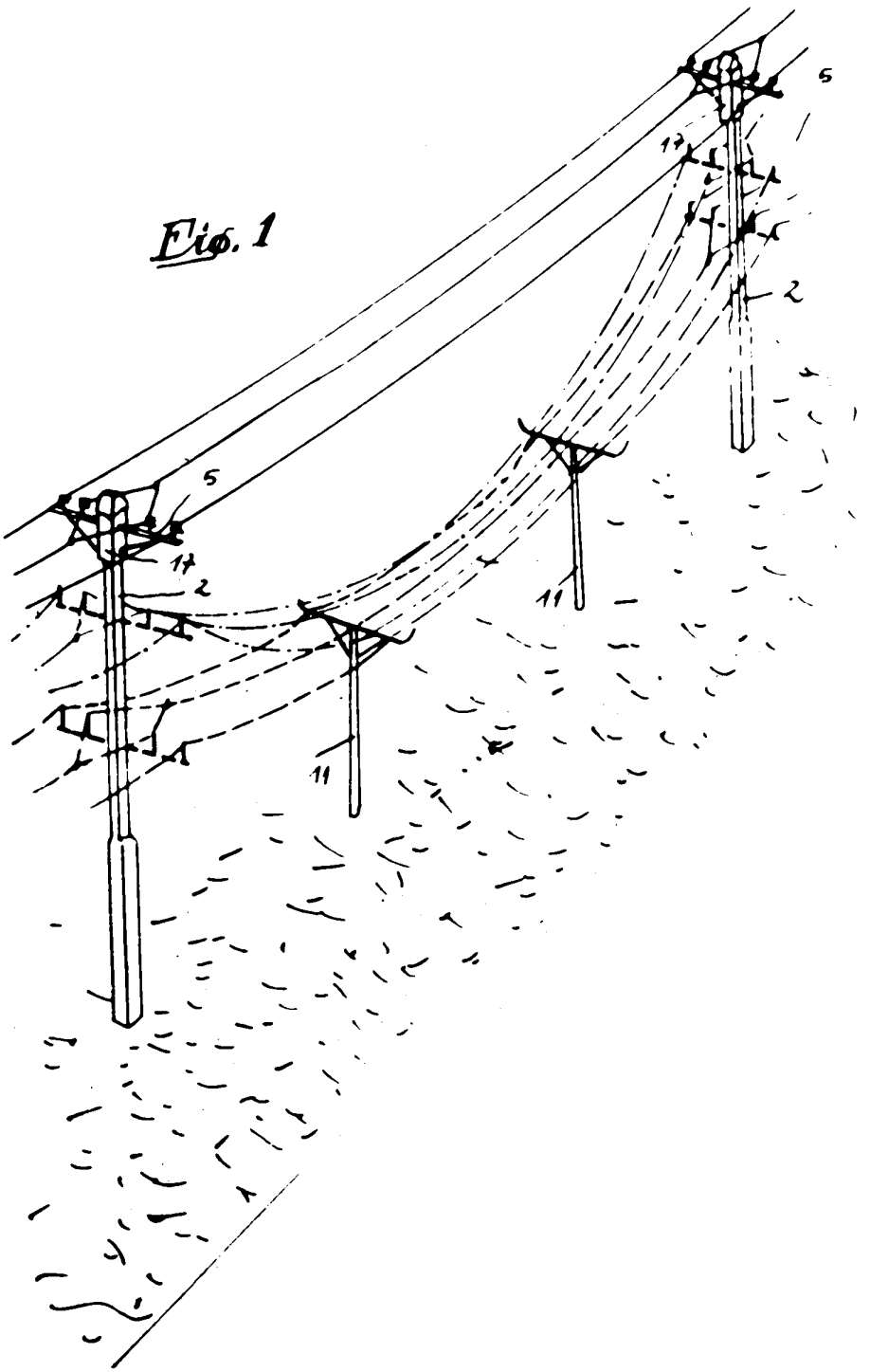


Рис. 36 Схема ЛЭП к заявке Франции N 1191949

Союз Советских Социалистических Республик

Государственный комитет Совета Министров СССР по делам изобретений и открытий

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 530938

(61) Дополнительное к авт. свид-ву –

(22) Заявлено 24.06.75 (21) 2147764/33

с присоединением заявки № –

(23) Приоритет –

(43) Опубликовано 05.10.76. Бюллетень №37

(45) Дата опубликования описания 21.02.77

(51) М. Кл.² Е 04 Н 12/00

(53) УДК 621.315.66 (088.8)

(72) Автор изобретения Д. Е. Виноградов

(71) Заявитель Северо-Западное отделение ордена Октябрьской Революции всесоюзного государственного проектно-изыскательского и научно-исследовательского института энергетических систем и электрических сетей "Энергосетьпроект"

(54) ОПОРА ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

1

Изобретение относится к области строительства, а именно к опорам для линий электропередачи высокого напряжения.

Известна многоцепная опора линии электропередачи для подвески, например, четырех цепей линии, включающая стойку с изоляторами, расположенными по ярусам [1].

Такая опора может быть применена на линиях только невысокого (6–10 кВт) напряжения.

Известна также многоцепная опора линии электропередачи высокого напряжения, содержащая две стойки, связанные между собой, и расположенные в несколько ярусов траверсы. Опора предназначена для подвески четырех цепей линии [2].

Эта опора требует повышенного расхода материалов, что ведет к увеличению стоимости сооружения линии электропередачи. Наиболее близкой к изобретению по технической сущности и достигаемому результату является опора линии электропередачи высокого напряжения, включающая установленную на фундаменты свободностоящую стойку башенного типа с траверсами, прикрепленными к ней по ярусам [3]. Эта опора предназначается для подвески одной или двух цепей линии электропередачи напряжением 110–330 кВт.

2

При необходимости прокладки в одном направлении более чем двух цепей линии электропередачи одного или нескольких напряжений приходится устанавливать второй или третий ряд подобных опор на самостоятельных фундаментах, что приводит к увеличению полосы земли, занимаемой линией электропередачи, которая в дальнейшем не может быть использована для строений, парков и т.п. Кроме того, это вызывает значительное удорожание линии электропередачи в целом.

Целью изобретения является обеспечение подвески на опоре дополнительных цепей линии электропередачи.

Указанная цель достигается тем, что опора снабжена Л–образными стойками, размещенными под углом к оси линии электропередачи с противоположных сторон свободностоящей стойки и закрепленными на общих с ней фундаментах, причем вершины Л–образных стоек связаны с вершиной свободностоящей стойки тягой, а на внешней стороне каждой Л–образной стойки смонтированы кронштейны, на внутренней стороне каждой Л–образной стойки могут быть смонтированы траверсы. На фиг. 1 схематически изображена опора, вид вдоль

направления линии электропередачи; на фиг. 2 – то же, вид в плане.

Опора линии электропередачи высокого напряжения, включающая установленную на фундаменты 1 свободностоящую стойку 2 башенного типа с траверсами 3, прикрепленными к ней по пруссам, снабжена Л–образными стойками 4, размещенными под углом к оси линии электропередачи с противоположных сторон свободностоящей стойки 2 и закрепленными на общих с ней фундаментах 1, причем вершины 5 Л–образных стоек 4 связаны с вершиной 6 свободностоящей стойки 2 тягой 7, а на внешней стороне каждой Л–образной стойки 4 смонтированы кронштейны 8.

