



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

237768

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.

E 04 H 12/10

(22) Přihlášeno 06 05 81
(21) (PV 3362-81)

(89) 941 523, SU

(40) Zveřejněno 14 02 85

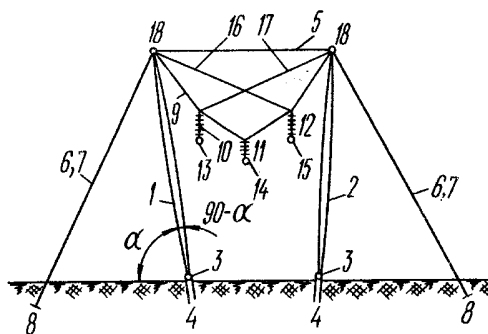
(45) Vydáno 15 09 86

(75)
Autor vynálezu

KURNOSOV ALEXEJ IVANoviČ, TICHODĚJEV NIKOLAJ NIKOLAJEviČ,
FILIMONOV ALEXEJ NIKOLAJEviČ, ŠTIN STANISLAV ALEXANDROviČ,
ŠUR SOLOMON SAULoviČ, LENINGRAD (SSSR)

(54) Stožár třífázového elektrického vedení

Stožár pro zavěšení vodičů vysokého a velmi vysokého napětí sestává ze stojek, mezi nimiž je zavěšen ohebný příčník, stabilizovaný dvojicí stabilizačních lan, přičemž stojky jsou vzájemně spojeny příčným ohebným táhlem. Závěsy krajních vodičů jsou umístěny s převýšením nad středním závěsem, stabilizační lana jsou šikmá a jsou ke krajním závěsům upevněna spodními konci, přičemž vzájemná vzdálenost stojek je rovna $h \cdot \sin \alpha$, kde h je převýšení krajních vodičů nad středním a úhel α je sevřen osou stojky s vodorovnou rovinou.



.1

Изобретение относится к строительству воздушных линий электропередач высокого, сверхвысокого и ультравысокого напряжения.

Известна опора трехфазной многоцепной воздушной линии электропередачи высокого напряжения, содержащая две стойки, две гибкие траверсы, расположенные по цепной линии, и оттяжки [1].

Эта опора не предназначена для сверх- или ультравысокого напряжения с фазами из расщепленных проводов и является многоцепной, она не предназначена для повышения электрической пропускной способности линии электропередачи.

Известна также трехфазная воздушная линия электропередачи высокого, сверхвысокого или ультравысокого напряжения, содержащая одноцепные опоры, в которой провода средней фазы расположены ниже крайних и провода крайних фаз выполнены с эквивалентным радиусом, большим чем эквивалентный радиус проводов средней фазы. Эта линия, за счет расположения и конструкции фаз, позволяет повы-

237768

сить передаваемую по линии мощность [2].

Однако опора этой линии является одностоечной, свободностоящей, с очком для средней фазы и между фазами располагаются металлические детали опор, что не позволяет обеспечить оптимальное расстояние между фазами, вследствие чего передаваемая по линии мощность не является максимально возможной.

Наиболее близким к изобретению техническим решением является опора трехфазной линии электропередачи, преимущественно ультравысокого напряжения, включающая стойки, соединяющую их гибкую траверсу с подвешенными к ней проводами, канаты, поддерживающие гибкую траверсу, верхние концы которых прикреплены к верхним частям стоек, и гибкую связь, объединяющую стойки [3].

Эта экономичная и надежная в эксплуатации одноцепная опора предназначена для горизонтальной подвески на ней трех фаз линии, что не позволяет повысить передаваемую по линии мощность по сравнению с нормальной.

Цель изобретения - увеличение передаваемой по линии мощности.

