Обозначение	Наименование	Стр.
3.407.2-145.0-00ПЗ	Пояснительная записка	2-9
3.407.2-145.0-01	Обзорные листы и таблица выбора опор	10-26
3.407.2-145.0-02	Габариты промежуточных опор	27-29
3.407.2-145.0-03	Габариты анкерно-угловых опор	30-58
3.407.2-145.0-04	Углы грозозащиты при тросостойках с двумя тросами	59-62
3.407.2-145.0-05	Нагрузки на промежуточные опоры от проводов и тросов	63-69
3.407.2-145.0-06	Нагрузки на анкерно-угловые опоры от проводов и тросов	70-75

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

Н. контр.	Мудрова		3.407.2-145.0-00		
Зав. НИКЭС	Курносов		Содержание	Стадия: Р	Лист: 1	Листов: 1
ГИП	Штин			ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ Северо-Западное отделение Ленинград	
Рук. гр.	Элькинд				

Серия 3.407.2-145 выполнена в следующем составе:

Выпуск 0 Материалы для проектирования

Выпуск 1 Промежуточные опоры ВЛ 220 кВ Рабочие чертежи.

Выпуск 2 Промежуточные опоры ВЛ 330 кВ Рабочие чертежи.

Выпуск 3 Анкерно-угловые опоры ВЛ 220-330 кВ Рабочие чертежи.

Н. контр.	Мудрова		3.407.2-145.0-00ПЗ		
Зав. НИКЭС	Курносов		Пояснительная записка	Стадия: Р	Лист: 1	Листов: 8
ГИП	Штин			ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ Северо-Западное отделение Ленинград	
Рук. гр.	Элькинд				

gost.e-ecolog.ru

1. Основные исходные положения.

Серия 3.407.2-145 включает рабочие чертежи стадии КМ 6-IV промежуточных и 5-IV анкерно-угловых опор для ВЛ 220 и 330 кв. Промежуточные опоры могут быть пониженными (две модификации), анкерно-угловые – повышенными на 5, 10, 15 м. Все типы опор имеют также тросостойки для подвески двух грозозащитных тросов.

Номенклатура опор приведена на обзорных листах настоящего выпуска в разделе 01.

1.1. Климатические условия.

Опоры могут устанавливаться в регионах со следующими климатическими условиями.

1 регион – III ветровой район, нормативный скоростной напор ветра 50 кгс/м²
I–IV районы гололедности (толщина стенки гололеда 5-20 мм).

2 регион – V ветровой район, нормативный скоростной напор ветра 80 кгс/м²
I–IV районы гололедности.

3 регион – III ветровой район, нормативный скоростной напор 50 кгс/м²
I–IV район гололедности, III–VII степень загрязнения атмосферы.

Значения ветровых и гололедных нагрузок соответствует повторяемости 1 раз в 10 лет.
Опоры предназначены для районов с умеренной пляской проводов (II район пляски).

1.2. Провода и грозозащитные тросы.

При выборе номенклатуры унифицированных опор учитывалась сокращенная (унифицированная) номенклатура сечений проводов.

Для ВЛ 220 кв. приняты провода по ГОСТ 839-80 марок АС240/32 и АС400/51, для ВЛ 330 кв – 2×АС240/32 и 2×АС400/51. На опорах могут быть подвешены провода других марок, если нагрузки от них не превышают нагрузок от проводов сокращенной номенклатуры. Расчетные нагрузки на опоры от проводов и тросов по всей области применения приведены в разделах 05, 06.

Напряжения в проводах АС240/32 и АС400/51 приняты в соответствии с табл. II-5-7 главы II.5 „Правила устройства электроустановок" (ПУЭ-76) – при максимальной нагрузке или минимальной температуре – 12,2 кгс/мм², при среднеэксплуатационной нагрузке – 8,1 кгс/мм². Максимальное напряжение в трасе С70 (ТК-11) принято 45 кгс/мм², для опор с двумя тросами – 40 кгс/мм².

1.3. Пролеты.

Номенклатура унифицированных опор получена методом математического программирования, который из большого количества условий применяемости (регион, марка провода, район гололедности) позволяет выбрать основные типы опор, исходя из минимума затрат на 1 км. линий.

За основной тип принята опора, расчетные условия применения которой определили номенклатуру унифицированных опор.

Номера условий применения опор основных типов обведены рамкой в табл. на стр. 26, 60-65.

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

При расчете опор на основные условия значения ветровых ($\ell_{ветр}$) и весовых ($\ell_{вес}$) пролетов приняты:

а) для промежуточных опор

$\ell_{ветр} = \ell_{габ}$ (габаритный пролет)

$\ell_{ветр} = 1{,}25\,\ell_{габ}$, когда весовая нагрузка ухудшает условия работы элементов опоры и

$\ell_{вес} = 0{,}75\,\ell_{габ}$, когда условия работы элементов опоры хуже при меньшем значении весовой нагрузки;

б) для анкерно-угловых опор

$\ell_{ветр} = \ell_{габ}$ (при высоте опоры с 10-ти метровой подставкой)

$\ell_{вес} = 1{,}5\,\ell_{габ}$ или

$\ell_{вес} = 0$ в тех же условиях, как для промежуточных опор.

При установке опоры в других условиях соотношение ветровых и весовых пролетов с габаритными могут быть другими в зависимости от прочности элементов опоры. Значение пролетов по всей области применения приведены на монтажных схемах промежуточных опор в выпусках 1 и 2 настоящей серии, а также в таблицах нагрузок на промежуточные и анкерно-угловые опоры в разделах 05, 06 настоящего выпуска.

1.4. Шифровка опор.

В шифрах опор приняты следующие обозначения:

1,2,3 – порядковый номер региона основного типа опоры.

П – промежуточная опора

У – анкерно-угловая опора

220, 330 – напряжение линий, в габаритах которого выполнена опора;

– 1, 2, 3 (после тире) – порядковый номер опоры, при этом одноцепным опорам присвоен нечетный номер, двухцепным – четный.

Например: 2П220-1, 1П220-2, 1У330-1.

Шифр повышенных и пониженных опор состоит из шифра опоры основной высоты плюс или минус высота повышения или понижения в м.

Например: 1У220-1+5; 1П220-2-4,9.

Опоры с трассостойкой для двух трассов имеют букву „Т" в конце шифра.

Например: 2П220-1Т; 1У220-2Т+10.

2. Основные конструктивные решения.

2.1. Унифицированные конструкции стальных опор ВЛ 220-330 кВ данной серии выполнены в виде свободностоящих решетчатых опор башенного типа.

2.2. Все промежуточные опоры, кроме опоры 2П220-2, имеют стволы квадратного сечения, сужающиеся кверху с постоянным уклоном, пояса трассостоек имеют другой уклон. Опора 2П220-2 имеет прямоугольную базу, перелом ствола в фасадных гранях на уровне стыка средней и верхней секций.

2.3. Анкерно-угловые опоры имеют стволы квадратного сечения с разными уклонами в верхней и нижней части ствола. Уклоны граней нижней части ствола анкерно-угловых опор одинаковы для всех опор.

2.4. Траверсы промежуточных опор имеют пояса нижних граней, сходящиеся к узлу крепления провода. Траверсы анкерно-угловых опор имеют

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

нижние грани с параллельными поясами

2.5. Для подвески проводов на траверсах промежуточных опор предусмотрены отверстия для узлов крепления КГП-7-25, КГП-12-1, КГП-16-2 (в зависимости от нагрузок); для крепления тросов предусмотрены отверстия для узла КГП-7-1.

2.6. В траверсах анкерно-угловых опор предусмотрены детали с ребрами для крепления одноцепных и двухцепных натяжных гирлянд изоляторов с отверстиями для узла КГН-16-5. В траверсах опор 220 кВ одноцепные гирлянды следует крепить на крайних узлах подвески.

2.7. Для исключения нежелательного сближения фаз в пролете между концевыми двухцепными опорами и порталами подстанций при переходе с шестиугольного расположения проводов к горизонтальному, на средних траверсах двухцепных анкерно-угловых опор 1У220-2 и 1У220-4 предусмотрены детали с отверстиями для скобы СК-16-1А, при использовании которых фазы можно расположить в двух вертикальных плоскостях

2.8. Грозозащитные тросы крепятся на тросостойках с помощью скобы СК-12-1А. В элементах тросостоек предусмотрены отверстия для крепления заземляющих зажимов.

2.9. Конструкции всех опор выполнены болтовыми. Количество сварных узлов сведено к минимуму - это башмаки и оголовки тросостоек анкерно-угловых опор

2.10. Все элементы опор подлежат горячей оцинковке в соответствии с п. 5.22 СНиП 2.03.11-85.

2.11. На всех опорах устанавливаются стремянки для подъема на опору: на одноцепных опорах - по одному поясу, на двухцепных - на двух диагонально-расположенных поясах.

3. Указания по применению.

3.1. Серия 3.407.2-145 содержит рабочие чертежи КМ опор 220-330 кВ следующих типов:

одноцепных промежуточных 220кВ - 2П220-1, 2П220-3

двухцепных промежуточных 220кВ - 1П220 2, 2П220-2

одноцепных промежуточных 330кВ - 1П330-1, 2П330-1

одноцепных анкерно-угловых 220кВ - 1У220-1, 1У220-3

двухцепных анкерно-угловых 220кВ - 1У220-2, 1У220-4

одноцепной анкерно-угловой 330кВ - 1У330-1.

Опоры предназначены для одноцепных и двухцепных ВЛ 220-330 кВ. В условиях 2 и 3 регионов опоры 220 кВ могут применяться на ВЛ 110 кВ, а опоры 330 кВ - на ВЛ 220 кВ

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

Указанная номенклатура не охватывает всех условий прохождения ВЛ 220-330кВ. Так, для двухцепных ВЛ 330кВ применяется промежуточная опора 3П330-2, а в некоторых случаях для двухцепных ВЛ 220кВ опора 3П220-2, которые будут разработаны в серии опор для загрязненной атмосферы.

Двухцепная анкерно-угловая опора для ВЛ 330кВ специально не разработана, в качестве анкерно-угловой применяются две одноцепные опоры 2×1У330-1.

3.2. Тип промежуточной и анкерно-угловой опоры по заданным условиям - напряжению ВЛ, цепности линии, региону, марке провода, району гололедности - определяется по обзорным листам и таблице "Выбор стальных опор ВЛ 220-330 кВ по заданным условиям" (раздел ОН л.л. 1-17 настоящего выпуска).

В таблице выбора опор расчетные условия по всей области применения пронумерованы отдельно для одноцепных и двухцепных линий. Номера условий применения, соответствующие этой таблице, указаны на обзорных листах и в нагрузках от проводов и тросов на промежуточные опоры (раздел 05)

3.3. В таблицах нагрузок на опоры от проводов и тросов, а также в таблицах "Оптимальная область применения" на монтажных схемах опор, указаны ветровые и весовые пролеты, определенные на ЭВМ при расчете опор на каждое из условий применения, исходя из достижения в одном из элементов опоры напряжения, равного расчетному сопротивлению. Поэтому, при ухудшении расчетных условий (увеличение скоростного напора, подвеска проводов бо́льшего сечения и др.), значения пролетов должны быть уменьшены. Указание о снижении ветровых и весовых пролетов при подвеске 2* тросов даны на монтажных схемах опор.

В конкретных случаях могут оказаться выгодными или необходимыми пониженные промежуточные и повышенные анкерно-угловые опоры. Габаритные пролеты для пониженных промежуточных опор приведены на монтажных схемах, ветровые и весовые пролеты для этих модификаций приняты одинаковыми с опорами основной высоты.

Габаритные пролеты для промежуточных опор 220кВ определены при длине гирлянды 2,4 м; 330кВ - 3,2 м. При применении опор на конкретной линии габаритные пролеты должны быть уточнены.

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. №

в соответствии с фактической длиной гирлянды изоляторов для данной линии.

При расстановке опор рекомендуется применять ветровые пролеты не более 1.4 ℓ габ, а весовые – не более 2.0 ℓ габ.

3.4. Анкерно-угловые опоры 1У220-1, 1У220-2 рассчитаны на тяжение от проводов АС240/32, опоры 1У220-3 и 1У220-4 на тяжение от проводов АС400/51, опора 1У330-1 на тяжение проводов 2×АС240/32 и 2×АС400/51.

Все анкерно-угловые опоры запроектированы как нормальные (не облегченные) и могут применяться в качестве концевых. На монтажных схемах приведены значения максимальных углов поворота при установке анкерно-угловых и концевых опор во 2ом районе (g_{15} = 80кгс/м²). Если во 2ом районе требуется больший угол поворота, то следует применять более мощную опору.

Допустимые разности тяжений проводов в долях от максимального тяжения также указаны на монтажных схемах.

Двухцепные концевые опоры рассчитаны на обрыв одной фазы, поэтому при монтаже одной цепи на концевых опорах следует подвешивать одну фазу с одной стороны и две с другой стороны от оси опоры.

3.5. Материал конструкций - углеродистые стали марок ВСт3пс, ВСт3сп, ВСт3гпс и низколегированная сталь марки 09Г2С группы прочности 1 по ТУ14-1-3023-80, а также сталь 09Г2С по ГОСТ 19282-73* (листовой прокат) и сталь 18Гпс по ГОСТ 23570-79 для опорных плит башмаков опор.

Марки стали назначаются исходя из экономичного применения опор по всей территории СССР, включая холодные районы, где применение низколегированных сталей необходимо из-за низких температур.

При разработке опор для определения их основных параметров выполнение поясов ствола и траверс предусмотрена из низколегированной стали независимо от расчетной температуры. В случаях, когда позволяют условия прочности и температурные условия, применена углеродистая сталь.

Рекомендуемые марки стали в зависимости от расчетных сопротивлений, толщины и вида проката, расчетной температуры приведены в „Общих примечаниях к монтажным схемам" в выпуске 1 настоящей серии, а также в таблицах „Выборка металла"

Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

на монтажных схемах опор. Марки стали приведены для районов с расчетными температурами воздуха: до минус 40°С, от минус 41°С до минус 50°С, от минус 51°С до минус 65°С.

3.6. Для болтовых соединений применяются болты класса прочности 5.8 и гайки класса прочности 4 из углеродистой стали ВСт3сп3, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 1759-70*.** По конструкции и размерам болты по ОСТ 34-13-021-77, степ-болты по ГОСТ 7798-70*, гайки по ГОСТ 5915-70*, шайбы круглые - по ГОСТ 11371-78*, шайбы пружинные - по ГОСТ 6402-70*.

3.7. Указания по оцинковке и сборке опор, образованию отверстий прокалыванием, марках электродов и др. даны в „Общих примечаниях к монтажным схемам" в выпуске 1. Способы защиты от коррозии принимаются по табл. 29 и положению 14 СНиП 2.03.11-85.

3.8. Изготовление, упаковку и монтаж конструкций производить в соответствии с требованиями ТУ34-29-10057-80, СНиП III-18-75 „Металлические конструкции", СНиП III-4-80* Техника безопасности в строительстве", СНиП 3.05.06-85 „Электротехнические устройства".

3.9. При монтаже проводов на анкерно-угловых опорах тяговый механизм должен быть расположен в пролете смежном с монтируемым на расстоянии не менее 2,5h от опоры, где h - высота подвеса на опоре монтируемого провода.

Вопросы установки и монтажа опор, включая вопросы техники безопасности, решаются в специальных разработках - технологических картах, совместно с которыми должны рассматриваться конструкции всех опор.

3.10. Выбор гирлянд изоляторов в зависимости от нагрузок, степени загрязнения атмосферы, типа изоляторов выполняется по проекту. Изолирующие подвески для унифицированных опор 35-750кВ "(N3580тн).

3.11. Воздушные изоляционные расстояния (габариты) для промежуточных и анкерно-угловых опор 220 и 330кВ приведены в разделах 02, 03 настоящего выпуска. Отклонения поддерживающих гирлянд определены для наиболее неблагоприятных условий, соответствующих отношению весового пролета к ветровому, равному 0,75.

Габариты построены: по рабочему напряжению - при максимальном скоростном напоре 50кгс/м² или 80кгс/м² в зависимости от региона применения опоры; по грозовым перенапряжениям - при 0,1 q_{max}; по условиям безопасного подъема на опору - без ветра.

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

При построении габаритов количество изоляторов в поддерживающих гирляндах определено, исходя из нормированной удельной эффективной длины пути утечки изоляторов в зависимости от степени загрязнения атмосферы (СЗА) в соответствии с „Инструкцией по проектированию изоляции в районах с чистой и загрязненной атмосферой" (ИПИ-83).

Нормированная удельная эффективная длина пути утечки поддерживающих гирлянд на металлических опорах приведена в таблице

СЗА	$\lambda_э$, см/кВ при номинальном напряжении, кВ	
	220	330
I	1,4	1,4
II	1,6	1,5
III	1,9	1,8
IV	2,25	2,25
V	2,6	2,6
VII	3,1	3,1
VIII	3,7	3,7

Габариты приближения для промежуточных опор 220 кВ и 330 кВ построены для наиболее распространенной II СЗА (длина гирлянды 2,4 м для 220 кВ и 3,2 м для 330 кВ). Расчеты показали, что промежуточные опоры ВЛ 220 кВ и 330 кВ могут применяться на ВЛ 220 кВ и 330 кВ соответственно до II СЗА включительно с гирляндами изоляторов нормального исполнения. В III СЗА необходима гирлянда из изоляторов для районов с загрязненной атмосферой. В IV, V, VI, VII СЗА должны устанавливаться опоры следующего бóльшего класса напряжения или специальные опоры для 3-го региона (см. таблицу выбора опор в разделе 01.л.17). При использовании на ВЛ 110 кВ можно применять во всех 7-ми СЗА, при этом со II СЗА по VI включительно СЗА можно использовать гирлянды с изоляторами нормального исполнения, в VII СЗА - гирлянды из изоляторов для районов с загрязненной атмосферой.

3.12. Габариты анкерно-угловых опор приведены в разделе 03. Для опор 220 кВ габариты построены отдельно для одноцепных и двухцепных гирлянд, для опор 330 кВ - для раздельного крепления проводов при углах поворота ВЛ от 0° до 90°.

Указания о необходимости обводки шлейфов через поддерживающие гирлянды, установленные на концах поясов траверс или специальных балках, даны на листах раздела 03. В том же разделе на л. 24,25 приведены длины шлейфов для углов поворота от 0° до 90°. Для анкерно-угловой опоры 1У330-1 приведено количество дополнительных промежуточных звеньев в обеих ветвях гирлянды для соблюдения расстояний от защитного экрана до ствола опоры.

3.13. Защитный угол на однотросовых промежуточных и анкерно-угловых опор принят не более 30°; на двухтросовых - не более 20°. Углы грозозащиты для двухтросовых опор показаны в разделе 04 настоящего выпуска.

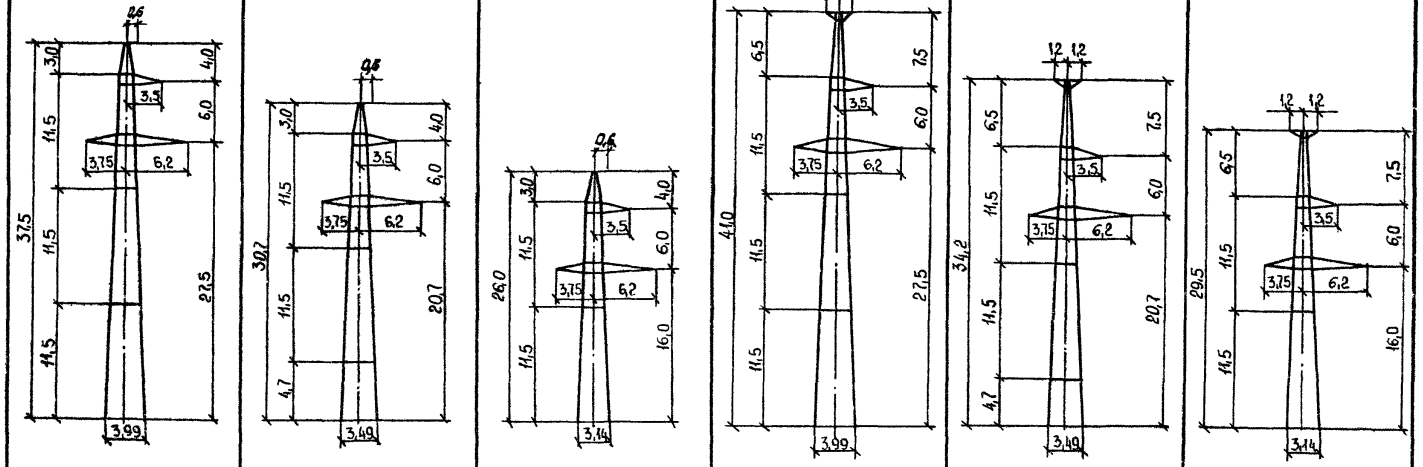
3.14. На двухцепных опорах, когда смонтирована только одна цепь, одностороняя подвеска трех фаз в III-IV РГ не допускается.

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

Обзорный лист промежуточных опор

Напряжение, кВ	220
Цепность	одноцепные
Марки проводов	АС 240/32; АС 400/51
Район по ветру	V
Район по гололеду	I – IV
№№ условий примен.	3-5; 14-16; 22-29

Эскиз



Шифр опоры	2П220-1	2П220-1-6,8	2П220-1-11,5	2П220-1т	2П220-1т-6,8	2П220-1т-11,5
№ черт. монт. схемы	3.407.2 – 145.1 – 01 КМ					
Масса опоры, кг: без цинка	4396	3561	2959	4595	3761	3162
Масса опоры, кг: с цинком	4560	3694	3069	4767	3901	3279

Примечания

1. Характеристика условий применения дана в таблице "Выбор стальных опор 220-330 кВ по заданным условиям" (л. 17).
2. Базы опор даны в осях фундаментов.

Н. контр.	Мудрова	
Зав. НИОЭП	Курносов	
ГИП	Штин	
Рук. гр.	Эльжина	
Исполнит.	Шетникова	

3.407.2-145.0-01

Обзорные листы и таблица выбора опор

Стадия	Лист	Листов
Р	1	17

«Энергосетьпроект» Северо-Западное отделение Ленинград

Копировала Владимирова Е.Б.

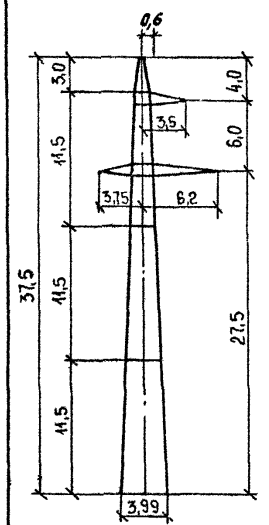
Формат А3

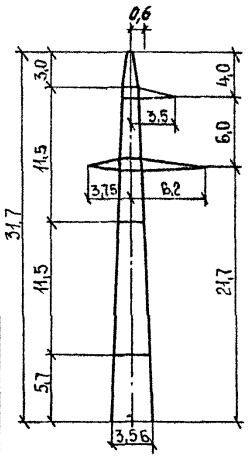
Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

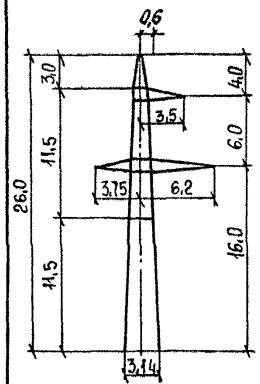
Обзорный лист промежуточных опор

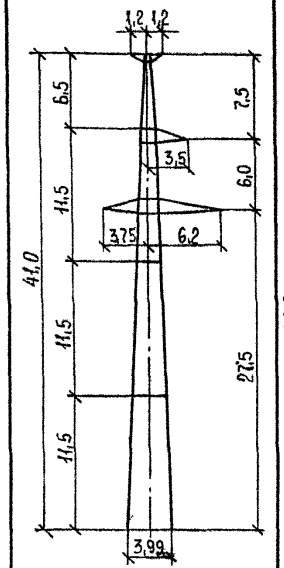
Напряжение, кВ	220
Цепность	одноцепные
Марки проводов	АС 240/32
Район по ветру	V
Район по гололеду	I - IV
№№ условий примен.	1; 6-8; 10-13; 17

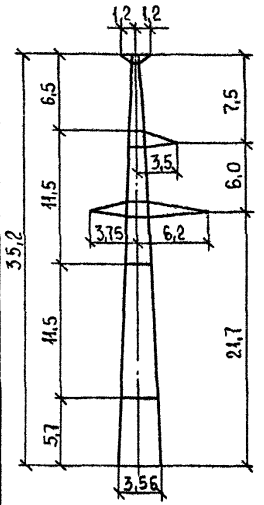
Эскиз

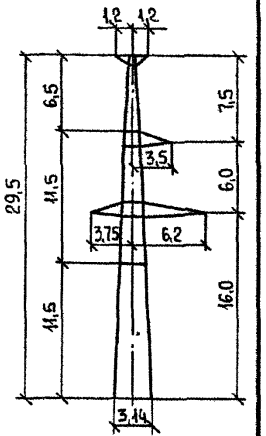












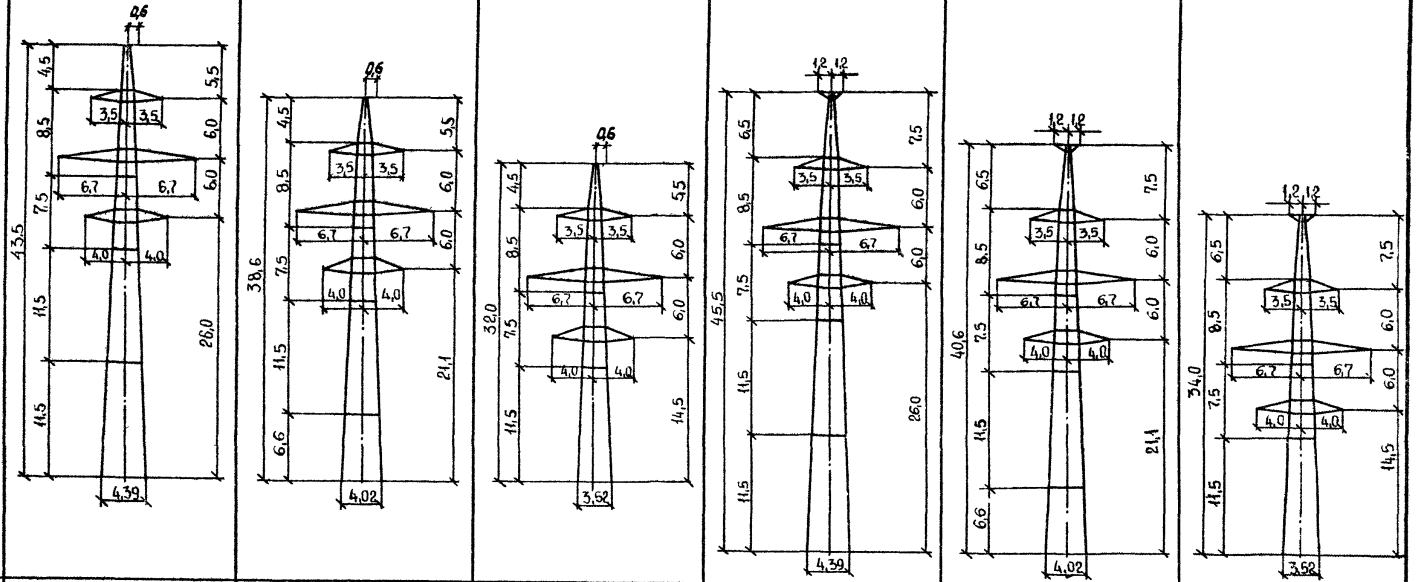
Шифр опоры		2П220-3	2П220-3-5,8	2П220-3-11,5	2П220-3т	2П220-3т-5,8	2П220-3т-11,5
№ черт. монт. схемы		3.407.2 - 145.1 05 КМ					
Масса опоры в кг	без цинка	3909	3199	2818	4107	3397	2820
	с цинком	4055	3318	2715	4251	3523	2924

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

Обзорный лист промежуточных опор

Напряжение, кВ	220
Цепность	двухцепные
Марки проводов	АС 240/32
Район по ветру	III
Район по гололеду	I - IV
№№ условий применен.	53; 58 - 64

