

ОАО "НТЦ электроэнергетики"

Филиал ОАО "НТЦ электроэнергетики" -
РОСЭП

Разработка и испытание стальных многогранных одноцепных и двухцепных
анкерно - угловых опор ВЛ 220 кВ

Этап 3. КОМПЛЕКТ РКД С ЛИТЕРОЙ О1 НА ОДНОЦЕПНЫЕ
АНКЕРНО-УГЛОВЫЕ СТАЛЬНЫЕ МНОГОГРАННЫЕ ОПОРЫ ВЛ 220 кВ

Альбом 1

Шифр 27.0003

2008

ОАО "НТЦ электроэнергетики"

Филиал ОАО "НТЦ электроэнергетики"-
РОСЭП

Разработка и испытание стальных многогранных одноцепных и двухцепных
анкерно-угловых опор ВЛ 220 кВ

Этап 3. КОМПЛЕКТ РКД С ЛИТЕРОЙ О1 НА ОДНОЦЕПНЫЕ
АНКЕРНО-УГЛОВЫЕ СТАЛЬНЫЕ МНОГОГРАННЫЕ ОПОРЫ ВЛ 220 кВ

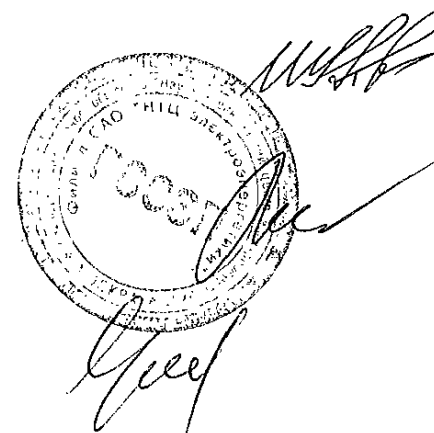
Альбом 1

Шифр 27.0003

Директор Филиала
ОАО "НТЦ электроэнергетики" - РОСЭП

Директор НИЦ

Главный инженер проекта



И. П. Уланов

А. С. Лисковец

В. М. Ударов

2008

Обозначение	Наименование	Стр.
27.0003-00	Содержание	2
27.0003-ПЗ	Пояснительная записка	3
27.0003-01	Номенклатура опор	18
27.0003-02	Угловая анкерная опора УМ220-1	
	Общий вид. Схема установки.	19
27.0003-03	Концевая опора КМ220-1	
	Общий вид. Схема установки.	22
27.0003-04	Анкерная опора АМ220-1	
	Общий вид. Схема установки.	25
27.0003-05	Угловая анкерная опора УМ220-3	
	Общий вид. Схема установки.	28
27.0003-06	Стойка СА1	31
27.0003-09	Стойка СА1р	32
27.0003-14	Стойка СА3	33
27.0003-17	Траверса ТВ221	34
27.0003-18	Крышка К6	35
27.0003-19	Установка лестниц и приспособлений	
	для обслуживания опор УЛП2	36
27.0003-20	Лестница ЛЗ1	40
27.0003-21	Площадка Пл1	41
27.0003-25	Площадка Пл2	42
27.0003-29	Устройство страховочное УС1	43
27.0003-Т	Габаритные и монтажные таблицы	
	проводов и тросов	44

Документы 27.0003-07, 27.0003-08 и другие, не указанные на данном листе документы, представлены в Альбоме 2.

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

						27.0003-00			
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Содержание	Стадия	Лист	Листов
							О1		1
ГИП		Ударов		<i>Ударов</i>	14.03		Филиал ОАО "НТЦ электроэнергетики" РОСЭП		
Н. контр.		Холова		<i>Холова</i>	14.03				
Пров.		Ломоносов		<i>Ломоносов</i>	14.03				
Разраб.		Ломоносова		<i>Ломоносова</i>	14.03				

1. Введение

Данная работа выполнена по поручению ОАО «НТЦ электроэнергетики» и представляет собой третий этап темы «Разработка и испытание стальных многогранных одноцепных и двухцепных анкерно-угловых опор ВЛ 220 кВ».

Работа выполнена в двух альбомах.

Актуальность данной работы связана с тем, что в настоящее время на ВЛ 220 кВ для анкерно-угловых опор применяются типовые проекты и технические решения стальных решетчатых опор, разработанные еще в 60-70 годы прошлого века.

Применение при строительстве ВЛ 220 кВ исключительно решетчатых стальных опор действующей унификации в ряде случаев вызывает трудности их установки, особенно в городских и стесненных условиях.

Более целесообразным в городских и стесненных условиях является применение на ВЛ 220 кВ анкерно-угловых опор нового поколения на базе стальных многогранных стоек.

Многогранные стальные опоры обладают меньшим весом по сравнению со стальными решетчатыми опорами, могут быть выполнены компактными секциями заданной длины, не подвержены разрушениям или повреждениям при транспортировке, позволяют снизить объем транспортных и погрузочно-разгрузочных работ.

Стальные многогранные опоры отличает долговечность, повышенная скорость установки и вандалоустойчивость.

Стальные многогранные опоры, обладая указанными преимуществами, могут быть использованы при новом строительстве ВЛ, реконструкции и техническом перевооружении действующих линий, капитальном ремонте, в качестве опор аварийного резерва, для обеспечения временного электроснабжения.

Распоряжением ОАО РАО «ЕЭС России» и ОАО «ФСК ЕЭС» от 20.07.2006 № 185р / 179р утверждена Целевая программа Бизнес-единицы «Сети» ОАО РАО «ЕЭС России» «Создание и внедрение стальных многогранных опор для ВЛ 35-500 кВ», которая предусматривает разработку, изготовление и испытания опытных образцов стальных многогранных опор ВЛ.

Целью указанной Программы является создание опор на основе стальных многогранных стоек для ВЛ 35-500 кВ с разработкой нормативной базы, конструкторской, технологической документации, проектных рекомендаций, указаний по монтажу, ремонту и эксплуатации, обеспечивающих эффективное выполнение требований ПУЭ-7 при строительстве, реконструкции и техническом перевооружении ВЛ, а также существенное сокращение сроков и затрат строительства и проведения аварийно-восстановительных работ.

На данном этапе настоящей темы разработана рабочая конструкторская документация с литерой О1 на одноцепные анкерно-угловые стальные многогранные опоры ВЛ 220 кВ. При этом дополнительно даны рекомендации по применению грозозащитного троса со встроенным оптическим кабелем (ОКГТ) и разработаны элементы для монтажа и обслуживания опор анкерного типа.

При разработке опор использовался зарубежный опыт применения стальных многогранных опор ВЛ.

Габариты стальных многогранных анкерно-угловых опор приняты равными габаритам существующих типовых решетчатых анкерно-угловых опор ВЛ 220 кВ.

Разработанные опоры испытаны Филиалом ОАО «Инженерный центр ЕЭС» - «Фирма ОРГРЭС» на экспериментальном полигоне г.Хотьково.

2. Одноцепные анкерно-угловые стальные многогранные опоры ВЛ 220 кВ

2.1. Одноцепные анкерно-угловые опоры для ВЛ 220 кВ, разработанные в данной теме, предназначены для применения в I – IV районах по ветру и гололеду в ненаселенной и населенной местности, в том числе, для районов Крайнего Севера.

2.2. Разработаны четыре типа одноцепных анкерно-угловых опор для ВЛ 220 кВ: концевая опора КМ220-1, анкерная опора АМ220-1, угловая анкерная

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Гип	Ударов	14.03			
Н.контр.	Холова	14.03			
Пров.	Гореленко	14.03			
Разраб.	Ударова	14.03			

						27.0003 - ПЗ			
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Пояснительная записка	Стадия	Лист	Листов
							О1	1	15
ГИП		Ударов			14.03		Филиал ОАО		
Н.контр.		Холова			14.03		"НТЦ электроэнергетики"-		
Пров.		Гореленко			14.03		РОСЭП		
Разраб.		Ударова			14.03				

опора УМ220-1 на угол поворота ВЛ до 60° и угловая анкерная опора УМ220-3 на угол поворота ВЛ до 20°.

2.3. Одноцепные анкерно-угловые опоры КМ220-1, АМ220-1, УМ220-1 и УМ220-3 могут применяться в районах с расчетной температурой наиболее холодной пятидневки до минус 65 ° С. Габаритные пролеты приведены для температуры минус 40° С; в районах с расчетной температурой наиболее холодной пятидневки до минус 50 ° С и до минус 65 ° С эти опоры могут применяться при условии, что габаритные пролеты должны быть уточнены при конкретном проектировании ВЛ.

2.4. Стальные многогранные одноцепные анкерно-угловые опоры предназначены для применения в слабоагрессивных и среднеагрессивных средах.

2.5. Одноцепные анкерно-угловые опоры на базе стальных многогранных стоек разработаны одностоечной свободностоящей конструкции.

2.6. Конструкция опор предусматривает возможность их установки на фундамент с помощью фланцев, расположенных на нижних секциях опор.

2.7. Расчетный изгибающий момент концевой опоры КМ220-1 и угловой анкерной опоры УМ220-1 в нижнем сечении равен 6140 кН·м, расчетный изгибающий момент анкерной опоры АМ220-1 и угловой анкерной опоры УМ220-3 в нижнем сечении равен 3040 кН·м.

2.8. Стальные многогранные опоры ВЛ 220 кВ должны быть защищены от коррозии в соответствии со СНиП 2.03.11-85 «Защита строительных конструкций от коррозии».

Для слабоагрессивной среды должно применяться горячее цинкование толщиной 80–100 мкм (без лакокрасочного покрытия).

Для среднеагрессивной среды должно применяться горячее цинкование толщиной 80-100 мкм с дополнительным лакокрасочным покрытием группы Па, Ппа или покрытие группы Ппа по СНиП 2.03.11-85.

Для нижней секции стойки СА1 с максимальным диаметром 1700 мм отсутствуют ванны для горячего цинкования, и для неё применяются соответствующие покрытия по СНиП 2.03.11-85.

Защита конструкций от коррозии должна выполняться в заводских условиях. Поврежденное цинковое покрытие необходимо отремонтировать с применением

цинкнакопленной композиции ЦВЭС в соответствии с требованием ТУ 2312-004-12288779-99.

2.9. В слабоагрессивной среде при содержании в атмосфере газов группы А для одноцепных анкерно-угловых опор ВЛ 220 кВ при расчетной температуре района строительства ВЛ $t \geq -40^{\circ}\text{C}$ допускаются стали марки 10ХНДП (С345К) и при $t \geq -65^{\circ}\text{C}$ допускаются опоры из стали марки 12ХГДАФ по ТУ14-1-2881-80 без защиты от коррозии.

Сталь марок 10ХНДП и 12ХГДАФ содержит легирующие добавки, которые создают более высокую устойчивость к атмосферной коррозии по сравнению с обычной углеродистой сталью и способствуют образованию на поверхности металла плотно прилегающей защитной окисной пленки, которая замедляет последующее образование ржавчины. На поверхности конструкции остается патина (пленка) из твердых нерастворимых продуктов коррозии. Эта патина уплотняет и изолирует поверхность конструкции от дальнейшей коррозии.