Поставленная цель достигается тем, что в опоре трехфазной линии электропередачи, преимущественно ультравысокого напряжения, включающей стойки, соединяющую их гибкую траверсу, с подвешенными к ней проводами, канаты, поддерживающие гибкую траверсу, верхние концы которых прикреплены к верхним частям стоек, и гибкую связь, объединяющую стойки, места подвески проводов крайних фаз размещены с превышением над средней фазой, а нижние концы канатов прикреплены к крайним фазам удаленной стойки, при этом стойки опоры удлинены на величину, равную $h : \sin \alpha$, где: h - превышение высоты подвески крайних фаз над средней; α - угол между осью стойки и горизонтом.

Предусмотрен вариант выполнения опоры трехфазной линии электропередачи, в которой места подвески крайних

-3-

фаз определяют из соотношения

$$f = \frac{3 a \cdot h}{b},$$

где a – расстояние по горизонтали от проводов крайних фаз до ближайшей стойки опоры;

b – расстояние по горизонтали между средней фазой и крайними;

h – превышение высоты подвесок крайних фаз над средней.

Предусмотрен вариант выполнения опоры трехфазной линии электропередачи, согласно которому она снабжена дополнительной гибкой траверсой, к которой подвешены фазы дополнительных проводов, причем дополнительная гибкая траверса расположена параллельно основной, а стойки опоры удлинены.

Стойки опоры могут быть выполнены свободностоящими. Кроме того, для прокладки рядом второй линии может быть добавлена третья стойка, установленная вертикально между крайними, например наклонными стойками.

На фиг.1 изображена опора с двумя стойками, вид вдоль линии электропередачи; на фиг.2 – то же, в плане; на фиг.3 – вариант опоры со свободностоящей стойкой, вид вдоль линии электропередачи; на фиг.4 – схема подвески фаз к опоре; на фиг.5 – вариант прокладки рядом второй цепи линии; на фиг.6 – то же, в плане; на фиг.7 – двухцепная двухстоечная опора, вид вдоль линии электропередачи.

Изобретение относится к строительной части опор воздушных линий электропередач высокого (330–500 кВ), сверхвысокого (750 кВ) и ультравысокого (1150 кВ и выше) напряжения и направлено на создание опоры, позволяющей реализовать электрическую схему [2]. Эта электрическая схема состоит в расположении двух крайних фаз линии электропередачи выше, чем средняя фаза и выполнении крайних фаз, расщепленных на несколько составляющих проводов, с эквивалентным радиусом большим, чем эквива-

лентный радиус проводов пониженной средней фазы.

Практически необходимый эквивалентный радиус проводов фаз выбирается путем выбора целесообразного "шага расщепления", то есть расстояния между проводами в фазе. В крайних фазах расстояние между проводами выбирается больше, чем в средней фазе. Одновременно выбирается превышение (h) высоты подвески крайних фаз над средней, а также горизонтальная проекция (b) расстояния между крайними и средними фазами. При этом число и марка проводов во всех фазах принимаются одинаковыми, что обеспечивает одинаковую стрелу провеса всех проводов в пролете и благоприятно по строительно-монтажным соображениям. Параметры h и b и шаг расщепления взаимосвязаны и их оптимальные комбинации обеспечивают увеличение пропускной способности ($P_{\text{нат}}$) и передаваемой по линии электрической мощности по сравнению с линией с традиционным расположением всех фаз на одинаковом горизонтальном уровне и при одинаковом расщеплении проводов.

В таблице приведено пять примеров выбора сочетания параметров b и h при шаге расщепления крайних фаз

$d_{I,3}$, равном 0,6 м, и при шаге расщепления средней фазы, равном 0,3 м, для воздушной линии напряжением 750 кВ с проводами в фазе 6хАС-300/39.