На внутренней стороне каждой Л–образной стойки 4 могут быть смонтированы траверсы 9.

Указанные траверсы 9 могут быть продолжены к середину свободностоящей стойки 2 и соединены с ее траверсами 3, составляя таким образом три ряда сплошных горизонтальных траверс, как это показано на чертеже пунктиром. В этом случае достигается большая жесткость конструкции опоры с возможностью подвески шести цепей линии электропередачи высокого напряжения.

Во всех описанных выше вариантах исполнения предлагаемая конструкция опоры предназначена для использования в качестве промежуточной опоры линии. Однако при выборе соответствующего сечения уголков стоек и применении натяжных гирлянд изоляторов предлагаемая опора может применяться и в качестве анкерной или анкерно-угловой опоры линии электропередачи 110–330 кВт или 6–35 кВт.

Предложенная опора предназначена преимущественно для применения на стесненных участках трасс, например при прокладке линии в населенной или застроенной местности, на подходах к подстанции и т.д. Конструкция опоры позволяет подвеску дополнительных цепей на действующую опору башенного типа при неизменном количестве фундаментов.

Кроме того, эта опора, позволяющая подвеску шести цепей линии электропередачи, способна заменить несколько одноцепных или двухцепных опор башенного типа и при сравнении с ними требует меньшего расхода металла, отличается простотой монтажа и эксплуатации.

Формула изобретения

1. Опора линии электропередачи высокого напряжения, включающая установленную на фундаменты свободностоящую стойку башенного типа с траверсами, прикрепленными к ней по пруссам, о т л и ч а ю щ а я с я тем, что, с целью обеспечения подвески на опоре дополнительных цепей линии электропередачи, она снабжена Л–образными стойками, размещенными под углом к оси линии электропередачи с противоположных сторон свободностоящей стойки и закрепленными на общих с ней фундаментах, причем вершины Л-образных стоек связаны с вершиной свободностоящей стойки тягой, а на внешней стороне каждой Л–образной стойки смонтированы кронштейны.

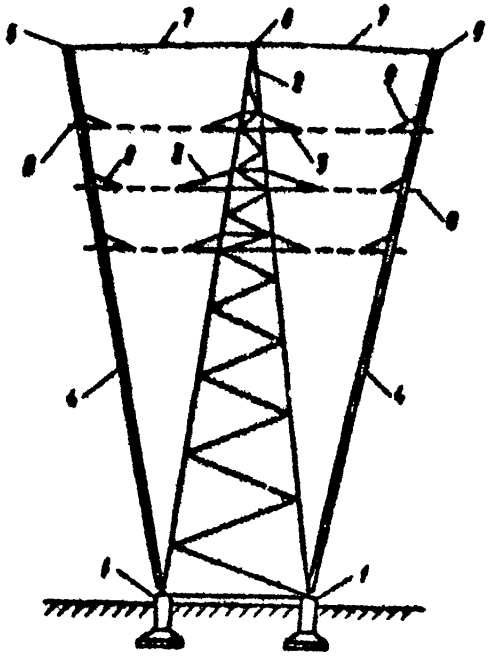
2. Опора по п.1, о т л и ч а ю щ а я с я тем, что на внутренней стороне каждой Л–образной стойки смонтированы траверсы.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе:

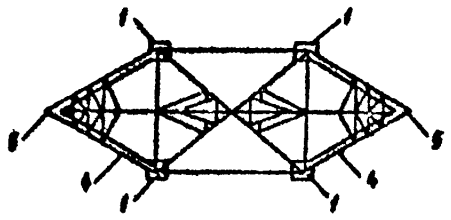
1. "Сборник паспортов и индивидуальных технических решений по линиям электропередачи", выпуск № 48 ин-т "Энергосетьпроект" М,1973 г.

2. Р. ж. "Электротехника и энергетика" 21 Е, "Электрические станции, сети и системы" № 3 М 1973 г. реферат 3Е85, стр 53.

3. Авт.св. СССР №231389 по кл. Е 04 h 12/00 от 18.01.67 г. (прототип).



Фиг.1



Фиг.2

Составитель Е. А. Самончик

Редактор Н. Ковчадзе Техред М. Ликович Корректор С. Волдахар

Заказ 5368/141 Тираж 882 Подписное

ЦНИИПИ Государственного комитета Совета Министров СССР
по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4

Союз Советских Социалистических Республик

Государственный комитет Совета Министров СССР по делам изобретений и открытий

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 545738

(61) Дополнительное к авт. свид-ву —

(22) Заявлено 24.06.75 (21) 2147763/33

с присоединением заявки № —

(23) Приоритет —

Опубликовано 05.02.77. Бюллетень № 5

Дата опубликования описания 03.03.77

(51) M. Кл.² E 04H 12/00

(53) УДК 621.315.66 (088.8)

(72) Авторы изобретения А. А. Зевин и Н. Б. Соловьев

(71) Заявитель Северо-Западное отделение ордена Октябрьской Революции Всесоюзного государственного проектно-изыскательского и научно-исследовательского института энергетических систем и электрических сетей «Энергосетьпроект»

(54) МНОГОЦЕПНАЯ ОПОРА ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

1

Изобретение относится к области строительства.

Известны металлические свободностоящие опоры башенного типа с узким стволом в верхней части и с широкобазной нижней секцией [1].

Эта опора требует относительного большого расхода металла, особенно в случае ее применения на линии электропередачи высокого или сверхвысокого напряжения.

Кроме того, такая опора устанавливается на тяжелые железобетонные фундаменты, которые также существенно увеличивают капитальные затраты при строительстве линий электропередачи.

Наиболее близким решением по технической сущности и достигаемому результату является многоцепная опора линий электропередачи, содержащая составную стойку с траверсами и оттяжками, шарнирно прикрепленную к фундаментам, состоящую из шарнирно соединенных верхней и нижней частей [2].

Основными недостатками известной опоры являются большая площадь занимаемой земли и громоздкость, большой расход материалов в вариантах многоцепного исполнения.

С целью уменьшения площади земли, занимаемой опорой, и облегчения ее конструкции, на верхней части стойки параллельно направлению линии электропередачи смонтированы

2

консоли, а нижняя часть стойки выполнена в виде двух Л-образных элементов, вершина каждого из которых соединена с консолью цилиндрическим шарниром, причем ветви каждого Л-образного элемента установлены на расположенных по оси, перпендикулярной направлению линии электропередачи, фундаментах, к которым прикреплены тяги или оттяжки, соединенные другими концами с нижним торцом верхней части стойки.

На верхней части стойки опоры могут быть предусмотрены дополнительные траверсы, размещенные по ярусам, а консоли для соединения с Л-образными элементами могут быть установлены в уровне нижней траверсы.

Верхняя часть стойки может быть также выполнена в виде рамы, образованной горизонтальными траверсами и вертикальными стволами, или в виде У-образной рамы.

На фиг. 1 изображен фасадный вид опоры; на фиг. 2 — то же, с верхней частью стойки в виде рамной конструкции из двух вертикальных стволов и горизонтальных траверс; на фиг. 3 — то же, с верхней частью стойки в виде У-образной рамы; на фиг. 4 — боковой вид всех модификаций.