Однако в грунте сталь повышенной коррозионной стойкости должна быть защищена от коррозии так же, как обыкновенная сталь.

За рубежом стали повышенной коррозионной стойкости получили название «Кортен».

3. Конструкции стальных многогранных стоек

для одноцепных анкерно-угловых опор ВЛ 220 кВ

3.1. Опоры КМ220-1 и УМ220-1 разработаны на стальной многогранной стойке СА1(СА1р) длиной 22,2 м, которая состоит из двух секций, нижняя длиной 11 м, верхняя длиной 11,2 м. Секции изготавливаются из стального листа толщиной 12(10) мм. Диаметр вершины стойки 400 мм, диаметр комля стойки 1700 мм. Стойка имеет 12 граней. Металлоконструкции опор см. альбом 2.

Опоры АМ220-1 и УМ220-3 разработаны на стальной многогранной стойке СА3 длиной 22,2 м, которая состоит из двух секций, нижняя длиной 11 м, верхняя 11,2 м. Секции изготавливаются из стального листа толщиной 10 мм. Диаметр вершины стойки 400 мм, диаметр комля стойки 1200 мм. Стойка имеет 12 граней.

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	27.0003 - ПЗ	Лист
							2

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Нижняя секция для опор УМ220-1 и КМ220-1 выполнена в двух вариантах: цельносварная (для стойки СА1) или цинкуемая, состоящая из трех элементов, соединяемых с помощью болтов (для стойки СА1р), остальные секции стоек СА1 и СА3 состоят из одного (двух) элементов, соединяемых сваркой.

3.2. Секции стойки соединяются с помощью фланцев и имеют узлы для фланцевого крепления траверс и фундамента.

3.3. Расчетный изгибающий момент стойки СА1(СА1р) для опор КМ220-1 и УМ220-1 на уровне присоединения к фундаменту равен 6140 кН·м, расчетный изгибающий момент стойки СА3 для опор АМ220-1 и УМ220-3 на уровне присоединения к фундаменту равен 3040 кН·м.

3.4. Длина секций многогранных стоек около 11 м позволяет перевозить опоры различными видами транспорта, так как соответствует размерам железнодорожных полувагонов, платформ и кузовов, полуприцепов и прицепов автотранспорта.

3.5. Конструкция фланца в комле опоры предусматривает установку на каждой из двенадцати граней стойки СА1 по два болта М48 класса 8.8, для стойки СА3 предусматривается двадцать четыре болта М42 класса 8.8. Толщина фланцевой плиты для стоек СА1 и СА3 - 40 мм.

3.6. Марки сталей для изготовления стоек и других металлоконструкций опор ВЛ 220 кВ должны соответствовать таблице 1.

Таблица 1 – Марки сталей для стальных многогранных опор ВЛ 220 кВ

Расчетная температура района строительства $t^{\circ}\text{C}$ (средняя температура наиболее холодной пятидневки)	Марки стали по ГОСТ 19281-89 ТУ 14-1-3023-80	Наименование стали по ГОСТ 27772-88
$t \geq -40$	09Г2С-6	С345-1(2)
$-40 > t \geq -50$	09Г2С-12	С345-3
$-50 > t \geq -65$	09Г2С-15 14Г2АФ-15	С345-4 С390-4

3.7. Для крепления стальных конструкций применяют болты с классом прочности не менее 8.8, гайки – классом прочности не менее 8.

3.8. Допускаемые отклонения от проектных линейных размеров не должны превышать ± 2 мм при длине деталей и конструкций до 1 м, $\pm 2,5$ мм – при длине от 1 м до 1,3 м и 0,2 % от длины – при длине более 1,3 м.

Для достижения высокой точности при подготовке стальных листов рекомендуется применять плазменную резку с автоматическим управлением.

3.9. Непрямолинейность (прогиб) конструкций и деталей не должен быть более 0,001 длины детали, но не более 10 мм. Отклонения наружного диаметра элементов стволов опор от теоретического не должны превышать 0,003 диаметра.

Отклонения в диаметре отверстий допускаются в пределах: 0; +0,6 мм; в отверстиях диаметром 20 мм и более – отклонения 0; + 1,5 мм.

Допускаемые отклонения размеров между отверстиями не должны превышать + 1 мм.

3.10. Кромки деталей должны быть очищены и не иметь шероховатостей, превышающих 1 мм.

На внутренней поверхности металла по контуру отверстия не должно быть надрывов и расслоений металла.

3.11. Для сварных соединений элементов конструкций должна применяться автоматическая или ручная электродуговая сварка покрытыми электродами по ГОСТ 9467-75. Для сварки должны применяться электроды типа Э50А.

Продольные швы в верхних секциях рекомендуется выполнять сварочным автоматом. Допускается ручная сварка с привлечением высококвалифицированных сварщиков. Продольные швы должны иметь как минимум 80 % проникания сплавления. Сварку продольного шва следует выполнять с обработкой кромок.

3.12. Завод-изготовитель может применять более совершенные методы сварки – под флюсом по ГОСТ 9087-81 и в углекислом газе по ГОСТ 8050-85, сварочная проволока должна удовлетворять требованиям ГОСТ 2246-70.

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	27.0003 - ПЗ	Лист
							3

Материалы для сварки должны соответствовать табл. 55 СНиП II-23-81.

3.13. Размер катета шва должен соответствовать указанному на рабочих чертежах.

3.14. Швы сварных соединений и конструкций по окончании сварки должны быть очищены от шлака, брызг и натеков металла. Сварные швы в верхней части средних и нижних секций опор на длине 1 м должны быть зачищено заподлицо. Прочность сварного шва должна быть проверена экспериментальным путем после его зачистки.

3.15. По внешнему виду швы сварных соединений должны удовлетворять следующим требованиям:

- иметь гладкую поверхность – без наплывов, прожогов, сужений и перерывов и не иметь резкого перехода к основному металлу;
- наплавленный металл должен быть плотным по всей длине шва, не иметь трещин;
- подрезы основного металла допускаются глубиной не более 0,5 мм при толщине стали от 4 до 10 мм, при толщине стали свыше 10 мм – глубиной не более 1 мм;
- все кратеры должны быть заварены.

3.16. Качество выполнения шва полного проникания на глубину сварки проверяется ультразвуковой установкой.

Сварочные работы выполняются до оцинковки изделия.

4. Провода, изоляторы, арматура

4.1. На опорах КМ220-1, АМ220-1, УМ220-1 и УМ220-3 предусмотрена подвеска сталеалюминиевых проводов АС300/39 и АС400/51 по ГОСТ 839-80.

4.2. В качестве грозозащитного троса предусмотрен стальной канат ТК11 по ГОСТ 3063-80. Возможно применение грозозащитного троса со встроенным оптическим кабелем (ОКГТ) с учетом п.п.4.8 ÷ 4.16 данной ПЗ.

4.3. Линейную арматуру следует принимать в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Линейная арматура для опор анкерного типа ВЛ 220 кВ.

Линейная арматура для опор анкерного типа ВЛ 220 кВ	Арматура 30-тонного ряда для проводов АС400/51 и АС300/39	Арматура 16-тонного ряда для троса ТК11
Серьга	СР-30-24	СР-16-20
Ушко однолапчатое У1	У1-30-24	У1-16-20
Ушко двухлапчатое У2	У2-30-24	У2-16-20
Узлы крепления типа КГН	КГН-30-5	КГН-16-5
Скобы типа СК (и СКД)	СК-30-1А	СК-16-1А
Скобы трехлапчатые типа СКТ	СКТ-30-1	СКТ-16-1
Звенья промежуточные прямые типа ПР	ПР-30-6	ПР-16-6
Звенья промежуточные двойные типа 2ПР	2ПР-30-1	2ПР-16-1
Звенья промежуточные трехлапчатые типа ПРТ	ПРТ-30-1	ПРТ-16-1
Звенья промежуточные вывернутые типа ПРВ	ПРВ-30-1	ПРВ-16-1
Звенья промежуточные регулируемые типа ПРР	ПРР-30-1	ПРР-16-1
Звенья промежуточные типа ПТР – Талрепы	ПТР-30-1	ПТР-16-1
Звенья промежуточные монтажные типа ПТМ	ПТМ-30-3	ПТМ-16-3
Рога разрядные типа РР	-	РР-168
Зажимы натяжные прессуемые типа НАС и НС	Для АС400/51 НАС-450-1Б, для АС300/39 НАС-330-1Б	Для троса ТК11 НС-70-3
Изоляторы линейные подвесные типа ПС	ПС300В	ПС160Д

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

27.0003 - ПЗ

4.4. На опорах КМ220-1, АМ220-1, УМ220-1 и УМ220-3 для крепления проводов используются натяжные гирлянды изоляторов. Общие виды различных типов гирлянд изоляторов см. проект Энергосетьпроекта № 12276тм «Изолирующие подвески ВЛ 35-750 кВ», однако в соответствии с ПУЭ 7 издания для проводов АС400/51 и АС300/39 должна приниматься арматура 30-тонного ряда, для тросов – 16-тонного ряда (см. таблицу 2).

Количество изоляторов в гирлянде изоляторов определяется в соответствии с гл.1.9 ПУЭ 7 издания.

4.5. Крепление грозозащитных тросов на опорах КМ220-1, АМ220-1, УМ220-1 и УМ220-3 должно выполняться при помощи изоляторов, шунтированных ИП размером не менее 40 мм. Количество изоляторов должно определяться при конкретном проектировании ВЛ.

На подходах ВЛ 220 кВ к подстанциям на длине 1-3 км, если тросы не используются для емкостного отбора, плавки гололеда или связи, их следует заземлить на каждой опоре.

4.6. В данном проекте разработаны габаритные и монтажные таблицы проводов и тросов для одноцепной ВЛ 220 кВ (см. докум. 27.0003-Т).

4.7. Необходимость установки гасителей вибрации на провода и тросы определяется в п.2.5.85 ПУЭ.

Места установки гасителей вибрации определяются «Методическими указаниями по типовой защите от вибрации», разработанными ВНИИЭ.

Выбор гасителей вибрации см. таблицу 3.

Таблица 3 - Выбор гасителей вибрации по ТУ 34.49 – 001 – 400 64547 – 98.

Марка провода	Марка гасителей вибрации
АС300/39	ГПГ-1,6-11-450/23
АС400/51	ГПГ-1,6-11-450/31
Трос ТК11	ГПГ-0,8-9,1-300/10

4.8. В качестве грозозащитных тросов следует, как правило, применять стальные канаты, изготовленные из оцинкованной проволоки для особо жестких

агрессивных условий работы (ОЖ) и по способу свивки нераскручивающиеся (Н) на ВЛ 220 кВ сечением не менее 70 мм^2 .