Вари- ант, №	$b, \text{м}$	$h, \text{м}$	$H, \text{м}$	$E_{\text{пр. макс.}}$:кВ/см ²	$E_{\text{л. макс.}}$:кВ/м	$P_{\text{нат}}$:тыс. кВт	$\frac{P_{\text{нат}} - P_{\text{об}}}{P_{\text{об}}}, \%$
1	9	4	30	30,2	12,2	2735	30
2	9	4	32	30,0	8,3	2732	29,5
3	12	4	30	28,3	14	2550	21,5
4	12	4	32	28,1	9,7	2550	21,5
5	14	4	30	27,4	15	2500	19

Рассмотрено два варианта габарита H от нижнего провода линии до земли. Указана также обеспечиваемая данным вариантом передаваемая мощность $P_{\text{нат}}$ в тысячах

киловатт, и - превышение ее над мощностью, передаваемой по обычной известной линии 750 кВ и равной 2100 тыс.кВт.

В графе 5 указана получающаяся в данном варианте напряженность электрического поля на проводе $E_{\text{пров.макс}}$, причем напряженности порядка 30 кВ/см являются допустимыми и гарантируют допустимый уровень потерь энергии на корону и радиопомех от линии. В графе 6 указана получающаяся в варианте максимальная напряженность электрического поля под линией $E_{\text{л.макс}}$. Величины менее 15 кВ/м не создают заметного дискомфорта под линией и допустимы по экологическим соображениям.

Электрическая схема обеспечивает повышение передаваемой по линии 750 кВ мощности (по сравнению с обычной схемой) от 19 до 30% за счет снижения ее волнового сопротивления, причем максимальная выгода получается при сближении фаз (допустимом по изоляционным соображениям), в данном примере до 9 м. При этом обеспечиваются допустимые условия по короне, радиопомехам и экологии.

Однако обеспечение расположения фаз по вариантам I и 2, то есть $b = 9$ м и $h = 4$ м, наталкивается на трудности, так как при обычных типах опор (портальные, "набла", "чайка" и так далее) между соседними фазами располагаются электропроводящие (например, металлические или железобетонные) части стоек опор или траверс. Поэтому расстояния между фазами приходится увеличивать (по соображениям обеспечения необходимых изоляционных расстояний), что приводит к вариантам 3-5 с расстояниями между фазами 12 или 14 м, что значительно (на 8,5-11%) снижает мощность, которая может быть передана по линии, а это неэкономично и нежелательно.

Для достижения оптимальных результатов и повышения передаваемой по линии максимальной мощности, возможной по электрическим соображениям, разработаны опоры линии, в которых пространство между фазами не занято никакими конструктивными элементами опор, что позволяет располо-

жить фазы оптимально с электрической точки зрения.

Опора (фиг.1) содержит две стойки 1 и 2 в данном примере наклоненные к горизонту на угол α . Стойки опираются на шарниры 3, смонтированные на фундаментах 4. Стойки соединены гибкой связью 5 и расчалены оттяжками 6 и 7, закрепленными к анкерам 8. Стойки опоры, по сравнению с опорами с горизонтальной подвеской всех фаз, удлинены на величину $h : \cos(90-\alpha)$ или $h : \sin \alpha$, где h превышение высоты подвески крайних фаз над средней.

К верхним концам стоек 1 и 2 прикреплены концы гибкой траверсы 9, к которой подвешены гирлянды изоляторов 10-12, к которым с помощью арматуры прикреплены расщепленные провода фаз 13 (А), 14 (В), 15 (С).

В известной опоре такого типа три фазы расположены горизонтально, что обеспечивается двумя натяжными канатами, присоединенными к месту крепления средней фазы и к верху стоек. В соответствующей решаемой задаче в опоре точки подвеса гирлянд изоляторов расположены по вершинам веревочного многоугольника, обеспечивающего необходимое превышение крайних фаз линии над средней. Канаты 16 и 17 присоединены к местам крепления гирлянд 10 и 12 крайних фаз 13 и 15, а их вторые концы прикреплены к верхним частям удаленных от фазы стоек опор, соответственно 1 и 2. Это обеспечивает фиксацию положения крайних фаз при боковом ветре и обеспечивает нормальную работу линии и соблюдение заданных расстояний между фазами, то есть расположение крайних фаз 13 (А) и 15 (С) выше средней фазы 14 (В) на высоту h , а горизонтальное расстояние между крайними фазами 13 (А) и 15 (С) и средней фазой 14 (В), равное b (фиг.4). В сочетании с уменьшенным эквивалентным радиусом расщепления проводов средней фазы 14 (В) это обеспечивает значительное повышение пропускной способности линии электропередачи. От грозových перенапряжений линия защищена тросами на