Верхняя часть стойки 1 опоры (фиг. 1 и 4) с горизонтальными траверсами 2, 3 и 4, на которых подвешены цепи линии электропередачи, и с нижним торцом стойки 5 снабжена

двумя цилиндрическими шарнирами 6, которые закреплены на одной оси вдоль линии электропередачи на концах консольных балок 7, расположенных приблизительно на уровне нижней траверсы или ниже ее.

Длина консольных балок 7 определяется величиной крутящего момента. В частном случае, при незначительных величинах крутящего момента шарниры 6 могут быть закреплены и на фасадных гранях стойки 1 опоры.

Шарниры 6 опираются на два Л-образных элемента 8 и 9 нижней части стойки, каждый из которых установлен наклонно по отношению к верхней части стойки 1 и закреплен шарнирно или жестко на двух фундаментах 10—11 и 12—13.

Фундаменты 10—13 для крепления каждого из Л-образных элементов 8, 9 расположены на оси, перпендикулярной направлению линии электропередачи, и могут быть выполнены, например, в виде подножников с наклонными стойками.

Верхняя часть стойки 1 удерживается в рабочем положении оттяжками или жесткими тягами 14, воспринимающими как растягивающие так и сжимающие нагрузки.

Тяги или оттяжки 14 соединяют нижний торец 5 верхней части стойки 1 с фундаментами 10—13.

На фиг. 2 представлен вариант опоры при выполнении верхней части стойки в виде рамной конструкции 15, состоящей из двух вертикальных стволов 16 и 17 и двух горизонтальных траверс 18 и 19.

На фиг. 3 представлен вариант опоры, в котором верхняя часть стойки опоры выполнена в виде У-образной рамной конструкции 20, к которой прикреплены три горизонтальные траверсы 21, 22 и 23. Шарниры 6 закреплены в середине нижней траверсы 23.

В нормальном режиме работы опоры при ветровой нагрузке поперек оси линии электропередачи равнодействующая нагрузки на стойку приложена несколько выше цилиндрического шарнира 6. Работа верхней части стойки 1 опоры аналогична работе однопролетной балки с консолью и двумя точками опирания в цилиндрическом шарнире 6 и в нижнем торце стойки 5 с нагрузкой, приложенной к консоли, поэтому момент в стойке на уровне цилиндрического шарнира относительно невелик.

Нагрузка, приходящаяся на Л-образные элементы 8 и 9 через цилиндрический шарнир 6, воспринимается за счет осевых усилий в Л-образных элементах, выполненных из профилей небольших сечений, их вес невелик, а из-за малых сечений и их небольшой парусности ветровая нагрузка на конструкцию незначительна.

В аварийном режиме работы при обрыве провода или троса на опору воздействует изгибающий момент в вертикальной плоскости, проходящей по оси линии электропередачи, и крутящий момент в горизонтальной плоскости.

Изгибающий момент воспринимается при помощи включающихся в работу тяг (оттяжек) 11.

Крутящий момент воспринимается двумя горизонтальными противоположно направленными реактивными силами, возникающими в цилиндрических шарнирах 6.

В результате рационального восприятия нагрузок, предусмотренного схемой опоры, взаиморасположения элементов, предложенная многогранная опора по сравнению с известной занимает в 2—3 раза меньшую площадь, компактна и требует меньшего расхода материалов, т. е. значительно экономичнее.

Формула изобретения

1. Многогранная опора линии электропередачи, включающая составную стойку с траверсами и оттяжками, шарнирно прикрепленную к фундаментам, состоящую из шарнирно соединенных верхней и нижней частей, отличающаяся тем, что, с целью уменьшения площади, занимаемой опорой и облегчения конструкции, на верхней части стойки параллельно направлению линии электропередачи смонтированы консоли, а нижняя часть стойки выполнена в виде двух Л-образных элементов, вершина каждого из которых соединена с консолью цилиндрическим шарниром, причем ветви каждого Л-образного элемента установлены на расположенных по оси, перпендикулярной направлению линии электропередачи, фундаментах, к которым прикреплены тяги или оттяжки, соединенные другими концами с нижним торцом верхней части стойки.

2. Многогранная опора линии электропередачи по п. 1, отличающаяся тем, что на верхней части стойки смонтированы дополнительные траверсы, размещенные по ярусам, а консоли для соединения с Л-образными элементами установлены в уровне траверсы нижнего яруса.

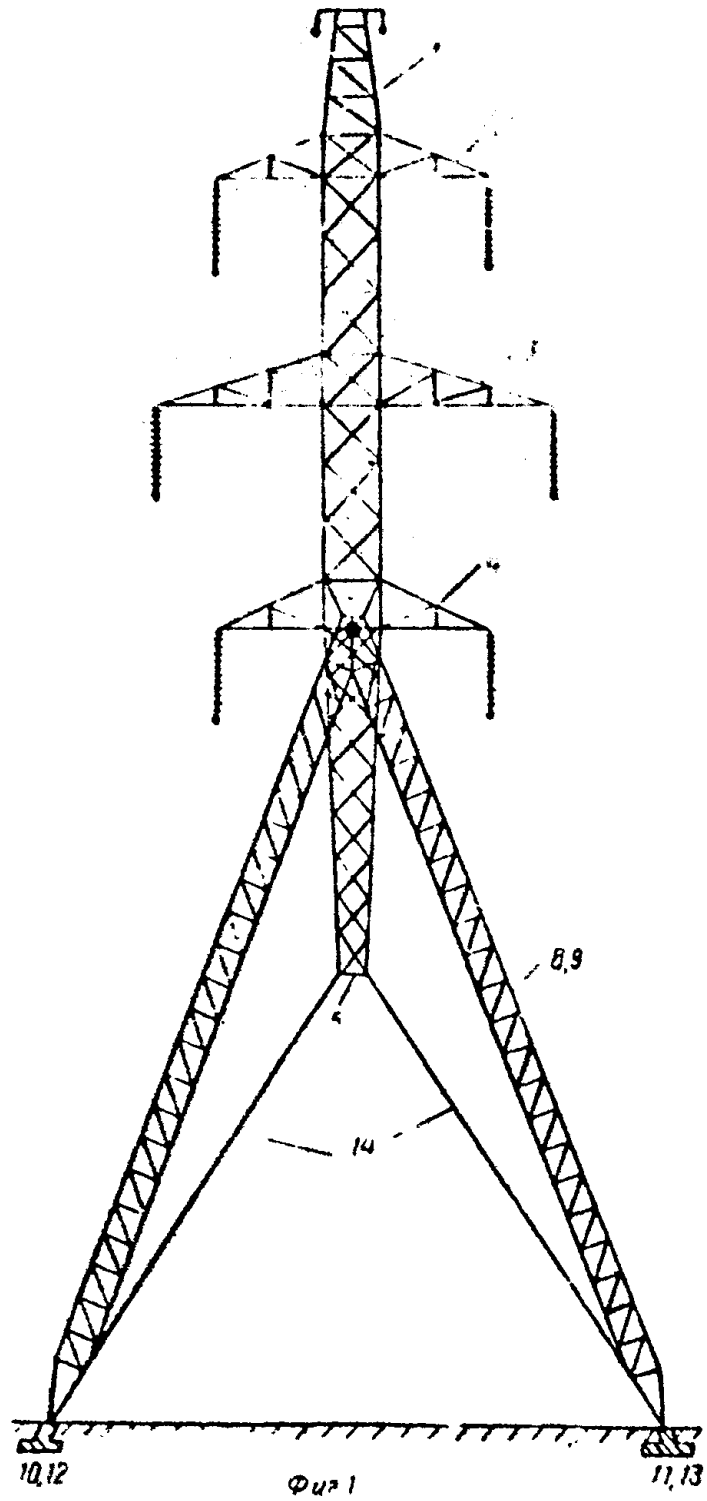
3. Многогранная опора линии электропередачи по пп. 1 и 2, отличающаяся тем, что верхняя часть стойки выполнена в виде рамы, образованной горизонтальными траверсами и вертикальными стволами.