4.9. Сталеалюминиевые провода или провода из термообработанного алюминиевого сплава со стальным сердечником в качестве грозозащитного троса рекомендуется применять:

1) на особо ответственных переходах через инженерные сооружения (электрифицированные железные дороги, автомобильные дороги категории IА (п.2.5.256 ПУЭ), судоходные водные преграды и т.п.);

2) на участках ВЛ, проходящих в районах с повышенным загрязнением атмосферы (промышленные зоны с высокой химической активностью уносов, зоны интенсивного земледелия с засоленными почвами и водоемами, побережья морей и т.п.), а также проходящих по населенной и труднодоступной местностям;

3) на ВЛ с большими токами однофазного короткого замыкания по условиям термической стойкости и для уменьшения влияния ВЛ на линии связи.

При этом для ВЛ, сооружаемых на двухцепных опорах, независимо от напряжения суммарное сечение алюминиевой (или алюминиевого сплава) и стальной частей троса должно быть не менее 120 мм^2 .

4.10. Возможно применение грозозащитного троса со встроенным оптическим кабелем (ОКГТ). При этом должны соблюдаться требования ПУЭ 7 издания к подвеске волоконно-оптических линий связи на ВЛ, изложенные в п.п.2.5.178 – 2.5.200 ПУЭ.

4.11. Оптические кабели, размещаемые на элементах ВЛ, должны удовлетворять требованиям:

- 1) механической прочности;
- 2) термической стойкости;
- 3) стойкости к воздействию грозовых перенапряжений;
- 4) обеспечения нагрузок на оптические волокна, не превышающих допускаемые;
- 5) стойкости к воздействию электрического поля.

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

27.0003 - ПЗ

4.12. Механический расчет ОКГТ должен производиться на расчетные нагрузки по методу допускаемых напряжений с учетом вытяжки кабелей и допустимых нагрузок на оптическое волокно.

4.13. Значения физико-механических параметров, необходимых для механического расчета ОКГТ, и данные по вытяжке должны приниматься по техническим условиям на ОКГТ или по данным изготовителей кабелей. При этом допустимые механические напряжения в ОКГТ следует принимать не более величин, указанных в таблице 2.5.7 ПУЭ 7 издания, то есть для ОКГТ, состоящего из стальных проволок (в том числе плакированных алюминием), $\sigma_r = \sigma_{\perp} \leq 50 \% \sigma_{вр}$; $\sigma_{сг} \leq 35 \% \sigma_{вр}$; а для ОКГТ, состоящего из стальных проволок совместно с проволоками из алюминиевого сплава, $\sigma_r = \sigma_{\perp} \leq 45 \% \sigma_{вр}$; $\sigma_{сг} \leq 30 \% \sigma_{вр}$.

где $\sigma_{вр}$ - предел прочности при растяжении (разрушающая нагрузка при растяжении, деленная на сечение троса);

σ_r - допустимое напряжение при наибольшей нагрузке;

$\sigma_{\perp}$ - допустимое напряжение при низшей температуре;

$\sigma_{сг}$ - допустимое напряжение при среднегодовой температуре.

4.14. При расчете ОКГТ особое внимание следует уделить величине допустимого напряжения при среднегодовой температуре. Как правило, следует применять ОКГТ, у которого по заводским данным величина допустимого напряжения при среднегодовой температуре $\sigma_{сг}$ составляет не менее 20 % от $\sigma_{вр}$, так как в противном случае стрела провеса троса может превысить стрелу провеса провода, что недопустимо по п.2.5.121 ПУЭ 7 издания.

4.15. Оптические кабели должны быть защищены от вибрации в соответствии с условиями их подвески и требованиями изготовителя ОКГТ.

4.16. При проектировании ВЛ 220 кВ с применением ОКГТ следует уточнить габаритные пролеты путем расчета ОКГТ и проверки расстояний между проводом и тросом в соответствии с п.2.5.121 ПУЭ и таблицами 2.5.16, П7 и П8 ПУЭ 7 издания.

5. Основные положения по расчету опор ВЛ 220 кВ

5.1. Разработка конструкторской документации выполнялась в соответствии с ПУЭ 7 издания и СНиП II-23 «Стальные конструкции».

5.2. Стальные многогранные опоры рассчитаны по методу предельных состояний, основные положения которого направлены на обеспечение безотказной работы конструкций с учетом изменчивости свойств материалов, нагрузок и воздействий, геометрических характеристик конструкций, условий их работы, в также степени ответственности (и народнохозяйственной значимости) проектируемых объектов, определяемой материальным и социальным ущербом при нарушении их работоспособности.

5.3. Предельные состояния, по которым производился расчет опор ВЛ, подразделяются на две группы.

Первая группа включает предельные состояния, которые ведут к потере несущей способности элементов или к полной непригодности их в эксплуатации, т.е. к их разрушению любого характера.

К этой группе относятся состояния при наибольших внешних нагрузках и при низшей температуре, т.е. при условиях, которые могут привести к наибольшим изгибающим или крутящим моментам на опоры, наибольшим сжимающим или растягивающим усилиям на опоры и фундаменты.

Вторая группа включает предельные состояния, при которых возникают недопустимые деформации, перемещения или отклонения элементов, нарушающие нормальную эксплуатацию, к этой группе относятся состояния при наибольших прогибах опор.

Метод расчета по предельным состояниям имеет целью не допускать, с определенной вероятностью, наступления предельных состояний первой и второй групп при эксплуатации, а также первой группы при производстве работ по сооружению ВЛ.

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

27.0003 - ПЗ

5.4. Нагрузки, действующие на строительные конструкции ВЛ, в зависимости от продолжительности действия подразделяются на постоянные и временные (длительные, кратковременные, особые).

К постоянным нагрузкам относятся:

собственный вес проводов, тросов, строительных конструкций, гирлянд изоляторов, линейной арматуры; тяжение проводов и тросов при среднегодовой температуре и отсутствии ветра и гололеда.

К длительным нагрузкам относятся:

нагрузки, создаваемые воздействием неравномерных деформаций оснований, не сопровождающихся изменением структуры грунта.

К кратковременным нагрузкам относятся:

давление ветра на провода, тросы и опоры – свободные от гололеда и покрытые гололедом; вес отложений гололеда на проводах, тросах, опорах; тяжение проводов и тросов сверх их значений при среднегодовой температуре; нагрузки, возникающие при изготовлении и перевозке конструкций, а также при монтаже строительных конструкций, проводов и тросов.

К особым нагрузкам относятся:

нагрузки, возникающие при обрыве проводов и тросов, а также нагрузки при сейсмических воздействиях.

5.5. Опоры ВЛ рассчитывались на сочетания расчетных нагрузок нормальных режимов по первой и второй группам предельных состояний и аварийных и монтажных режимов ВЛ по первой группе предельных состояний.

Расчет опор на прочность и устойчивость производился на нагрузки первой группы предельных состояний.

Расчет опор и их элементов на выносливость и по деформациям производился на нагрузки второй группы предельных состояний.

5.6. Расчеты показали, что отклонение верха опор анкерного типа (без учета поворота фундаментов) при воздействии расчетных нагрузок по второй группе предельных состояний составило менее 0,01 высоты опоры и не приводит к нарушению установленных ПУЭ-7 наименьших изоляционных

расстояний от токоведущих частей (проводов) до заземленных элементов опоры и до поверхности земли и пересекаемых инженерных сооружений.

5.7. Расчет опор и проводов ВЛ по нормальному режиму работы выполнялся для сочетания следующих условий:

1. Высшая температура t_+ , ветер и гололед отсутствуют.
2. Низшая температура t_- , ветер и гололед отсутствуют.
3. Среднегодовая температура $t_{ср}$, ветер и гололед отсутствуют.
4. Провода и тросы покрыты гололедом, температура при гололеде минус 5°C , ветер отсутствует.
5. Ветер W_o , температура минус 5°C , гололед отсутствует.
6. Провода и тросы покрыты гололедом, ветер при гололеде W_r , температура при гололеде минус 5°C .
7. Расчетная нагрузка от тяжения проводов.

5.8. Определение расчетных условий по ветру и гололеду должно производиться на основании соответствующих карт климатического районирования территории РФ с уточнением при необходимости их параметров в сторону увеличения или уменьшения по региональным картам и материалам многолетних наблюдений гидрометеорологических станций и метеопостов за скоростью ветра, массой, размерами и видом гололедно-изморозевых отложений. В малоизученных районах для этой цели могут организовываться специальные обследования и наблюдения.

При отсутствии региональных карт значения климатических параметров уточняются путем обработки соответствующих данных многолетних наблюдений согласно методическим указаниям (МУ) по расчету климатических нагрузок на ВЛ и построению региональных карт с повторяемостью 1 раз в 25 лет.

Изм.	Коп. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	27.0003 - ПЗ	Лист
							7

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

Основой для районирования по ветровому давлению служат значения максимальных скоростей ветра с 10-минутным интервалом осреднения скоростей на высоте 10 м с повторяемостью 1 раз в 25 лет. Районирование по гололеду производится по максимальной толщине стенки отложения гололеда цилиндрической формы при плотности $0,9 \text{ г/см}^3$ на проводе диаметром 10 мм, расположенном на высоте 10 м над поверхностью земли, повторяемостью 1 раз в 25 лет.

5.9. Нормативное ветровое давление W_o , соответствующее 10-минутному интервалу осреднения скорости ветра (v_o), на высоте 10 м над поверхностью земли принимается по таблице 2.5.1 ПУЭ 7 издания.

Таблица 2.5.1 – Нормативное ветровое давление W_o на высоте 10 м над поверхностью земли

Район по ветру	Нормативное ветровое давление W_o , Па (скорость ветра v_o , м/с)
I	400 (25)
II	500 (29)
III	650 (32)
IV	800 (36)
V	1000 (40)
VI	1250 (45)
VII	1500 (49)
Особый	Выше 1500 (выше 49)

5.10. Нормативное ветровое давление при гололеде W_r с повторяемостью 1 раз в 25 лет определяется по скорости ветра при гололеде v_r :

$$W_r = \frac{v_r^2}{1,6}$$

Скорость ветра v_r принимается по региональному районированию ветровых нагрузок при гололеде или определяется по данным наблюдений согласно методическим указаниям по расчету климатических нагрузок. При отсутствии региональных карт и данных наблюдений $W_r = 0,25 W_o$.

5.11. Величины коэффициентов K_w по высоте в зависимости от типа местности см. таблицу 2.5.2.

Таблица 2.5.2 – Изменение коэффициента K_w по высоте в зависимости от типа местности

Высота расположения приведенного центра тяжести проводов, тросов и средних точек зон конструкций опор ВЛ над поверхностью земли, м	Коэффициент K_w для типов местности		
	A	B	C
До 15	1,00	0,65	0,40
20	1,25	0,85	0,55
40	1,50	1,10	0,80

5.12. Нормативную толщину стенки гололеда b , плотностью $0,9 \text{ г/см}^3$ следует принимать по таблице 2.5.3 ПУЭ 7 издания в соответствии с картой районирования территории России по толщине стенки гололеда или по региональным картам районирования.