тросостойках 18. Точки подвеса гирлянд 10 и 12 могут быть соединены жесткой распоркой.

Например, при напряжении линии 750 кВ, $h = 4$ м, $b = 9$ м, шаге расщепления фаз А и С по 0,6 м, а фазы В – 0,3 м с шестью проводами в каждой фазе АС-300/39 конструкция опоры и крепления фаз обеспечивает повышение передаваемой по линии мощности на 30% или на 635 тыс.кВт, что является серьезным преимуществом линии, имея в виду небольшие затраты на повышение стоек опор на величину .

Такая конструкция обеспечивает как высокую экономичность опоры, так и прежде всего большую экономичность воздушной линии в целом. Кроме того, из-за компактного расположения всех проводов фаз в середине линии значительно уменьшается площадь трассы под линией. Это дает два дополнительных преимущества: уменьшается площадь вырубки леса под трассу линии при прохождении линии по заселенной местности и уменьшается площадь территории под проводами линии, располагающаяся в середине пролетов (где провода наиболее приближены к земле), на которой может иметь место нежелательное экологическое влияние на находящихся под линией людей и животных. Однако из-за наличия оттяжек и их анкеров площадь, занимаемая опорой, увеличена. Поэтому опоры (фиг.1) наиболее выгодны при строительстве линий в малонаселенных и слабо освоенных районах, где ценность земли невелика. При прохождении трассы линии в населенных районах может быть применена опора (фиг.3), где стойки выполнены свободностоящими без оттяжек. В этом варианте площадь, занимаемая опорой, существенно сокращается, но стоимость опоры несколько увеличивается.

Точки подвеса гирлянд изоляторов фаз А,В,С к гибкой траверсе могут быть определены из соотношений

$$f_{A,C} = \frac{3ah}{b},$$

где a – расстояние по горизонтали от проводов крайних фаз А,С до ближайшей стойки опоры, определяе-

мое по допустимому приближению проводов к стойке при раскачивании проводов ветром, при выбранном уровне напряжения линии;

b - расстояние по горизонтали между проводами средней фазы В и крайними фазами А, С;

h - превышение высоты подвески крайних фаз А и С над средней фазой В (величины b и h определяют электрическим расчетом и обуславливают величину мощности, которая может быть передана по линии).

Подвес гирлянд в этих точках обеспечивает максимальную эффективность линии электропередачи при достаточных изоляционных расстояниях.

Например, при $b = 9$ м; $h = 4$ м, $a = 8$ м вертикальные расстояния фаз А и С от верха опор составляют: фаз А и С по 5,7 м, средней фазы В - 9,7 м.

Предлагаемая линия с опорами обеспечивает передачу существенно большей мощности, чем линия с горизонтальным расположением фаз или с повышенной средней фазой, но конструкция ее опор несколько дороже из-за удлинения стоек.

Предлагаемая опора может быть использована также для прокладки рядом с первой линией второй одноцепной линии (фиг.5). Для этого между наклонными стойками 1 и 2, на необходимом расстоянии, устанавливается дополнительно вертикальная свободностоящая стойка 19, к которой крепятся вторые концы гибких траверс 9 обеих линий, в остальном конструкция линий и опоры та же.