Эскиз



Шифр опоры		1П220-2	1П220-2-4,9	1П220-2-11,5	1П220-2т	1П220-2т-4,9	1П220-2т-11,5
№черт. монт. схемы		3.407.2 - 145.1 09 КМ					
Масса опоры кг	без цинка	5423	4706	3867	5570	4854	4013
	с цинком	5635	4890	4018	5787	5043	4170

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

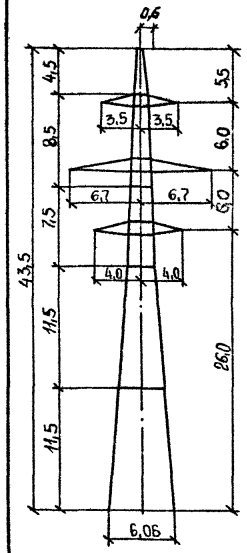
Копировал Владимирова

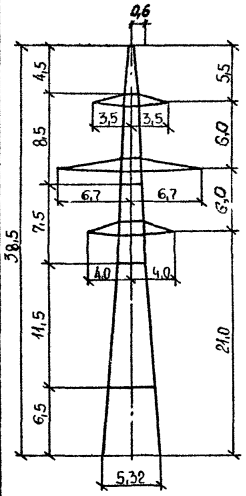
Формат А3

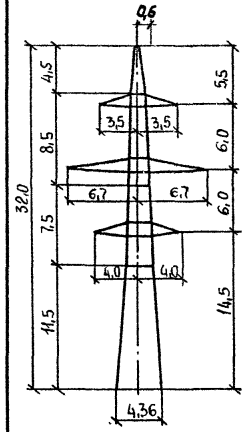
Обзорный лист промежуточных опор

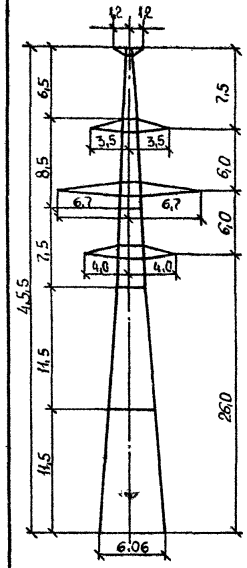
Напряжение, кВ	220
Цепность	двухцепные
Марки проводов	АС 240/32; АС 400/51
Район по ветру	V
Район по гололеду	I - IV
№ № условий применен.	52; 54-56; 65-68; 75-80

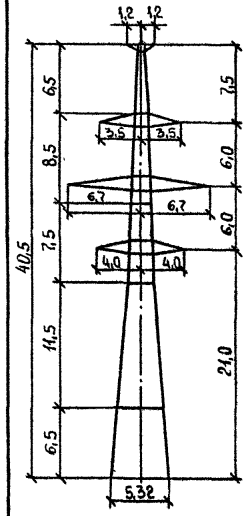
Эскиз

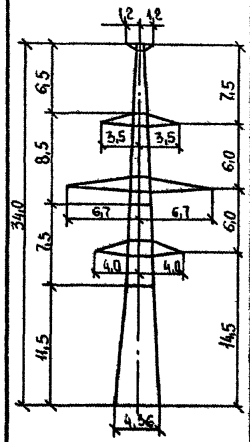












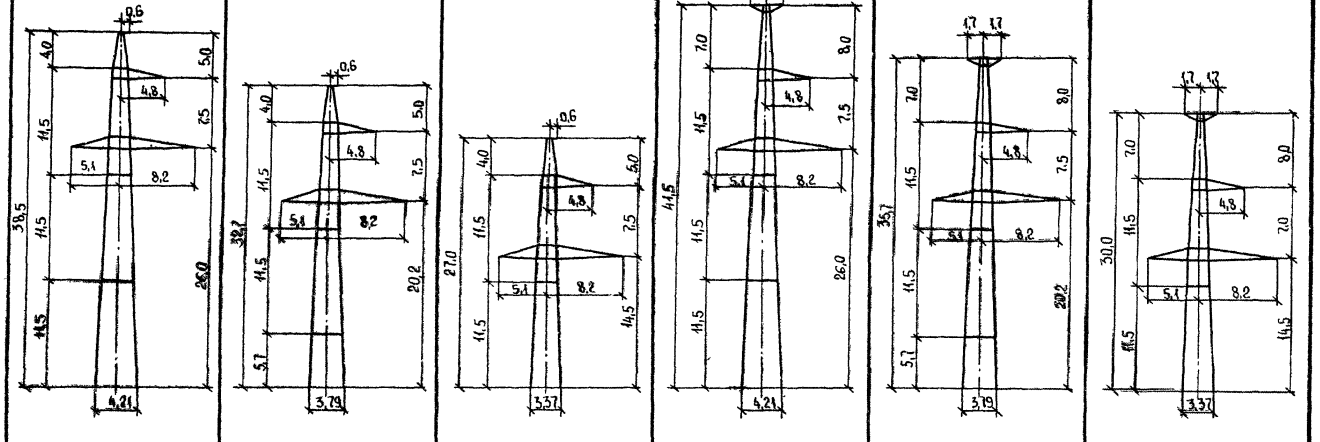
Шифр опоры		2П220-2	2П220-2-5,0	2П220-2-11,5	2П220-2т	2П220-2т-5,0	2П220-2т-11,5
№ черт. монт. схемы		3.407.2 - 145.1 13 км					
Масса опоры кг	без цинка	6728	5757	4689	6876	5905	4836
	с цинком	6976	5969	4861	7130	6122	5012

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

Обзорный лист промежуточных опор

Напряжение, кВ	330
Цепность	одноцепные
Марки проводов	2×АС 240/32
Район по ветру	III
Район по гололеду	I - IV
Nусловий применен.	18÷21; 30÷37

Эскиз



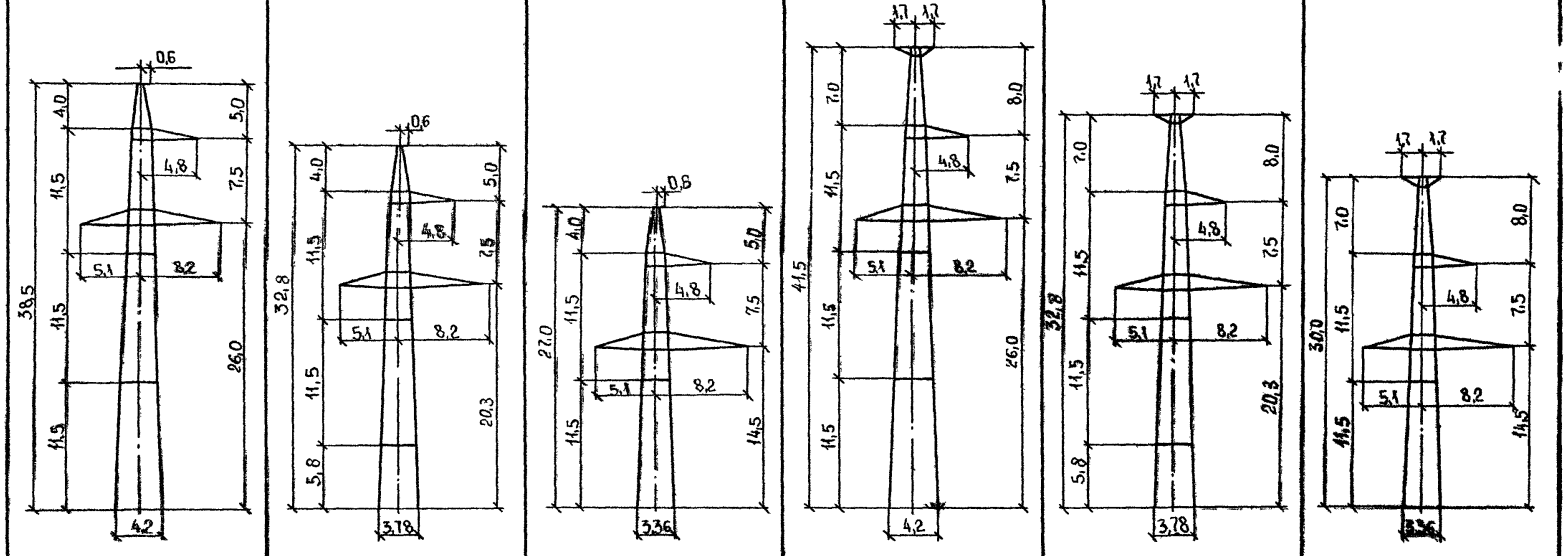
Шифр опоры	1П330-1	1П330-1-5.8	1П330-1-11,5	1П330-1т	1П330-1т-5.8	1П330-1т-11,5
N черт. монт. схемы	3.407.2-145.2 01 КМ					
Масса опоры, кг — без цинка	5208	4460	3742	5489	4742	4024
Масса опоры, кг — с цинком	5403	4626	3882	5694	4919	4174

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

Обзорный лист промежуточных опор

Напряжение, кВ	330
Цепность	одноцепные
Марки проводов	2×АС 240/32; 2×АС 400/51
Район по ветру	V
Район по гололеду	I – IV
№№ условий примен.	38÷40; 43÷49

Эскиз



Шифр опоры		2П330-1	2П330-1-5,7	2П330-1-11,5	2П330-1т	2П330-1т-5,7	2П330-1т-11,5
№ черт. монт. схемы		3.407.2-145.2 05КМ					
Масса опоры, кг	без цинка	6522	5550	4759	6796	5825	5035
	с цинком	6766	5757	4937	7050	6042	5223

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

3.407.2-145.0-01

Лист 6

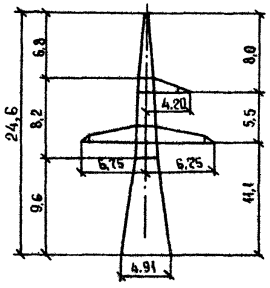
Копировал Владимирова

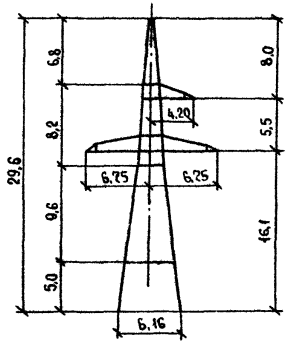
Формат А3

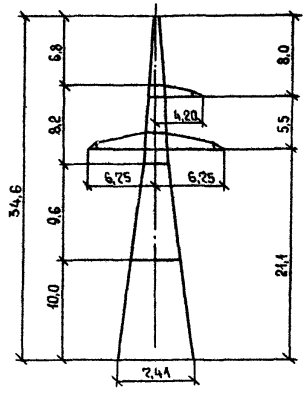
Обзорный лист анкерно-угловых опор

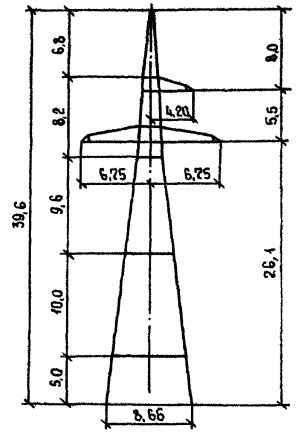
Напряжение, кВ	220
Цепность	одноцепные
Марки проводов	АС 240/32
Район по ветру	III ; V
Район по гололеду	I - IV
№№ условий применения	10 ÷ 21

Эскиз









Шифр опоры		1У220-1	1У220-1+5	1У220-1+10	1У220-1+15
№№ черт. монтажной схемы		3.407.2 - 145.3 01КМ			
Масса опоры в кг	без цинка	6895	8856	11226	15179
	с цинком	7150	9185	11642	15252

Примечания

1. Характеристика условий применения дана на л. 3.407.2-145.0 01 л. 12.
2. В III ветровом районе опоры могут применяться с углом поворота 0-60°. В V ветровом районе углы поворота ограничены значениями, указанными на монтажных схемах.

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

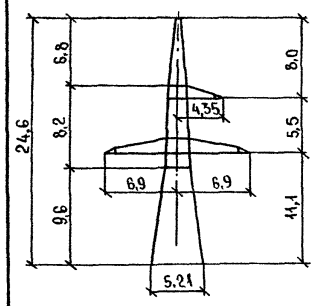
Копировала Владимирова Е.Б.

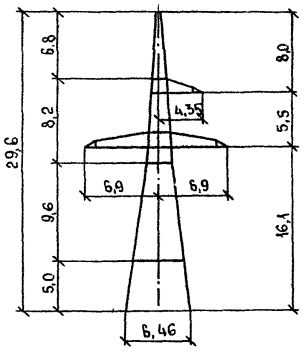
Формат А3

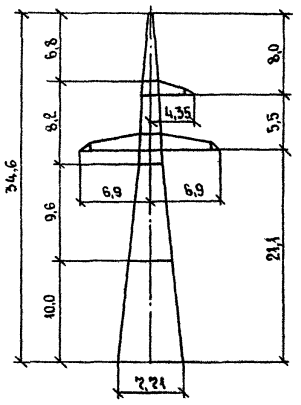
Обзорный лист анкерно-угловых опор

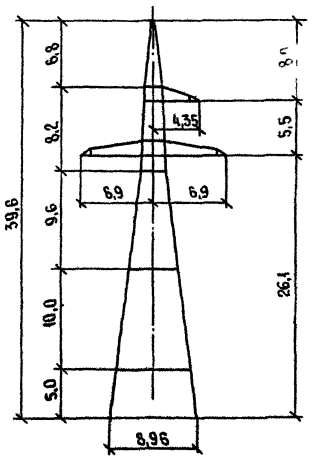
Напряжение, кв	220
Цепность	одноцепные
Марки проводов	АС 400/51
Район по ветру	III ; V
Район по гололеду	I - IV
№ условий применения	22 - 33

Эскиз









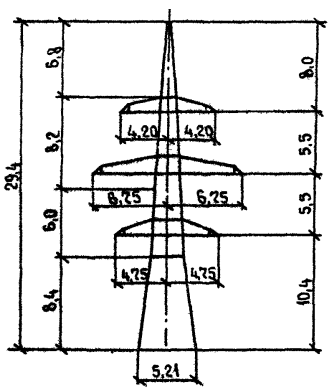
Шифр опоры		1У220-3	1У220-3+5	1У220-3+10	1У220-3+15
№ черт. монтажной схемы		3.407.2 - 145.3 09КМ			
Масса опоры в кг	без цинка	8534	10832	13344	16805
	с цинком	8853	11238	13847	17440

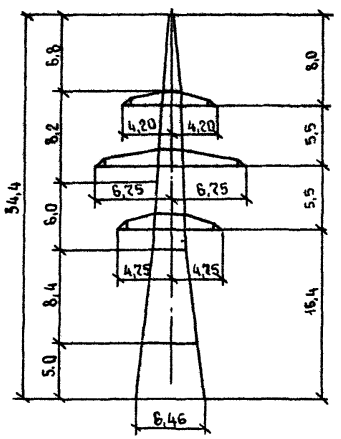
Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

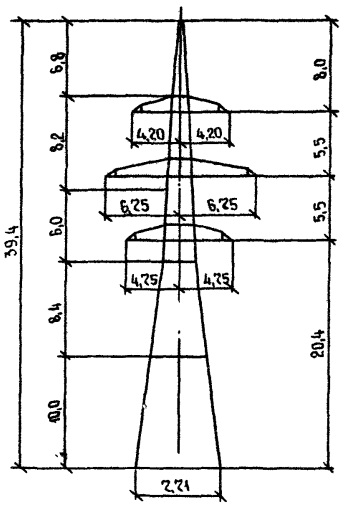
Обзорный лист анкерно-угловых опор

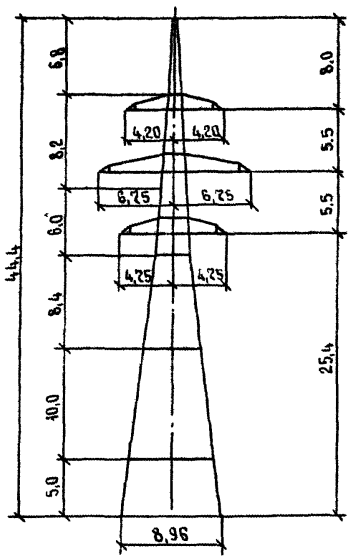
Напряжение, кВ	220
Цепность	двухцепные
Марки проводов	АС 240/32
Район по ветру	III ÷ V
Район по гололеду	I – IV
№№ условий применения	61 ÷ 72

Эскиз







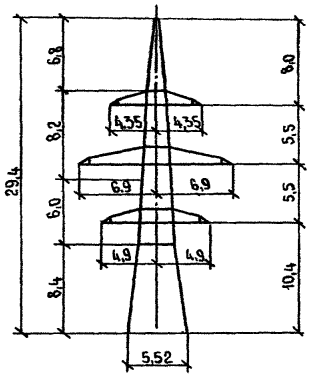
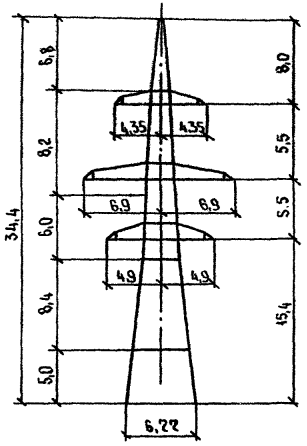
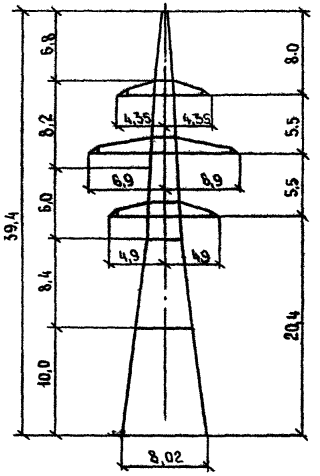
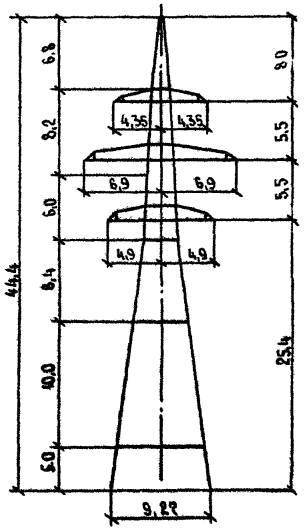


Шифр опоры		1У220-2	1У220-2+5	1У220-2+10	1У220-2+15
№ черт. монтажной схемы		3.407.2 – 145.3 05КМ			
Масса опоры в кг	без цинка	10590	13092	15731	19426
	с цинком	10980	13576	16316	20152

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

Копировала Владимирова Е.Б. Формат А3

Обзорный лист анкерно-угловых опор

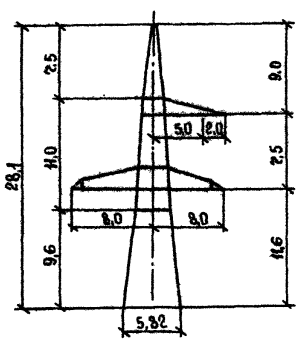
Напряжение, кВ	220			
Цепность	двухцепные			
Марки проводов	АС 400/51			
Район по ветру	III ; V			
Район по гололеду	I - IV			
№№ условий применения	23 ÷ 84			
Эскиз				
Шифр опоры	1У220-4	1У220-4+5	1У220-4+10	1У220-4+15
№ черт. монтажной схемы	3.407.2-145.3 13КМ			
Масса опоры в кг — без цинка	13226	15965	18585	22528
Масса опоры в кг — с цинком	13208	16551	19271	23416

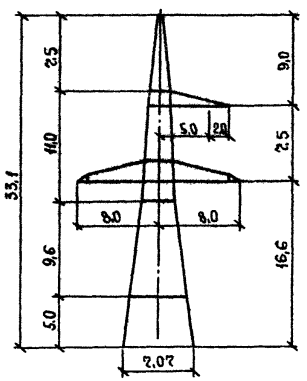
Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

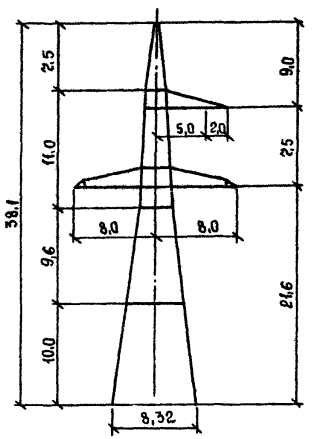
Обзорный лист анкерно-угловых опор

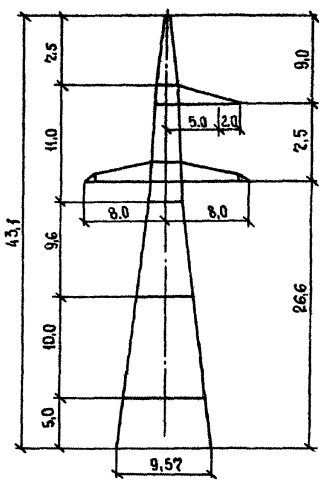
Напряжение, кВ	330
Цепность	одноцепные
Марки проводов	2×АС 240/32; 2×АС 400/51
Район по ветру	III; V
Район по гололеду	I – IV
№ условия применения	34 ÷ 51

Эскиз









Шифр опоры		19330-1	19330-1+5	19330-1+10	19330-1+15
№ черт. монтажной схемы		3.407.2-145.3 12КМ			
Масса опоры в кг.	без щита	13843	16224	19820	24038
	с щитом	14356	17350	20566	24940

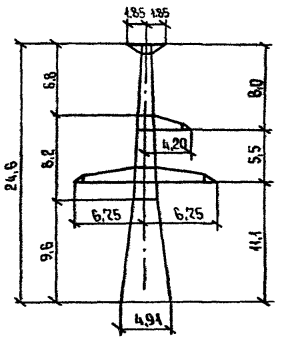
Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

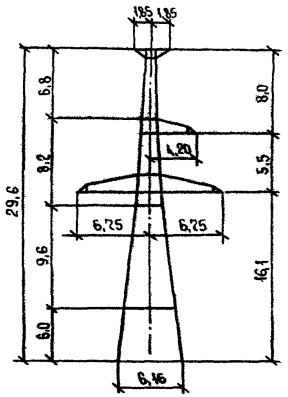
Копировала Владимирова Е.Б. Формат А3

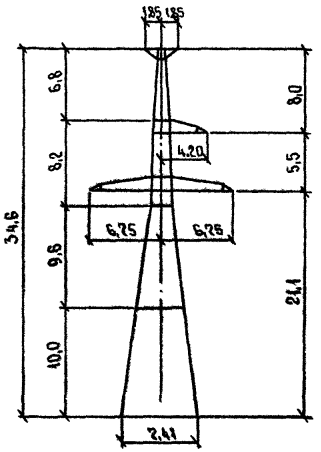
Обзорный лист анкерно-угловых опор

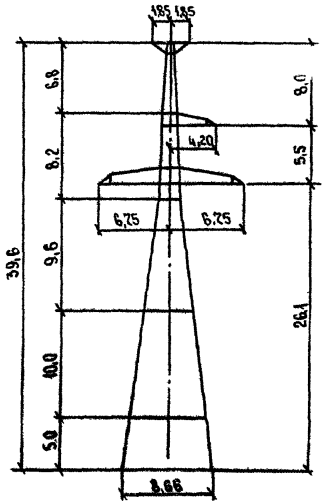
Напряжение, кв	220
Цепность	одноцепные / с двумя тросами/
Марки проводов	АС 240 / 32
Район по ветру	III ; V
Район по гололеду	I - IV
N условий применения	10 ÷ 21

Эскиз









Шифр опоры		1У220-1т	1У220-1т+5	1У220-1т+10	1У220-1т+15
N черт. монтажной схемы		3.407.2-145.3 01КМ			
Масса опоры в кг	без цинка	7526	9481	11850	15804
	с цинком	7805	9834	12294	16400

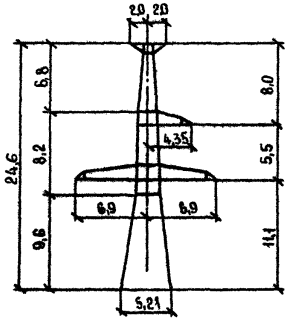
Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

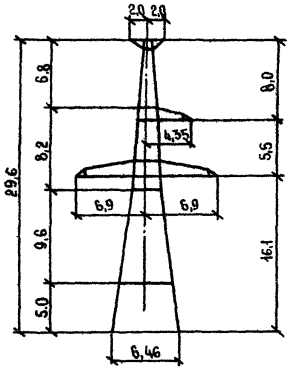
Копировала Владимирова Е.Б. Формат А3

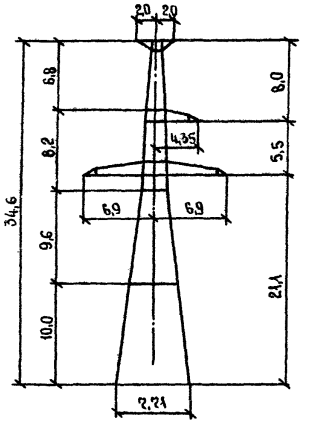
Обзорный лист анкерно-угловых опор

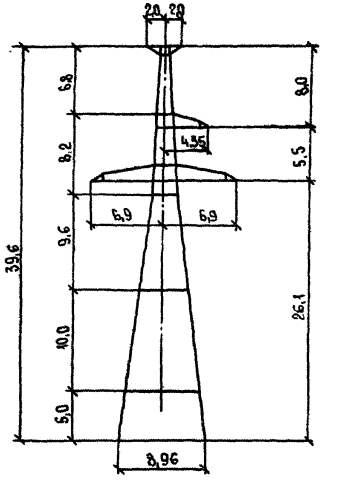
Напряжение, кВ	220
Цепность	одноцепные (с двумя тросами)
Марки проводов	АС 400/51
Район по ветру	$\frac{III}{}$; $\frac{V}{}$
Район по гололеду	$\frac{I}{}$ - $\frac{IV}{}$
№ условий применения	22 ÷ 33

Эскиз









Шифр опоры		1У220-3т	1У220-3т+5	1У220-3т+10	1У220-3т+15
№ черт. монтажной схемы		3.407.2-145.3 09КМ			
Масса опоры в кг	без цинка	9186	11484	13998	17459
	с цинком	9529	11914	14525	18120

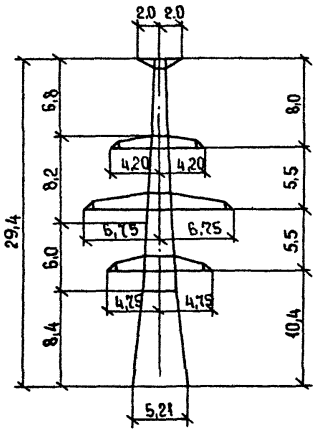
Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

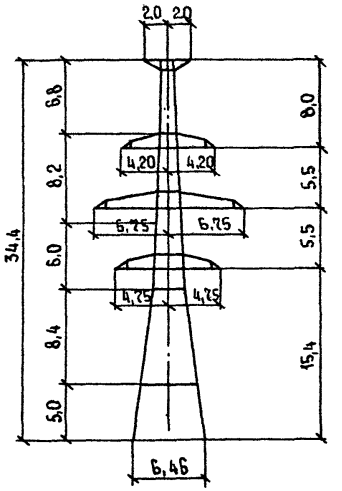
Копировал Владимирова Е.Б. Формат А3

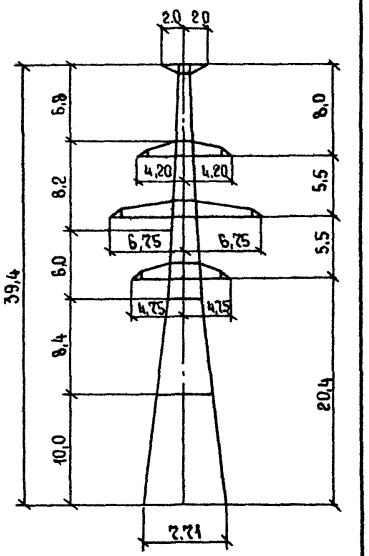
Обзорный лист анкерно-угловых опор

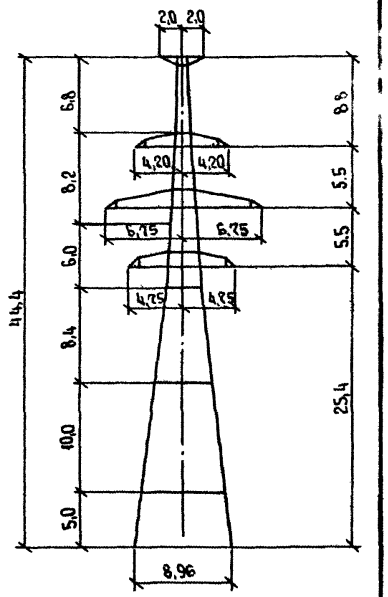
Напряжение, кВ	220
Цепность	двухцепные (с двумя тросами)
Марки проводов	АС 240/32
Район по ветру	III ; V
Район по гололеду	I - IV
№№ условий применения	61 - 72