4. Многогранная опора линии электропередачи по пп. 1 и 2, отличающаяся тем, что верхняя часть стойки выполнена в виде У-образной рамы.

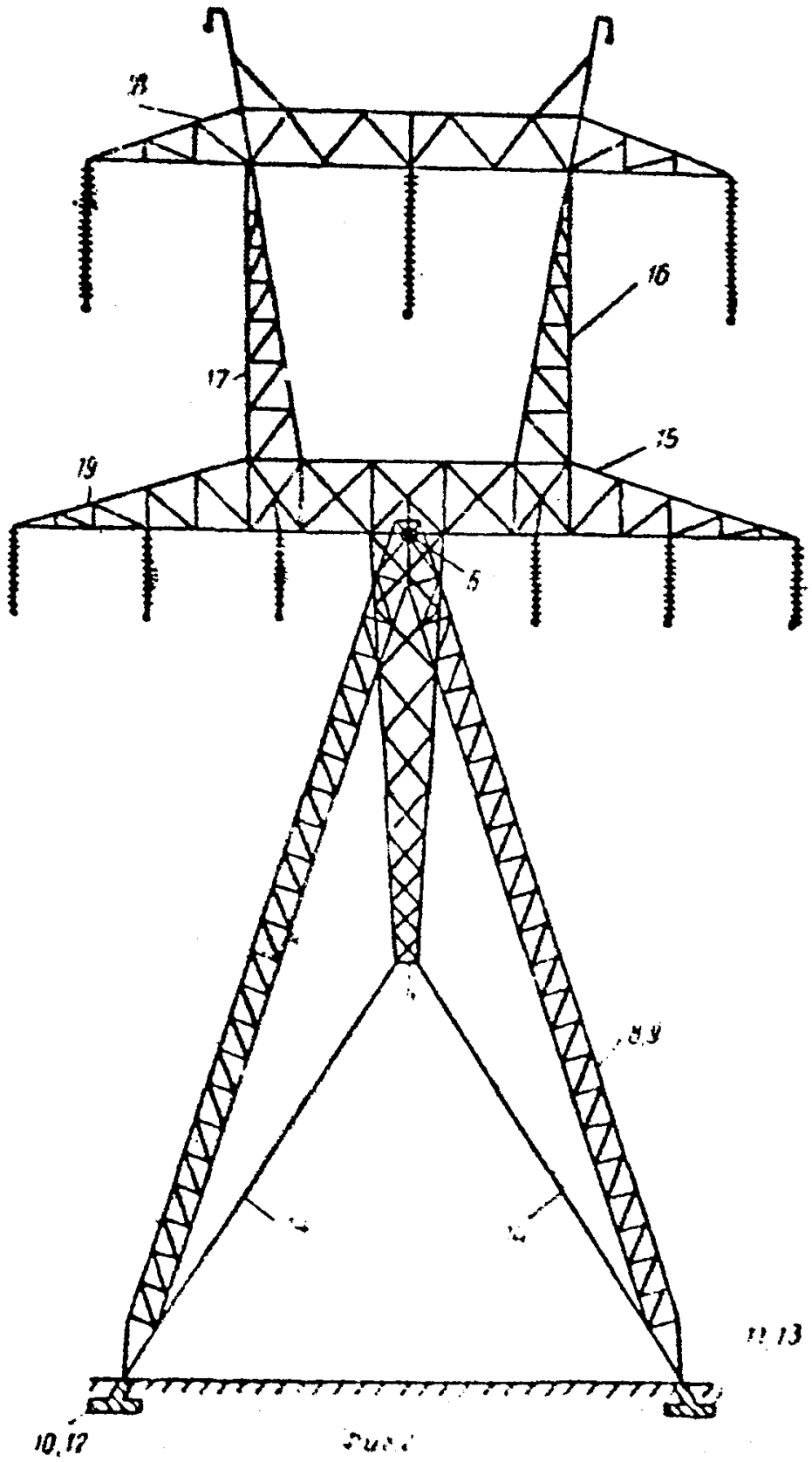
Источники информации, принятые во внимание при экспертизе:

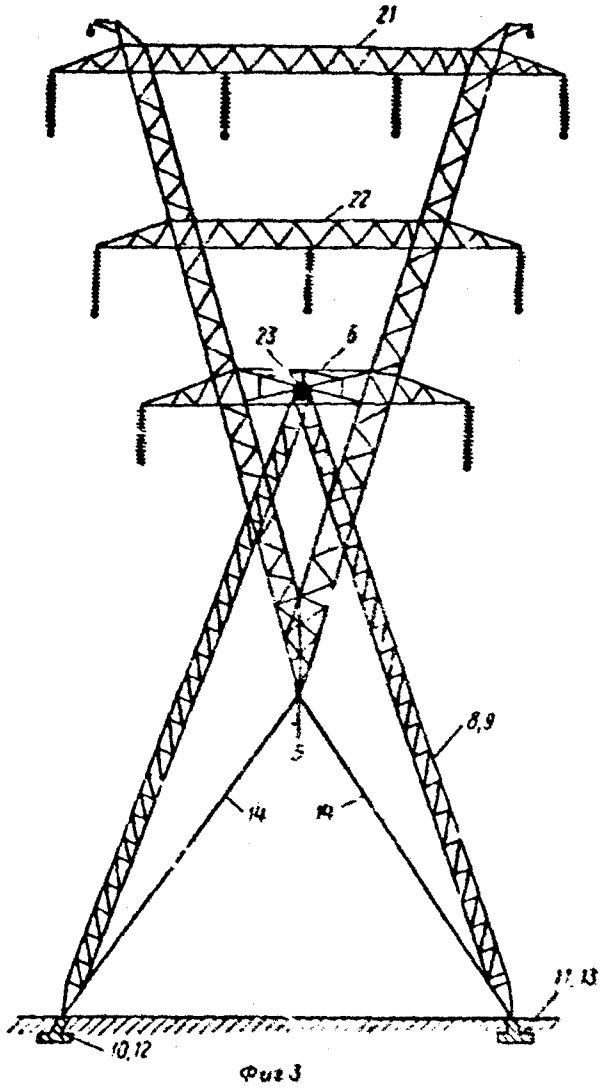
1. Крюков К. П., Новгородцев Б. П. Конструкции и механический расчет линий электропередачи. Л., Энергия, 1970 г., стр. 206—217, рис. 7—2, 7—25, 7—26.

2. Авторское свидетельство СССР № 365451 М. Кл.² Е 04Н 12/00, 1969 г.