По двум одноцепным линиям 750 кВ, проложенным на опоре (фиг.5), может быть передана мощность $2735 \times 2 = 5470$ мВт, то есть такая же, как по линии напряжением 1150 кВ. При этом экономичность опоры дополнительно по-

вышается, так как для прокладки двух одноцепных линий используются не четыре, а три стойки.

В линии (фиг.1) при напряжении 750 кВ и шагах расщепления $d_{AC} = 0,6$ м и $d_B = 0,3$ м передаваемая по линии мощности увеличивается на 30% или на 635 мВт, что позволяет сэкономить строительство двух линий 330 кВ или одной дополнительной линии 500 кВ.

Шаг расщепления проводов фазы и расположение их на разной высоте и на оптимальных расстояниях, реализуемых с помощью опоры, обеспечивают положительный эффект. Экономичность линии может быть дополнительно повышена при выполнении предлагаемой опоры (фиг.7). Здесь повышены стойки 1 и 2 опоры и к ним подвешена снизу, под первой цепью линии, дополнительная гибкая траверса 20, к которой подвешена дополнительная вторая цепь линии с проводами фаз 21-23 на гирляндах изоляторов 24-26.

Места крепления нижней гибкой траверсы 20 к стойкам 1 и 2 связаны с грунтовыми анкерами 8 дополнительными парами оттяжек 27 и 28. В плане опора (фиг.7) имеет вид, изображенный на фиг.2. Если фазировка обеих цепей линии одинакова, то есть под верхней фазой А расположена нижняя фаза также А и так далее, то электрическая пропускная способность (мощность) линии будет такой же, как двухцепной линии по фиг.5, то есть в два раза больше пропускной способности линии (фиг.1).

Если при электрической фазировке верхней цепи линии 13-15 слева направо А, В, С к проводам нижней цепи линии 21-23 включить фазы, электрически сдвинутые, например на 120° эл., то есть слева направо С, А, В, так, что под верхней фазой А находится нижняя фаза С, под верхней фазой В подвешена нижняя фаза А и под верхней фазой С подвешена нижняя фаза В, то электрическая пропускная способность линии дополнительно увеличивается.

При напряжении линии 750 кВ, по сравнению с электрической мощностью обычной, общеизвестной двухцепной

линии, равной $\approx 2100 \times 2 = 4200$ мВт, а также по сравнению с мощностью усовершенствованной двухцепной линии (фиг.5), равной $2 \times 2735 = 5470$ мВт, двухцепная линия (фиг.7) с неодинаковой фазировкой верхних и нижних цепей, сдвинутой, например, на 120° эл., имеет пропускную способность (мощность) от 7200 до 7600 мВт или около 7500 мВт, то есть на 80% больше, чем две обычных линии или на 37% больше, чем две усовершенствованные линии (фиг.5).

Фазы соответствующих верхних и нижних цепей могут быть сдвинуты и на 180° эл. (то есть под фазой А верхней цепи и включена в обратном направлении А фаза нижней цепи), что также повышает пропускную способность линии. Стойки 1 и 2 могут быть установлены вертикально.

Провода нижней цепи, например в сильно гололедных районах, могут быть несколько смещены от вертикальной линии, что почти не отражается на пропускной способности линии.

Двухцепная опора 750 кВ (фиг.7), например для проводов в фазе 6 х АС-400/51, рассчитанная на габаритный и ветровой пролет 580 м, имеет высоту 61,8 м, ширину в плане между стойками 44 м и при расстоянии между верхними и нижними проводами 12 м.

Такая опора, вместе с оттяжками, весит 26,4 т, что весьма экономично.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Опора трехфазной линии электропередачи, преимущественно ультравысокого напряжения, включающая стойки, соединяющую их гибкую траверсу с подвешенными к ней проводами, канаты, поддерживающие гибкую траверсу, верхние концы которых прикреплены к верхним частям стоек, и гибкую связь, объединяющую стойки, отличающаяся тем, что, с целью увеличения передаваемой по линии мощности, места подвесок проводов крайних фаз размещены с превышением над средней фазой, а нижние концы канатов прикреплены к крайним фазам удаленной стойки, при этом стойки опоры удалены на величину, равную $h : \sin \alpha$ где h - превышение высоты подвески крайних фаз над средней;

α - угол между осью стойки и горизонтом.