Эскиз









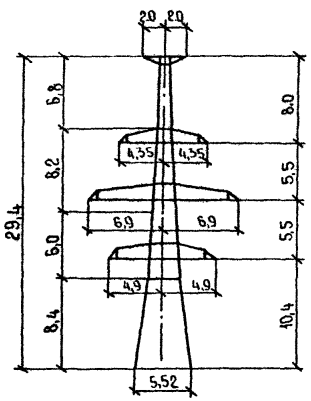
Шифр опоры		14220-2т	14220-2т+5	14220-2т+10	14220-2т+15
№черт. монтажной схемы		3.407.2 - 145.3 05КМ			
Масса опоры в кг	без цинка	11182	13690	16331	20026
	с цинком	11599	14196	16938	20774

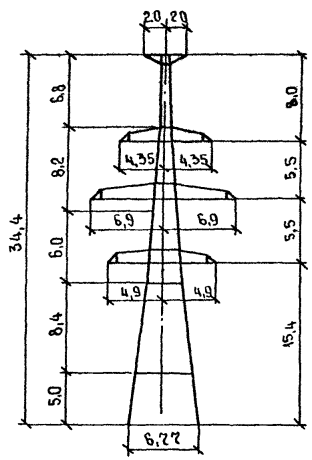
Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

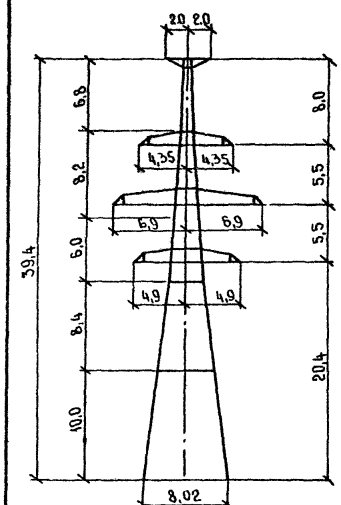
Обзорный лист анкерно-угловых опор

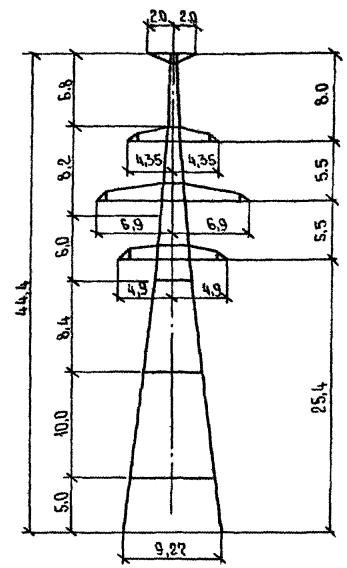
Напряжение, кВ	220
Цепность	двухцепные / с двумя тросами/
Марки проводов	АС400/51
Район по ветру	III ; V
Район по гололеду	I - IV
Условий применения	73 ÷ 84

Эскиз









Шифр опоры		19220-4т	19220-4т+5	19220-4т+10	19220-4т+15
№ черт. монтажной схемы		3.407.2-145.3 13КМ			
Масса опоры в кг	без цинка	13848	16587	19210	23202
	с цинком	14354	17196	19919	24062

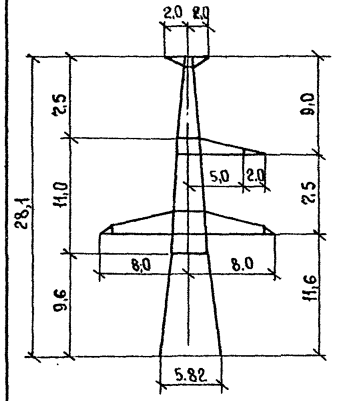
Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

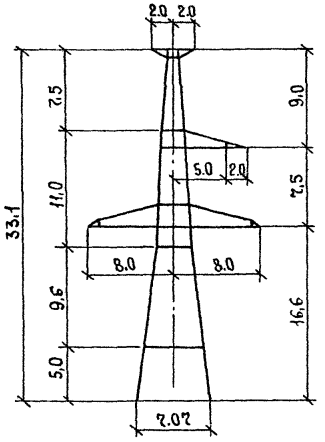
Копировала Владимирова Е.Б. Формат А3

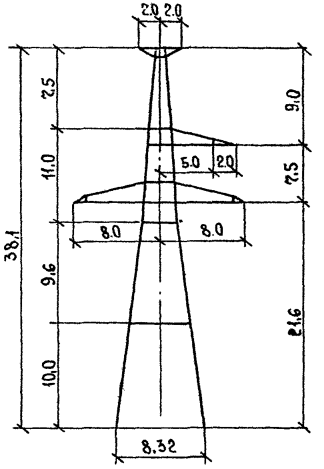
Обзорный лист анкерно-угловых опор

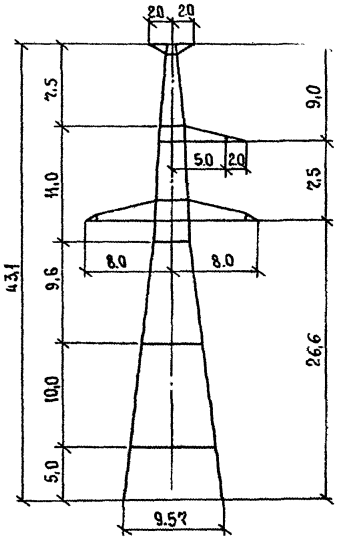
Напряжение, кВ	330
Цепность	одноцепные / с двумя тросами/
Марки проводов	2×АС 240/32; 2×АС 400/51
Район по ветру	III; IV
Район по гололеду	I - III
№ условия применения	34 ÷ 51

Эскиз









Шифр опоры		1У330-1т	1У330-1т+5	1У330-1т+10	1У330-1т+15
№ черт. монтажной схемы		3.407.2-145.3 17 КМ			
Масса опоры в кг	без цинка	14496	17375	20472	24690
	с цинком	15035	18026	21244	25616

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

Копировал Владимирова Е.Б. Формат А3

Выбор стальных опор ВЛ 220-330кВ по заданным условиям

Напряжение ВЛ, кВ	Регион	Марка провода	Район гололедности	Одноцепные опоры: Номер условий	Одноцепные опоры: промежуточные	Одноцепные опоры: анкерно-угловые	Двухцепные опоры: Номер условий	Двухцепные опоры: промежуточные	Двухцепные опоры: анкерно-угловые
110	2	АС 120/19	I	1	2П220-3	1У110-1	52	2П220-2	1У110-2
	3		I	2	3П110-1 *)		53	1П220-2	
	2	АС 240/32	I	3	2П220-1	1У110-3	54	2П220-2	1У110-4
			II	4			55		
			III	5			56		
			IV	6	2П220-3		57	1ПП0-6	
	3		I	7			58	1П220-2	
			II	8			59		
			III	9	3П110-1 *)		60		
220	1	АС 240/32	I	10	2П220-3	1У220-1	61	1П220-2	1У220-2
			II	11			[62]		
			III	12			63		
			IV	13			64		
	2		I	[14]	2П220-1		65	2П220-2	
			II	15			[66]		
			III	16			67		
			IV	[17]	2П220-3		68		
	3		I	18	1П330-1		69	3П220-2 *)	
			II	19			70		
			III	20			71		
			IV	21			72		
	1	АС 400/51	I	22	2П220-1	1У220-3	73	3П220-2 *)	1У220-4
			II	23			74		
			III	24			75	2П220-2	
			IV	25			76		

Напряжение ВЛ, кВ	Регион	Марка провода	Район гололедности	Одноцепные опоры: Номер условий	Одноцепные опоры: промежуточные	Одноцепные опоры: анкерно-угловые	Двухцепные опоры: Номер условий	Двухцепные опоры: промежуточные	Двухцепные опоры: анкерно-угловые
220	2	АС 400/51	I	26	2П220-1	1У220-3	77	2П220-2	1У220-4
			II	27			78		
			III	28			79		
			IV	29			80		
	3		I	30	1П330-1		81	3П220-2 *)	
			II	31			82		
			III	32			83		
			IV	33			84		
330	1	2×АС 240/32	I	34	1П330-1	1У330-1	85	3П330-2 *)	2×У330-1
			II	[35]			86		
			III	36			87		
			IV	37			88		
	2		II	38	2П330-1		89		
			III	39			90		
			IV	[40]			91		
	3		III	41	3П330-1 *)		92		
			IV	42			93		
	1	2×АС 400/51	I	43	2П330-1		94		
			II	44			95		
			III	45			96		
			IV	46			97		
	2		II	47			98		
			III	48			99		
			IV	49			100		
	3		III	50	3П330-1 *)		101		
			IV	51			102		

Примечания

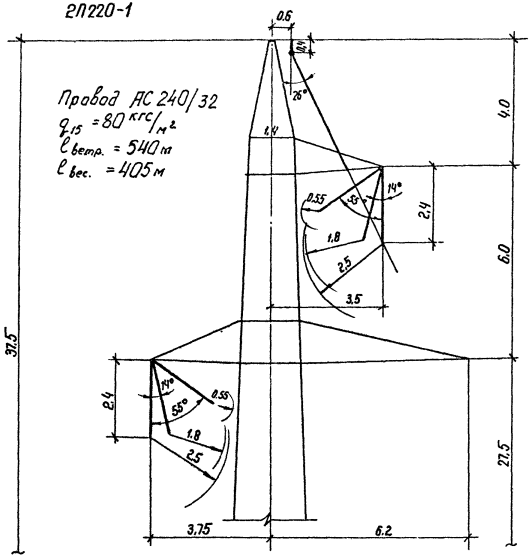
1. Марка грозозащитного троса для ВЛ 110кВ - - С50 (ТК-9.1); для ВЛ 220-330кВ - С70 (ТК-11)
2. Модификации опор (пониженные, повышенные, для 2 тросов) применяются в тех же условиях, как нормальные опоры.
3. Пролеты и нагрузки на все условия применения даны в разд. 05, 06.
4. В рамках - NN условий применения опор основных типов.

*) Опоры разрабатываются в серии "Унифицированные конструкции промежуточных и анкерно-угловых стальных опор ВЛ 110-330кВ для районов с загрязнённой атмосферой."

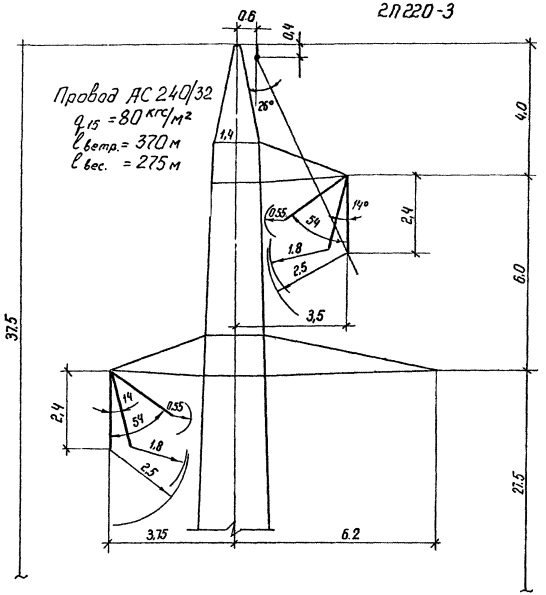
Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. №

Габариты одноцепных промежуточных опор 220кВ

2П220-1



2П220-3



Габариты:

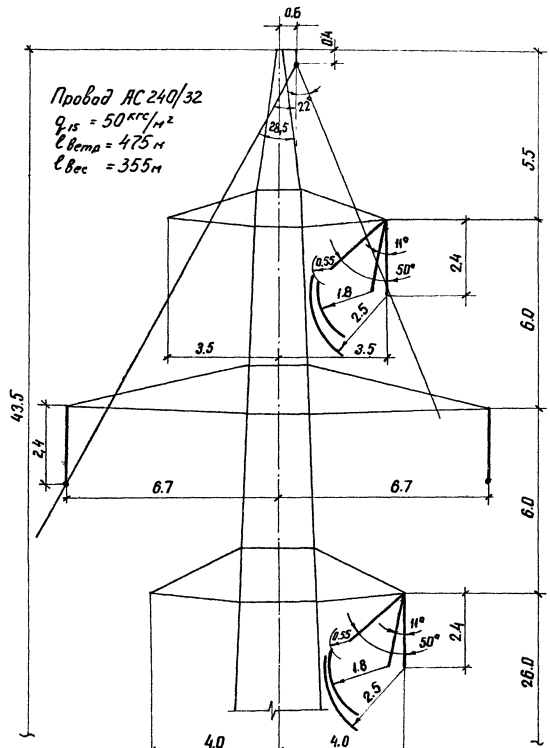
0.55 - по рабочему напряжению
1.8 - по грозовым перенапряжениям
2.5 - по безопасному подъему на опору

Н. контр.	Мудрова		3.407.2-145.0-02		
Зав. НИЛЭС	Курносов		Габариты промежуточных опор	Стадия: Р	Лист: 1	Листов: 3
ГИП	Штин			ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ Северо-Западное отделение Ленинград	
Рук. гр.	Константинова				
Проверил	Константинова				
Исполнил	Щетникова				

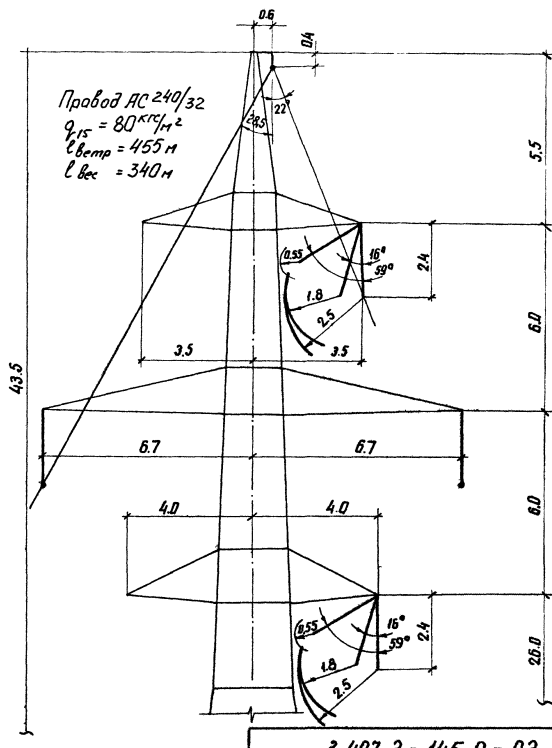
Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

Габариты двухцепных промежуточных опор 220 кВ

1П220-2



2П220-2



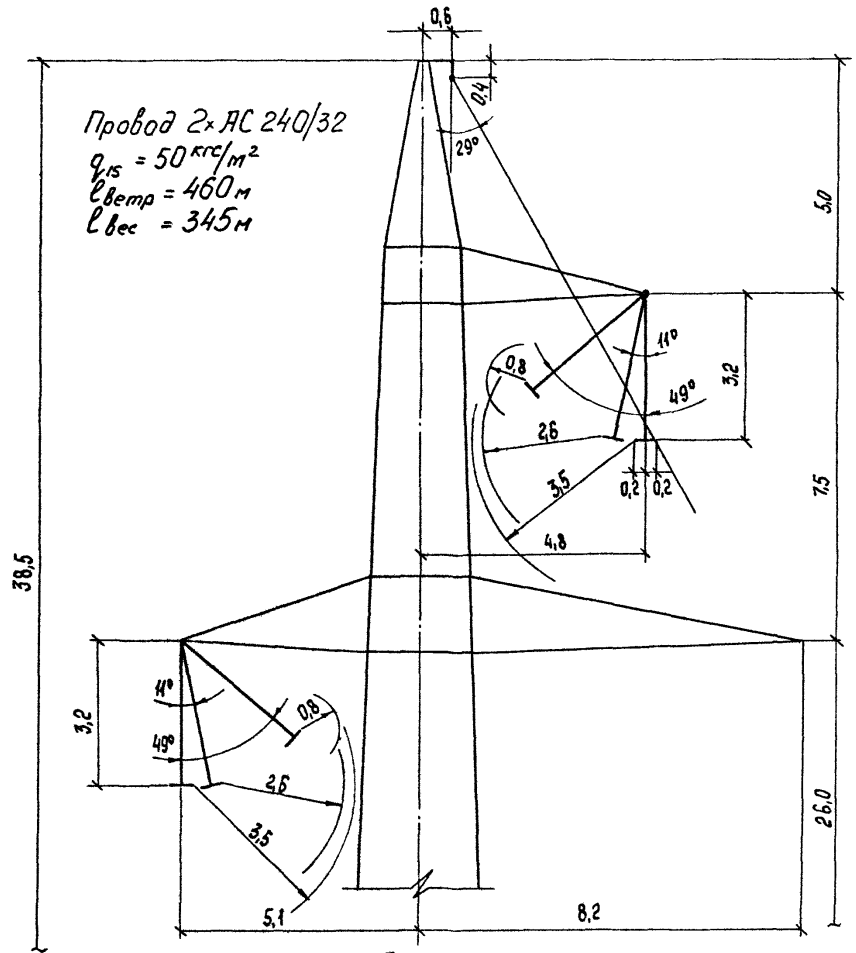
3.407.2 - 145.0 - 02

Лист 2

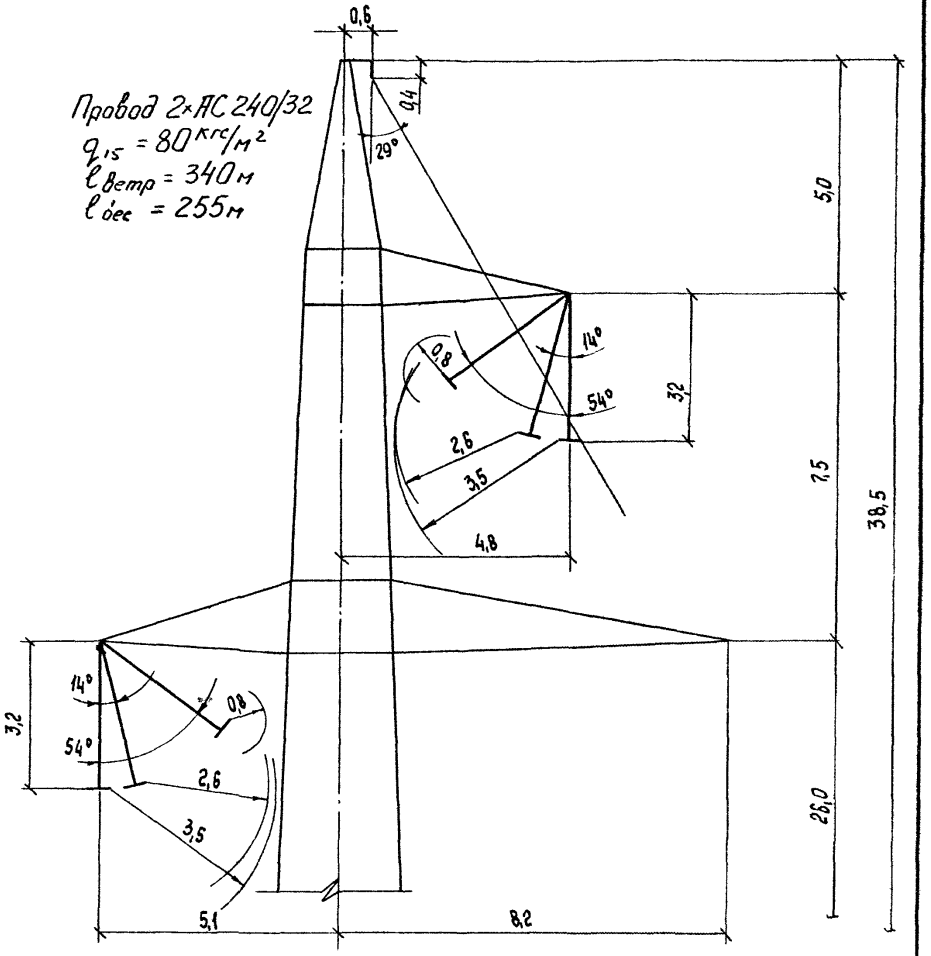
Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

Габариты одноцепных промежуточных опор 330 кВ

1П330-1



2П330-1



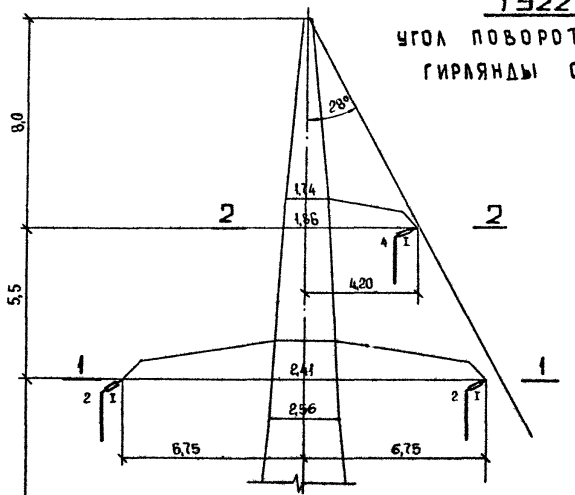
Габариты:

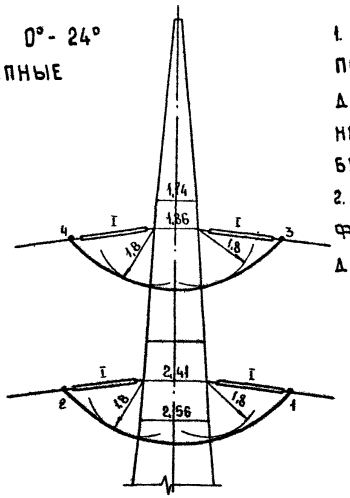
0,8 – по рабочему напряжению
2,6 – по грозовым перенапряжениям
3,5 – по безопасному подъёму на опору

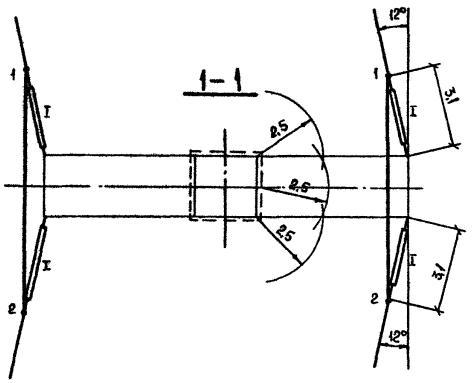
Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

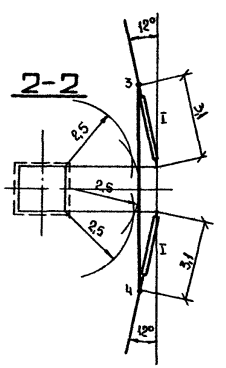
14220-1

УГОЛ ПОВОРОТА ВЛ 0°-24°
ГИРЛЯНДЫ ОДНОЦЕПНЫЕ









Примечания:

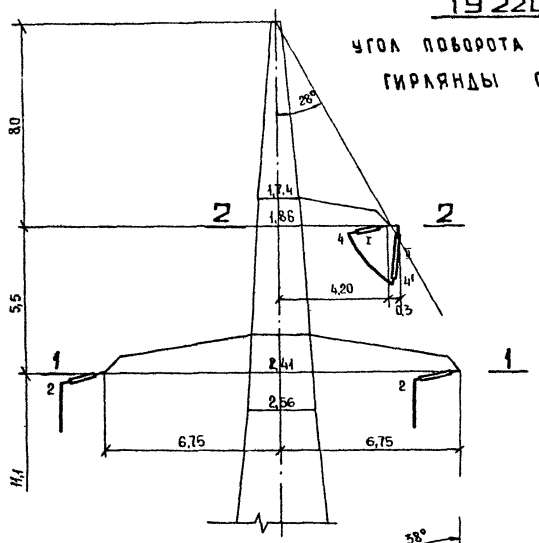
1. При углах поворота ВЛ от 0° до 24° подвеска поддерживающих гирлянд для оттягивания шлейфа на нижней и верхней траверсах не требуется.
2. Длины петель обводных шлейфов и условные обозначения даны на листе 24.

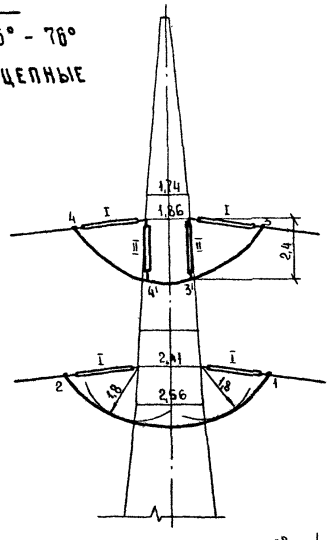
Н.контр.	Мудрова		3.407.2-145.0-03
Зав.НИЛУЭС	Курносов		Габариты анкерно-угловых опор
ГИП	Штин		Стадия Р; Лист 1; Листов 25
Рук.гр-пы	Элькина		«Энергосетьпроект» Северо-Западное отделение Ленинград
Проверил	Константинова		
Исполнит	Набель		

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

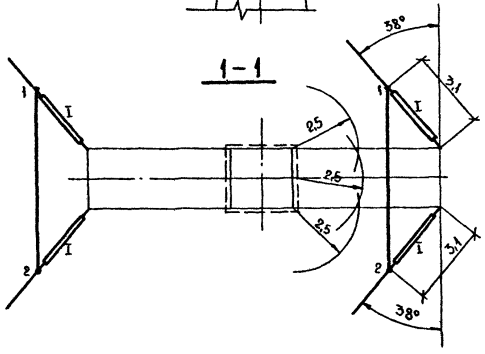
1У220-1

УГОЛ ПОВОРОТА ВЛ 25° - 76°
ГИРЛЯНДЫ ОДНОЦЕПНЫЕ

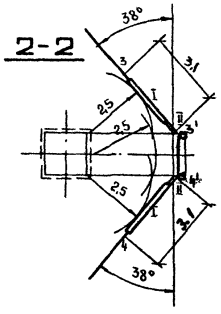




1-1



2-2



Примечания:

1. При углах поворота ВЛ от 25° до 76° при расположении верхней траверсы с внешней стороны угла поворота требуется подвеска 2х поддерживающих гирлянд для оттягивания шлейфа.

   При расположении верхней траверсы с внутренней стороны угла поворота ВЛ подвеска поддерживающих гирлянд не требуется.

2. На нижней траверсе подвеска поддерживающих гирлянд не требуется.

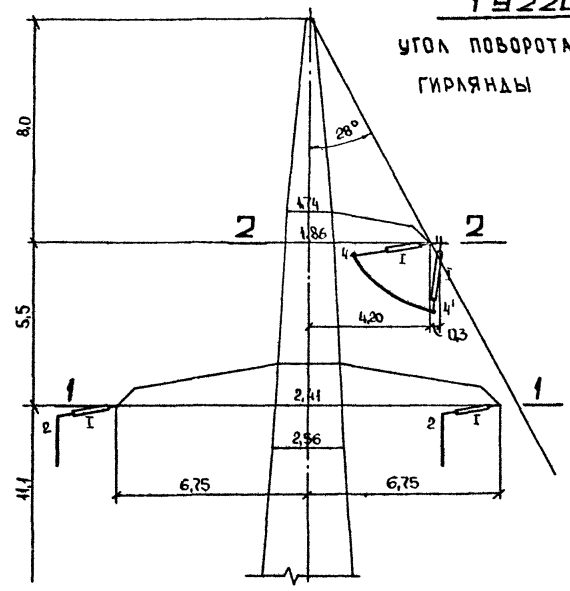
3. Длины петель обводных шлейфов и условные обозначения даны на листе 28.