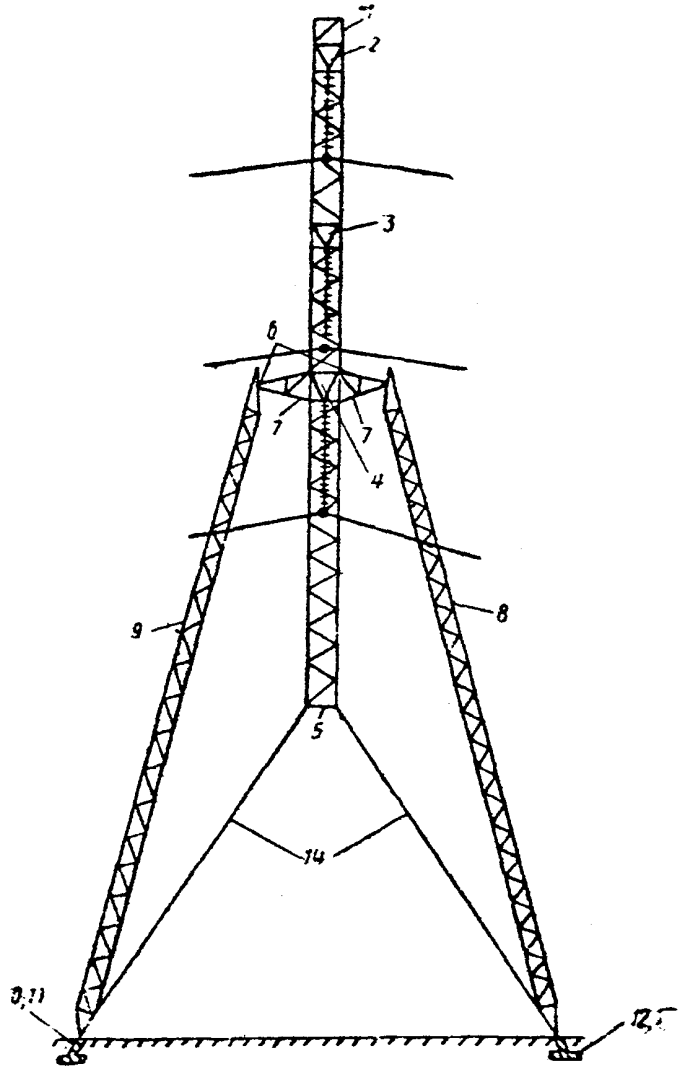


Фиг 1


18
16
17
15
19
5
9
11 13
10, 12



Фиг 3



Фиг 4

Составитель Е. Самончик

Редактор А. Попова Техред Л. Морозова Корректор Н. Аук

Заказ 2347/5 Изд. № 410 Тираж 909 Подписное
ЦНИИПИ Государственного комитета Совета Министров СССР
по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Типография, пр. Сапунова, 2

Взамен ранее изданного

Союз Советских Социалистических Республик

Государственный комитет СССР по делам изобретений и открытий

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ
К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 560051

(61) Дополнительное к авт. свид-ву —

(22) Заявлено 23.06.75 (21) 2147452/33

с присоединением заявки № —

(23) Приоритет —

(43) Опубликовано 30.05.77. Бюллетень № 20

(45) Дата опубликования описания 05.12.78

(51) М. Кл.² Е 04Н 12/00

(53) УДК 621.315.66 (088.8)

(72) Авторы изобретения К. П. Крюков, А. И. Курносов, С. А. Штин, Б. П. Новгородцев и А. Н. Филимонов

(71) Заявитель Северо-Западное отделение Ордена Октябрьской революции всесоюзного государственного проектно-изыскательского и научно-исследовательского института энергетических систем и электрических сетей «Энергосетьпроект»

(54) ОПОРА ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

1

Изобретение относится к опорам линии электропередачи высокого и сверхвысокого напряжения.

Известна опора линии электропередачи, включающая V-образную стойку и закрепленную на ней верхнюю траверсу с подвешенной к ней цепью проводов. Эта опора не рассчитана на подвеску к ней проводов нижней цепи линии электропередачи.

Наиболее близким техническим решением к изобретению является опора линии электропередачи, включающая V-образную стойку и закрепленные на ней верхнюю и нижние траверсы с подвешенными к ним цепями проводов. Однако указанная опора не позволяет сблизить по вертикали провода верхней и нижней цепей, а также она недостаточно экономична в случаях, когда напряжение верхней цепи линии значительно отличается от напряжения нижней цепи, вследствие чего нижняя траверса имеет излишнюю длину. Кроме того, опора не экономична для линии, на которой в нижнем уровне подвешены две цепи, по электрической схеме, позволяющей компенсировать электрическое поле верхней цепи линии сверхвысокого напряжения и обеспечить снижение напряженности электрического поля под линией, связывающее вредное экологическое влияние на людей.

2

Целью изобретения является снижение материалоемкости при использовании опоры на линиях электропередачи с большим различием в напряжениях проводов, подвешенных к верхней и нижним траверсам.

Это достигается тем, что опора снабжена дополнительными стойками с траверсами, каждая из которых установлена под крайними проводами верхней траверсы, причем траверсы дополнительных стоек расположены в одном уровне с нижними траверсами основной стойки.

Нижние траверсы могут быть выполнены из изоляционного материала. Кроме того, верхние части дополнительных стоек также могут быть выполнены из изоляционного материала.

На фиг. 1 схематически изображена опора с подвеской проводов двух цепей линий; на фиг. 2 — то же с подвеской одной цепи.

Две ветви V-образной стойки 1 и 2 поддерживают верхнюю горизонтальную траверсу 3, к которой на гирляндах изоляторов 4, 5, 6 подвешены провода 7 расщепленных фаз верхней линии, например,

сверхвысокого напряжения. Стойки 1 и 2 опоры опираются на фундамент 8.

Для подвески проводов линий электропередачи более низкого напряжения в нижнем ярусе под проводами 7 верхней линии опора снабжена дополнительными стойками 9 и 10 с траверсами. Каждая из дополнительных стоек установлена под крайними проводами 7, подвешечными к верхней траверсе.

На опоре в нижнем ярусе подвешены провода двух цепей линий с фазами 11, 12, 13 у одной цепи и с фазами 14, 15, 16 у другой цепи.

Провода фаз 11 и 14 подвешены на нижних траверсах 17 и 18, прикрепленных к основной стойке 1, 2.

Провода фаз 12, 13 и 15, 16 подвешены на траверсах дополнительных стоек 9 и 10 на одном уровне с нижними траверсами основной стойки. Дополнительные стойки могут быть свободно стоящими на фундаментах или установленными на шарнирах с системой оттяжек. Провода фаз 11 и 14 могут быть прикреплены и к горизонтальной траверсе 19. Провода фаз нижнего уровня могут крепиться как на гирляндах изоляторов, так и непосредственно к траверсам 19 и 20, которые при этом выполняются из изоляционного материала. Из изоляционного материала могут быть выполнены также и верхние части 21 дополнительных стоек.

Средние фазы верхней и нижней цепей линий могут быть приподняты.

Опора с подвеской на нижнем уровне двух цепей линий может быть использована, например, для осуществления электрической схемы, когда с целью уменьшения напряженности электрического поля под линией под каждой фазой верхней линии сверхвысокого напряжения подвешиваются две линии, которые имеют более низкое напряжение, чем верхняя линия, и фазы которых сдвинуты на 120 и 240 электрических градусов по отношению к соответствующей верхней фазе.