Таблица 2.5.3 – Нормативная толщина стенки гололеда b_g для высоты 10 м над поверхностью земли

Район по гололеду	Нормативная толщина стенки гололеда b_g , мм
I	10
II	15
III	20
IV	25
V	30
VI	35
VII	40
Особый	Выше 40

5.13. Нормативная ветровая нагрузка на провода и тросы P_w^H , Н, действующая перпендикулярно проводу (тросу), для каждого рассчитываемого условия определяется по формуле

$$P_w^H = \alpha_w \cdot K_l \cdot K_w \cdot C_x \cdot W \cdot F \cdot \sin^2 \varphi,$$

где α_w - коэффициент, учитывающий неравномерность ветрового давления по пролету ВЛ, принимаемый равным:

Ветровое давление, Па До 200 240 280 300 320 360 400 500 580 и более
Коэффициент α_w 1 0,94 0,88 0,85 0,83 0,80 0,76 0,71 0,7

Промежуточные значения α_w определяются линейной интерполяцией;

K_l - коэффициент, учитывающий влияние длины пролета на ветровую нагрузку, равный 1,2 при длине пролета до 50 м, 1,1 – при 100 м, 1,05 - при 150 м, 1,0 - при 250 м и более (промежуточные значения K_l определяются интерполяцией);

K_w - коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте в зависимости от типа местности, определяемый по таблице 2.5.2 ПУЭ 7 издания;

C_x - коэффициент лобового сопротивления, принимаемый равным:

1,1 – для проводов и тросов, свободных от гололеда, диаметром 20 мм и более; 1,2 – для всех проводов и тросов, покрытых гололедом, и для всех проводов и тросов, свободных от гололеда, диаметром менее 20 мм;

W - нормативное давление, Па, в рассматриваемом режиме:

$W = W_o$ - определяется по таблице 2.5.1 в зависимости от ветрового района;

$W = W_r$ - определяется по п.5.10.

F - площадь продольного диаметрального сечения провода, м²

(при гололеде с учетом условной толщины стенки гололеда $b_y = b_g$)

φ - угол между направлением ветра и осью ВЛ.

5.14. Нормативная линейная гололедная нагрузка на 1 м провода и трос

P_r^H определяется по формуле, Н/м

$$P_r^H = \pi \cdot K_i \cdot K_d \cdot b_g \cdot (d + K_i \cdot K_d \cdot b_g) \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3},$$

где K_i, K_d - коэффициенты, учитывающие изменение толщины стенки

гололеда по высоте и в зависимости от диаметра провода,

b_g - толщина стенки гололеда, мм;

d - диаметр провода, мм;

ρ - плотность льда, принимаемая равной 0,9 г/см³;

g - ускорение свободного падения, принимаемое равным 9,8 м/с².

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

27.0003 - ПЗ

Лист

9

5.15. Расчетная ветровая нагрузка на провода P_{wp} при механическом расчете проводов по методу допускаемых напряжений определяется по формуле, Н

$$P_{wp} = P_w^H \cdot \gamma_{nw} \cdot \gamma_{pw} \cdot \gamma_{fw},$$

где P_w^H - нормативная ветровая нагрузка;

γ_{nw} - коэффициент надежности по ответственности, принимаемый равным:

1,0 – для одноцепных ВЛ;

1,1 – для двухцепных ВЛ.

γ_{pw} - региональный коэффициент, принимаемый от 1 до 1,3.

Значение коэффициента принимается на основании опыта эксплуатации и указывается в задании на проектирование ВЛ;

γ_{fw} - коэффициент надежности по ветровой нагрузке, равный 1,1.

5.16. Расчетная линейная гололедная нагрузка на 1 м провода (троса) $P_{г.л}$ при механическом расчете проводов и тросов по методу допускаемых напряжений определяется по формуле, Н/м

$$P_{г.л} = P_r^H \cdot \gamma_{nr} \cdot \gamma_{pr} \cdot \gamma_{fr} \cdot \gamma_d,$$

где P_r^H - нормативная линейная гололедная нагрузка;

γ_{nr} - коэффициент надежности по ответственности, принимаемый равным: 1,0 – для ВЛ до 220 кВ; 1,3 – для ВЛ 330-750 кВ и ВЛ, сооружаемых на двухцепных и многоцепных опорах независимо от напряжения, а также для отдельных особо ответственных одноцепных ВЛ до 220 кВ при наличии обоснования;

γ_{pr} - региональный коэффициент, принимаемый от 1 до 1,5.

Значение коэффициента принимается на основании опыта эксплуатации и указывается в задании на проектирование ВЛ;

γ_{fr} - коэффициент надежности по гололедной нагрузке, равный 1,3 для районов по гололеду I и II; 1,6 – для районов по гололеду III и выше;

γ_d - коэффициент условий работы, равный 0,5.

5.17. Нормативная ветровая нагрузка на конструкцию опоры определяется как сумма средней и пульсационной составляющих.

Нормативная средняя составляющая ветровой нагрузки на опору Q_c^H определяется по формуле, Н

$$Q_c^H = K_w \cdot W \cdot C_x \cdot A$$

где K_w и W - принимаются по п. 5.13;

C_x - аэродинамический коэффициент, определяемый в зависимости от вида конструкции, согласно строительным нормам и правилам;

A - площадь проекции, ограниченная контуром конструкции, ее части или элемента с наветренной стороны на плоскость перпендикулярно ветровому потоку, вычисленная по наружному габариту, м².

5.18. Нормативная пульсационная составляющая ветровой нагрузки Q_n^H для опор высотой до 50 м принимается:

для свободностоящих одностоечных стальных опор ВЛ 220 кВ:

$$Q_n^H = 0,5 \cdot Q_c^H$$

5.19. Расчетная ветровая нагрузка на провода (тросы), воспринимаемая опорами P_{wo} , определяется по формуле, Н

$$P_{wo} = P_w^H \cdot \gamma_{nw} \cdot \gamma_{pw} \cdot \gamma_{fw},$$

где P_w^H - нормативная ветровая нагрузка по п. 5.13;

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	27.0003 - ПЗ	Лист
							10

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

γ_{nw}, γ_{pw} - принимаются согласно п. 5.15;

γ_{fw} - коэффициент надежности по ветровой нагрузке, равный для проводов (тросов), покрытых гололедом и свободных от гололеда:

1,3 – при расчете по первой группе предельных состояний;

1,1 – при расчете по второй группе предельных состояний.

5.20. Расчетная ветровая нагрузка на конструкцию опоры Q, H , определяется по формуле

$$Q = (Q_c^H + Q_n^H) \cdot \gamma_{nw} \cdot \gamma_{pw} \cdot \gamma_{fw},$$

где Q_c^H - нормативная средняя составляющая ветровой нагрузки, принимаемая по п. 5.17;

Q_n^H - нормативная пульсационная составляющая ветровой нагрузки, принимаемая по п. 5.18;

γ_{nw}, γ_{pw} - принимаются согласно п. 5.15;

γ_{fw} - коэффициент надежности по ветровой нагрузке, равный:

1,3 – при расчете по первой группе предельных состояний;

1,1 – при расчете по второй группе предельных состояний.

5.21. Расчетная линейная гололедная нагрузка на 1 м провода (троса)

$P_{го}, H/м$, воспринимаемая опорами, определяется по формуле

$$P_{го} = P_r^H \cdot \gamma_{nr} \cdot \gamma_{pr} \cdot \gamma_{fr} \cdot \gamma_d,$$

где P_r^H - нормативная линейная гололедная нагрузка, принимается по п. 5.14.

γ_{nr}, γ_{pr} - принимаются согласно п. 5.16;

γ_{fr} - коэффициент надежности по гололедной нагрузке при расчете по первой и второй группам предельных состояний, принимается равным 1,3 для районов по гололеду I и II; 1,6 для районов по гололеду III и выше;

γ_d - коэффициент условий работы, равный:

1,0 – при расчете по первой группе предельных состояний;

0,5 – при расчете по второй группе предельных состояний.

5.22. Расчетная нагрузка на опоры ВЛ от веса проводов, тросов, гирлянд изоляторов, конструкций опор по первой и второй группам предельных состояний определяется при расчетах как произведение нормативной нагрузки на коэффициент надежности по весовой нагрузке γ_f , принимаемый равным для проводов, тросов и гирлянд изоляторов 1,05, для конструкций опор – с указаниями строительных норм и правил на нагрузки и воздействия.

5.23. Нормативные нагрузки на опоры ВЛ от тяжения проводов и тросов определяются при расчетных ветровых и гололедных нагрузках по п. 5.15 и п. 5.16.

Расчетная горизонтальная нагрузка от тяжения проводов и тросов, T_{max} , свободных от гололеда или покрытых гололедом, при расчете конструкций опор определяется как произведение нормативной нагрузки от тяжения проводов и тросов на коэффициент надежности по нагрузке от тяжения γ_f , равный:

1,3 – при расчете по первой группе предельных состояний;

1,0 – при расчете по второй группе предельных состояний.

Анкерные опоры рассчитывались на разность тяжений проводов и тросов, возникающую вследствие неравенства значений приведенных пролетов по обе стороны опоры. Концевые опоры рассчитывались также на одностороннее тяжение всех проводов и тросов.

Опоры анкерного типа проверялись в монтажном режиме по первой группе предельных состояний на следующие условия: в одном пролете смонтированы все провода и тросы, в другом пролете провода и тросы не смонтированы. Тяжение в

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

27.0003 - ПЗ

смонтированных проводах и тросах принималось равным $0,6 T_{\max}$, где $T_{\max}$ - наибольшее расчетное горизонтальное тяжение проводов и тросов. В этом режиме разработанные опоры имеют требуемую нормами прочность без установки временных оттяжек.

5.24. Нормативные ветровые давления (W_0) и толщины стенки гололеда (b_3) определены, в соответствии с ПУЭ 7 издания, исходя из повторяемости 1 раз в 25 лет для I-IV районов по ветру и гололеду.

5.25. Нормативное ветровое давление W_0 принято следующим по ветровым районам: I и II - 500 Па, III - 650 Па и IV - 800 Па.

Расчет опор и проводов выполнялся с учетом коэффициента K_w , учитывающего высоту приложения нагрузки и тип местности.

5.26. Нормативные толщины стенки гололеда b_3 для высоты 10 м над поверхностью земли приняты следующими в районах по гололеду: I - 10 мм, II - 15 мм, III - 20 мм и IV - 25 мм.

5.27. В расчетах элементов опор на прочность весовой пролет принят $L_{\text{вес}} = 1,25 L_{\text{габ}}$. Габаритный пролет $L_{\text{габ}}$ определялся из результатов расчета проводов (монтажные и габаритные таблицы проводов см. докум. 27.0003-Т).

5.28. Величины пролетов в ненаселенной и населенной местности для опор КМ220-1, АМ220-1, УМ220-1 и УМ220-3 даны в таблице 5.

6. Закрепление опор в грунте

6.1. Фундаменты для анкерно-угловых опор должны разрабатываться при конкретном проектировании в зависимости от геологических данных для каждого пикета ВЛ 220 кВ или приниматься в соответствии с типовыми конструкциями, которые будут разработаны в 2008г. Филиалом ОАО «СевЗапНТЦ» - Севзапэнергопроект, по нагрузкам, указанным в таблице 4.