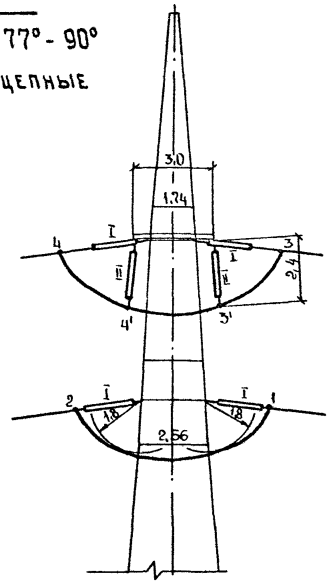
Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

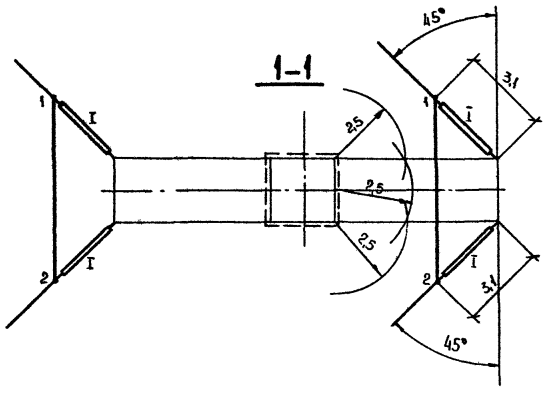
1У220-1

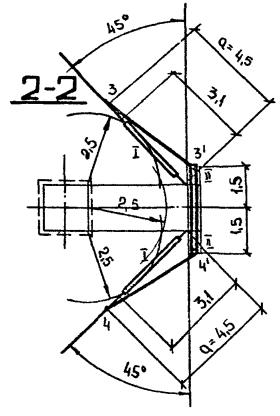
УГОЛ ПОВОРОТА ВЛ 77°-90°

ГИРЛЯНДЫ ОДНОЦЕПНЫЕ









Примечания:

1. При углах поворота ВЛ от 77° до 90° при расположении верхней траверсы с внешней стороны угла поворота требуется подвеска 2х поддерживающих гирлянд на балке для оттягивания шлейфа.

Расстояние „а" от точки крепления гирлянды на опоре до выхода петли из зажима принимается в зависимости от угла поворота ВЛ: а=3,1м / конец гирлянды/при λ=77°; а=4,5м при λ=90°

При расположении верхней траверсы с внутренней стороны угла поворота подвеска поддерживающих гирлянд не требуется.

2. На нижней траверсе подвеска поддерживающих гирлянд не требуется.

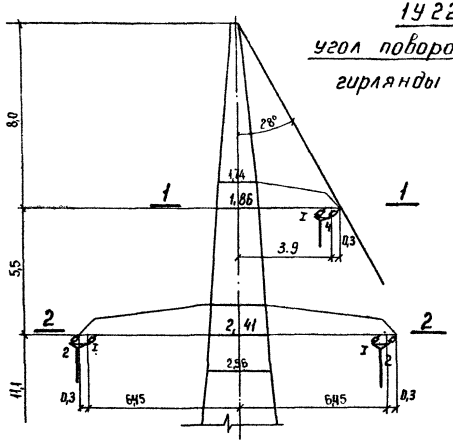
3 Длины петель обводных шлейфов и условные обозначения даны на листе 28.

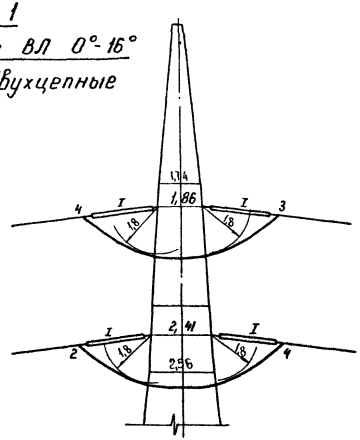
Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

1У220-1

угол поворота ВЛ 0°-16°

гирлянды двухцепные

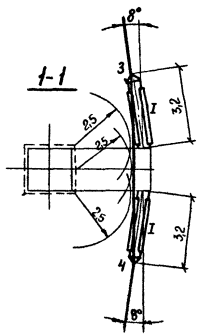




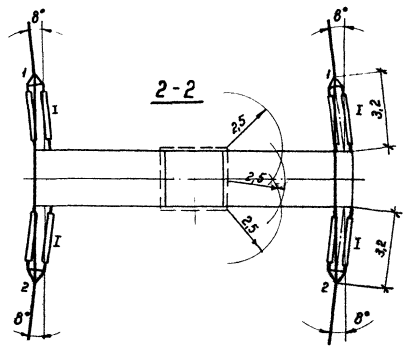
Примечания:

1. При углах поворота ВЛ от 0° до 16° подвеска поддерживающих гирлянд для оттягивания шлейфа на нижней и верхней траверсах не требуется.
2. Длины петель обводных шлейфов приведены на листе 25, условные обозначения на листе 24.

1-1



2-2

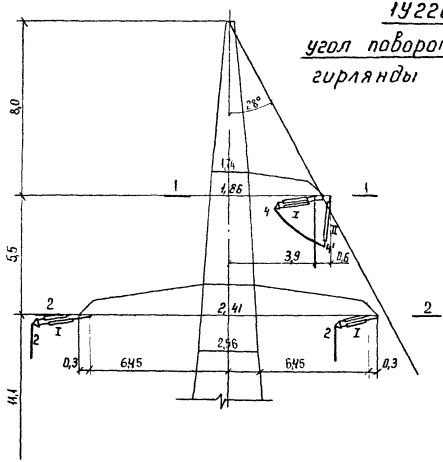


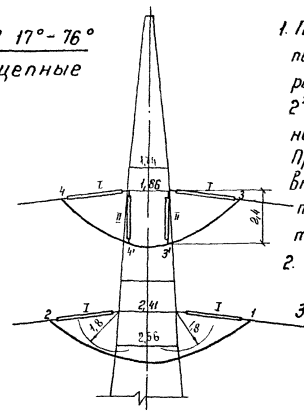
Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

1У220-1

угол поворота ВЛ 17°-76°

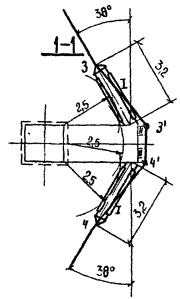
гирлянды двухцепные

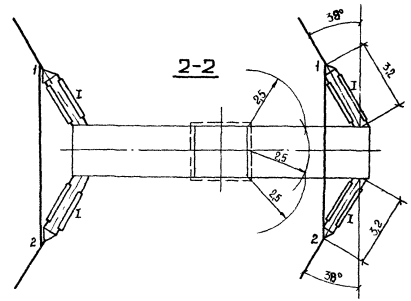




Примечания:

1. При углах поворота ВЛ от 17° до 76° при расположении верхней траверсы с внешней стороны угла поворота требуется подвеска 2х поддерживающих гирлянд для оттягивания шлейфа.
   При расположении верхней траверсы с внутренней стороны угла поворота ВЛ подвеска поддерживающих гирлянд не требуется.
2. На нижней траверсе подвеска поддерживающих гирлянд не требуется.
3. Длины петель обводных шлейфов приведены на листе 25, условные обозначения на листе 24.





Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

3.407.2-145.0-03

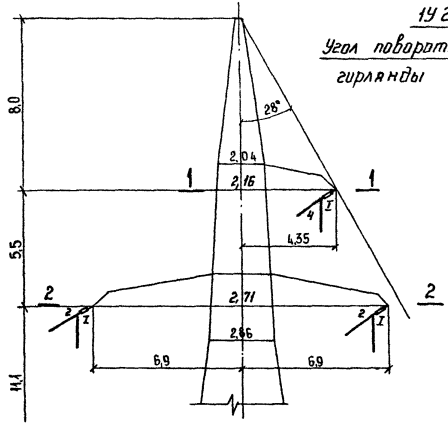
Лист 5

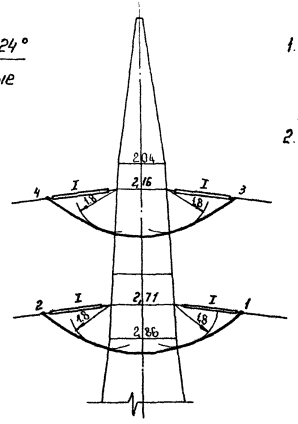
Копир Феоктистова формат А3

1У220-3

Угол поворота ВЛ 0°-24°

гирлянды одноцепные

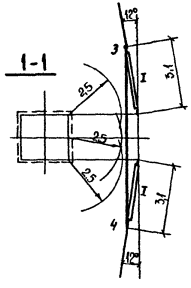




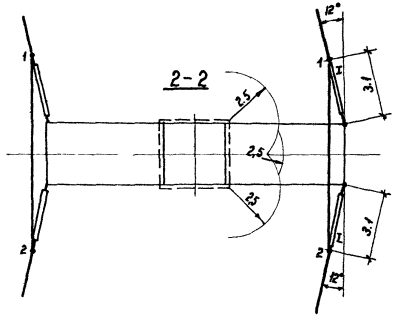
Примечания

1. При углах поворота ВЛ от 0° до 24° поддерживающих гирлянд для оттягивания шлейфа на нижней и верхней траверсах не требуется.
2. Длины петель обводных шлейфов и условные обозначения приведены на листе 24.

1-1

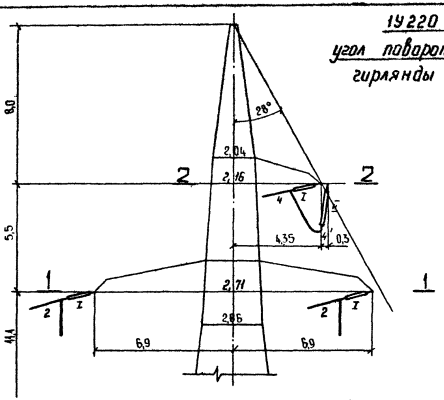


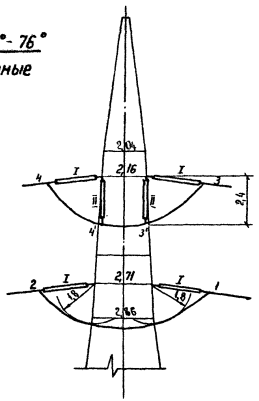
2-2



Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

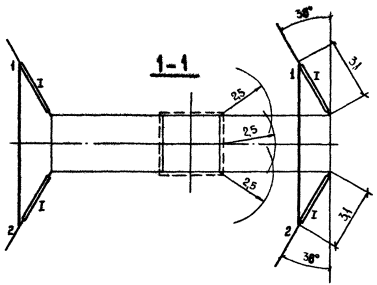
19220 - 3
угол поворота ВЛ 25°-76°
гирлянды одноцепные

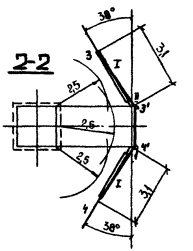




Примечания:

1. При углах поворота ВЛ от 25° до 76° при расположении верхней траверсы с внешней стороны угла поворота требуется подвеска 2х поддерживающих гирлянд для оттягивания шлейфа.
   При расположении верхней траверсы с внутренней стороны угла поворота ВЛ подвеска поддерживающих гирлянд не требуется.
2. На нижней траверсе подвеска поддерживающих гирлянд не требуется.
3. Длины петель обводных шлейфов и условные обозначения приведены на листе 24.





Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

3. 407. 2-145.0-03

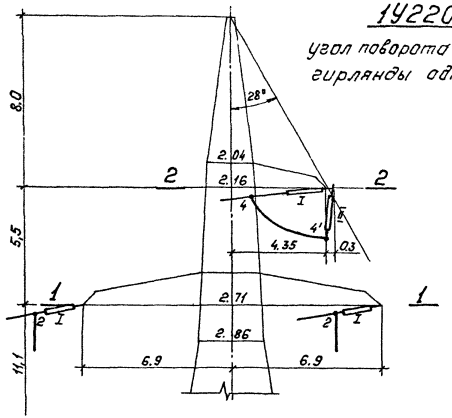
Лист 7

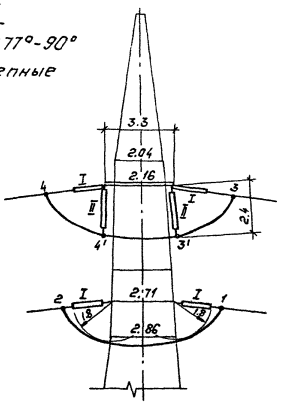
Копир Феоктистова

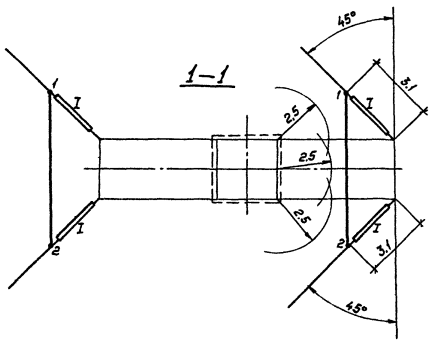
формат А3

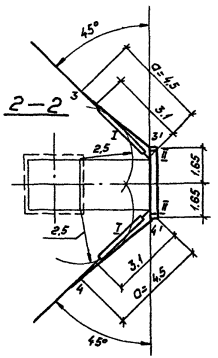
1У220-3

угол поворота ВЛ 77°-90°
гирлянды одноцепные









Примечания:

1. При углах поворота ВЛ от 77° до 90° при расположении верхней траверсы с внешней стороны угла поворота требуется подвеска 2-х поддерживающих гирлянд на балке для оттягивания шлейфа.

   Расстояние „а" от точки крепления гирлянды на опоре до выхода петли из зажима принимается в зависимости от угла поворота ВЛ от а=3,1м (конец гирлянды) при α=77°, до а=4,5м при α=90°.

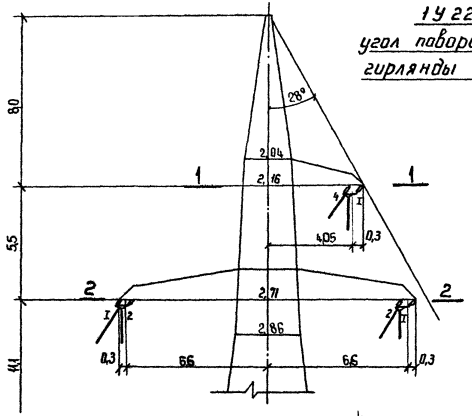
   При расположении верхней траверсы с внутренней стороны угла поворота подвеска поддерживающих гирлянд не требуется.

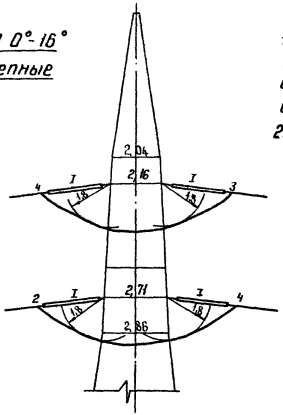
2. На нижней траверсе подвеска поддерживающих гирлянд не требуется.

3. Длины петель обводных шлейфов и условные обозначения приведены на листе 24.

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

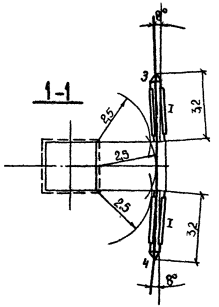
1У220 - 3
угол поворота ВЛ 0°-16°
гирлянды двухцепные

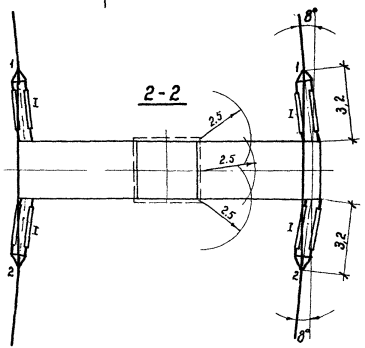




Примечания:

1. При углах поворота ВЛ от 0° до 16° подвеска поддерживающих гирлянд. для оттягивания шлейфа на нижней и верхней траверсах не требуется.
2. Длины петель обводных шлейфов приведены на листе 25, условные обозначения на листе 24.





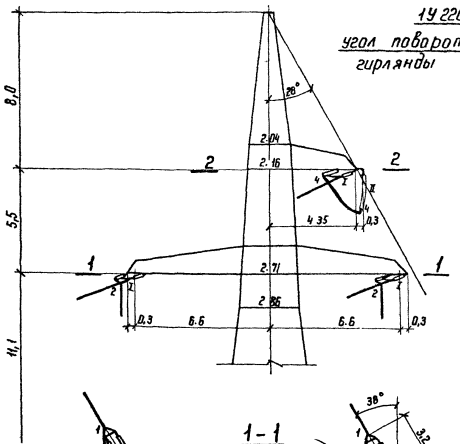
Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

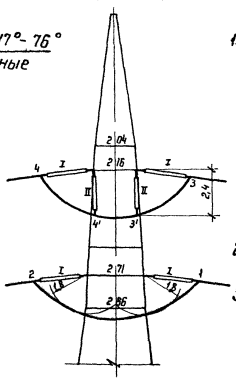
Копир. Фоонтистова

1У220-3

угол поворота ВЛ 17°-76°

гирлянды двухцепные

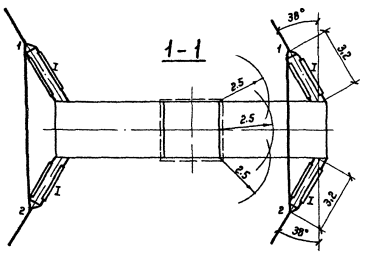




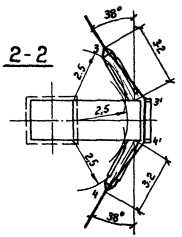
Примечания:

1. При углах поворота ВЛ от 17° до 76° при расположении верхней траверсы с внешней стороны угла поворота требуется подвеска 2х поддерживающих гирлянд для оттягивания шлейфа. При расположении верхней траверсы с внутренней стороны угла поворота ВЛ подвеска поддерживающих гирлянд не требуется.
2. На нижней траверсе подвеска поддерживающих гирлянд не требуется.
3. Длины петель обводных шлейфов приведены на листе 25, условные обозначения на листе 24.

1-1



2-2

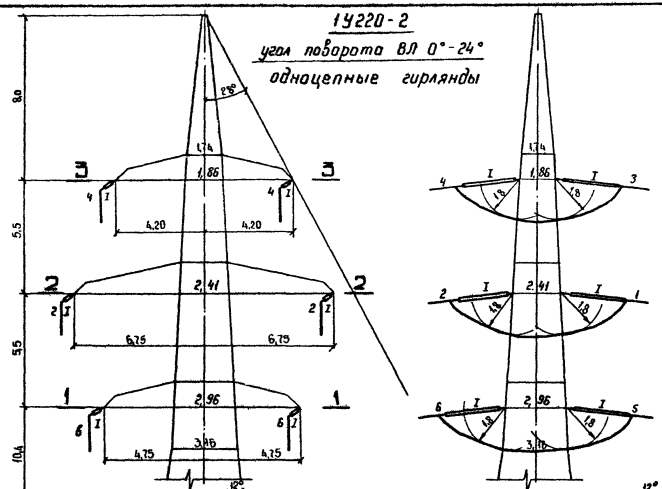


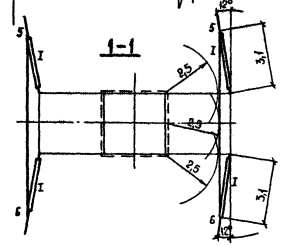
Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

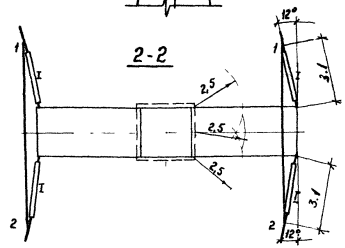
1У220-2

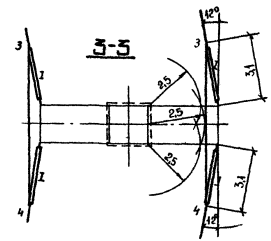
угол поворота ВЛ 0°-24°

одноцепные гирлянды









Примечания:

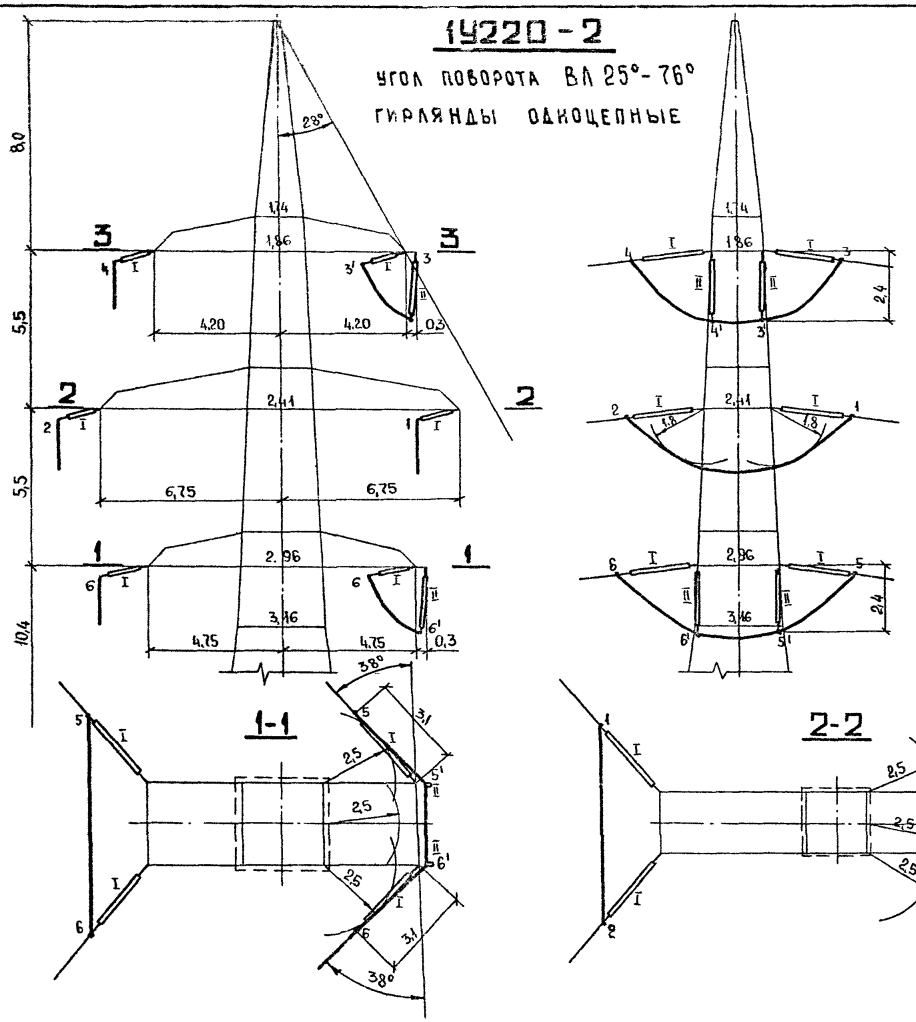
1 При углах поворота ВЛ от 0° до 24 подвески поддерживающих гирлянд для оттягивания шлейфа на нижней, средней и верхней траверсах не требуется.

2 Длины петель обводных шлейфов и условные обозначения приведены на листе 24.

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

19220-2

УГОЛ ПОВОРОТА ВЛ 25°-76°
ГИРЛЯНДЫ ОДНОЦЕПНЫЕ



Примечания:

1. При углах поворота ВЛ от 25 до 76° на верхней и нижней траверсах с внешней стороны угла поворота требуется подвеска 2х поддерживающих гирлянд на каждой траверсе для оттягивания шлейфа.

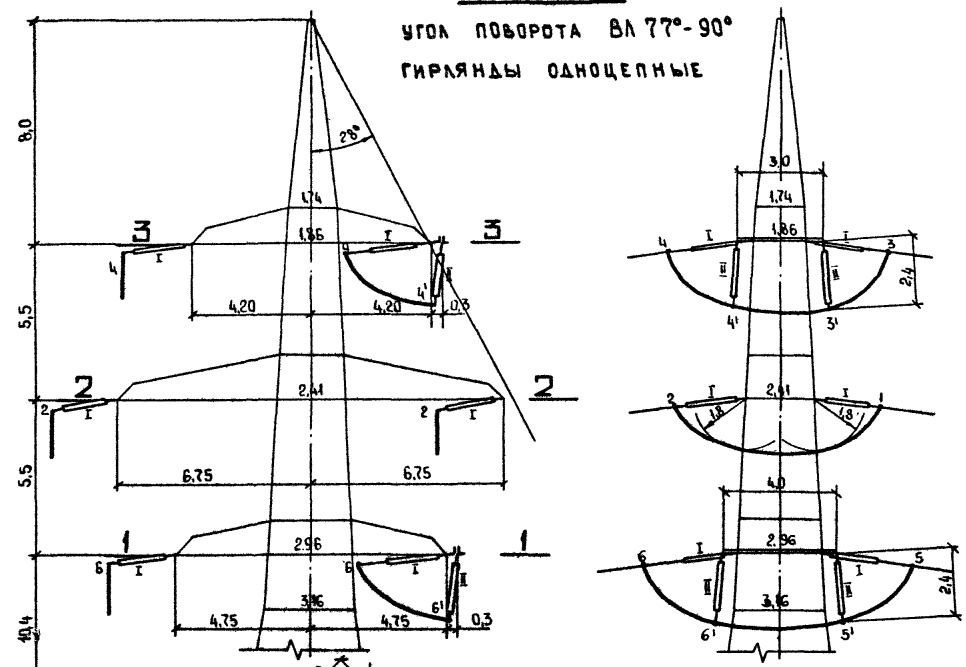
   С внутренней стороны угла поворота подвеска поддерживающих гирлянд не требуется.
2. На средней траверсе подвеска поддерживающих гирлянд не требуется.
3. Длины петель обводных шлейфов и условные обозначения приведены на листе 24.

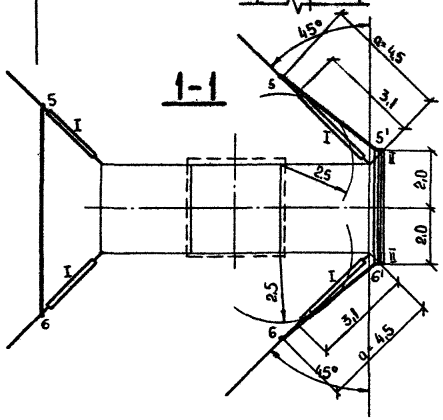
Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

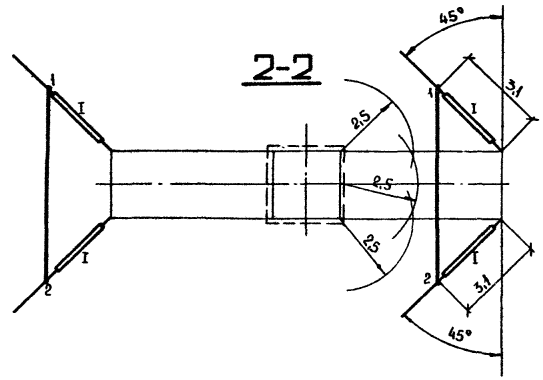
14220-2

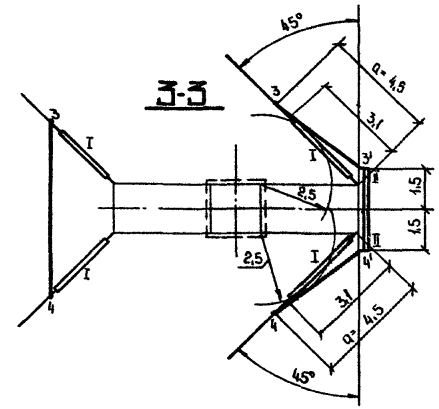
УГОЛ ПОВОРОТА ВЛ 77°-90°

ГИРЛЯНДЫ ОДНОЦЕПНЫЕ









Примечания:

1. При углах поворота ВЛ от 77° до 90° на верхней и нижней траверсах с внешней стороны угла поворота требуется подвеска 2х поддерживающих гирлянд /для каждой траверсы/ для оттягивания шлейфа на балках.