Опора может иметь одну цепь с фазами 11, 12, 13, которую подвешивают в нижнем уровне. Такую опору применяют, преимущественно, в случаях, когда напряжение верхней и нижней линии сильно различается, в этом случае траверсу 20 используют для обводки шлейфа.

Обводка может быть также установлена на шарнире и удерживаться известной системой расщепленных оттяжек 22, 23, 24, 25, прикрепленных к анкерам 26, 27.

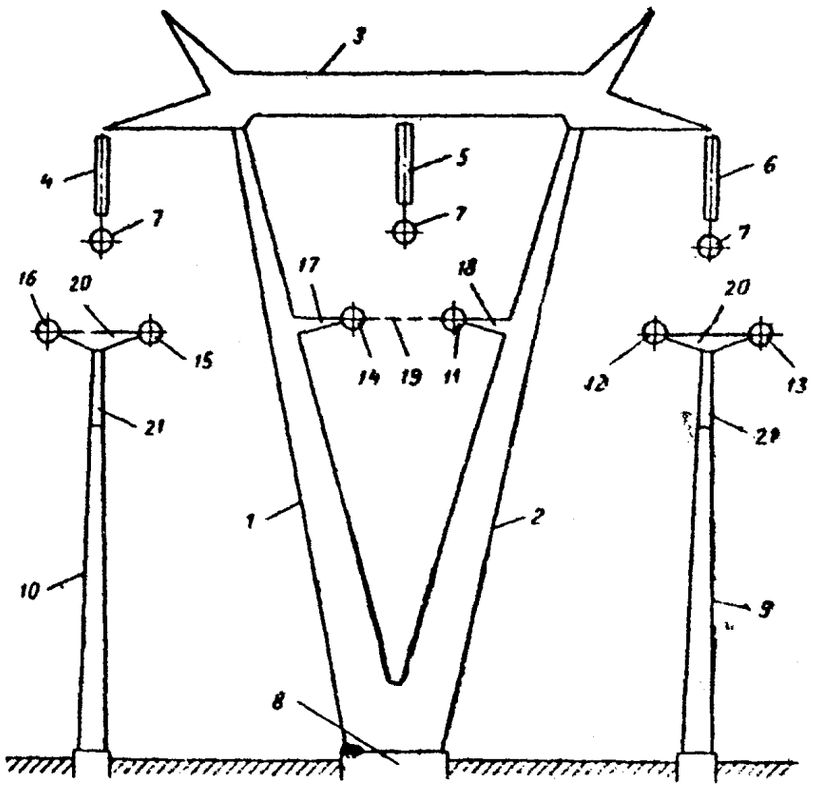
Опоры позволяют реализовать электрические схемы, уменьшающие напряженность электрического поля под линией и увеличивающие передаваемую по линиям мощность, уменьшить высоту опоры и обеспечить экономию материалов и затрат.

Формула изобретения

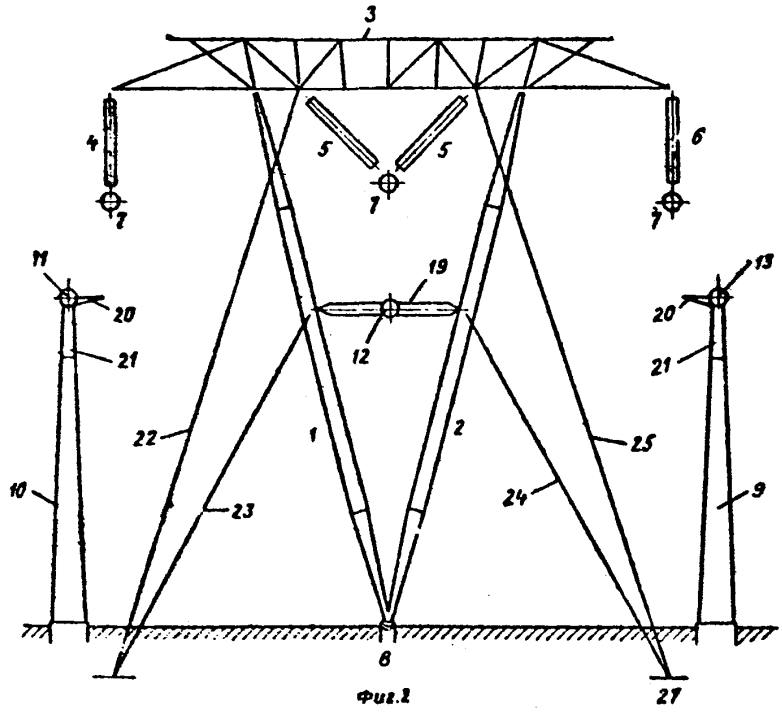
1. Опора линии электропередачи, включающая V-образную стойку и закрепленные на ней верхнюю и нижние траверсы с подвешенными к ним цепями проводов, отличающаяся тем, что, с целью снижения материалоемкости при использовании опоры на линиях электропередачи с большим различием в напряжениях проводов, подвешенных к верхней и к нижним траверсам, опора снабжена дополнительными стойками с траверсами, каждая из которых установлена под крайними проводами верхней траверсы, причем траверсы дополнительных стоек расположены в одном уровне с нижними траверсами основной стойки.

2. Опора по п. 1, отличающаяся тем, что нижние траверсы выполнены из изоляционного материала.

3. Опора по пп. 1-и 2, отличающаяся тем, что верхние части дополнительных стоек выполнены из изоляционного материала.



Фиг.1



Фиг.2

Составитель Н. Павлова

Редактор Т. Пилипенко Техред О. Тюрина Корректоры: Л. Орлова и Т. Добровольская

Заказ 2218/19 Изд. № 339 Тираж 822 Подписное
НПО Государственного комитета СССР по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Типография, пр. Сапунова, 2

Союз Советских Социалистических Республик

Государственный комитет Совета Министров СССР по делам изобретений и открытий

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ
К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 560052

(61) Дополнительное к авт. свид-ву —

(22) Заявлено 10.07.75 (21) 2153791/33

с присоединением заявки № —

(23) Приоритет —

Опубликовано 30.05.77. Бюллетень № 20

Дата опубликования описания 27.04.77

(51) М. Кл.² E 04H 12/00

(53) УДК 621.315.66 (088.8)

(72) Авторы изобретения: Д. Е. Виноградов и М. С. Тимошенко

(71) Заявитель: Северо-Западное отделение Ордена Октябрьской Революции всесоюзного государственного проектно-изыскательского и научно-исследовательского института энергетических систем и электрических сетей «Энергосетьпроект»

(54) ОПОРА ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

1

Изобретение относится к области строительства, а именно к опорам для линий электропередачи высокого напряжения.

Известна многоцепная опора линий электропередачи, например опора для подвески четырех цепей линии, содержащая стойку и ряд вертикально расположенных изоляторов. Такая опора может быть применена на линиях только невысокого (6—10 кВ) напряжения.

Известна также многоцепная опора линии электропередачи высокого напряжения, содержащая две стойки, связанные между собой, и расположенные в несколько рядов траверсы. Данная опора предназначена для подвески четырех цепей линии электропередачи напряжением не ниже 230 кВ и не экономична при более низких напряжениях. Она требует повышенного расхода материалов, что ведет к увеличению стоимости сооружения линии электропередачи.