2. Опора, отличающаяся тем, что места подвесок крайних фаз определяют из соотношения

$$f = \frac{3ah}{b}$$

где a - расстояние по горизонтали от проводов крайних фаз до ближайшей стойки опоры;

b - расстояние по горизонтали между проводами средней фазы и крайними;

h - превышение высоты подвески крайних фаз над средней.

3. Опора, отличающаяся тем, что она снабжена дополнительной гибкой траверсой, к которой подвешены фазы дополнительных проводов, причем дополнительная гибкая траверса расположена параллельно основной, а стойки опоры удлиненны.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе:

1. Патент Германии № 377294, кл. 21 C 13/20, опубл. 1923.

2. Авторское свидетельство № 845728, кл. H 02G 7/00, II.03.79.

237768

3. Опора с цепной подвеской для ЛЭП 735 кВ. - Реферативный журнал "Электротехника и энергетика. Электрические станции сети", 1979, № 1, IЭП14К, СИПРЭ-78.

237768

А Н Н О Т А Ц И Я

Изобретение относится к строительной части опор для воздушных линий электропередачи высокого, сверхвысокого и ультравысокого напряжения.

Цель изобретения - увеличение передаваемой по линии мощности путем повышенной подвески крайних фаз с увеличением эквивалентным радиусом расщепления проводов.

Предметом изобретения является опора трехфазной линии электропередачи высокого, сверхвысокого или ультравысокого напряжения, содержащая две стойки, гибкую траверсу между ними, два каната, поддерживающих гибкую траверсу и гибкую связь стоек.

Новым является то, что стойки опоры удлинены на $\frac{h}{\sin \alpha}$, где h - превышение крайних фаз над средней, α - угол наклона стойки к горизонту, причем места крепления гирлянд изоляторов крайних фаз к гибкой траверсе поддерживаются двумя канатами, верхние концы которых прикреплены к верху удаленной от фазы стойки опоры.

В опоре точки подвеса гирлянд изоляторов фаз А, В, С к гибкой траверсе определяются из соотношений:

$f_{A,C} = \frac{3ah}{b}$ и $f_B = f_{A,C} + h$, где a, b, h - расстояния между фазами $f_{A,C}$ и f_B стрелы провеса. Стойки могут быть выполнены также свободностоящими.

237768

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Stožár třífázového elektrického vedení, zejména pro velmi vysoké napětí, sestávající ze stojek, spojených navzájem ohebným příčnickem, nesoucím zavěšené fázové vodiče, ze stabilizačních lan, připojených jedním svým koncem k vrcholu stojek a druhým koncem ke vzdálenějšímu závěsu krajního vodiče, a z ohebného táhla, spojujícího vzájemně horní konce stojek, vyznačující se tím, že závěsy krajních vodičů (13, 15) jsou umístěny s převýšením nad středním vodičem (14), stabilizační lana (16, 17) jsou šikmá a jsou ke krajním vodičům (13, 15) připojena svými spodními konci, přičemž stojky (1, 2) jsou od sebe vzdáleny na vzdálenost, rovnou hodnotě $h: \sin \alpha$, kde h je rovno převýšení krajních vodičů (13, 15) nad středním vodičem (14) a α je úhel sevřený osou stojky (1, 2) s vodorovnou rovinou.