Расстояние „а" от точки крепления гирлянд до выхода петли из зажима принимается в зависимости от угла поворота ВЛ: а=3,1 м /конец гирлянды/ для λ=77°; а=4,5 м при λ=90°.

С внутренней стороны угла поворота ВЛ подвеска поддерживающих гирлянд не требуется.

2. На средней траверсе подвеска поддерживающих гирлянд не требуется.

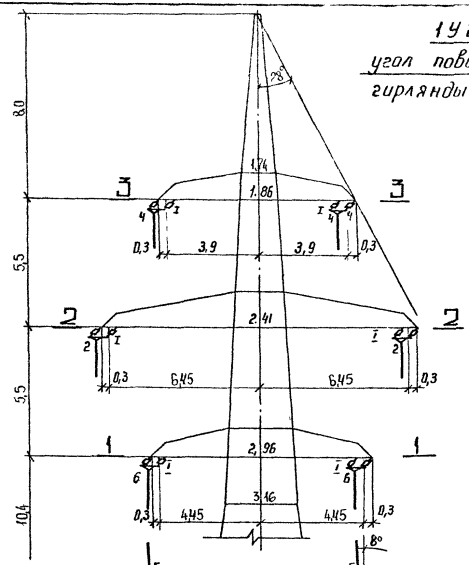
3. Длины петель обводных шлейфов и условные обозначения приведены на листе 24.

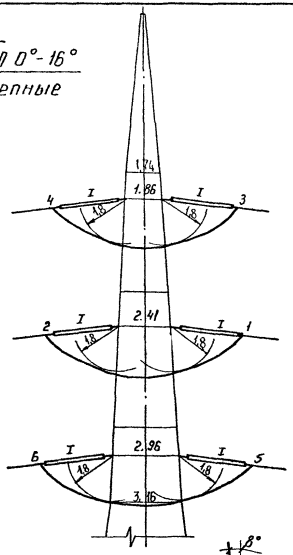
Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

1У220-2

угол поворота ВЛ 0°-16°

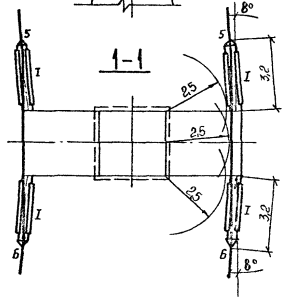
гирлянды двухцепные

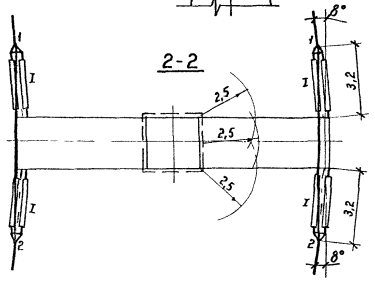


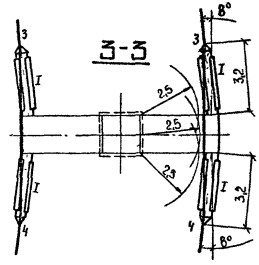


Примечания:

1. При углах поворота ВЛ от 0° до 16° подвеска поддерживающих гирлянд для оттягивания шлейфа на нижней, средней и верхней траверсах не требуется.
2. Длины петель обводных шлейфов приведены на листе 25, условные обозначения на листе 24.





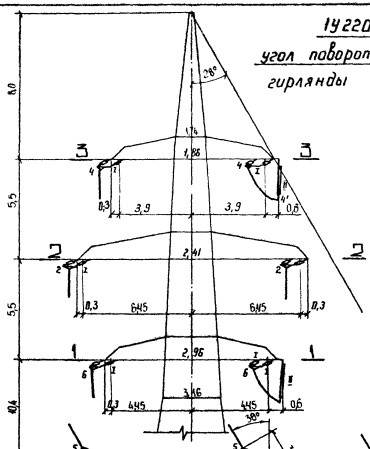


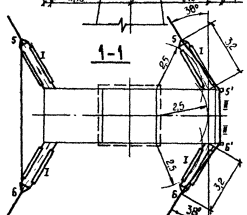
Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

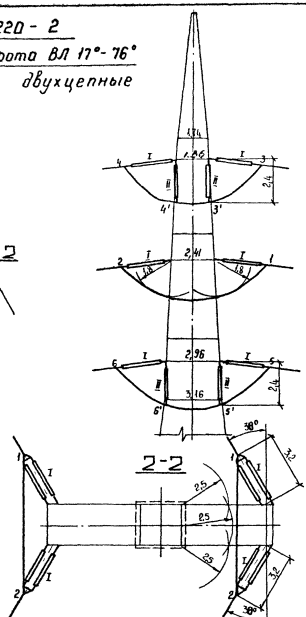
1У220 - 2

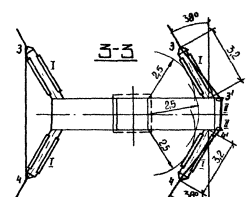
угол поворота ВЛ 17°- 76°

гирлянды двухцепные







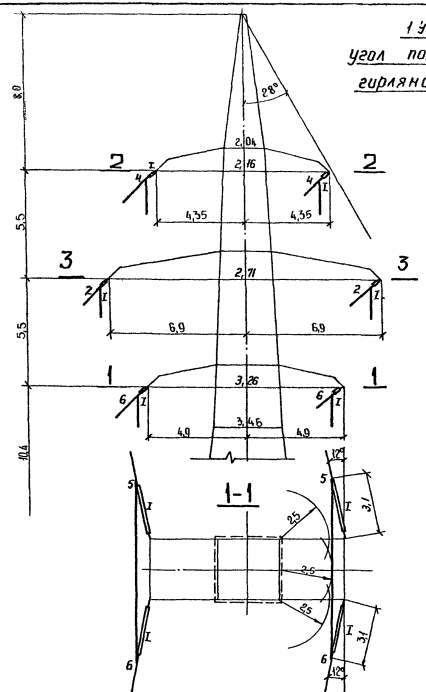


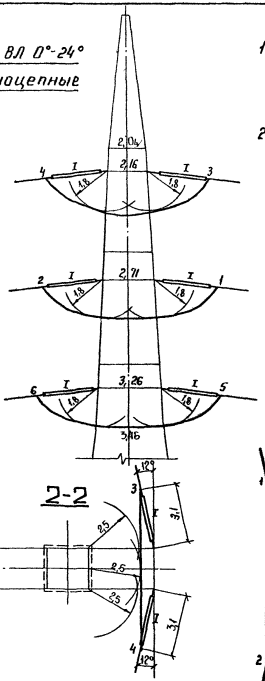
Примечания:

1. При углах поворота от 17° до 76° на верхней и нижней траверсах с внешней стороны угла поворота ВЛ требуется подвеска 2х поддерживающих гирлянд на каждой траверсе для оттягивания шлейфа. С внутренней стороны угла поворота ВЛ подвеска поддерживающих гирлянд не требуется.
2. На средней траверсе подвеска поддерживающих гирлянд не требуется.
3. Длины петель обводных шлейфов приведены на листе 25, условные обозначения на листе 24.

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

1У220-4
угол поворота ВЛ 0°-24°
гирлянды одноцепные

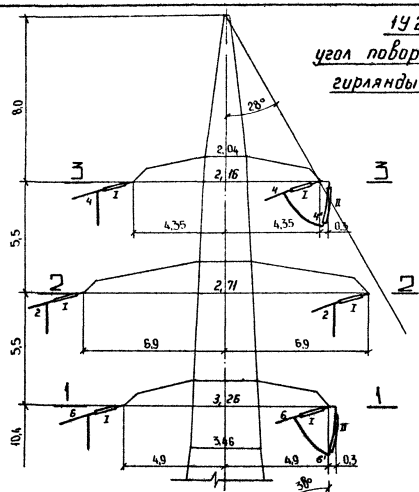


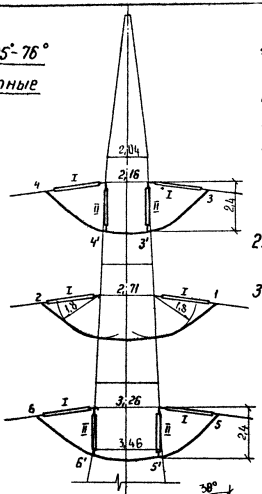


Примечания:

1. При углах поворота ВЛ от 0° до 24° поддерживающих гирлянд для оттягивания шлейфа на нижней средней и верхней траверсах не требуется.
2. Длины петель обводных шлейфов и условные обозначения приведены на листе 24.

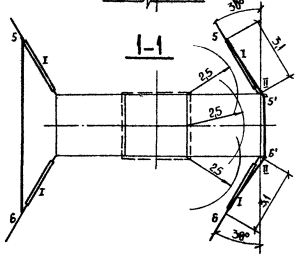
1У220 - 4
угол поворота ВЛ 25°-76°
гирлянды одноцепные

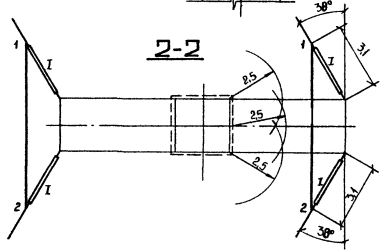


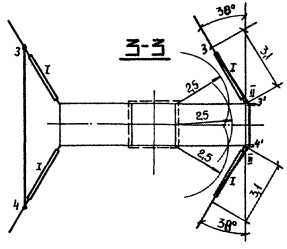


Примечания:

1. При углах поворота ВЛ от 25° до 76° на верхней и нижней траверсах с внешней стороны угла поворота требуется подвеска 2^х поддерживающих гирлянд на каждой траверсе для оттягивания шлейфа
   С внутренней стороны угла поворота подвеска поддерживающих гирлянд не требуется.
2. На средней траверсе подвеска поддерживающих гирлянд не требуется.
3. Длины петель обводных шлейфов и условные обозначения приведены на листе 24.





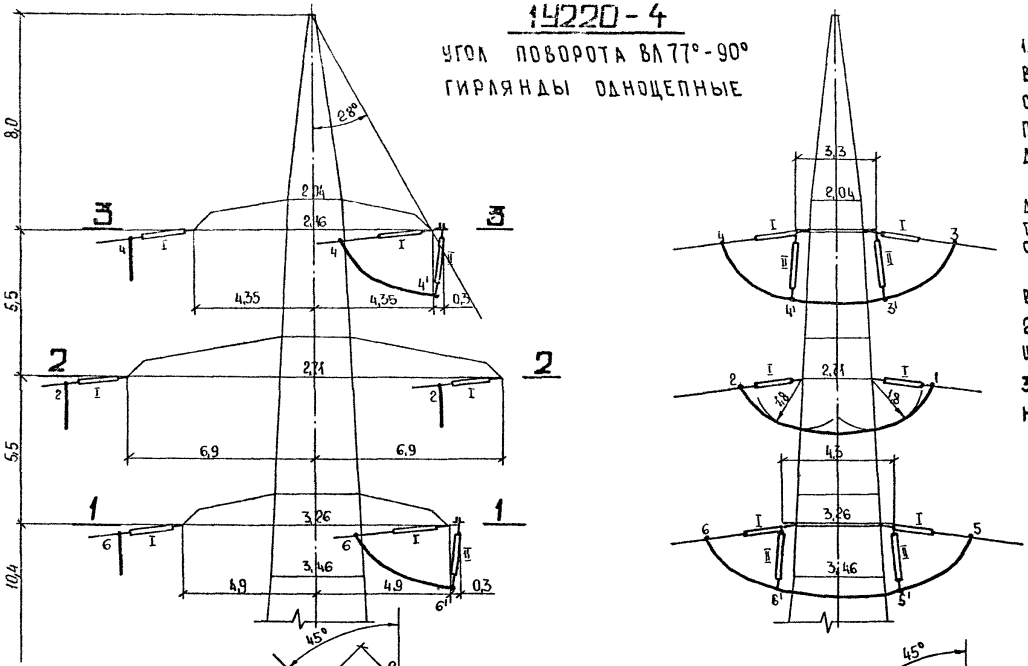


Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

14220-4

УГОЛ ПОВОРОТА ВЛ 77°-90°

ГИРЛЯНДЫ ОДНОЦЕПНЫЕ



Примечания:

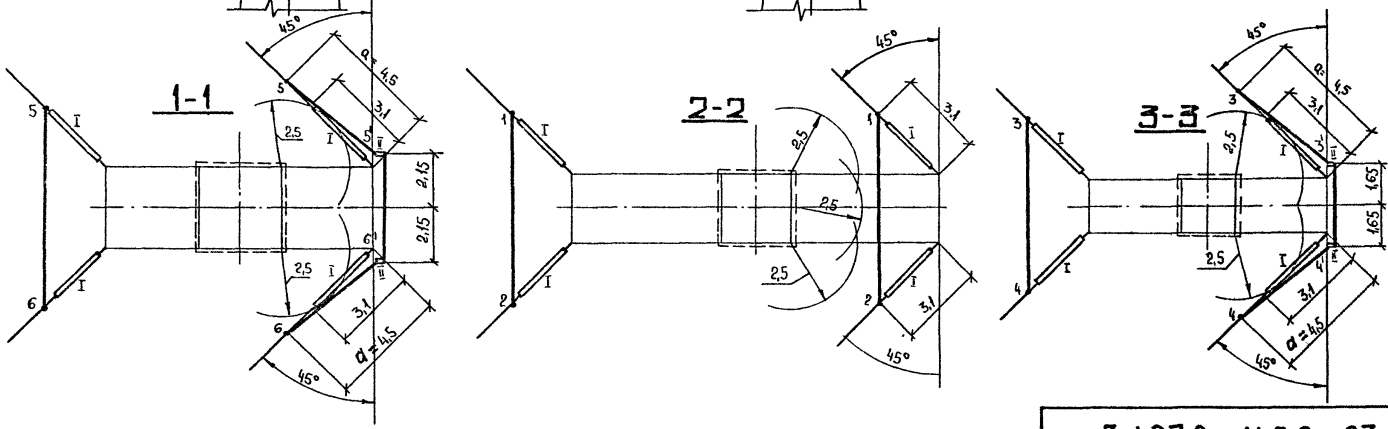
1. При углах поворота ВЛ от 77° до 90° на верхней и нижней траверсах с внешней стороны угла поворота требуется подвеска 2х поддерживающих гирлянд на каждой траверсе для оттягивания шлейфа на балках.

Расстояние „а" от точки крепления гирлянды на опоре до выхода петли из зажима принимается в зависимости от угла поворота ВЛ: а=3,1м/конец гирлянды/ при λ=77°, а=4,5 м при λ=90°.

С внутренней стороны угла поворота ВЛ подвеска поддерживающих гирлянд не требуется.

2. На средней траверсе подвеска поддерживающих гирлянд не требуется.

3. Длины петель обводных шлейфов и условные обозначения приведены на листе 24.



Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

3.407.2-145.0-03

Лист 18

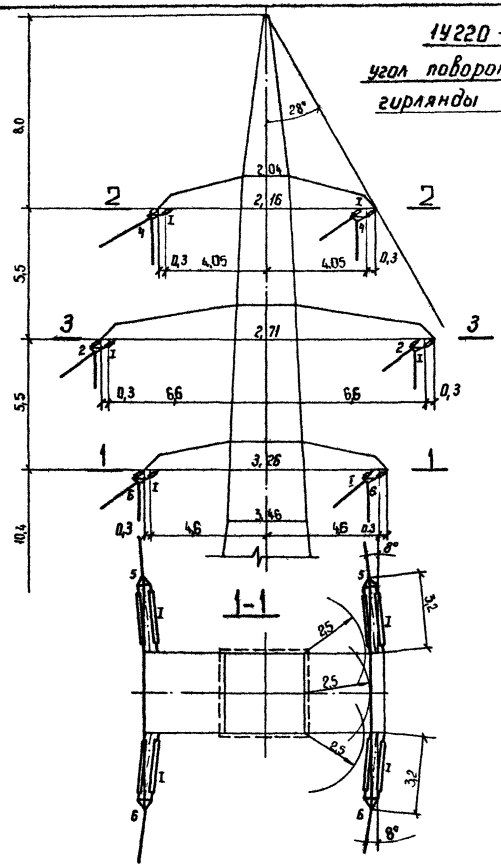
Копировал Владимирова

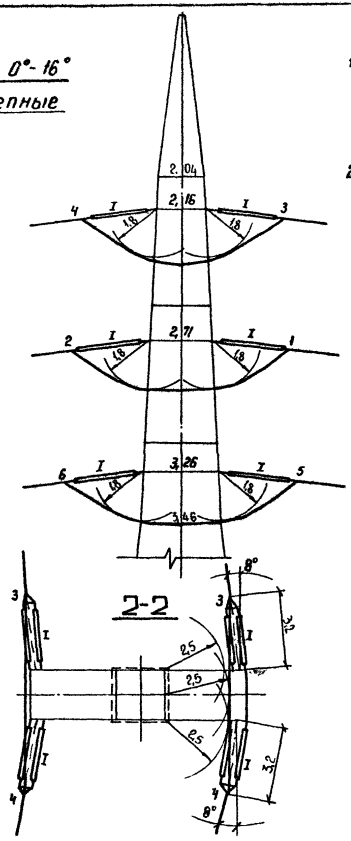
Формат А3

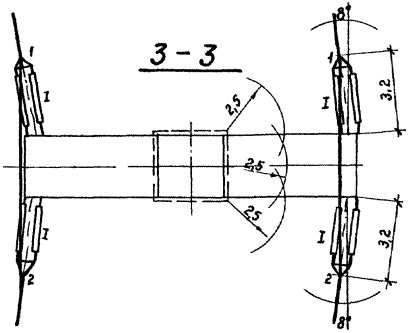
14220 - 4

угол поворота ВЛ 0°-16°

гирлянды двухцепные







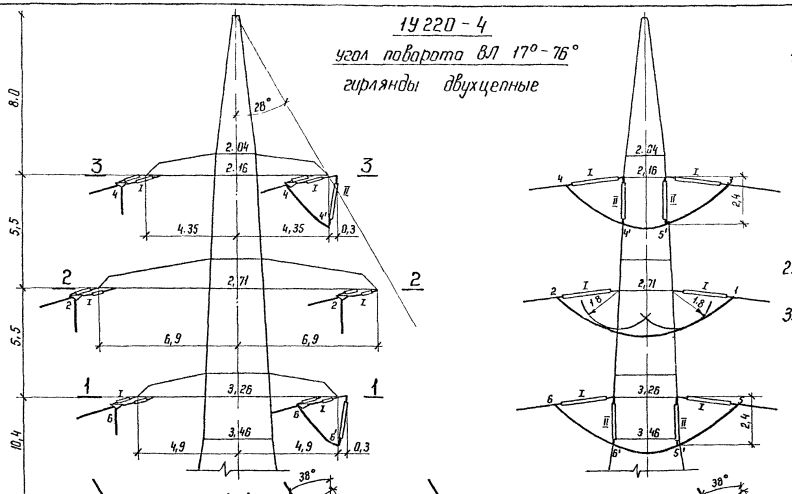
Примечания:

1. При углах поворота ВЛ от 0° до 16° подвеска поддерживающих гирлянд для оттягивания шлейфа на нижней, средней и верхней траверсах не требуется.
2. Длины петель обводных шлейфов даны на листе 25, условные обозначения на листе 24

1У220-4

угол поворота ВЛ 17°-76°

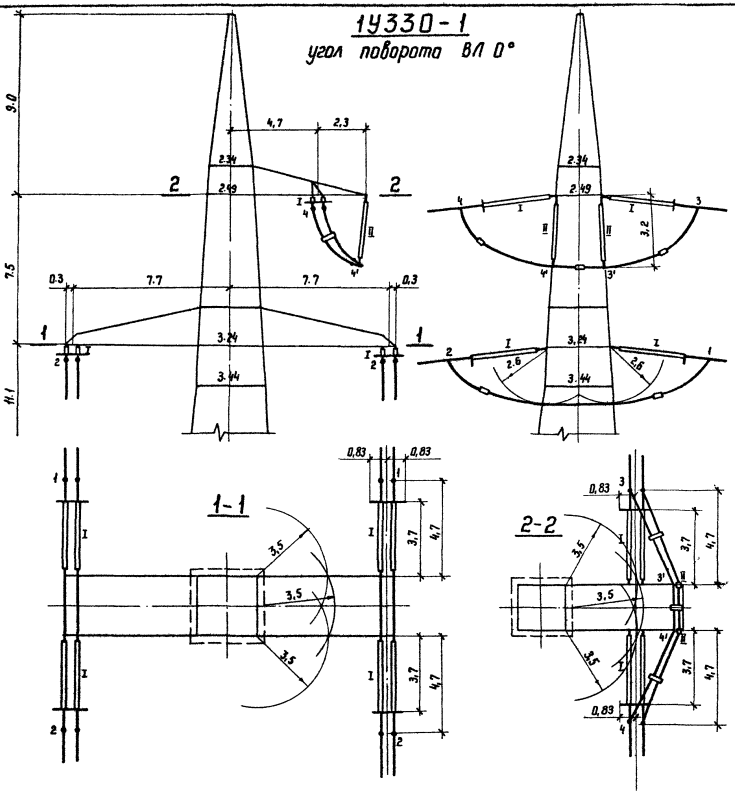
гирлянды двухцепные



Примечания

1. При углах поворота от 17° до 76° на верхней и нижней траверсах с внешней стороны угла поворота ВЛ требуется подвеска 2х поддерживающих гирлянд на каждой траверсе для оттягивания шлейфа.
   С внутренней стороны угла поворота ВЛ подвеска поддерживающих гирлянд не требуется.
2. На средней траверсе подвеска поддерживающих гирлянд не требуется.
3. Длины петель обводных шлейфов приведены на листе 25, условные обозначения на листе 24.

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№



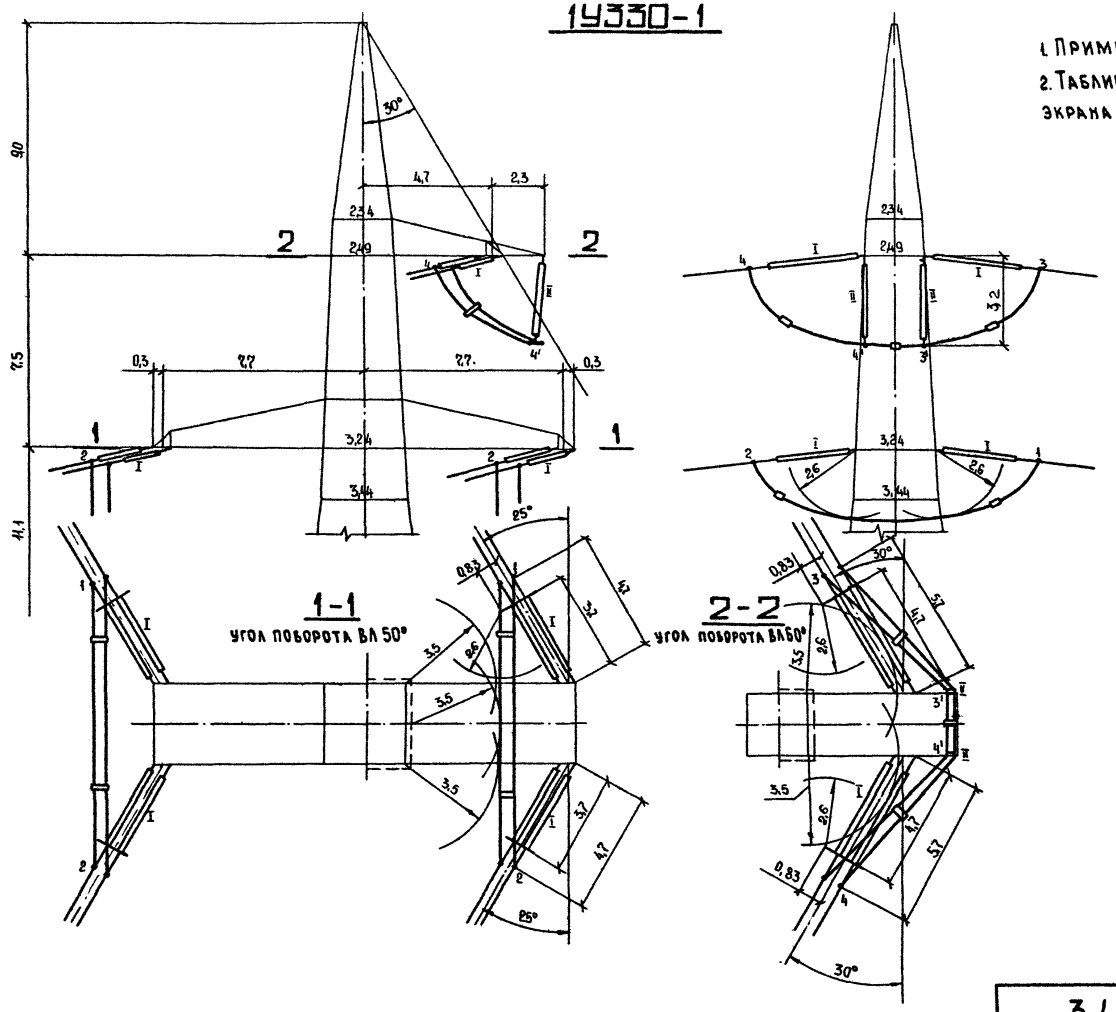
Примечания:

1. В шлейфах необходимо ставить дистанционные распорки. При скоростном напоре ветра до 50 кгс/м² распорки - нормальные. При скоростном напоре ветра ≥ 50 кгс/м² распорки - утяжеленные.
   При углах поворота ВЛ до 50° - 7 распорок, при углах поворота свыше 50° - 8 распорок.
2. На нижней траверсе при углах поворота ВЛ от 0° до 50° подвеска поддерживающих гирлянд не требуется. При углах поворота от 51° до 90° требуется подвеска 2^к поддерживающих гирлянд для обводки шлейфа на конце траверсы.
3. При расположении верхней траверсы с внутренней стороны угла поворота от 0° до 10° требуется подвеска 2^к поддерживающих гирлянд на конце траверсы для обводки шлейфа.
   При расположении верхней траверсы с внешней стороны угла поворота ВЛ требуется подвеска 2^к поддерживающих гирлянд для обводки шлейфа:
   при углах от 0° до 60° - на конце траверсы;
   при углах от 61° до 90° - на балке.
4. Длины петель обводных шлейфов приведены на листе 25, условные обозначения - на листе 24.
5. На натяжных гирляндах верхней и нижней траверс необходимо увеличить расстояния до защитного экрана и вводить в гирлянду дополнительные промзвенья в соответствии с таблицей расстояний до защитного экрана на листе 23.