6.2. В таблице 4 даны расчетные и нормативные нагрузки, действующие на уровне верха фундамента опор УМ220-1, КМ220-1, АМ220-1, УМ220-3.

Таблица 4

Марка опоры	Расчетные нагрузки			Нормативные нагрузки		
	M^P кН·м	Q^P кН	V^P кН	M^H кН·м	Q^H кН	V^H кН
УМ220-1	4820	340	130	4000	260	110
КМ220-1	4820	340	130	4000	260	110
АМ220-1	2440	168	102	2020	129	75
УМ220-3	2440	168	102	2020	129	75

В таблице 4 приняты следующие обозначения:

M^P, M^H - расчетный и нормативный изгибающие моменты на уровне верха фундамента, кН·м.

Q^P, Q^H - расчетная и нормативная горизонтальные нагрузки на уровне верха фундамента, кН.

V^P, V^H - расчетная и нормативная вертикальные нагрузки на уровне верха фундамента, кН.

7. Рекомендации по монтажу стальных многогранных опор ВЛ 220 кВ

7.1. Монтаж опор должен производиться в соответствии с технологическими картами, намечаемыми к разработке в 2008г.

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

27.0003 - ПЗ

Лист

12

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

7.2. Конструкции стоек и опор должны подаваться на монтаж оцинкованными и очищенными от грязи, льда, масла и ржавчины.

7.3. Стальные конструкции подлежат проверке на месте установки.

Допускаемые отклонения от проектных размеров стальных конструкций должны соответствовать требованиям нормативно-технической документации.

7.4. Установка собранной опоры производится с помощью крана соответствующей грузоподъемности и вылета стрелы.

В месте крепления строповочного троса опоры должны иметь прокладку для обеспечения сохранности цинкового покрытия.

7.5. Головки и гайки болтов должны плотно соприкасаться с плоскостями элементов конструкций и шайб. В каждом болте со стороны гайки должно оставаться не менее одной нитки резьбы с полным профилем.

Надежность фиксации гаек анкерных болтов обеспечивается второй гайкой.

Момент затяжки болтов при монтаже металлоконструкций должен быть не менее 15 кГс·м. После затяжки резьбу болтов раскернить или приварить.

7.6. Если в конкретном проекте ВЛ предусмотрены дополнительные заземлители, то их следует присоединить к контакту опоры болтом М16.

7.7. При производстве монтажных работ не допускается:

- механическое повреждение конструкций (образование остаточных деформаций, вмятин и др.);

- повреждение защитных покрытий.

Транспортные и монтажные нагрузки на опоры не должны превышать расчетных.

При складировании или сборке опор на месте установки опоры или их секции должны укладываться на деревянные прокладки.

7.8. Рекомендации по подъему на опору и передвижению по траверсам см. п.п. 8.6, 8.7 и 8.9.

8. Рекомендации по эксплуатации стальных многогранных опор ВЛ

8.1. Эксплуатация стальных многогранных опор ВЛ должна производиться в соответствии с «Типовой инструкцией по эксплуатации воздушных линий электропередачи напряжением 35-800 кВ» (РД 34.20.504-94).

Кроме того, при эксплуатации стальных многогранных опор рекомендуется учитывать п.п. 8.2-8.11 данного раздела.

8.2. Срок службы стальных многогранных опор ВЛ 220 кВ должен быть не менее 60 лет.

Этот срок службы опор обеспечивается качественным изготовлением конструкций, правильным выбором марки стали, антикоррозионной защитой опор, соблюдением указаний проекта по применению опор, точной сборкой опор и монтажом проводов, соблюдением требований по эксплуатации опор ВЛ.

8.3. Заказчик должен осуществлять технический надзор за строительством ВЛ со стальными многогранными опорами.

До монтажа опор ВЛ Заказчику следует установить качество изготовления стальных многогранных опор, правильный выбор марки стали и антикоррозионной защиты опор, соблюдение указаний проекта по применению опор.

Во время монтажа Заказчик должен контролировать правильность установки фундаментов опор ВЛ, проверять точность сборки опор, надежность фиксации гаек анкерных болтов, отсутствие повреждений цинкового покрытия и точность монтажа проводов.

8.4. Стальные многогранные опоры ВЛ должны подвергаться визуальному осмотру с периодичностью, предусмотренной существующими нормами.

8.5. При осмотре следует выявлять участки с поврежденной оцинковкой.

Обнаруженные участки с повреждениями покрытий стоек должны быть восстановлены по п.2.8 или другими способами, обеспечивающими надежную защиту опор от агрессивного воздействия среды.

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

27.0003 - ПЗ

Лист

13

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

В первую очередь осмотры стальных многогранных стоек следует предусматривать в районах с сильным промышленным загрязнением воздуха (особенно от цементных заводов), в пустынных зонах, где возможны пыльные бури, на морских побережьях и в районах с засоленным грунтом.

8.6. Для подъема на опору предусмотрена стационарная лестница, установленная с высоты 4,5 м от комля до верха опоры.

8.7. Кроме стационарной лестницы, для монтажа и обслуживания опор в данном проекте предусмотрено следующее.

Выше траверсы на всю ее длину предусмотрен поручень в виде стальной трубы. Ниже траверсы предусмотрена стационарная площадка, на которую монтажник может переместиться с лестницы; указанная площадка может быть использована для отдыха во время подъема на опору и для посадки на траверсу.

Электромонтер (монтажник), находясь на площадке, пристегивается фалом предохранительного пояса к траверсе и, опираясь на траверсу и держась за поручень, садится «верхом» на траверсу.

К концу траверсы монтажник передвигается в положении сидя, опираясь одной рукой на траверсу и второй рукой придерживаясь за трубу-поручень.

Блок с роликом следует закрепить на самом конце траверсы перед монтажником.

8.8. С помощью указанных в п.8.7 приспособлений монтажник может выполнять следующие работы:

- ремонт и замену гирлянд изоляторов;
- установку и замену натяжных зажимов и гасителей вибрации.

8.9. При эксплуатации опор особое внимание должно быть уделено безопасности работ на высоте. На анкерно-угловых опорах предусмотрена установка вертикального страховочного каната. Страховочный канат – это стальной канат диаметром 6,8 - 8,8 мм, в т.ч. может применяться грозозащитный трос ТК8.

При подъеме на опору электромонтер (монтажник) должен иметь предохранительный пояс, на котором закреплены основной строп пояса и строп с ловителем. Рекомендуется применять ловители Промстальконструкции по ТУ 36-2774-86 со стропом ловителя длиной 400 мм с прочностью 7 кН.

При подъеме электромонтера этот ловитель легко скользит вверх по страховочному канату, а при спуске периодически через каждые 2-3 ступени сдвигается вниз вдоль каната рукой. При подъеме на опору могут применяться ловители других конструкций, соответствующие требованиям ПОТ РМ-012-2000 и допущенные к применению на ВЛ.

8.10. Если опора стоит не на ровной местности, то необходимо принять меры по предотвращению размыва грунта потоками воды при сильных дождях (отвод воды, подпорные стенки и т.п.). Зонами риска являются берега рек (возможность смены русла, подтопления и т.п.).

8.11. Высокая растительность вокруг основания опоры на расстоянии 1 м от контура опоры должна быть удалена.

9. Заземление опор

9.1. Заземление стальных опор ВЛ 220 кВ должно выполняться в соответствии с требованиями ПУЭ седьмого издания.

9.2. Дополнительные заземлители должны быть присоединены к контакту опоры, расположенному на расстоянии 400 мм выше нижнего фланца.

10. Транспортирование и хранение

10.1. Транспортирование и хранение стальных конструкций опор должны производиться в соответствии с нормативно-технической документацией.

10.2. Строповка, внутризаводское транспортирование и погрузка готовых элементов на транспортные средства должны выполняться приемами, исключающими образование остаточных деформаций, вмятин и повреждение оцинкованного покрытия, в соответствии со схемами завода-изготовителя.

11. Техника безопасности

11.1. При монтаже опор, проводов и тросов должны соблюдаться общие правила техники безопасности в строительстве согласно СНиП III-4-80 и “Правилам техники безопасности при производстве электромонтажных работ на объектах Минтопэнерго”.

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	27.0003 - ПЗ	Лист
							14