2. Stožár podle bodu 1, vyznačující se tím, že svislá vzdálenost závěsů krajních vodičů (13, 15) od vrcholu stojek (1, 2) je určena vztahem

$$f_{A,C} = \frac{3 \cdot e \cdot h}{b},$$

kde a - vodorovná vzdálenost krajních vodičů (13, 15) od stojky (1, 2) stožáru,

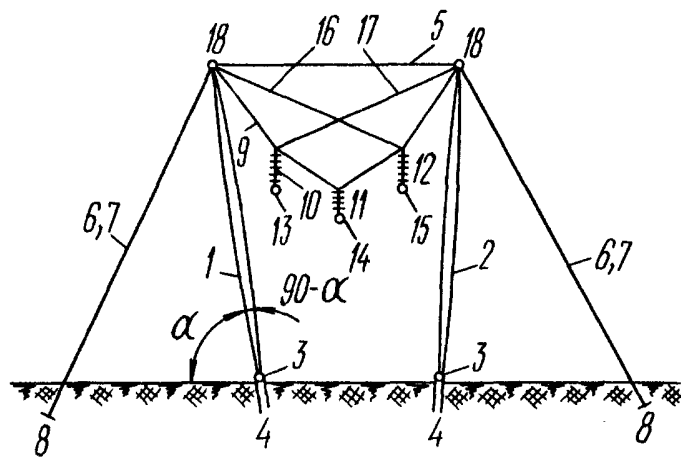
b - vodorovná vzdálenost krajních vodičů (13, 15) od středního vodiče (14),

h - převýšení závěsů krajních vodičů (13, 15) nad středním.

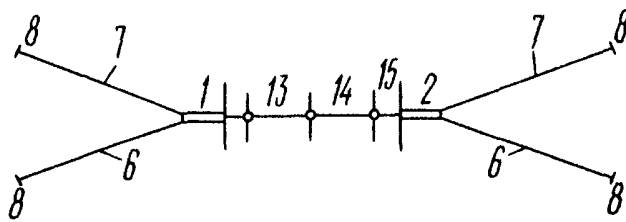
3. Stožár podle bodů 1 a 2, vyznačující se tím, že pod základním ohebným příčnickem (9) je umístěn rovnoběžně přídavný ohebný příčník (20), nesoucí přídavné vodiče (21, 22, 23).

Uznáno vynálezem na základě výsledků expertizy provedené Státním výborem pro vynálezy a objevy SSSR, Moskva, SU.