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

19330-1

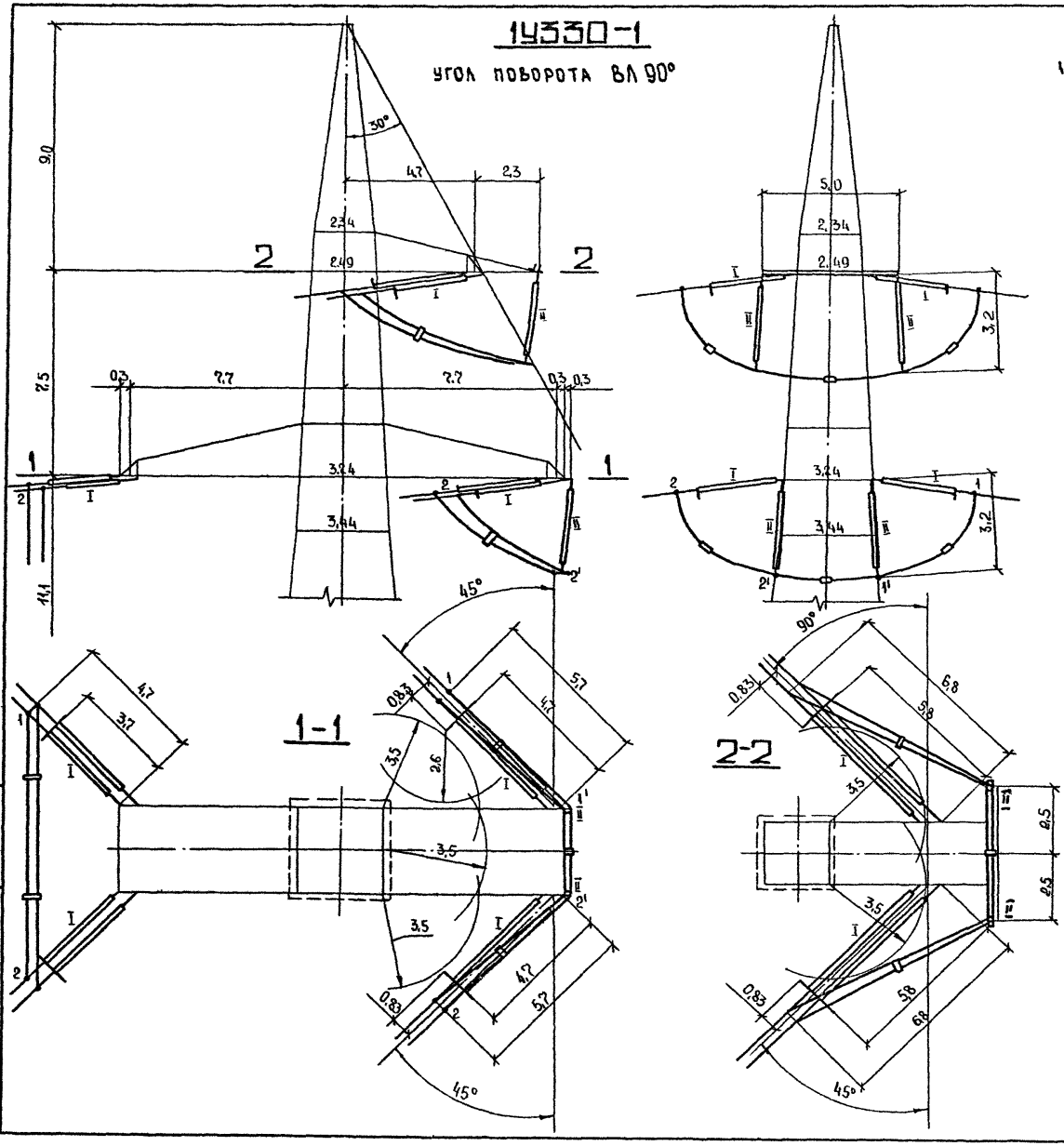
1. Примечания см. на л. 21.
2. Таблица расстояний до защитного экрана дана на л. 23.



1-1
угол поворота ВА 50°

2-2
угол поворота ВА 60°

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №



Примечания:

1. Примечания смотри на листе 21.

Таблица

расстояний до защитного экрана

Угол поворота ВЛ	Расстояние до экрана, м		Количество дополнительных ПРР	
	внутренняя цепь	наружная цепь	внутренняя цепь	наружная цепь
Верхняя траверса				
0° - 36°	3,5	3,7	0	0
37° - 50°	4,0	4,2	1	1
51° - 60°	4,4	4,7	2	2
61° - 78°	5,0	5,3	3	3
79° - 90°	5,4	5,8	3	4
Нижняя траверса				
0° - 60°	3,4	3,7	0	0
61° - 80°	3,9	4,3	1	1
81° - 90°	4,3	4,7	2	2

Взам. инв. №

Подпись и дата

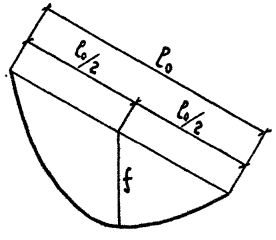
Инв. № подл.

Длины петель обводного шлейфа (одноцепные гирлянды)

Шифр опоры		1У220-1					1У220-2					1У220-3					1У220-4					1У330-1				
Тип гирлянды	Обозначение петли	Углы поворота ВЛ																								
		0°	20°	40°	60°	90°	0°	20°	40°	60°	90°	0°	20°	40°	60°	90°	0°	20°	40°	60°	90°	0°	20°	40°	60°	90°
Одноцепные	1-2	9,23	9,15	8,89	8,47	7,58	9,23	9,15	8,89	8,47	7,58	9,51	9,43	9,19	8,75	7,85	9,51	9,43	9,19	8,75	7,85	—	—	—	—	—
	1-1'; 2-2'	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1'-2'	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Общая длина (1-1')+(1'-2')+(2-2')	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	3-4	8,73	8,64	—	—	—	8,73	8,64	8,39	7,97	7,10	9,00	8,92	—	—	—	9,00	8,92	8,66	8,79	7,36	—	—	—	—	—
	3-3'; 4-4'	—	—	3,74	3,78	4,67	—	—	3,74	3,78	4,67	—	—	3,74	3,78	4,67	—	—	3,74	3,78	4,67	—	—	—	—	
	3'-4'	—	—	2,38	2,38	3,49	—	—	2,38	2,38	3,49	—	—	2,67	2,67	3,79	—	—	2,67	2,67	3,79	—	—	—	—	—
	Общая длина (3-3')+(3'-4')+(4-4')	—	—	9,86	9,94	12,83	—	—	9,86	9,94	12,83	—	—	10,15	10,23	13,13	—	—	10,15	10,23	13,13	—	—	—	—	—
	5-6	—	—	—	—	—	9,75	9,66	9,40	8,98	8,07	—	—	—	—	—	10,03	9,94	9,68	9,25	8,34	—	—	—	—	—
	5-5'; 6-6'	—	—	—	—	—	—	—	3,74	3,78	4,70	—	—	—	—	—	—	—	3,74	3,78	4,70	—	—	—	—	—
	5'-6'	—	—	—	—	—	—	—	3,45	3,45	4,47	—	—	—	—	—	—	—	3,75	3,75	4,77	—	—	—	—	—
	Общая длина (5-5')+(5'-6')+(6-6')	—	—	—	—	—	—	—	10,93	11,01	13,87	—	—	—	—	—	—	—	11,23	11,31	14,17	—	—	—	—	—

Длины петель промежуточных значений углов поворота ВЛ определяются линейной интерполяцией.

Подсчет длин петель



$$\ell = \ell_0 + \frac{8}{3}\frac{f^2}{\ell_0}$$, где

ℓ - длина петли, м

ℓ_0 - расстояние между точками подвеса петли, м

f - стрела провеса петли, м

Условные обозначения:

I - натяжная гирлянда

II - поддерживающая гирлянда

2500 - габарит для работы под напряжением 220 кВ.

3500 - габарит для работы под напряжением 330 кВ.

1800 - габарит по грозовым перенапряжениям ВЛ 220 кВ

2600 - габарит по грозовым перенапряжениям ВЛ 330 кВ

—⊟— дистанционные распорки

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

Длины петель обводного шлейфа (двухцепные гирлянды)

Шифр опоры		1У220-1					1У220-2					1У220-3					1У220-4					1У330-1				
Тип гирлянды	Обозначение петли	Углы поворота ВЛ																								
		0°	20°	40°	60°	90°	0°	20°	40°	60°	90°	0°	20°	40°	60°	90°	0°	20°	40°	60°	90°	0°	20°	40°	60°	90°
Двухцепные	1-2	9,42	9,32	9,06	8,63	7,71	9,42	9,32	9,06	8,63	7,71	9,69	9,56	9,33	8,98	7,97	9,69	9,56	9,33	8,98	7,97	13,05	13,38	12,98	12,35	11,00
	1-1'; 2-2'	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6,26
	1'-2'	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,93
	Общая длина (1-1')+(1'-2')+(2-2')	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16,45
	3-4	8,91	—	—	—	—	8,91	8,82	8,55	8,13	7,23	9,18	—	—	—	—	9,18	9,09	8,82	8,48	7,48	—	—	—	—	—
	3-3'; 4-4'	—	3,88	3,95	4,07	5,33	—	3,88	3,95	4,07	5,33	—	3,88	3,95	4,07	5,33	—	3,88	3,95	4,07	5,33	5,82	6,10	6,37	7,26	8,51
	3'-4'	—	2,39	2,39	2,39	3,49	—	2,39	2,39	2,39	3,49	—	2,67	2,67	2,67	3,79	—	2,67	2,67	2,67	3,79	3,20	3,20	3,20	3,20	5,67
	Общая длина (3-3')+(3'-4')+(4-4')	—	10,15	10,29	10,53	14,15	—	10,15	10,29	10,53	14,15	—	10,43	10,57	10,81	14,45	—	10,43	10,57	10,81	14,45	14,84	15,40	15,94	17,72	22,69
	5-6	—	—	—	—	—	9,93	9,84	9,57	9,13	8,20	—	—	—	—	—	10,21	10,11	9,84	9,46	8,47	—	—	—	—	—
	5-5'; 6-6'	—	—	—	—	—	—	3,88	3,95	4,07	5,35	—	—	—	—	—	—	3,88	3,95	4,07	5,35	—	—	—	—	—
	5'-6'	—	—	—	—	—	—	3,45	3,45	3,45	4,47	—	—	—	—	—	—	3,75	3,75	3,75	4,77	—	—	—	—	—
	Общая длина (5-5')+(5'-6')+(6-6')	—	—	—	—	—	—	11,21	11,35	11,59	15,17	—	—	—	—	—	—	11,51	11,65	11,89	15,47	—	—	—	—	—

Длины петель промежуточных значений углов поворота ВЛ определяются линейной интерполяцией

Примечание:

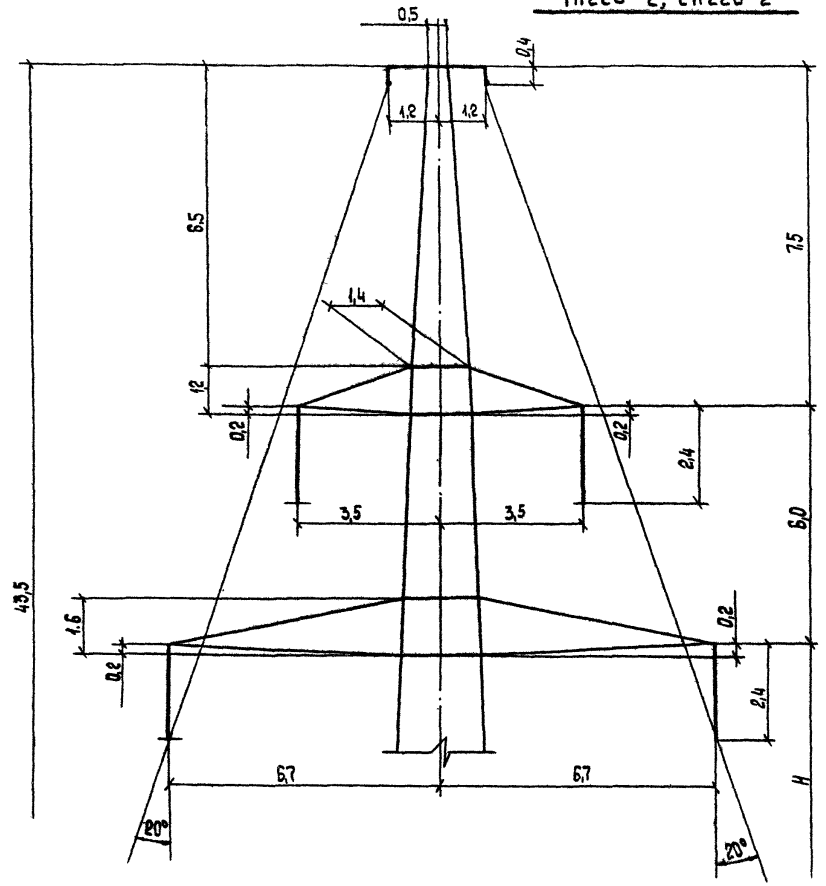
Длины обводных петель должны быть уточнены в процессе монтажа так, чтобы расстояние петель от тела опоры были не менее:

2500 мм для ВЛ 220 кВ

3500 мм для ВЛ 330 кВ

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

1П220-2; 2П220-2



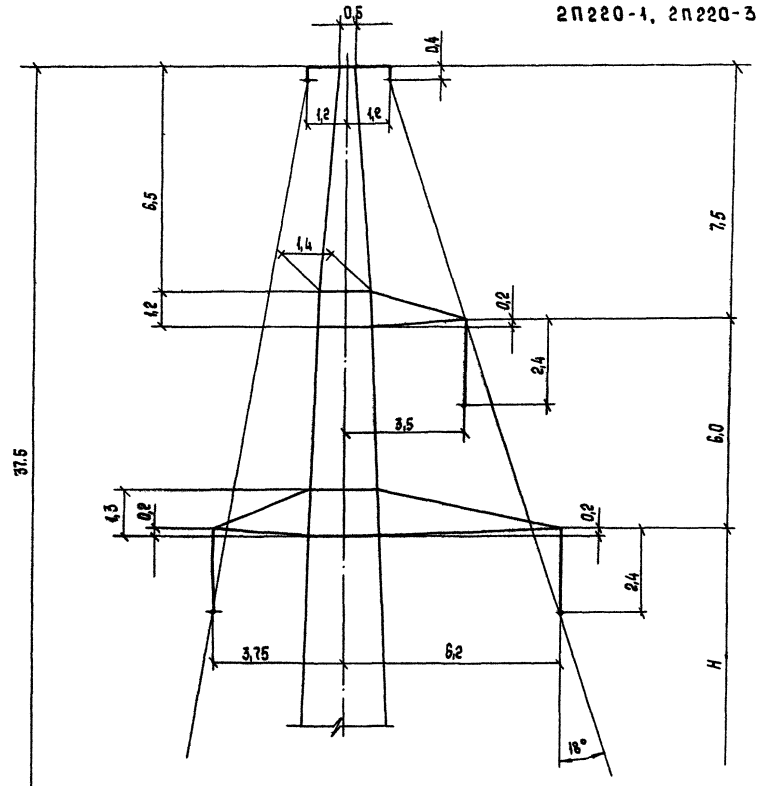
Н.контр.	Мудрова		3.407.2-145.0-04
Зав.НИЛКЭ	Курносов		Углы грозозащиты при тросостойках с двумя тросами
ГИП	Штин		Стадия: Р; Лист: 1; Листов: 4
Рук.гр.	Элькина		«Энергосетьпроект» Северо-Западное отделение Ленинград
Проверил	Константинов		
Исполн.	Набель		

Копировала Владимирова Е.Б.

Формат А3

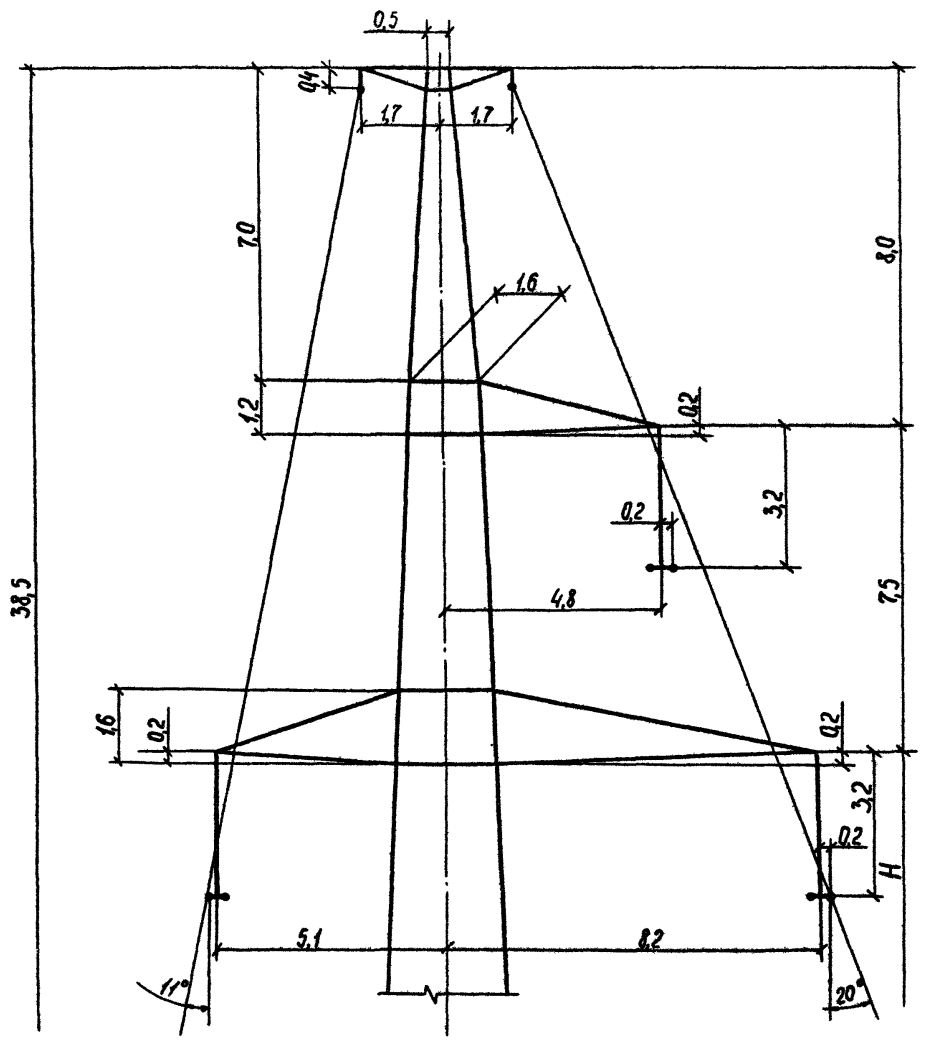
Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

2П220-1, 2П220-3



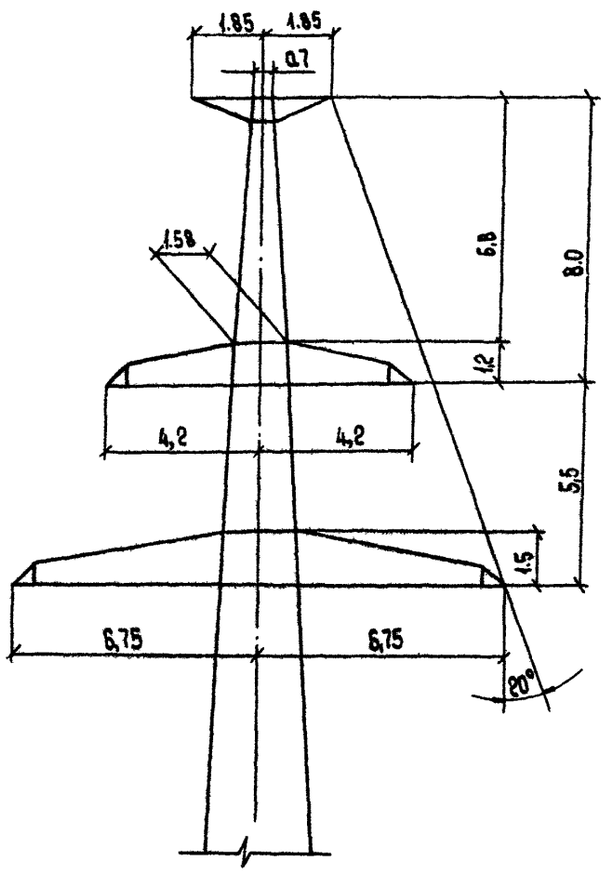
Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

1П330-1, 2П330-1

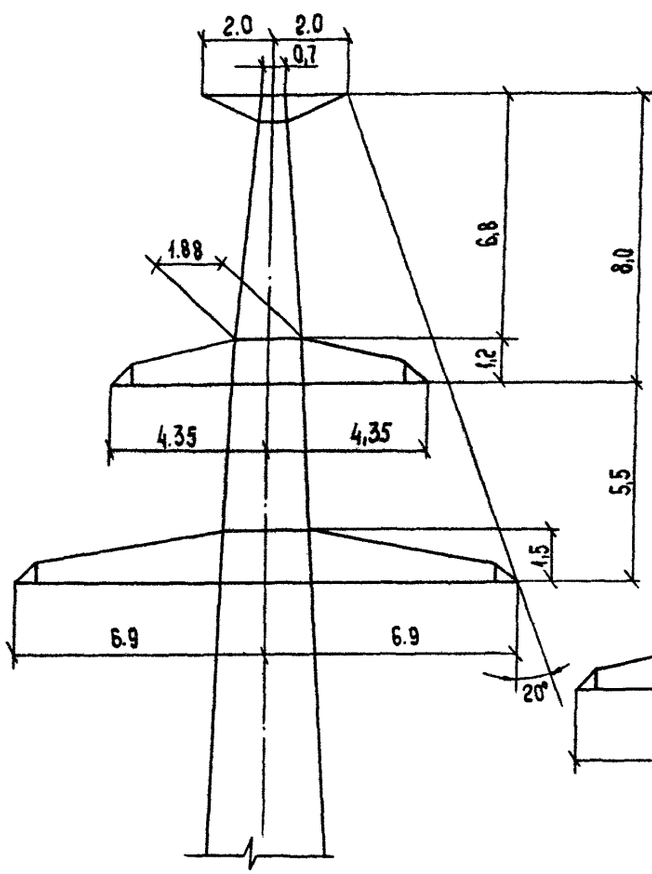


Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

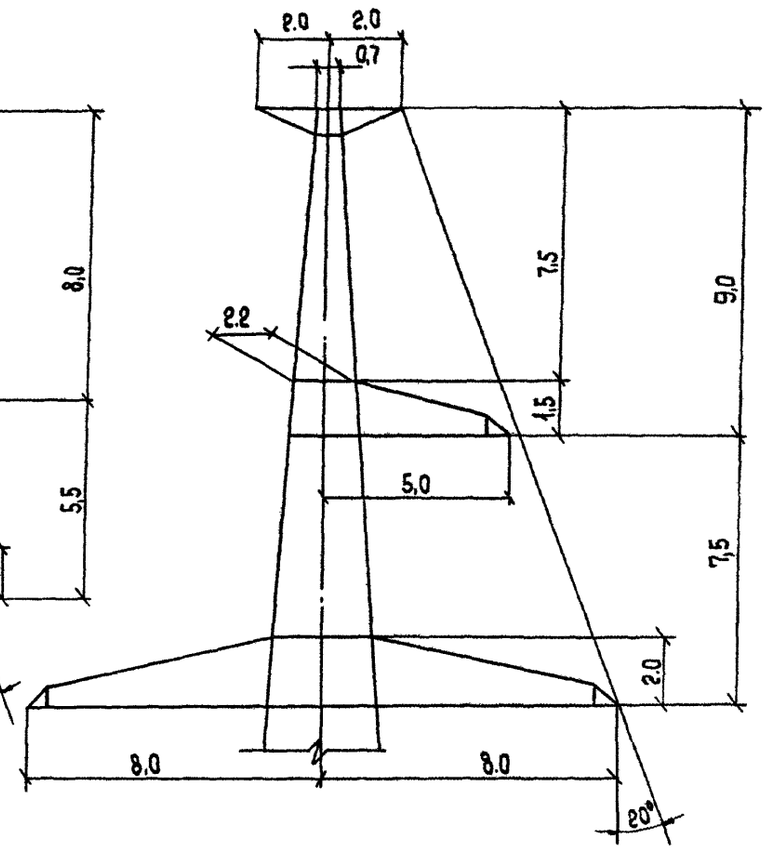
1У1220-2



1У220-4



1У330-1



Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

3.407.2-145.0-04

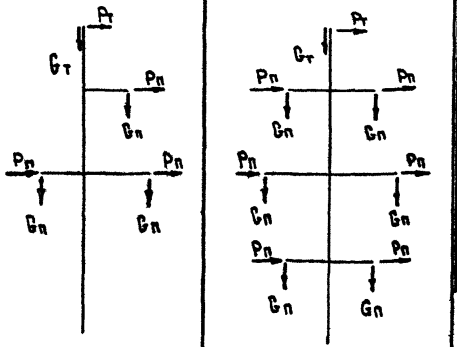
Лист 4

Копировал Владимирова

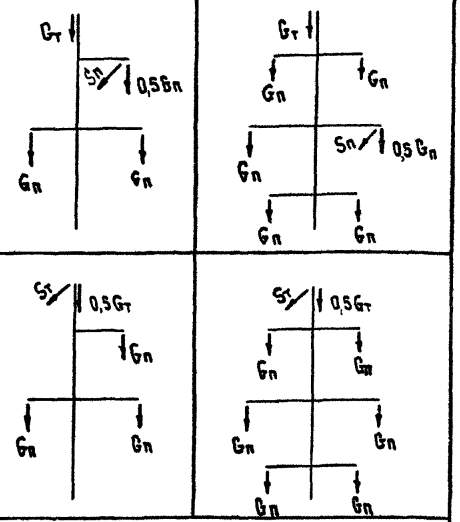
ФОРМАТ А3

Схемы нагрузок на промежуточные опоры от проводов и тросов.

N схемы	Характеристика схемы	Схемы нагрузок: одноцепные опоры	Схемы нагрузок: двухцепные опоры
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололёда. Ветер направлен вдоль осей траверс. $q = q_{max}$, $C = 0$, $t = -5°C$		
I^a	Провода и трос не оборваны и свободны от гололёда. Ветер направлен под углом 45° к осям траверс. $q = q_{max}$; $C = 0$; $t = -5°C$		
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололёдом. Ветер направлен вдоль осей траверс. $q = 0{,}25\,q_{max}$; $C = C_{max}$; $t = -5°C$.		



N схемы	Характеристика схемы	Схемы нагрузок: одноцепные опоры	Схемы нагрузок: двухцепные опоры
III	Оборван один провод, дающий наибольший крутящий момент на опору; трос не оборван $t = -5°C$; $C = 0$; $q = 0$		
IV	Оборван трос, провода не оборваны. $t = -5°C$; $C = 0$; $q = 0$.		



Pп - давление ветра на пролёт провода
Pт - давление ветра на пролёт троса
Gп - суммарная масса пролёта провода и гирлянды провода
Gт - суммарная масса пролёта троса и гирлянды троса

Sп - тяжение провода при обрыве
Sт - тяжение троса при обрыве
$0{,}5G_п$ = 0,5 массы пролёта провода плюс масса гирлянды провода
$0{,}5G_т$ = 0,5 массы пролёта троса плюс масса гирлянды троса

Массы гирлянд (нормативные) приняты:
на ВЛ 110 кв - в 1 и 2 регионах - 35 кг; в 3 регионе - 71 кг
на ВЛ 220 кв - в 1 и 2 регионах - 63 кг; в 3 регионе - 149 кг
на ВЛ 330 кв - в 1 и 2 регионах - 100 кг.

Н. контр.	Мударова	
Зав. НИЛЭС	Курносов	
ГИП	Штин	
Рук. гр.	Элькина	
Проверил	Элькина	
Исполн.	Шенгелия	

3.407.2-145.0-05

Нагрузки на промежуточные опоры от проводов и тросов

Стадия	Лист	Листов
Р	1	7

Энергосетьпроект
Северо-Западное отделение
Ленинград

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

Копировала Владимирова Е.Б.

Формат А3

Расчетные нагрузки на опору 2П220-1 от проводов и тросов

№ условия	Напряжение Uн, кВ	Регион	Марка провода	Марка троса	Район гололёда	Пролёты, м			Нагрузки по расчётным схемам, кг														
									Схема I				Схема Iа				Схема II				Схема III			Схема IV		
						$l_{габ.}$	$l_{ветр.}$	$l_{вес}$	$P_п$	$P_т$	$G_п$	$G_т$	$P_п$	$P_т$	$G_п$	$G_т$	$P_п$	$P_т$	$G_п$	$G_т$	$S_п$	$G_п$	$G_т$	$S_т$	$G_п$	$G_т$
3	110	2	АС 240/32	С 50	I	570	670	713	1070	664	763	339	535	332	763	339	711	581	1301	624	1399	763	339	1137	763	339
4					II	510	689	638	1102	677	687	305	551	339	687	305	964	906	1831	996	— " —	687	305	— " —	687	305
5					III	445	498	556	798	491	601	266	399	246	601	266	867	879	2324	1400	— " —	601	266	— " —	601	266
14	220			С 70	I	540	540	675	862	653	753	477	431	327	753	477	574	518	1261	782	— " —	753	477	1706	753	477
15					II	485	540	606	862	647	682	429	431	324	682	429	756	759	1763	1147	— " —	682	429	— " —	682	429
16					III	425	497	531	790	587	606	377	395	294	606	377	860	943	2252	1546	— " —	606	377	— " —	606	377
26			АС 400/51		I	555	455	694	925	550	1208	491	463	275	1208	491	574	436	1847	805	2259	1208	491	— " —	1208	491
27					II	525	450	656	915	539	1143	463	458	270	1143	463	719	634	2532	1241	— " —	1143	463	— " —	1143	463
28					III	470	450	588	915	539	1036	418	458	270	1036	418	871	837	3163	1719	— " —	1036	418	— " —	1036	418
29					IV	420	365	525	742	433	930	373	371	217	930	373	829	837	3150	2214	— " —	930	373	— " —	930	373
22		1			I	555	777	694	1102	600	1208	491	551	300	1208	491	611	465	1847	805	— " —	1208	491	— " —	1208	491
23					II	535	749	669	1066	581	1167	473	533	584	1167	473	749	664	2588	1269	— " —	1167	473	— " —	1167	473
24					III	480	672	600	953	513	1053	425	477	257	1053	425	908	871	3216	1748	— " —	1053	425	— " —	1053	425
25					IV	425	540	531	768	443	938	377	384	207	938	377	859	867	3785	2235	— " —	938	377	— " —	938	377

1. Характеристика условий применения дана на черт. 3.407.2-145.0-01 л. 17
2. На стр. 60-65 в рамках – NN условий применения опор основного типа.