Наиболее близким техническим решением к изобретению является опора линии электропередачи высокого напряжения, включающая среднюю часть и две крайние Л-образные стойки, установленные с противоположных сторон, размещенные под углом к оси линии электропередачи и закрепленные на общих со средней частью фундаментах, причем вершина средней части связана с вершинами Л-образных стоек тягой, на внешней стороне последних смонтированы кронштейны, а на внутренней — траверсы.

2

К недостаткам указанного решения относится то, что оно предполагает установку сначала опоры башенного типа, к которой затем прикрепляют две Л-образные стойки в случаях, когда требуется подвеска дополнительных цепей линии. Из-за наличия в опоре башенной конструкции, отличающейся сравнительной громоздкостью, общий расход материалов остается довольно большим, а при изготовлении, перевозке и монтаже опоры требуются мощные грузоподъемные машины и механизмы. Кроме того, в некоторых режимах работы опоры, снабженной Л-образными стойками, необходимо усиливать фундаменты, которые и без того тяжелые, поскольку они предназначены под башенную конструкцию.

Целью изобретения является упрощение конструкции опоры и уменьшение расхода материалов.

Это достигается тем, что средняя часть опоры выполнена в виде Л-образной стойки, установленной под углом к оси линии электропередачи и закрепленной на противоположных общих фундаментах крайних стоек, к вершине средней части прикреплены оттяжки, концы которых присоединены к другим противоположным фундаментам крайних стоек, а на

внешних сторонах средней части смонтированы траверсы.

Кроме того, внутри средней части могут быть смонтированы кронштейны.

На фиг. 1 схематически изображена опора вдоль направления линии электропередачи; на фиг. 2 — то же в плане.

В опоре линии электропередачи средняя часть выполнена в виде Л-образной стойки 1, которая установлена под некоторым углом, например 45°, к оси линии передачи. Стойка 1 закреплена на двух противоположных общих фундаментах 2 и 3, на каждом из которых установлен один из нижних концов крайних стоек 4 и 5.

Вершина 6 средней стойки 1 соединена с вершинами 7 и 8 крайних стоек 4 и 5 с помощью гибкой или жесткой тяги 9. Кроме того, для придания большей жесткости конструкции опоры к вершине 6 средней стойки 1 прикреплены оттяжки 10, концы которых присоединены к двум другим противоположным фундаментам 11 и 12, на которых закреплены вторые нижние концы крайних стоек 4 и 5.

Для подвески цепей линии электропередачи крайние стойки 4 и 5 снабжены траверсами 13 и кронштейнами 14, смонтированными соответственно на внутренних и внешних сторонах указанных стоек. На внешних сторонах средней Л-образной стойки 1 смонтированы траверсы 15. Внутри средней стойки 1 могут быть смонтированы кронштейны 16, последние могут быть соединены в одну общую траверсу.

В нормальном режиме работы линии электропередачи усилия в фундаментах компенсируются. В некоторых случаях может быть увеличена база опоры, т. е. расстояние между фундаментами, с целью уменьшения усилий на них.

Опора может быть выполнена из металлических, деревянных или железобетонных стоек

и может быть использована в качестве промежуточной, анкерной или угловой опоры линий электропередачи напряжением от 6 до 220 кВ.

Опору можно легко установить всю целиком или по частям по мере необходимости добавления цепей линии электропередачи. За счет применения элементов уменьшенного поперечного сечения и более простой геометрической формы упрощаются изготовление опоры, ее транспортировка и установка на пикете.

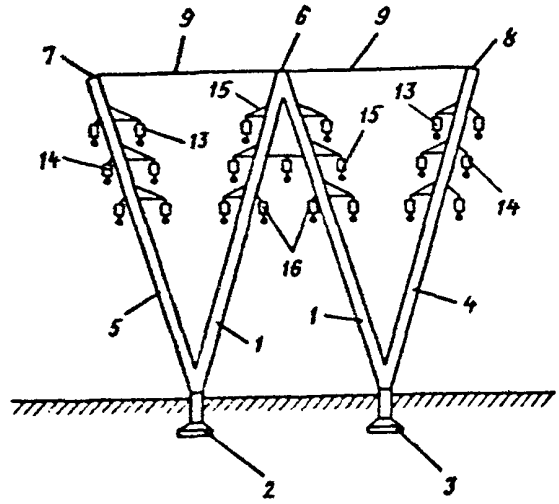
За счет выполнения средней части опоры в виде Л-образной стойки достигается уменьшение расхода материалов.

Формула изобретения

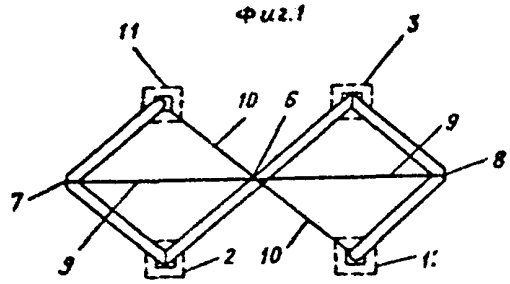
1. Опора линии электропередачи высокого напряжения, включающая среднюю часть и установленные с противоположных сторон Л-образные стойки, размещенные под углом к оси линии электропередачи и закрепленные на общих со средней частью фундаментах, причем вершина средней части связана с вершинами Л-образных стоек тягой, на внешней стороне последних смонтированы кронштейны, а на внутренней — траверсы, отличающаяся тем, что, с целью упрощения конструкции опоры и уменьшения расхода материалов, средняя часть опоры выполнена в виде Л-образной стойки, установленной под углом к оси линии электропередачи и закрепленной на противоположных общих фундаментах крайних стоек, к вершине средней части прикреплены оттяжки, концы которых присоединены к другим противоположным фундаментам крайних стоек, а на внешних сторонах средней части смонтированы траверсы.

2. Опора по п. 1, отличающаяся тем, что внутри средней части смонтированы кронштейны.

560052



Фиг.1



Фиг.2

Составитель Б. Смирнов

Редактор Т. Пилипенко Техред О. Тюрина Корректор Е. Жаворонкова

Заказ 1377/17 Изд. № 468 Тираж 881 Подписное
ЦНИИПИ Государственного комитета Совета Министров СССР
по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Типография, пр. Сапунова, 2

Союз Советских Социалистических Республик

Государственный комитет Совета Министров СССР по делам изобретений и открытий

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 620574

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 050476 (21) 2343193/29-33

с присоединением заявки № -

(51) М. Кл.[2] Е 04 Н 12/08

(23) Приоритет-

(43) Опубликовано 250878. Бюллетень № 31

(53) УДК 621.315.66

(45) Дата опубликования описания 130778

(72) Автор изобретения В.Т.Лященко

(71) Заявитель

(54) ОПОРА ЛЭП

1

Изобретение относится к области строительства и предназначено для возведения опор линий электропередачи высокого напряжения для подвески цепей проводов разного напряжения.

Известна опора ЛЭП, включающая стойки с траверсами, раскрепленные оттяжками и опертая на фундамент [1].

Недостатком этой опоры является возможность подвески одной или двух цепей и отсутствие свободного доступа при эксплуатационном обслуживании.

Цель изобретения - обеспечение подвески на опоре нескольких цепей разного напряжения при обеспечении доступа к каждой из них без выключения остальных.