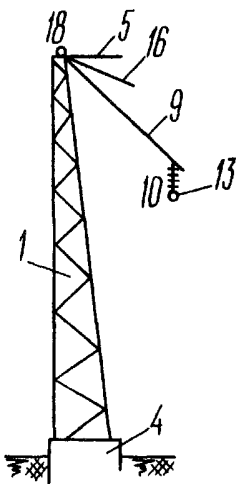
2 výkresy



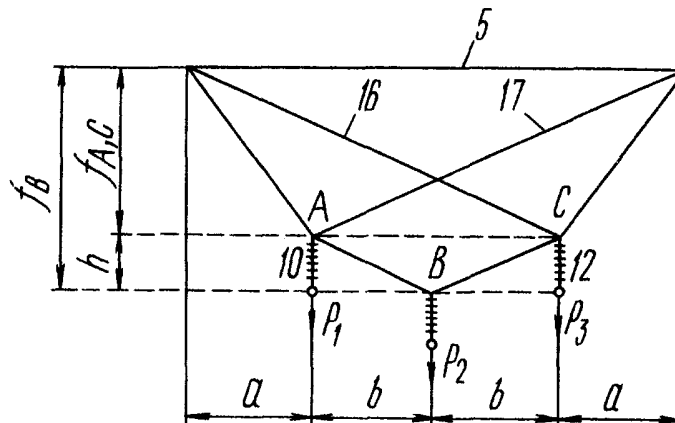
.1



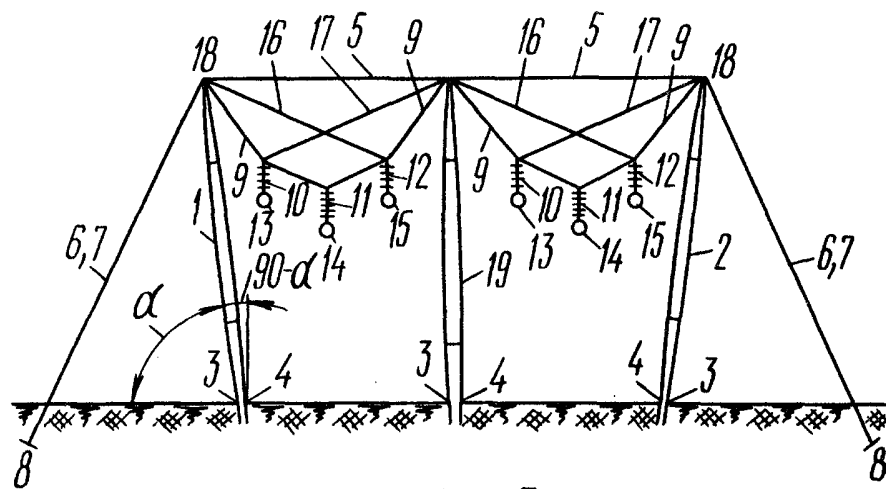
.2



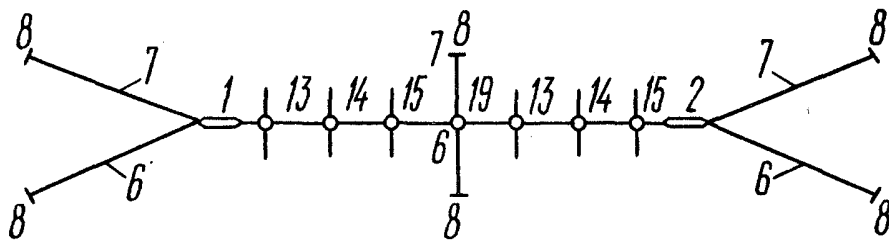
.3



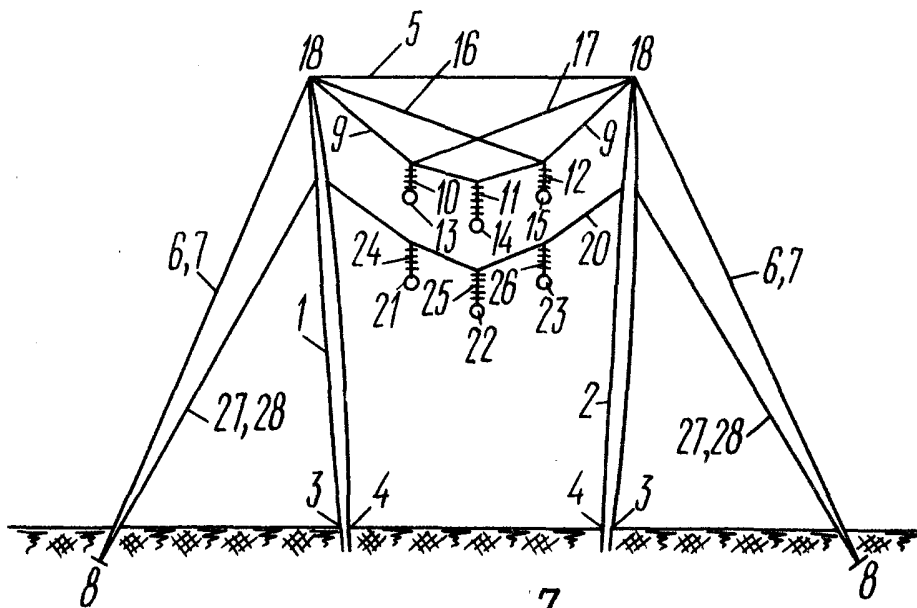
.4



.5



6



.7