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

Расчетные нагрузки на опору 2П220-3 от проводов и тросов

№ условия	Напряжение ВЛ, кВ	Регион	Марка провода	Марка троса	Район гололеда	Пролёты, м			Нагрузки по расчётным схемам, кг															
									Схема I				Схема Iа				Схема II				Схема III			Схема IV		
						$\ell_{габ.}$	$\ell_{ветр.}$	$\ell_{вес}$	$P_п$	$P_т$	$G_п$	$G_т$	$P_п$	$P_т$	$G_п$	$G_т$	$P_п$	$P_т$	$G_п$	$G_т$	$S_п$	$G_п$	$G_т$	$S_т$	$G_п$	$G_т$
1	110	2	АС 120/19	С 50	I	505	505	631	619	496	365	300	310	298	365	300	428	435	725	551	740	365	300	1137	365	300
6			АС 240/32		IV	390	378	480	607	369	535	236	304	185	535	236	787	831	2848	1849	1399	535	236	—"—	535	236
7		3			I	575	673	719	754	432	808	342	377	216	808	342	448	368	1349	629	—"—	808	342	—"—	808	342
8					II	520	608	650	681	386	737	310	341	193	737	310	533	501	1898	1012	—"—	737	310	—"—	737	310
10	220	1		С 70	I	555	777	694	865	600	773	491	433	300	773	491	515	465	1296	805	—"—	773	491	1706	773	491
11					II	500	700	625	782	542	702	442	391	271	702	442	613	620	1819	1185	—"—	702	442	—"—	702	442
12					III	435	609	544	681	467	621	387	341	234	621	387	742	789	2313	1589	—"—	621	387	—"—	621	387
13					IV	380	551	475	614	421	551	339	307	211	551	339	798	879	2785	2004	—"—	551	339	—"—	551	339
17		2			IV	370	370	463	591	435	540	332	296	218	540	332	767	844	2728	1962	—"—	540	332	—"—	540	332

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

Расчетные нагрузки на опору 1П220-2 от проводов и тросов

№ условия	Напряжение в/л, кв.	Регион	Марка провода	Марка троса	Район гололеда	Пролеты, м			Нагрузки по расчетным схемам, кг															
									Схема I				Схема Iа				Схема II				Схема III			Схема IV		
						ℓ габ.	ℓ ветр.	ℓ вес.	Pп	Pт	Gп	Gт	Pп	Pт	Gп	Gт	Pп	Pт	Gп	Gт	Sп	Gп	Gт	Sт	Gп	Gт
53	110	3	АС120/19	С50	I	525	688	656	642	462	417	312	321	231	417	312	419	399	792	578	740	417	312	1137	417	312
58			АС 240/32		I	550	550	688	666	368	777	328	333	184	777	328	419	318	1298	603	1399	777	328	—"—	777	328
59					II	495	554	619	612	372	706	296	336	186	706	296	557	488	1814	965	—"—	706	296	—"—	706	296
60					III	425	514	531	624	341	615	254	312	171	615	254	715	673	2260	1338	—"—	615	254	—"—	615	254
61	220	1		С70	I	530	519	663	648	421	743	470	324	211	743	470	407	331	1243	771	—"—	743	470	1706	743	470
62					II	475	475	594	592	384	672	422	296	192	672	422	490	445	1735	1128	—"—	672	422	—"—	672	422
63					III	410	476	513	592	380	591	366	296	190	591	366	678	654	2190	1502	—"—	591	366	—"—	591	366
64					IV	360	360	460	448	288	525	322	224	144	525	322	614	613	2642	1899	—"—	525	322	—"—	525	322

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

Расчетные нагрузки на опору 2П220-2 от проводов и тросов

№ условия	Напряжение Вл, кВ	Регион	Марка провода	Марка троса	Район гололёда	Пролеты, м			Нагрузки по расчётным схемам, кг															
									Схема I				Схема I[а]				Схема II				Схема III			Схема IV		
						Ргаб	Рветр	Рвес	Рп	Рт	Gп	Gт	Рп	Рт	Gп	Gт	Рп	Рт	Gп	Gт	Sп	Gп	Gт	Sт	Gп	Gт
52	110	2	АС120/19	С 50	I	460	557	575	791	580	336	275	396	290	336	275	546	499	665	504	740	336	275	1137	336	275
54			АС 240/32		I	525	499	656	928	528	702	312	464	264	702	312	617	452	1195	573	1399	702	312	—"—	702	312
55					II	485	500	606	928	523	651	289	464	262	651	289	812	686	1733	942	—"—	651	289	—"—	651	289
56					III	425	502	531	928	523	575	254	464	262	575	254	1008	920	2221	1338	—"—	575	254	—"—	575	254
65	220			С 70	I	490	456	613	854	580	692	435	427	290	692	435	568	452	1155	714	—"—	692	435	1706	692	435
66					II	455	455	569	854	580	647	404	427	290	647	404	748	668	1665	1081	—"—	647	404	—"—	647	404
67					III	400	456	500	854	575	576	356	427	286	576	356	928	878	2128	1459	—"—	576	356	—"—	576	356
68					IV	350	368	438	694	464	515	315	347	232	515	315	901	885	2585	1857	—"—	515	315	—"—	515	315
77			АС 400/51		I	525	352	656	836	450	1143	463	418	225	1143	463	519	350	1745	759	2259	1143	453	—"—	1143	463
78					II	495	356	619	848	453	1085	439	424	227	1085	439	667	521	2400	1175	—"—	1085	439	—"—	1085	439
79					III	445	356	556	848	453	979	394	424	227	979	394	807	689	2980	1618	—"—	979	394	—"—	979	394
80					IV	400	316	500	752	398	889	356	376	199	889	356	841	756	3575	2109	—"—	889	356	—"—	889	356
75		1			III	455	605	569	959	490	1004	404	480	245	1004	404	963	836	3058	1661	—"—	1004	404	—"—	1004	404
76					IV	405	470	506	745	376	897	360	373	188	897	360	878	804	3610	2130	—"—	897	360	—"—	897	360

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

Расчетные нагрузки на опору 1П330-1 от проводов и тросов

№ условия	Напряжение Вл, кВ	Регион	Марка провода	Марка троса	Район гололёда	Пролеты, м			Нагрузки по расчетным схемам, кг														
									Схема I				Схема Iа				Схема II				Схема III			Схема IV		
						$\ell_{габ.}$	$\ell_{ветр.}$	$\ell_{вес.}$	$P_п$	$P_т$	$G_п$	$G_т$	$P_п$	$P_т$	$G_п$	$G_т$	$P_п$	$P_т$	$G_п$	$G_т$	$S_п$	$G_п$	$G_т$	$S_т$	$G_п$	$G_т$
18	220	3	АС 240/32	С 70	I	495	693	619	776	538	792	439	388	269	792	439	461	420	1258	719	1399	792	439	1706	792	439
19					II	456	637	569	709	492	741	404	355	246	741	404	555	564	1760	1081	—"—	741	404	—"—	741	404
20					III	390	546	488	609	422	660	349	305	211	660	349	661	712	2182	1430	—"—	660	349	—"—	660	349
21					IV	340	476	425	530	364	594	304	265	182	594	304	688	767	2594	1794	—"—	594	304	—"—	594	304
30			АС 400/51		I	495	693	619	988	538	1180	439	494	269	1180	439	547	420	1750	719	2259	1180	439	—"—	1180	439
31					II	485	679	606	967	527	1155	429	484	264	1155	429	678	606	2438	1147	—"—	1155	429	—"—	1155	429
32					III	435	609	544	867	472	1057	387	434	236	1057	387	825	800	3022	1589	—"—	1057	387	—"—	1057	387
33					IV	385	539	481	768	448	951	342	384	209	951	342	857	877	3529	2025	—"—	951	342	—"—	951	342
34	330	1	2×АС 240/32		I	505	505	631	1128	396	1388	446	564	198	1388	446	675	307	2335	731	2239	1388	446	—"—	1388	446
35					II	460	506	575	1128	391	1276	408	564	196	1276	408	888	450	3331	1091	—"—	1276	408	—"—	1276	408
36					III	400	400	500	893	310	1124	356	447	155	1124	356	977	525	4229	1459	—"—	1124	356	—"—	1124	356
37					IV	350	332	438	737	256	1003	315	369	128	1003	315	963	536	5143	1857	—"—	1003	315	—"—	1003	315

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

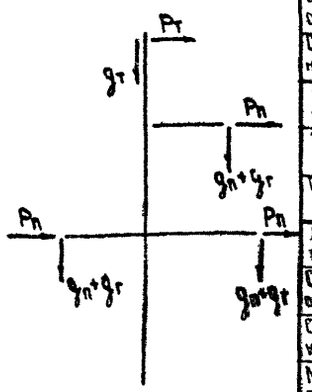
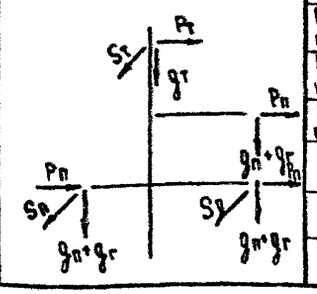
Расчетные нагрузки на опору 2П330-1 от проводов и тросов

№ условия	Напряжение ВЛ, кВ	Регион	Марка провода	Марка троса	Район гололёда	Пролеты, м			Нагрузки по расчетным схемам, кг															
									Схема I				Схема Iа				Схема II				Схема III			Схема IV		
						$\ell_{габ.}$	$\ell_{ветр.}$	$\ell_{вес.}$	$P_п$	$P_т$	$G_п$	$G_т$	$P_п$	$P_т$	$G_п$	$G_т$	$P_п$	$P_т$	$G_п$	$G_т$	$S_{тп}$	$G_п$	$G_т$	$S_{тт}$	$G_п$	$G_т$
43	330	1	3АС 400/51	С 70	I	505	692	631	1962	540	2176	446	981	270	2176	446	1094	420	3334	731	3614	2176	446	1706	2176	446
44					II	495	693	619	1976	544	2143	439	988	272	2143	439	1398	624	4773	1175	—"—	2143	439	—"—	2143	439
45					III	440	564	550	1578	430	1914	391	789	215	1914	391	1511	751	5879	1604	—"—	1914	391	—"—	1914	391
46					IV	395	385	494	1095	298	1734	353	548	149	1734	353	1231	628	7052	2058	—"—	1734	353	—"—	1734	353
38		2	3АС 240/32		II	445	516	556	1665	522	1236	394	833	311	1236	394	1458	731	3219	1053	2239	1236	394	—"—	1236	394
39					III	390	497	488	1600	598	1104	349	800	299	1104	349	1738	926	4446	1430	—"—	1104	349	—"—	1104	349
40					IV	340	377	425	1212	449	972	304	606	225	972	304	1572	868	4971	1794	—"—	972	304	—"—	972	304
47			3АС 400/51		II	485	272	606	1111	329	2094	429	556	165	2094	429	873	384	4660	1147	3614	2094	429	—"—	2094	429
48					III	435	276	544	1132	332	1898	387	566	166	1898	387	1076	516	5827	1589	—"—	1898	387	—"—	1898	387
49					IV	390	257	488	1050	308	1717	349	525	154	1717	349	1171	594	6982	2067	—"—	1717	349	—"—	1717	349

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

РАСЧЕТНЫЕ НАГРУЗКИ НА ОПОРУ 1У220-1

ТАБЛИЦА

№ схемы	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначение	I РГ				II РГ				III РГ				IV РГ			
						$\ell_{габ}$ = 555 м				$\ell_{габ}$ = 500 м				$\ell_{габ.}$ = 435 м				$\ell_{габ.}$ = 380 м			
						$\ell_{ветр}$ = 555 м				$\ell_{ветр}$ = 555 м				$\ell_{ветр}$ = 555 м				$\ell_{ветр}$ = 555 м			
						$\ell_{вес}$ = 830 м				$\ell_{вес}$ = 750 м				$\ell_{вес}$ = 650 м				$\ell_{вес}$ = 570 м			
						АС240/32		С70		АС240/32		С70		АС240/32		С70		АС240/32		С70	
						0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль осей траверс	$t = -5°C$, $C = 0$; $q_п^н = 50$ кг/м²; $q_т^н = 68$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса	P_1	617	535	430	372	617	535	430	372	617	535	430	372	617	535	430	372
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса.	P_2	—	3900	—	4148	—	3176	—	3295	—	2358	—	2479	—	1796	—	1827
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы.	$P_п$ $P_т$	617	4434	430	4518	617	3710	430	3667	617	2893	430	2851	617	2330	430	2199
				Масса пролета провода, троса	$g_п$ $g_т$	841		572		760		517		659		448		577		393	
				Масса гирлянд изоляторов /2 шт/	$g_г$	202		22		202		22		202		22		202		22	
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_п+g_г$ $g_т$	1043		594		962		539		861		470		780		415	
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололёдом. Ветер направлен вдоль осей траверс.	$C = 5$; 10 мм; $q_п^н = 12{,}5$ кг/м²; $q_т^н = 17$ кг/м²; $t = -5°C$, $C = 15$-20 мм; $q_п^н = 14$ кг/м²; $q_т^н = 17$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса	P_1	368	319	333	288	485	420	491	425	674	583	650	563	804	696	808	700
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса	P_2	—	4064	—	4268	—	4373	—	4268	—	4373	—	4268	—	4373	—	4268
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	$P_п$ $P_т$	368	4383	333	4556	485	4792	491	4693	674	4956	650	4830	804	5069	808	4967
				Масса пролета провода, троса	$g_п$ $g_т$	841 624		572 375		760 1340		517 891		659 2018		448 1434		577 2681		393 1998	
				Масса гирлянд изоляторов	$g_г$	202		22		202		22		202		22		202		22	
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_п+g_г$ $g_т$	1667		970		2302		1430		2879		1904		3461		2414	
II к	Опора концевая. Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль осей траверс	$C = 5$, 10 мм, $q_п^н = 12{,}5$ кг/м²; $q_т^н = 17$ кг/м²; $t = -5°C$, $C = 15$, 20 мм; $q_п^н = 14$ кг/м²; $q_т^н = 17$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса.	P_1	184	160	167	144	243	210	246	213	337	292	325	282	403	348	405	350
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса	P_2	—	2032	—	2134	—	2187	—	2134	—	2187	—	2134	—	2187	—	2134
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	$P_п$ $P_т$	184	2192	167	2278	243	2397	246	2347	337	2479	325	2416	403	2535	405	2484
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения провода, троса	$S_п$ $S_т$	4064	3519	4268	3696	4373	3787	4268	3696	4373	3787	4268	3696	4373	3787	4258	3696
				Масса пролета провода, троса	$g_п$ $g_т$	420 312		286 188		380 670		259 446		329 1009		224 717		289 1341		197 999	
				Масса гирлянд, изоляторов	$g_г$	202		22		202		22		202		22		202		22	
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_п+g_г$ $g_т$	935		496		1252		726		1540		963		1832		1218	

Н. контр.	Мудрова	
Зав. НИЛКЭС	Курносов	
ГИП	Штин	
Рук. гр.	Элькина	
Проверил	Элькина	
Исполн.	Куперштох	

3.407.2-145.0-06

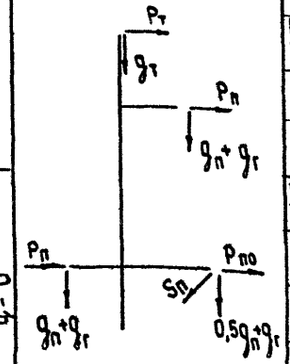
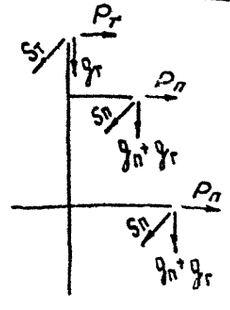
Нагрузки на анкерно-угловые опоры от проводов и тросов

Стадия	Лист	Листов
Р	1	10

«ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ» Северо-Западное отделение Ленинград

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

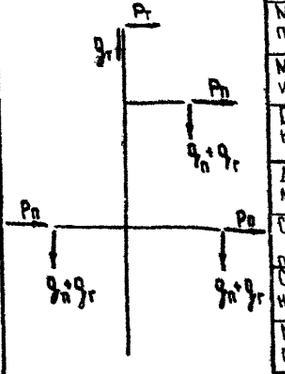
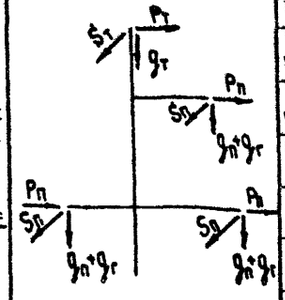
РАСЧЕТНЫЕ НАГРУЗКИ НА ОПОРУ 1У220-1

№ схемы	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначение	I РГ				II РГ				III РГ				IV РГ			
						Схема III / Схема IIIt, IIIкт				Схема III / Схема IIIt, IIIкт				Схема III / Схема IIIt, IIIкт				Схема III / Схема IIIt, IIIкт			
						Ргаб = 555 / 260 м				Ргаб = 500 / 256 м				Ргаб. 435 / 176 м				Ргаб = 380 / 130 м			
						Рветр = 555 / 260 м				Рветр = 555 / 260 м				Рветр. = 555 / 260 м				Рветр = 555 / 260 м			
						Рвес = 830 / 390 м				Рвес = 750 / 385 м				Рвес = 650 / 285 м				Рвес = 570 / 195 м			
						АС 240/32		С70		АС 240/32		С70		АС 240/32		С70		АС 240/32		С70	
						0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°
IIIt	Оборван один провод, дающий наибольший крутящий момент на опору. Температура минимальная	t = -40°C; C=0; q=0		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода, троса	$P_п$ $P_т$	—	4154	—	4054	—	4154	—	4054	—	4154	—	4054	—	4154	—	4054
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода при обрыве	$P_{по}$	—	2077	—	—	—	2077	—	—	—	2077	—	—	—	2077	—	—
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения провода при обрыве	$S_п$	4154	3597	—	—	4154	3597	—	—	4154	3597	—	—	4154	3597	—	—
				Масса пролета провода, троса	$q_п$ $q_т$	395		269		390		266		268		183		198		134	
				Масса гирлянд изоляторов	$q_г$	202		22		202		22		202		22		202		22	
				Суммарная вертикальная нагрузка	$q_п+q_г$ $q_т+q_г$	598		291		592		288		471		205		400		156	
III	Оборван один провод, дающий наибольший крутящий момент на опору.	t=-5°C; C=5÷20 мм q=0		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода, троса	$P_п$ $P_т$	—	3677	—	3840	—	3953	—	3768	—	3936	—	3764	—	3967	—	3790
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода при обрыве	$P_{по}$	—	1839	—	—	—	1977	—	—	—	1968	—	—	—	1983	—	—
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения провода при обрыве	$S_п$	3677	3185	—	—	3953	3423	—	—	3936	3409	—	—	3967	3435	—	—
				Масса пролета провода, троса	$q_п$ $q_т$	841 593		372 356		760 1273		517 846		659 1917		448 1362		577 2547		393 1898	
				Масса гирлянд изоляторов	$q_г$	202		22		202		22		202		22		202		22	
				Суммарная вертикальная нагрузка	$q_п+q_г$ $q_т+q_г$	1636		951		2235		1386		2778		1833		3327		2314	
IIIкт	Оборван один провод, дающий наибольший крутящий момент на опору. Опора концевая Температура минимальная	t=-40°C; C=0; q=0		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода, троса	$P_п$ $P_т$	—	0,5× 4154	—	0,5× 4054	—	0,5× 4154	—	0,5× 4054	—	0,5× 4154	—	0,5× 4054	—	0,5× 4154	—	0,5× 4054
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода при обрыве	$P_{по}$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения целого провода, троса	$S_п$ $S_т$	4154	3597	4054	3510	4154	3597	4054	3510	4154	3597	4054	3510	4154	3597	4154	3510
				Масса пролета провода, троса	$q_п$ $q_т$	198		135		195		133		134		92		99		67	
				Масса гирлянд изоляторов	$q_г$	202		22		202		22		202		22		202		22	
				Суммарная вертикальная нагрузка	$q_п+q_г$ $q_т+q_г$	400		157		397		155		336		114		301		89	

Примечание. Максимальное напряжение в тросе принято $\sigma_т^{max}$ = 45 кг/мм²

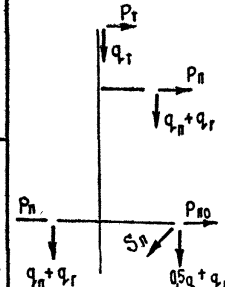
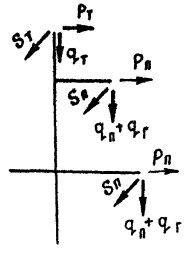
Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

РАСЧЕТНЫЕ НАГРУЗКИ НА ОПОРУ 1У220-3

№ схемы	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначение	I РГ				II РГ				III РГ				IV РГ			
						$\ell_{габ}$ = 555 м; $\ell_{ветр}$ = 555 м; $\ell_{вес}$ = 830 м				$\ell_{габ}$ = 540 м; $\ell_{ветр}$ = 555 м; $\ell_{вес}$ = 810 м				$\ell_{габ}$ = 480 м; $\ell_{ветр}$ = 555 м; $\ell_{вес}$ = 720 м				$\ell_{габ}$ = 430 м; $\ell_{ветр}$ = 555 м; $\ell_{вес}$ = 640 м			
						АС400/51		С70		АС400/51		С70		АС400/51		С70		АС400/51		С70	
						0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль осей траверс	$t = -5°C$; $C = 0$; $q_п^н = 60$ кг/м²; $q_т^н = 68$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса	P_1	786	681	430	372	786	681	430	372	786	681	430	372	786	681	491	—
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса	P_2	—	5792	—	3238	—	5404	—	2391	—	4253	—	1740	—	3368	—	—
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	$P_п$ $P_т$	786	6473	430	3610	786	6085	430	2763	786	4934	430	2112	786	4048	491	—
				Масса пролета провода, троса	$g_п$ $g_т$	1360		572		1328		559		1180		497		1049		441	
				Масса гирлянд изоляторов (2 шт)	$g_г$	202		22		202		22		202		22		202		22	
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_п+g_г$ $g_т$	1563		594		1530		581		1382		519		1251		463	
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль осей траверс	$C = 5; 10$ мм; $q_п^н = 12{,}5$ кг/м²; $q_т^н = 17$ кг/м²; $t = -5°C$; $C = 15; 20$ мм; $q_п^н = 14$ кг/м²; $q_т^н = 17$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса.	P_1	437	379	333	288	554	480	491	425	751	650	650	563	881	763	808	700
				Составляющая вдоль траверсы оттяжения провода, троса	P_2	—	6093	—	4268	—	7059	—	4268	—	7059	—	4268	—	7059	—	4268
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	$P_п$ $P_т$	437	6472	333	4656	554	7539	491	4693	751	7709	650	4830	881	7822	808	4967
				Масса пролета провода, троса	$g_п$ $g_т$	1360 782		572 375		1328 1717		559 962		1180 2595		497 1588		1049 3448		441 2244	
				Масса гирлянд изоляторов	$g_г$	202		22		202		22		202		22		202		22	
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_п+g_г$ $g_т$	2325		970		3247		1543		3977		2107		4689		2707	
IIК	Опора концевая. Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль осей траверс.	$C = 5; 10$ мм; $q_п^н = 12{,}5$ кг/м²; $q_т^н = 17$ кг/м²; $t = -5°C$; $C = 15; 20$ мм; $q_п^н = 14$ кг/м²; $q_т^н = 17$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса	P_1	219	190	167	145	277	240	246	213	376	326	325	282	441	382	405	351
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса	P_2	—	3046	—	2134	—	3530	—	2134	—	3530	—	2134	—	3530	—	2134
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	$P_п$ $P_т$	219	3236	167	2279	277	3770	246	2347	376	3856	325	2416	441	3912	405	2485
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения провода, троса	$S_п$ $S_т$	6093	5276	4268	3696	7059	6113	4268	3696	7059	6113	4268	3696	7059	6113	4268	3696
				Масса пролета провода, троса	$g_п$ $g_т$	680 381		286 188		664 859		279 481		590 1297		248 794		524 1719		221 1122	
				Масса гирлянд изоляторов	$g_г$	202		22		202		22		202		22		202		22	
				Суммарная вертикальная нагрузка.	$g_п+g_г$ $g_т$	1264		496		1725		782		2090		1064		2446		1365	

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

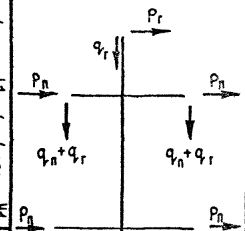
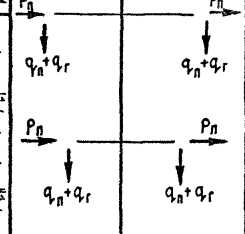
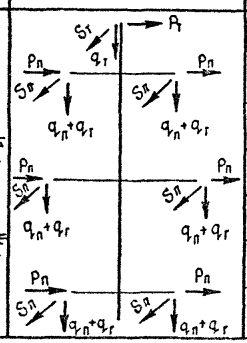
РАСЧЕТНЫЕ НАГРУЗКИ НА ОПОРУ 1У220-3

N схемы	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначения	I РГ				II РГ				III РГ				IУ РГ			
						схема III/схема IIIt, IIIkt				схема III/схема IIIt, IIIkt				схема III/схема IIIt, IIIkt				схема III/схема IIIt, IIIkt			
						ℓгаб = 555/260 м				ℓгаб = 540/260 м				ℓгаб = 480/226 м				ℓгаб = 430/172 м			
						ℓветр.= 555/260 м				ℓветр.= 555/260 м				ℓветр.= 555/260 м				ℓветр.= 555/260 м			
						ℓвес = 830/390 м				ℓвес = 810/390 м				ℓвес = 720/340 м				ℓвес = 640/320 м			
						AC 400/51		C70		AC 400/51		C70		AC 400/51		C70		AC 400/51		C70	
						0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°
IIIt	Оборван один провод, дающий наибольший крутящий момент на опору. Температура минимальная	t=-40°C; C=0; q=0		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода, троса	$P_п$ / $P_т$	—	6706	—	4054	—	6706	—	4054	—	6706	—	4054	—	6706	—	4054
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода при обрыве	$P_{по}$	—	3353	—	—	—	3353	—	—	—	3353	—	—	—	3353	—	—
				Составляющая I траверсе от тяжения провода при обрыве	$S_п$	6706	5808	—	—	6706	5808	—	—	6706	5808	—	—	6706	5808	—	—
				Масса пролета провода, троса	$q_п$ / $q_т$	639		269		639		269		557		234		524		179	
				Масса гирлянд изоляторов	$q_г$	202		22		202		22		202		22		202		22	
				Суммарная вертикальная нагрузка	$q_п+q_г$ / $q_т+q_г$	842		291		842		291		760		256		756		201	
III	Оборван один провод, дающий наибольший крутящий момент на опору.	t=-5°C; C=5÷20 мм; q=0		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода, троса	$P_п$ / $P_т$	—	5607	—	3840	—	6481	—	3751	—	6453	—	3748	—	6475	—	3776
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода при обрыве	$P_{по}$	—	2803	—	—	—	3240	—	—	—	3227	—	—	—	3238	—	—
				Составляющая I траверсе от тяжения провода при обрыве	$S_п$	5607	4856	—	—	6481	5613	—	—	6453	5589	—	—	6475	5608	—	—
				Масса пролета провода, троса	$q_п$ / $q_т$	1360 / 724		572 / 355		1328 / 1631		559 / 914		1180 / 2465		497 / 1509		1049 / 3266		441 / 2132	
				Масса гирлянд изоляторов	$q_г$	202		22		202		22		202		22		202		22	
				Суммарная вертикальная нагрузка	$q_п+q_г$ / $q_т+q_г$	2287		951		3161		1495		3848		2027		4518		2595	
IIIkt	Оборван один провод дающий наибольший крутящий момент на опору. Опора концевая. Температура минимальная	t=-40°C; C=0; q=0		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода, троса	$P_п$ / $P_т$	—	0,5× 6706	—	0,5× 4054	—	0,5× 6706	—	0,5× 4054	—	0,5× 6706	—	0,5× 4054	—	0,5× 6706	—	0,5× 4054
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода при обрыве	$P_{по}$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Составляющая I траверсы от тяжения целого провода, троса	$S_т$ / $S_п$	6706	5807	4054	3510	6706	5807	4054	3510	6706	5807	4054	3510	6706	5807	4054	3510
				Масса пролета провода, троса	$q_п$ / $q_т$	320		135		320		135		279		117		262		90	
				Масса гирлянд изоляторов	$q_г$	202		22		202		22		202		22		202		22	
				Суммарная вертикальная нагрузка	$q_п+q_г$ / $q_т+q_г$	522		157		522		157		481		139		464		112	

Примечание. Максимальное напряжение в тросе принято $\sigma_т^{max}$ = 45 кг/мм².