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

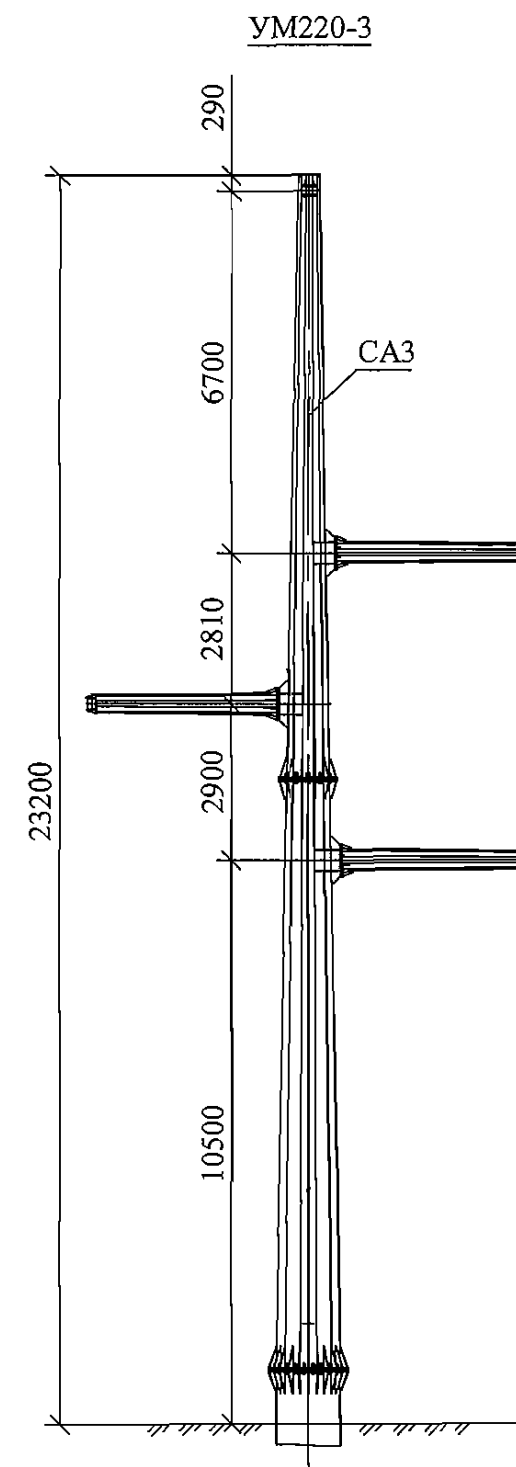
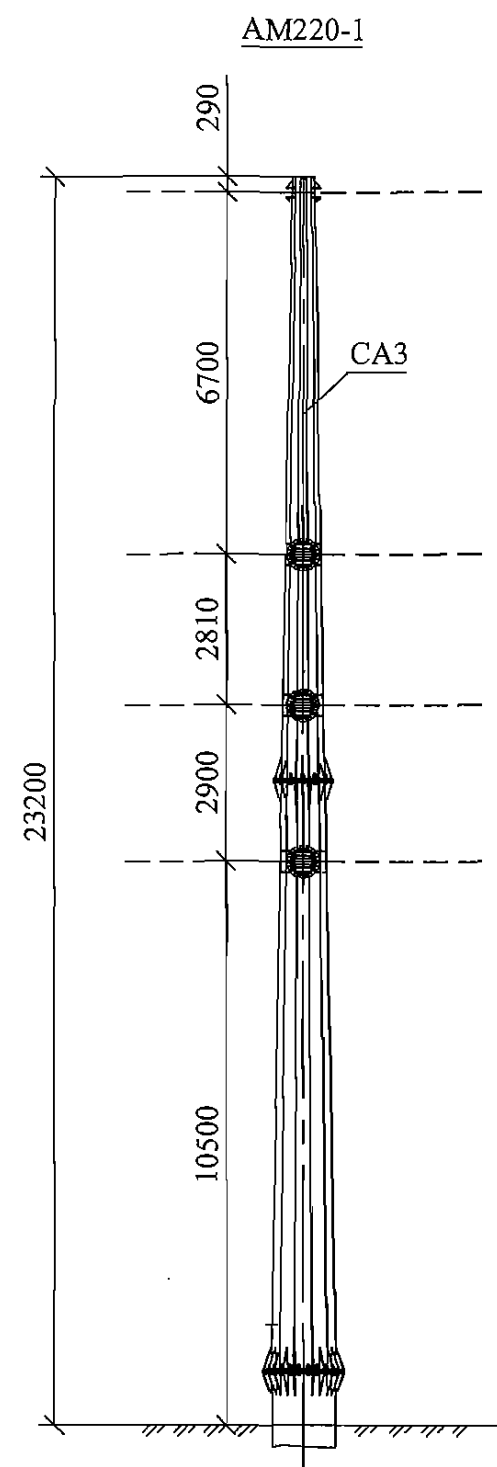
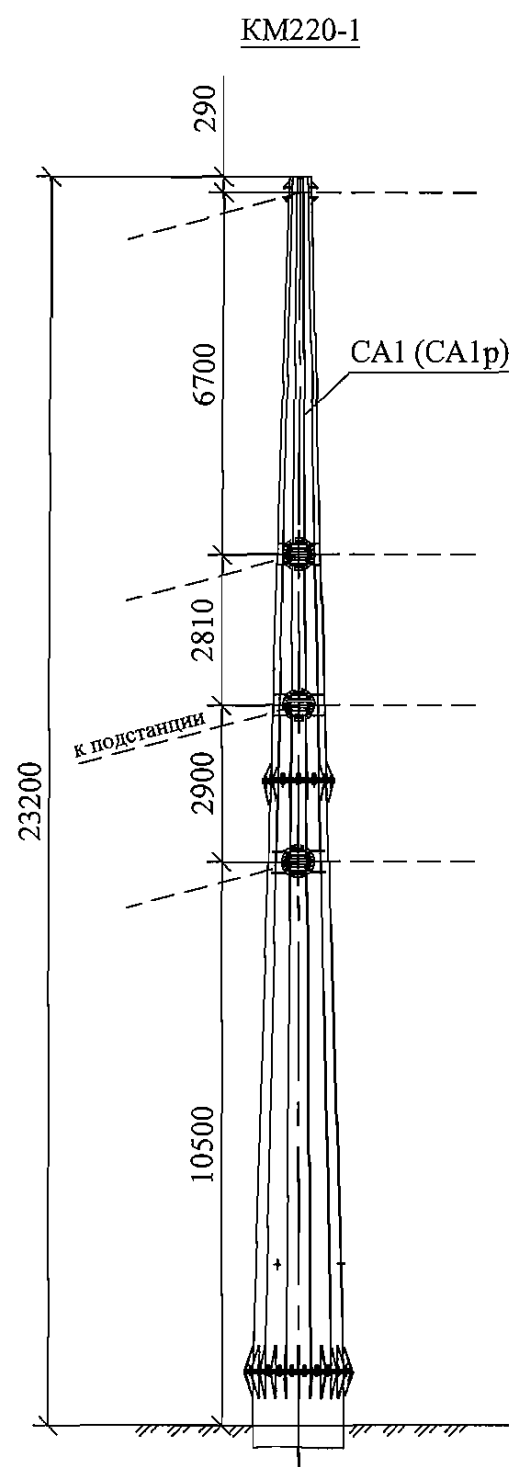
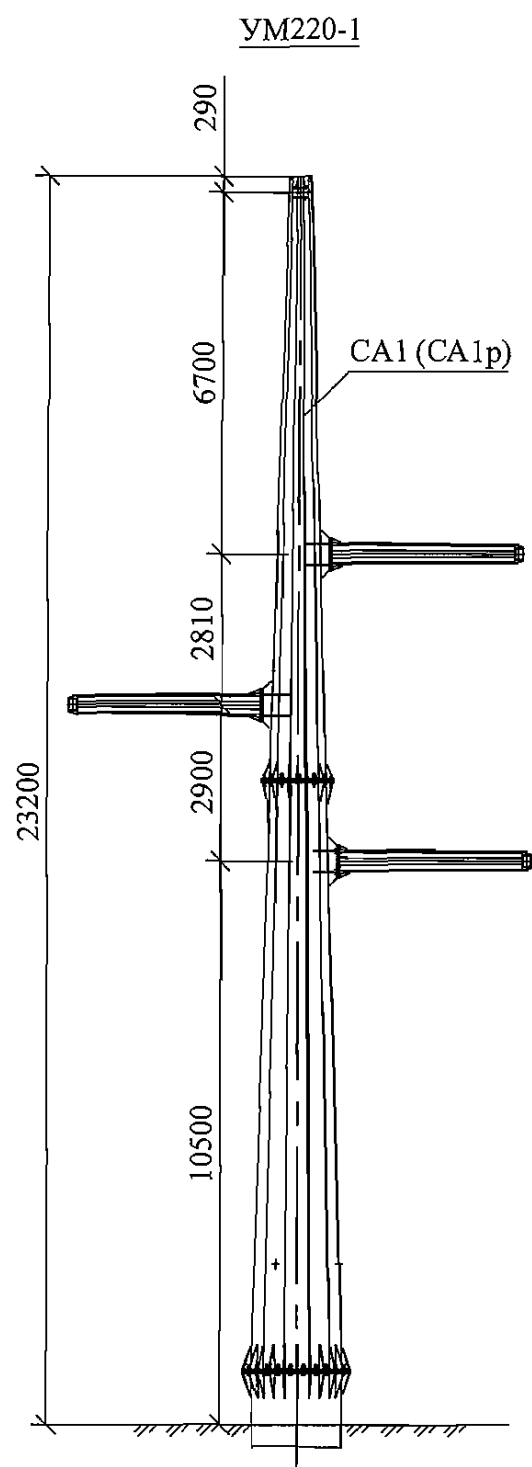
Таблица 5 – Пролеты L, м, одноцепных стальных многогранных опор анкерного типа УМ220-1, КМ220-1 и АМ220-1, УМ220-3 в ненаселенной и населенной местности, рассчитанные по ПУЭ 7 издания.

Нормативное ветровое давление, W ₀ , Па по районам		I-II, 500				III, 650				IV, 800			
Нормативная толщина стенки гололеда, b ₃ , мм по районам		I, 10	II, 15	III, 20	IV, 25	I, 10	II, 15	III, 20	IV, 25	I, 10	II, 15	III, 20	IV, 25
Марка и сечение провода по ГОСТ 839-80		АС 300/39											
Допустимое напряжение в проводе, МПа		σ _Г =126;				σ ₋ =126;				σ ₃ =84;			
Марка и сечение троса по ГОСТ 3063-80		ТК 11*											
Допустимое напряжение в тросе, МПа		σ _Г =650;				σ ₋ =650;				σ ₃ =350;			
Ненаселенная местность	Габаритный пролет, м	240	240	220	190	240	230	210	190	240	230	210	190
	Ветровой пролет, м	240	240	220	190	240	230	210	190	240	230	210	190
	Весовой пролет, м	300	300	275	238	300	288	263	238	300	288	263	238
Населённая местность	Габаритный пролет, м	240	240	220	190	240	230	210	190	240	230	210	190
	Ветровой пролет, м	240	240	220	190	240	230	210	190	240	230	210	190
	Весовой пролет, м	300	300	275	238	300	288	263	238	300	288	263	238
Марка и сечение провода по ГОСТ 839-80		АС 400/51											
Допустимое напряжение в проводе, МПа		σ _Г =126;				σ ₋ =126;				σ ₃ =84;			
Марка и сечение троса по ГОСТ 3063-80		ТК 11*											
Допустимое напряжение в тросе, МПа		σ _Г =650;				σ ₋ =650;				σ ₃ =350;			
Ненаселенная местность	Габаритный пролет, м	240	240	230	210	240	240	230	210	240	240	220	210
	Ветровой пролет, м	240	240	230	210	240	240	230	210	240	240	220	210
	Весовой пролет, м	300	300	288	263	300	300	288	263	300	300	275	263
Населённая местность	Габаритный пролет, м	240	240	230	210	240	240	230	210	240	240	220	210
	Ветровой пролет, м	240	240	230	210	240	240	230	210	240	240	220	210
	Весовой пролет, м	300	300	288	263	300	300	288	263	300	300	275	263

* При применении вместо грозозащитного троса ТК11 троса со встроенным оптическим кабелем (ОКГТ) габаритные пролеты следует уточнить в соответствии с п.4.16 ПЗ.