Это достигается тем, что в опоре ЛЭП, включающей стойки с траверсами, раскрепленные оттяжками и опертые на фундаменты, стойки выполнены V - образной и Λ - образной формы, оперты на фундаменты, расположенные по углам треугольника, наклонены навстречу друг другу и скреплены между собой посредством горизонтального ригеля, на концы которого оперт Λ -образный несущий элемент с закрепленными на его ветвях дополнительными траверсами с выступающими за грани опоры консолями.

2

На чертеже схематически показана опора ЛЭП на 4-8 цепей.

Опора ЛЭП включает фундаменты 1, стойки 2 V -образной формы и стойки 3 Λ -образной формы, оттяжки 4, связи 5, ригель 6, траверсы 7, Λ - образный несущий элемент 8 и дополнительные траверсы 9.

Совмещение стоек разных форм, скрепление их ригелем и дополнительная установка несущего элемента дает возможность установки увеличенного количества траверс по ярусам, создает шатровое расположение проводов с возможностью доступа к проводам вышки, оборудованной наклонной стрелой, при установке вышки по оси или снаружи опоры. Применение оттяжек и стяжек, при установке опоры на три фундамента по углам треугольника, при совмещении стоек создают сложную рамную конструкцию, достаточно надежную для преодоления парусности и разворота, имеющую минимально семь точек крепления. Стойки и детали опор могут быть выполнены из сборного железобетона, дерева, металла, а траверсы жесткими или

частично гибкими и из непроводящего материала. Ремонт цепи выполняется без выключения остальных.

Уменьшение горизонтальных нагрузок и перераспределение усилий обеспечивают оттяжки и связи. Применение траверс снаружи и внутри стоек и их комбинация дает возможность увеличения количества цепей и создания свободного промежутка между проводами по середине.

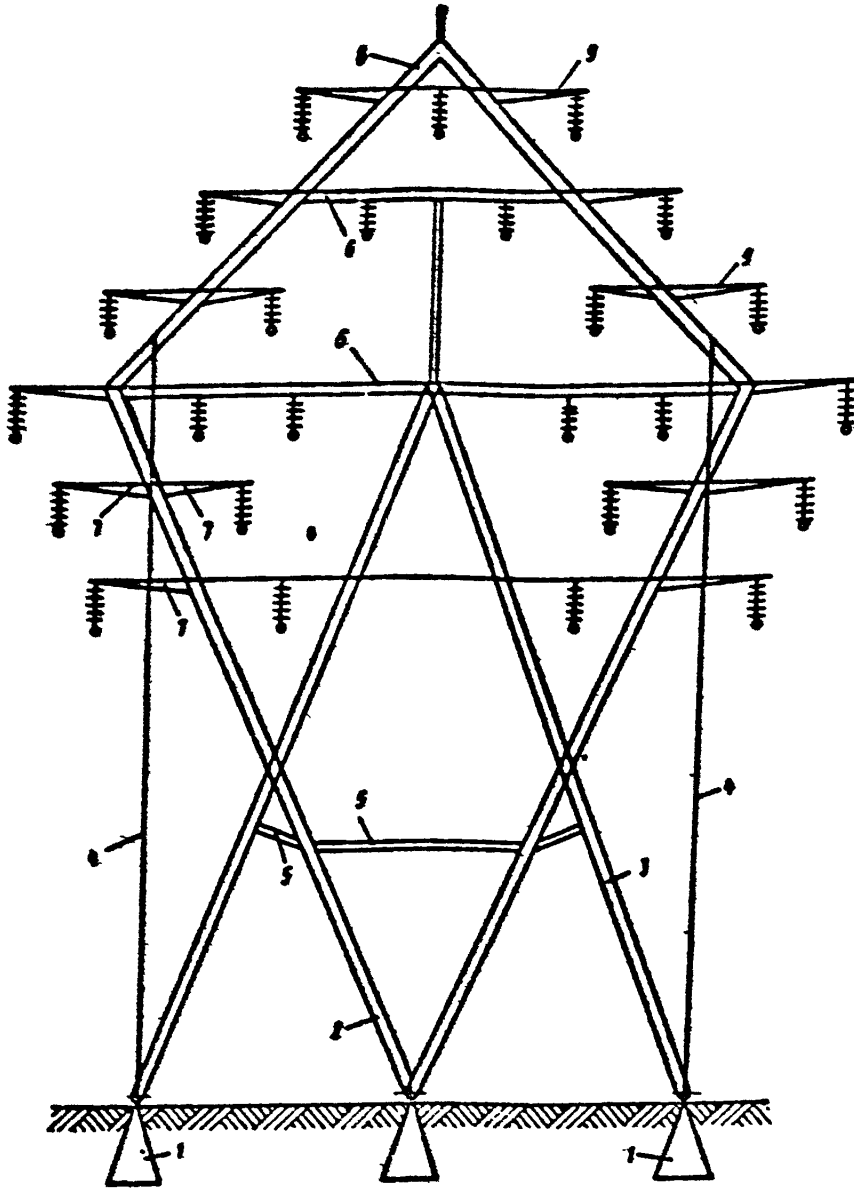
Динамические нагрузки от ветра при большом числе цепей повышаются; для их восприятия предусмотрены оттяжки, раскрепление стоек на фундаментах по углам треугольника и взаимное наклонение стоек. В то же время опора со многими цепями по нагрузкам при обрыве проводов является более устойчивой.

Формула изобретения

Опора ЛЭП, включающая стойки с траверсами, раскрепленные оттяжками и опертые на фундаменты, о т л и ч а ю щ а я с я тем, что, с целью обеспечения подвески на опоре нескольких цепей разного напряжения при обеспечении доступа к каждой из них без выключения остальных, стойки опоры выполнены V -образной и Λ -образной формы, оперты на фундаменты, расположенные по углам треугольника, наклонены навстречу друг другу и скреплены между собой посредством горизонтального ригеля, на концы которого оперт Λ -образный несущий элемент с закрепленными на его ветвях дополнительными траверсами с выступающими за грани опоры консолями.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе:

1. Кончков К.П., "Конструкция и расчет опор ЛЭП", М., 1964, с.87.



Составитель В.Хлебцов
Редактор А.Морозова Техред Н.Бабурка Корректор А.Гриценко

Заказ 4609/23 Тираж 820 Подписное
ЦНИИПИ Государственного комитета Совета Министров СССР
по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д.4/5

Филиал ППП ''Патент'', г.Ужгород, ул.Проектная,4

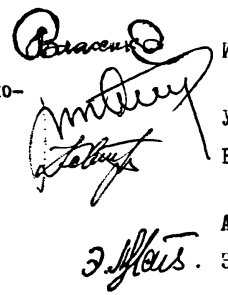
П Е Р Е Ч Е Н Ь

патентов и авторских свидетельств помещенных в обзоре

№ п/п	С т р а н а	Классификационные рубрики М К И	Номер патента, а.с.	Стр.
I	2	3	4	5
I	ФРГ	H026-7/20	2538711	60
2	Франция	H02 q	II9I949	63
3	С С С Р	E04H I2/00	530938	65
4	-"-	-"-	545738	68
5	-"-	-"-	560051	74
6	-"-	-"-	560052	78
7	-"-	E04HI2/08	620574	8I

В работе принимали участие:

Главный конструктор	И.А.Власенко
Руководитель патентно-лицензионной группы	У.Н.Ткаченко
Руководитель группы	В.И.Ковтуненко
Старший инженер-патентовед	А.Н.Пирогова
Инженер	Э.Е.Рожко



gost.e-ecolog.ru