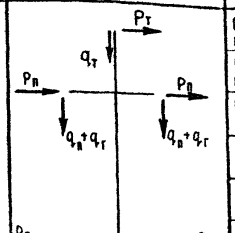
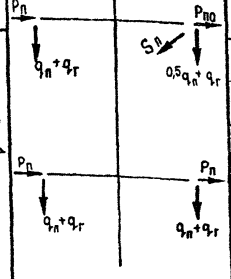
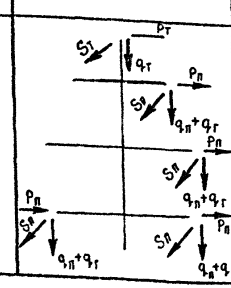
Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

РАСЧЕТНЫЕ НАГРУЗКИ НА ОПОРУ 1У220-2

N схемы	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначение	I РГ				II РГ				III РГ				IV РГ			
						ℓгаб = 530 м ℓветр = 530 м ℓвес = 795 м				ℓгаб. = 475 м ℓветр. = 530 м ℓвес. = 715 м				ℓгаб = 410 м ℓветр. = 530 м ℓвес = 615 м				ℓгаб. = 360 м ℓветр. = 530 м ℓвес. = 540 м			
						АС 240/32		С 70		АС 240/32		С 70		АС 240/32		С 70		АС 240/32		С 70	
						0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль осей траверс	t=-5°C; C=0 $q_n^н$ = 59 кг/м²; $q_т^н$ = 72 кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса	P_1	660	572	429	371	660	572	429	371	660	572	429	371	660	572	429	371
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса	P_2	—	4057	—	4172	—	3305	—	3349	—	2509	—	2549	—	1914	—	1881
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	$P_п$ $P_т$	660	4629	429	4543	660	3876	429	3720	660	3081	429	2920	660	2436	429	2252
				Масса пролета провода, троса	$q_п$ $q_т$	805		548		724		493		623		424		547		372	
				Масса гирлянд изоляторов / 2 шт /	$q_г$	202		22		202		22		202		22		202		22	
				Суммарная вертикальная нагрузка	$q_п+q_г$ $q_т$	1008		570		927		515		825		446		749		394	
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль осей траверс	C=5,10мм; $q_n^н$=14,75 кг/м²; $q_т^н$=18 кг/м² t=-5°C C=15,20мм; $q_n^н$=14,75 кг/м; $q_т^н$=18 кг/м		Давление ветра на пролет провода, троса	P_1	415	359	337	292	546	473	497	431	677	587	657	569	809	700	818	708
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса	P_2	—	4115	—	4268	—	4373	—	4268	—	4373	—	4268	—	4373	—	4268
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	$P_п$ $P_т$	415	4474	337	4559	546	4846	497	4698	677	4959	657	4837	809	5073	818	4976
				Масса пролета провода, троса	$q_п$ $q_т$	805 598		548 359		724 1277		493 849		623 1909		424 1357		547 2540		372 1893	
				Масса гирлянд изоляторов	$q_г$	202		22		202		22		202		22		202		22	
				Суммарная вертикальная нагрузка	$q_п+q_г$ $q_т$	1606		930		2204		1365		2734		1803		3290		2287	
IIк	Опора концевая. Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль осей траверс.	C=5,10мм, $q_n^н$=14,75 кг/м², $q_т^н$=18 кг/м² t=-5°C. C=15,20мм; $q_n^н$=14,75 кг/м², $q_т^н$=18 кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса	P_1	207	180	168	196	273	237	249	216	339	294	329	285	404	350	409	354
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса	P_2	—	2058	—	2134	—	2187	—	2134	—	2187	—	2134	—	2187	—	2134
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	$P_п$ $P_т$	207	2238	168	2330	273	2424	249	2350	339	2481	329	2419	404	2537	409	2488
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения провода, троса	$S_п$ $S_т$	4115	3564	4268	3696	4373	3787	4268	3696	4373	3787	4268	3696	4373	3787	4268	3696
				Масса пролета провода, троса	$q_п$ $q_т$	403 299		275 180		363 639		247 425		312 956		212 579		274 1270		186 947	
				Масса гирлянд изоляторов	$q_т$	202		22		202		22		202		22		202		22	
				Суммарная вертикальная нагрузка	$q_п+q_г$ $q_т$	905		476		1204		694		1470		914		1746		1155	

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

РАСЧЕТНЫЕ НАГРУЗКИ НА ОПОРУ 1У220-2

№ схемы	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначение	I РГ				II РГ				III РГ				IV РГ			
						схема III/схема III t, III кт.				схема III/схема III t, III кт.				схема III/схема III t, III кт.				схема III/схема III t, III кт.			
						ℓгаб. = 530/260 м				ℓгаб. = 475/256 м				ℓгаб. = 410/176 м				ℓгаб. = 360/130 м			
						ℓветр = 530/260 м				ℓветр. = 530/260 м				ℓветр = 530/260 м				ℓветр. = 530/260 м			
						ℓвес = 795/390 м				ℓвес = 715/385 м				ℓвес = 615/265 м				ℓвес. = 540/195 м			
						АС 240/32		С70		АС 240/32		С70		АС 240/32		С70		АС 240/32		С70	
						0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°
III t	Оборван один провод, дающий наибольший крутящий момент на опору. Температура минимальная.	t=-40°C; C=0; q=0		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода, троса	$P_п$ / $P_т$	—	4154	—	4054	—	4154	—	4054	—	4154	—	4054	—	4154	—	4054
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода при обрыве	$P_{по}$	—	2077	—	—	—	2077	—	—	—	2077	—	—	—	2077	—	—
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения провода при обрыве	$S_п$	4154	3597	—	—	4154	3597	—	—	4154	3597	—	—	4154	3597	—	—
				Масса пролета провода, троса	$q_п$ / $q_т$	395		269		390		266		268		183		198		134	
				Масса гирлянд изоляторов	$q_г$	202		22		202		22		202		22		202		22	
				Суммарная вертикальная нагрузка	$q_п+q_г$ / $q_т+q_г$	598		291		592		288		471		205		400		156	
III	Оборван один провод, дающий наибольший крутящий момент на опору.	t=-5°C; C=5÷20 мм; q=0		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода, троса	$P_п$ / $P_т$	—	3660	—	3826	—	3905	—	3748	—	3936	—	3743	—	3967	—	3768
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода при обрыве	$P_{по}$	—	1830	—	—	—	1953	—	—	—	1968	—	—	—	1983	—	—
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения провода при обрыве	$S_п$	3660	3170	—	—	3905	3382	—	—	3936	3409	—	—	3967	3435	—	—
				Масса пролета провода, троса	$q_п$ / $q_т$	805 / 568		548 / 341		724 / 1213		493 / 807		623 / 1814		424 / 1289		547 / 2413		372 / 1789	
				Масса гирлянд изоляторов	$q_г$	202		22		202		22		202		22		202		22	
				Суммарная вертикальная нагрузка	$q_п+q_г$ / $q_т+q_г$	1576		912		2140		1322		2639		1735		3163		2193	
III кт	Оборван один провод, дающий наибольший крутящий момент на опору. Опора концевая. Температура минимальная.	t=-40°C; C=0; q=0		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода, троса	$P_п$ / $P_т$	—	0,5× 4154	—	0,5× 4054	—	0,5× 4154	—	0,5× 4054	—	0,5× 4154	—	0,5× 4054	—	0,5× 4154	—	0,5× 4054
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода при обрыве	$P_{по}$	—		—		—		—		—		—		—		—	
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения целого провода, троса	$S_т$ / $S_п$	4154	3597	4054	5510	4154	3597	4054	3510	4154	3597	4054	3510	4154	3597	4054	3510
				Масса пролета провода, троса	$q_п$ / $q_т$	198		135		195		133		134		92		99		67	
				Масса гирлянд изоляторов	$q_г$	202		22		202		22		202		22		202		22	
				Суммарная вертикальная нагрузка	$q_п+q_г$ / $q_т+q_г$	400		157		397		155		336		114		301		89	

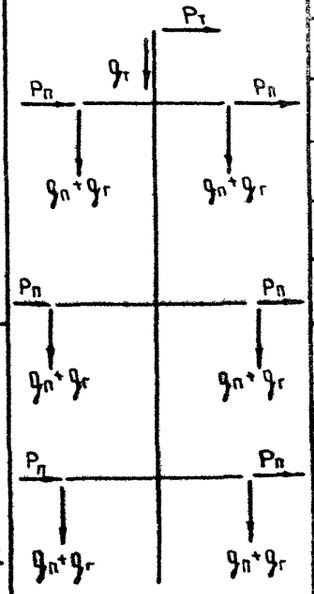
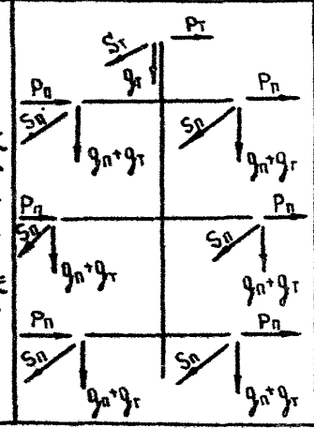
Примечание: Максимальное напряжение в тросе принято $\sigma_т^{max}$ = 45 кг/мм²

3.407.2-145.0-06

Лист 6

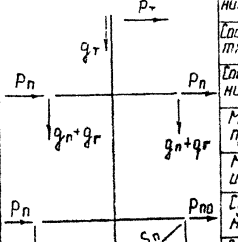
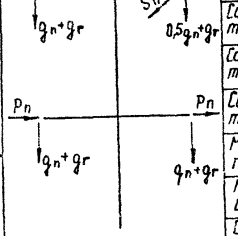
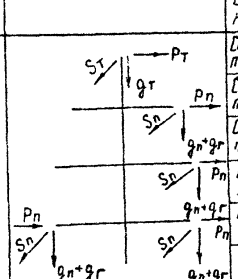
Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

РАСЧЕТНЫЕ НАГРУЗКИ НА ОПОРУ ¼220-4

№ схемы	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначение	I район: ℓ габ. = 530 м; ℓ ветр. = 530 м; ℓ вес. = 795 м				II район: ℓ габ. = 510 м; ℓ ветр. = 530 м; ℓ вес. = 765 м				III район: ℓ габ. = 455 м; ℓ ветр. = 530 м; ℓ вес. = 685 м				IV район: ℓ габ. = 405 м; ℓ ветр. = 530 м; ℓ вес. = 610 м			
						АС 400/51		С 70		АС 400/51		С 70		АС 400/51		С 70		АС 400/51		С 70	
						0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль осей траверс.	t = -5°C; C = 0; q_n^N = 59 кг/м²; $q_т^N$ = 72 кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса	P_1	841	728	429	371	841	728	429	371	841	728	429	371	841	728	429	371
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса	P_2	—	5983	—	4172	—	5595	—	3291	—	4455	—	2450	—	3576	—	1791
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	$P_п$ $P_т$	841	6711	429	4543	841	6323	429	3662	841	5184	429	2821	841	4304	429	2163
				Масса пролета провода, троса	$g_п$ $g_т$	1303		548		1254		528		1123		472		1000		421	
				Масса гирлянд изоляторов /2 шт/	$g_г$	202		22		202		22		202		22		202		22	
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_п+g_г$ $g_т$	1505		570		1456		550		1325		494		1202		443	
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль осей траверс.	C = 5,10 мм; q_n^N = 14,75 кг/м²; $q_т^N$ = 18 кг/м²; t = -5°C; C = 15,20 мм; q_n^N = 14,75 кг/м²; $q_т^N$ = 18 кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса.	P_1	493	427	337	292	624	540	497	431	755	654	657	569	887	768	818	708
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса	P_2	—	6139	—	4268	—	7059	—	4268	—	7059	—	4268	—	7059	—	4268
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	$P_п$ $P_т$	493	6566	337	4559	624	7600	497	4698	755	7713	657	4837	887	7827	818	4976
				Масса пролета провода, троса	$g_п$ $g_т$	1303 730		548 359		1254 1622		528 909		1123 2469		472 1511		1000 3277		421 2139	
				Масса гирлянд изоляторов	$g_г$	202		22		202		22		202		22		202		22	
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_п+g_г$ $g_т$	2235		930		3078		1458		3794		2006		4479		2581	
IIк	Опора концевая. Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль осей траверс.	C = 5,10 мм, q_n^N = 14,75 кг/м²; $q_т^N$ = 18 кг/м²; t = -5°C; C = 15,20 мм; q_n^N = 14,75 кг/м²; $q_т^N$ = 18 кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса	P_1	246	214	168	146	312	270	249	215	378	327	329	285	443	384	409	354
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса	P_2	—	3070	—	2134	—	3530	—	2134	—	3530	—	2134	—	3530	—	2134
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	$P_п$ $P_т$	246	3284	168	2280	312	3800	249	2349	378	3857	329	2419	443	3914	409	2488
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения провода, троса	$S_п$ $S_т$	5139	5316	4268	3696	7059	6113	4268	3696	7059	6113	4268	3696	7059	6113	4268	3696
				Масса пролета провода, троса	$g_п$ $g_т$	659 365		275 180		628 812		264 455		562 1236		237 757		500 1638		210 1069	
				Масса гирлянд изоляторов	$g_г$	202		22		202		22		202		22		202		22	
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_п+g_г$ $g_т$	1220		476		1642		741		2001		1015		2341		1302	

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

Расчетные нагрузки на опору 1У 220 - 4

№ схемы	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначение	I РГ				II РГ				III РГ				IV РГ			
						схема III / схема III t, III kt				схема III / схема III t, III kt				схема III / схема III t, III kt				схема III / схема III t, III kt			
						ℓ габ = 530 / 260 м				ℓ габ = 530 / 260 м				ℓ габ = 480 / 226 м				ℓ габ = 430 / 172 м			
						ℓ ветр = 530 / 260 м				ℓ ветр = 530 / 260 м				ℓ ветр = 530 / 260 м				ℓ ветр = 530 / 260 м			
						ℓ вес = 795 / 390 м				ℓ вес = 795 / 390 м				ℓ вес = 685 / 340 м				ℓ вес. = 610 / 320 м			
						АС 400/51		С 70		АС 400/51		С 70		АС 400/51		С 70		АС 400/51		С 70	
						0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°
III t	Оборван один провод, дающий наибольший крутящий момент на опору. Температура минимальная	t = -40°C; C = 0; q = 0		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода, троса	P_n $P_т$	—	6706	—	4054	—	6706	—	4054	—	6706	—	4054	—	6706	—	4054
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода при обрыве	$P_{по}$	—	3353	—	—	—	3353	—	—	—	3353	—	—	—	3353	—	—
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения провода при обрыве	S_n	6706	5808	—	—	6706	5808	—	—	6706	5808	—	—	6706	5808	—	—
				Масса пролета провода, троса	g_n $g_т$	639		269		639		269		557		234		524		179	
				Масса гирлянд изоляторов	$g_г$	202		22		202		22		202		22		202		22	
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_n+g_г$ $g_т+g_г$	842		291		842		291		760		256		756		201	
III	Оборван один провод, дающий наибольший крутящий момент на опору.	t = -5°C; C = 5 ÷ 20 мм; q = 0		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода, троса	P_n $P_т$	—	5590	—	3826	—	6442	—	3731	—	6464	—	3724	—	6486	—	3752
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода при обрыве	$P_{по}$	—	2795	—	—	—	3221	—	—	—	3232	—	—	—	3243	—	—
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения провода при обрыве	S_n	5590	4841	—	—	6442	5579	—	—	6464	5598	—	—	6486	5617	—	—
				Масса пролета провода, троса	g_n $g_т$	1303 693		548 341		1254 1541		528 863		1123 2345		472 1436		1000 3113		421 2032	
				Масса гирлянд изоляторов	$g_г$	202		22		202		22		202		22		202		22	
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_n+g_г$ $g_т+g_г$	2199		912		2997		1413		3670		1930		4315		2474	
III kt	Оборван один провод, дающий наибольший крутящий момент на опору Опора концевая Температура минимальная	t = -40°C; C = 0; q = 0		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода, троса	P_n $P_т$	—	0,5× 6706	—	0,5× 4054	—	0,5× 6706	—	0,5× 4054	—	0,5× 6706	—	0,5× 4054	—	0,5× 6706	—	0,5× 4054
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода при обрыве	$P_{по}$	—		—		—		—		—		—		—		—	
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения целого провода, троса	$S_т$ S_n	6706	5807	4054	3510	6706	5807	4054	3510	6706	5807	4054	3510	6706	5807	4054	3510
				Масса пролета провода, троса	g_n $g_т$	320		135		320		135		279		117		262		90	
				Масса гирлянд изоляторов	$g_г$	202		22		202		22		202		22		202		22	
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_n+g_г$ $g_т+g_г$	522		157		522		157		481		139		464		112	

Примечание. Максимальное напряжение в тросе принято $\sigma_т^{max} = 45$ кг/мм²

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

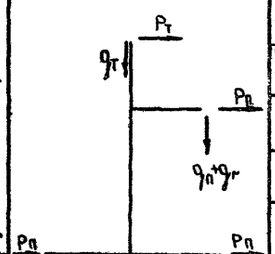
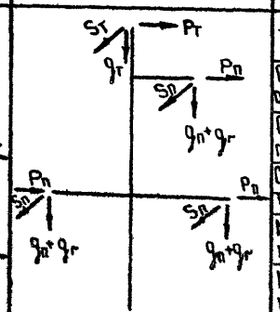
3.407.2-145.0-06

Лист 8

Копир. Наш

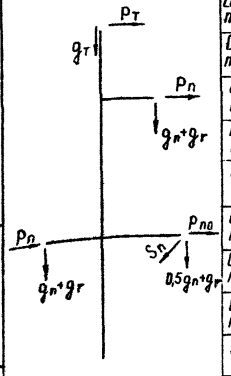
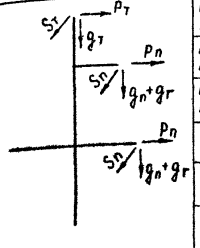
Формат А3

РАСЧЕТНЫЕ НАГРУЗКИ НА ОПОРУ 1У330-1

№ схемы	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначение	I РГ: $\ell_{габ.}$ = 505 м, $\ell_{ветр.}$ = 505 м, $\ell_{вес.}$ = 760 м				II РГ: $\ell_{габ.}$ = 495 м, $\ell_{ветр.}$ = 505 м, $\ell_{вес.}$ = 740 м				III РГ: $\ell_{габ.}$ = 440 м, $\ell_{ветр.}$ = 505 м, $\ell_{вес.}$ = 660 м				IV РГ: $\ell_{габ.}$ = 395 м, $\ell_{ветр.}$ = 505 м, $\ell_{вес.}$ = 590 м			
						2×АС 400/51		С 70		2×АС 400/51		С 70		2×АС 400/51		С 70		2×АС 400/51		С 70	
						0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°
I	Провода и трос не оборваны и свободны от гололеда. Ветер направлен вдоль осей траверс	$t = -5°C$; $C = 0$; $g_п^н = 50$ кг/м²; $g_т^н = 69$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса	P_1	1355	1173	396	343	1355	1173	396	343	1355	1173	396	343	1355	1173	396	343
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса	P_2	—	11503	—	4159	—	10901	—	3303	—	8644	—	2467	—	6863	—	1795
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	$P_п$ $P_т$	1355	12676	396	4502	1355	12074	396	3646	1355	9817	396	2810	1355	8036	396	2138
				Масса пролета провода, троса	$g_п$ $g_т$	2491		524		2426		510		2163		455		1934		407	
				Масса гирлянд изоляторов (2 шт)	$g_г$	660		22		660		22		660		22		660		22	
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_п+g_г$ $g_т$	3151		546		3086		532		2823		477		2594		429	
II	Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль осей траверс	$C = 5{,}10$ мм; $g_п^н = 12{,}5$ кг/м²; $g_т^н = 17{,}25$ кг/м²; $t = -5°C$; $C = 15{,}20$ мм; $g_п^н = 14$ кг/м²; $g_т^н = 17{,}25$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса	P_1	796	689	328	284	1008	873	453	392	1366	1183	600	519	1603	1389	746	646
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса	P_2	—	12093	—	4268	—	14119	—	4268	—	14119	—	4268	—	14119	—	4268
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	$P_п$ $P_т$	796	12783	328	4552	1008	14992	453	4660	1366	15301	600	4787	1603	15507	746	4914
				Масса пролета провода, троса	$g_п$ $g_т$	2491 1395		524 344		2426 3138		510 879		2163 4757		455 1456		1934 6339		407 2069	
				Масса гирлянд изоляторов	$g_г$	660		22		660		22		660		22		660		22	
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_п+g_г$ $g_т$	4546		890		6224		1411		7580		1933		8933		2497	
IIк	Опора концевая. Провода и трос не оборваны и покрыты гололедом. Ветер направлен вдоль осей траверс.	$C = 5{,}10$ мм; $g_п^н = 12{,}5$ кг/м²; $g_т^н = 17{,}25$ кг/м²; $t = -5°C$; $C = 15{,}20$ мм; $g_п^н = 14$ кг/м²; $g_т^н = 17{,}25$ кг/м²		Давление ветра на пролет провода, троса	P_1	399	345	164	142	505	437	227	196	684	592	300	260	803	695	374	323
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода, троса	P_2	—	6047	—	2134	—	7060	—	2134	—	7060	—	2134	—	7060	—	2134
				Суммарная горизонтальная нагрузка вдоль траверсы	$P_п$ $P_т$	399	6392	164	2276	505	7497	227	2330	684	7652	300	2394	803	7755	374	2457
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения провода, троса	$S_п$ $S_т$	12093	10472	4268	3696	14119	12227	4268	3696	14119	12227	4268	3696	14119	12227	4268	3696
				Масса пролета провода, троса	$g_п$ $g_т$	1246 698		262 172		1213 1569		255 440		1082 2379		228 728		967 3169		203 1034	
				Масса гирлянд изоляторов	$g_г$	660		22		660		22		660		22		660		22	
				Суммарная вертикальная нагрузка	$g_п+g_г$ $g_т$	2604		456		3442		717		4121		978		4796		1260	

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

Расчетные нагрузки на опору 1У330-1

N схемы	Расчетные схемы	Расчетные климатические условия	Схемы нагрузок	Род нагрузок	Обозначение	I РГ				II РГ				III РГ				IV РГ			
						схема III / схема IIIt, IIIкt				схема III / схема IIIt, IIIкt				схема III / схема IIIt, IIIкt				схема III / схема IIIt, IIIкt			
						$l_{габ}$ = 505 / 260 м				$l_{габ}$ = 495 / 256 м				$l_{габ}$ = 440 / 176 м				$l_{габ}$ = 395 / 130 м			
						$l_{ветр}$ = 505 / 260 м				$l_{ветр}$ = 505 / 260 м				$l_{ветр}$ = 505 / 260 м				$l_{ветр}$ = 505 / 260 м			
						$l_{вес.}$ = 760 / 390 м				$l_{вес.}$ = 740 / 390 м				$l_{вес}$ = 660 / 340 м				$l_{вес}$ = 590 / 320 м			
						2×АС 400/51		С70		2×АС 400/51		С70		2×АС 400/51		С70		2×АС 400/51		С70	
						0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°	0°	60°
IIIt	Оборван один провод, дающий наибольший крутящий момент на опору. Температура минимальная	t=-40°C; C=0; q=0		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода, троса	P_n P_T	—	13413	—	4054	—	13413	—	4054	—	13413	—	4054	—	13413	—	4054
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода при обрыве	P_{no}	—	6706	—	—	—	6706	—	—	—	6706	—	—	—	6706	—	—
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения провода при обрыве	S_n	13413	11616	—	—	13413	11616	—	—	13413	11616	—	—	13413	11616	—	—
				Масса пролета провода, троса	g_n g_T	1278		269		1278		269		1115		234		852		179	
				Масса гирлянд изоляторов	g_r	660		22		660		22		660		22		660		22	
				Суммарная вертикальная нагрузка	g_n+g_r g_T+g_r	1938		291		1938		291		1775		256		1512		201	
III	Оборван один провод, дающий наибольший крутящий момент на опору	t=-5°C; C=5÷20 мм; q=0		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода, троса	P_n P_T	—	11148	—	3861	—	12984	—	3770	—	12918	—	3762	—	12962	—	3786
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода при обрыве	P_{no}	—	5574	—	—	—	6492	—	—	—	6459	—	—	—	6481	—	—
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения провода при обрыве	S_n	11148	9654	—	—	12984	11244	—	—	12918	11187	—	—	12962	11225	—	—
				Масса пролета провода, троса	g_n g_T	2491 1326		524 326		2426 2981		510 835		2163 4519		455 1383		1934 6022		407 1965	
				Масса гирлянд изоляторов	g_r	660		22		660		22		660		22		660		22	
				Суммарная вертикальная нагрузка	g_n+g_r g_T+g_r	4477		873		6067		1368		7342		1860		8616		2394	
IIIкt	Оборван один провод, дающий наибольший крутящий момент на опору. Опора концевая Температура минимальная.	t=-40°C; C=0; q=0		Составляющая вдоль траверсы от тяжения целого провода, троса	P_n P_T	—	0,5×13413	—	0,5×4054	—	0,5×13413	—	0,5×4054	—	0,5×13413	—	0,5×4054	—	0,5×13413	—	0,5×4054
				Составляющая вдоль траверсы от тяжения провода при обрыве	P_{no}	—		—		—		—		—		—		—		—	
				Составляющая ⊥ траверсе от тяжения целого провода, троса	S_n S_T	13413	11616	4054	3511	13413	11616	4054	3511	13413	11616	4054	3511	13413	11616	4054	3511
				Масса пролета провода, троса	g_n g_T	639		135		639		135		558		117		426		90	
				Масса гирлянд изоляторов	g_r	660		22		660		22		660		22		660		22	
				Суммарная вертикальная нагрузка	g_n+g_r g_T+g_r	1299		157		1299		157		1218		139		1086		112	

Примечание: Максимальное напряжение в тросе принято σ_T^{max} = 45 кг/мм²

3.407.2-145.0-06

Лист 10

Копир. Ната

Формат А3

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

gost.e-ecolog.ru