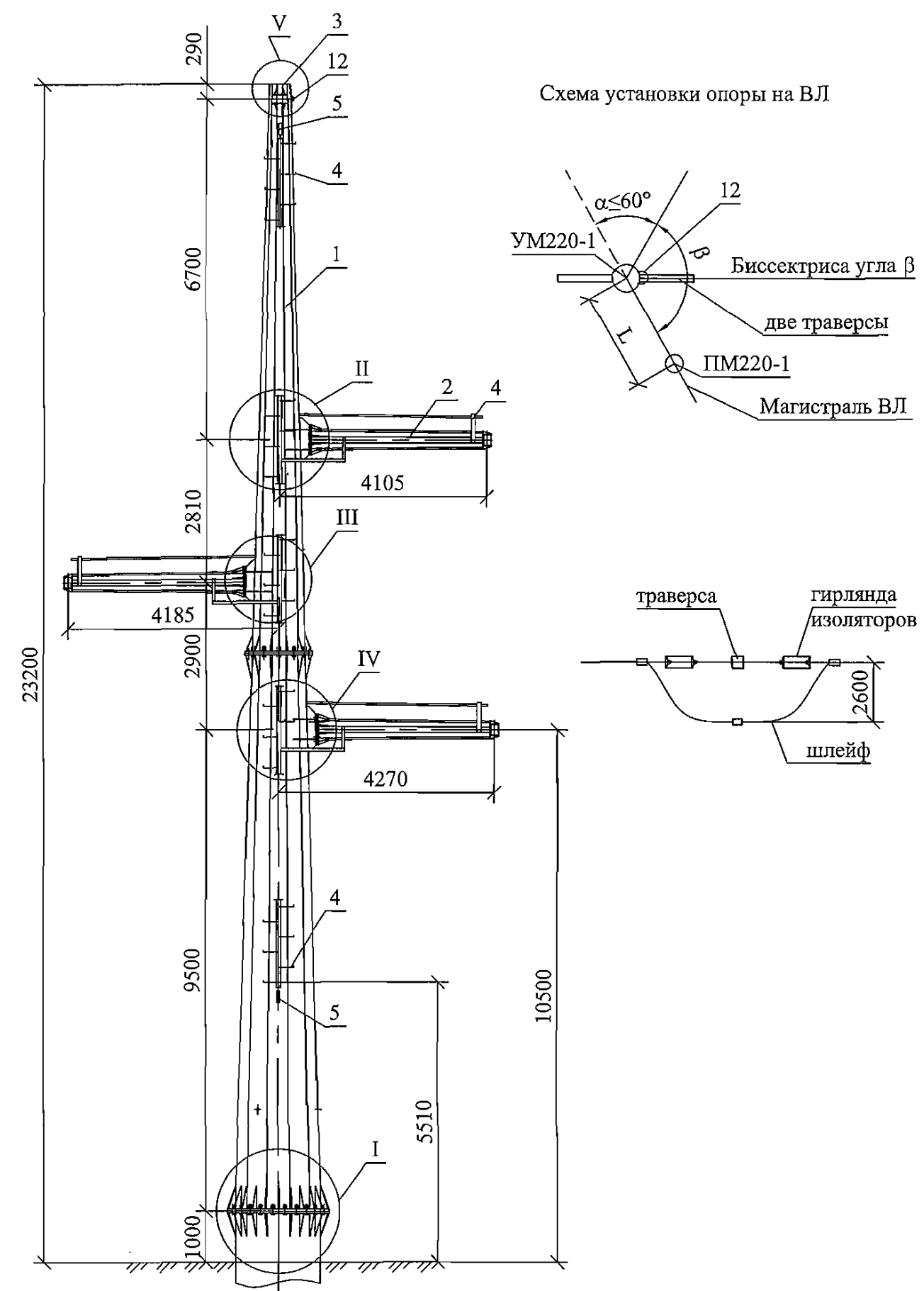
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

27.0003 - ПЗ



Изм.	№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

						27.0003-01			
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Номенклатура опор	Стадия	Лист	Листов
							О1		1
ГИП	Ударов				14.03		Филиал ОАО "НТЦ электроэнергетики" РОСЭП		
Н. контр.	Ломоносов				14.03				
Пров.	Холова				14.03				
Разраб.	Ломоносова				14.03				

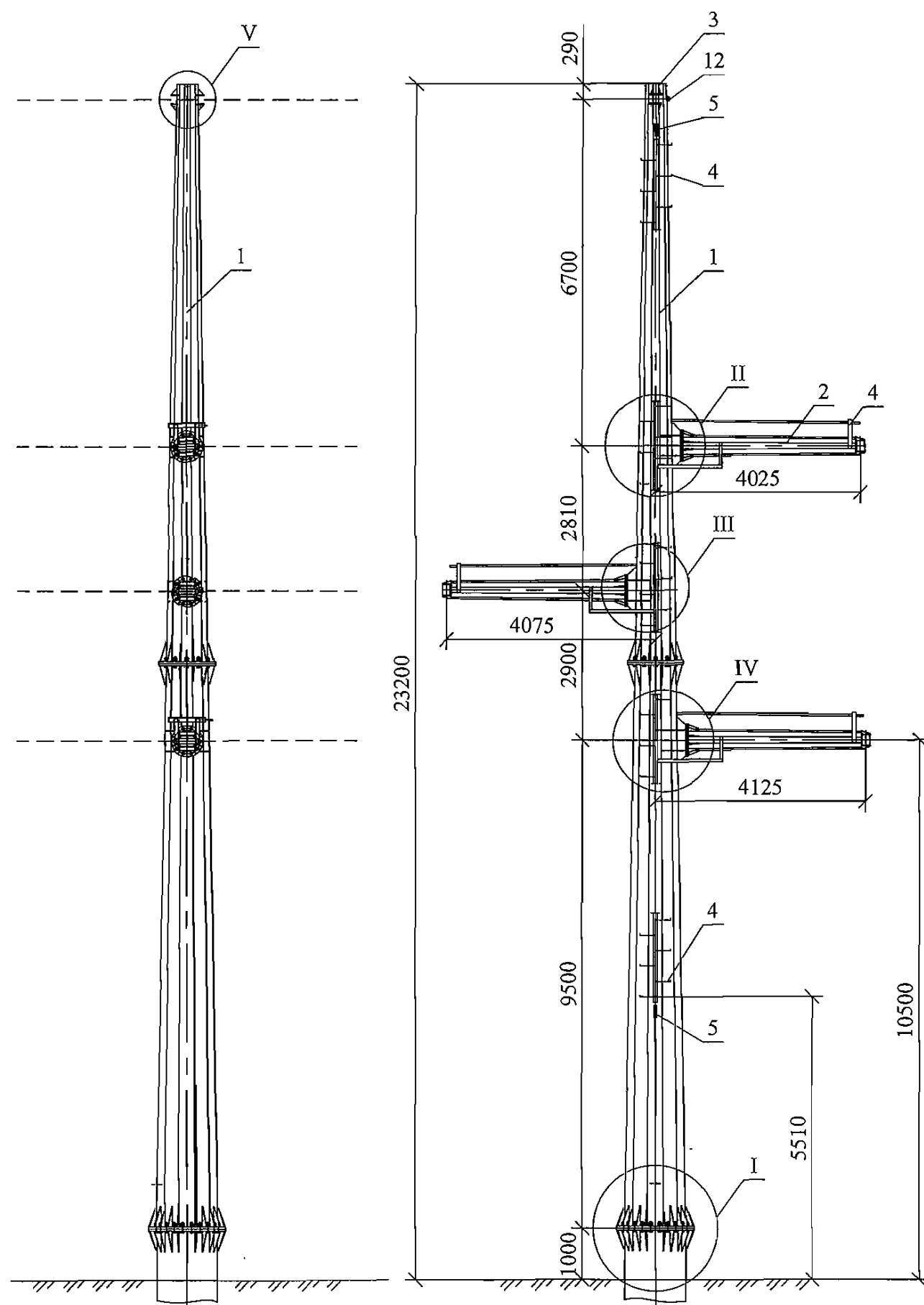


Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед.,кг	Приме- чание
Сборочные единицы					
1	27.0003-06	Стойка СА1	1	7804	
	27.0003-09	Стойка СА1р	1	6695	
2	27.0003-17	Траверса ТВ221	3	309,7	
3	27.0003-18	Крышка К6	1	7,2	
4	27.0003-19	Установка лестниц и приспособлений для обслуживания опор УЛП2	1		
5	27.0003-29	Устройство страховочное УС1	1		
Стандартные изделия					
6	ГОСТ7798-70	Болт М48х200 Класс 8.8	24	3,9	
7	ГОСТ7798-70	Болт М36х170 Класс 8.8	30	1,8	
8	ГОСТ5915-70	Гайка М48 Класс 8	48	1,0	
9	ГОСТ5915-70	Гайка М36 Класс 8	60	0,4	
10	ГОСТ11371-78	Шайба 48	48	0,3	
11	ГОСТ11371-78	Шайба 36	30	0,1	
12	ТУ34 13.10310-90	Узел крепления КГП-16-3	1	0,8	

Марка опоры	Марка стойки	Область применения опоры		
		Район по гололеду	Район по ветру	Местность
УМ220-1	СА1 (СА1р)	I-IV	I-IV	ненаселенная, населенная

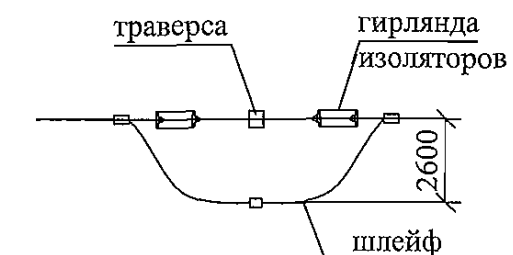
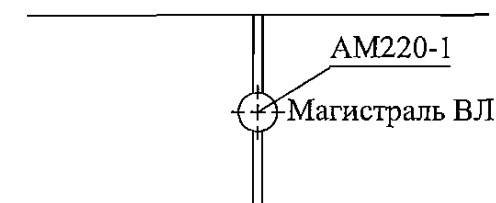
1. Максимальный угол поворота ВЛ $\alpha=60^\circ$ при длине гирлянды изоляторов до 2,4м и $\alpha=50^\circ$ при длине гирлянды, равной 2,8м.
2. Гирлянды изоляторов см. Пояснительную записку, раздел 4.
3. Опора должна закрепляться на фундаменте с помощью двадцати четырех болтов М48.
4. Фундамент для опоры должен разрабатываться при конкретном проектировании ВЛ 220 кВ. Нагрузки на фундаменты указаны в таблице 4 Пояснительной записки.
5. Пролеты L между опорой УМ220-1 и промежуточной опорой ПМ220-1 см. таблицу 5 Пояснительной записки.
6. Узел крепления поз.12 устанавливать по биссектрисе внутреннего угла поворота ВЛ.

						27.0003-02				
						Комплект РКД с literой О1 на одноцепные анкерно-угловые стальные многогранные опоры ВЛ 220 кВ				
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Угловая анкерная опора УМ220-1		Стадия	Лист	Листов
								О1	1	3
ГИП		Ударов		<i>Ударов</i>	14.03	Общий вид Схема установки		Филиал ОАО "НТЦ электроэнергетики"- РОСЭП		
Н. контр.		Ломоносов		<i>Л. Ломоносов</i>	14.03					
Пров.		Холова		<i>Холова</i>	14.03					
Разраб.		Ломоносова		<i>Л. Ломоносова</i>	14.03					



Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	Приме- чание
Сборочные единицы					
1	27.0003-14	Стойка СА3	1	5100	
2	27.0003-17	Траверса ТВ221	3	309,7	
3	27.0003-18	Крышка К6	1	7,2	
4	27.0003-19	Установка лестниц и приспособлений для обслуживания опор УЛП2	1		
5	27.0003-29	Устройство страховочное УС1	1		
Стандартные изделия					
6	ГОСТ7798-70	Болт М42х200 Класс 8.8	24	2,64	
7	ГОСТ7798-70	Болт М36х170 Класс 8.8	30	1,8	
8	ГОСТ5915-70	Гайка М42 Класс 8	48	0,62	
9	ГОСТ5915-70	Гайка М36 Класс 8	60	0,4	
10	ГОСТ11371-78	Шайба 42	48	0,16	
11	ГОСТ11371-78	Шайба 36	30	0,1	
12	ТУ34 13.10310-90	Узел крепления КГП-16-3	1	0,8	

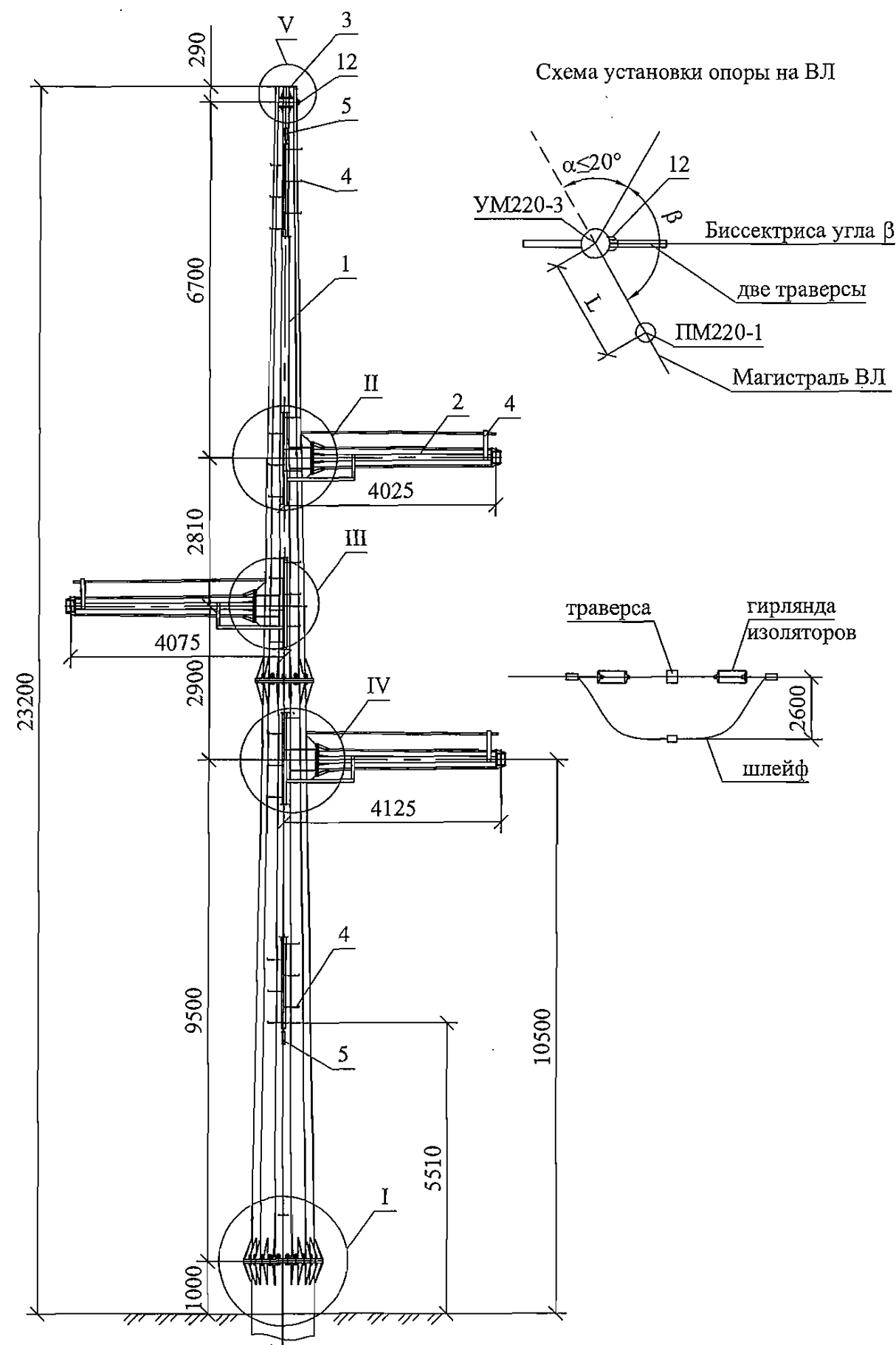
Схема установки опоры на ВЛ



1. Гирлянды изоляторов см. Пояснительную записку, раздел 4.
2. Опора должна закрепляться на фундаменте с помощью двадцати четырех болтов М42.
3. Фундамент для опоры должен разрабатываться при конкретном проектировании ВЛ 220 кВ. Нагрузки на фундаменты указаны в таблице 4 Пояснительной записки.
4. Пролеты L между опорой АМ220-1 и промежуточной опорой ПМ220-1 см. таблицу 5 Пояснительной записки.

						27.0003-04			
						Комплект РКД с литерой О1 на одноцепные анкерно-угловые стальные многогранные опоры ВЛ 220 кВ			
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Анкерная опора АМ220-1	Стадия	Лист	Листов
							О1	1	3
ГИП	Ударов			<i>Уд</i>	14.03	Общий вид. Схема установки	Филиал ОАО "НТЦ электроэнергетики" РОСЭП		
Н. контр.	Ломоносов			<i>Л.М.</i>	14.03				
Пров.	Холова			<i>Х.</i>	14.03				
Разраб.	Ломоносова			<i>Л.М.</i>	14.03				

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №



Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	Приме- чание
Сборочные единицы					
1	27.0003-14	Стойка СА3	1	5100	
2	27.0003-17	Траверса ТВ221	3	309,7	
3	27.0003-18	Крышка К6	1	7,2	
4	27.0003-19	Установка лестниц и приспособлений для обслуживания опор УЛП2	1		
5	27.0003-29	Устройство страховочное УС1	1		
Стандартные изделия					
6	ГОСТ7798-70	Болт М42х200 Класс 8.8	24	2,64	
7	ГОСТ7798-70	Болт М36х170 Класс 8.8	30	1,8	
8	ГОСТ5915-70	Гайка М42 Класс 8	48	0,62	
9	ГОСТ5915-70	Гайка М36 Класс 8	60	0,4	
10	ГОСТ11371-78	Шайба 42	48	0,16	
11	ГОСТ11371-78	Шайба 36	30	0,1	
12	ТУ34 13.10310-90	Узел крепления КГП-16-3	1	0,8	

- Максимальный угол поворота ВЛ $\alpha=20^\circ$.
- Гирлянды изоляторов см. Пояснительную записку, раздел 4.
- Опора должна закрепляться на фундаменте с помощью двадцати четырех болтов М42.
- Фундамент для опоры должен разрабатываться при конкретном проектировании ВЛ 220 кВ. Нагрузки на фундаменты указаны в таблице 4 Пояснительной записки.
- Пролеты L между опорой УМ220-3 и промежуточной опорой ПМ220-1 см. таблицу 5 Пояснительной записки.
- Узел крепления поз.12 устанавливать по биссектрисе внутреннего угла поворота ВЛ.

						27.0003-05			
						Комплект РКД с literой О1 на одноцепные анкерно-угловые стальные многогранные опоры ВЛ 220 кВ			
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Угловая анкерная опора УМ220-3	Стадия	Лист	Листов
							О1	1	3
ГИП	Ударов				14.03	Общий вид. Схема установки	Филиал ОАО "НТЦ электроэнергетики" РОСЭП		
Н. контр.	Ломоносов				14.03				
Пров.	Холова				14.03				
Разраб.	Ломоносова				14.03				

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

1. Результаты механического расчета проводов и тросов для одноцепной ВЛ 220 кВ с учетом их вытяжки при эксплуатации представлены в виде габаритных и монтажных таблиц, рассчитанных в соответствии с ПУЭ 7 издания (перечень см. таблицу 1).

При строительстве ВЛ должны применяться монтажные таблицы, в которых использованы допустимые механические напряжения в проводах и тросах, приведенные в таблице 2.5.7 ПУЭ 7 издания.

При проектировании ВЛ 220 кВ должны использоваться габаритные таблицы, в которых приведены стрелы провеса проводов после их вытяжки в процессе эксплуатации.

Таблица 1 - Перечень габаритных и монтажных таблиц, основные параметры проводов и троса

Марка провода (троса)	Сечение провода, (троса) S, мм ²	Масса провода, (троса) g, кг/м	№№ габаритных и монтажных таблиц		
			Нормативное ветровое давление W ₀ , Па		
			500	650	800
Габаритные таблицы проводов					
АС 300/39	339,6	1,132	T1-T4	T5-T8	T9-T12
АС 400/51	445,1	1,490	T13-T16	T17-T20	T21-T24
Монтажные таблицы проводов и троса					
АС 300/39	339,6	1,132	T25-T28	T29-T32	T33-T36
АС 400/51	445,1	1,490	T37-T40	T41-T44	T45-T48
Трос ТК 11	72,95	0,627	T49-T52	T53-T56	T57-T60

В габаритных и монтажных таблицах T1 ÷ T60 приняты следующие условные обозначения для расчетных режимов проводов :

- «ВГ» - ветер при гололеде на проводах(тросах),
- «В» - максимальный ветер, гололед отсутствует,
- «-5Г» - провода(трос) покрыты гололедом, ветер отсутствует.
- « - » - расчетная температура воздуха минус 40⁰С;
- « П » - в габаритных таблицах T1÷T24 дано обозначение «П» для режима после вытяжки провода.

2. В габаритных и монтажных таблицах принято:

- допустимое напряжение проводов АС 300/39 и АС 400/51 $\sigma_{вг} = \sigma_- = 126$ МПа (12,6 кГс/мм²), $\sigma_{сг} = 84$ МПа(8,4 кГс/мм²); троса ТК11: $\sigma_{вг} = \sigma_- = 650$ МПа (65 кГс/мм²), $\sigma_{сг} = 350$ МПа(35 кГс/мм²);
- нормативное ветровое давление W₀ = 500, 650 и 800 Па (I-IV район по ветру);
- нормативная толщина стенки гололеда b_з = 10,15,20 и 25 мм (I-IV район по гололеду).

3. Натяжку проводов(тросов) при строительстве ВЛ следует выполнять в соответствии с величинами монтажных стрел провеса или напряжений, приведенными в таблицах T25 ÷ T60 для среднего пролета на данном анкерном участке ВЛ.

В первом варианте визирование стрелы провеса, определенной по монтажной таблице, рекомендуется выполнять между двумя промежуточными опорами в пролете, примерно равном по величине среднему пролету и расположенном вдали от тягового механизма.

Во втором варианте при монтаже провода с проверкой его натяжения по динамометру необходимо учитывать величину T_{тр}, обусловленную силами трения провода по монтажным роликам (см. пример).

Монтажное тяжение T_м в проводе определяется по следующей формуле:

$$T_m = \sigma_m \cdot S + T_{тр},$$

где T_м - монтажное тяжение в проводе, кГс,

σ_m - напряжение в проводе, кГс/мм², в соответствии с монтажными таблицами T25÷T48 для конкретных условий(марка провода, средний пролет на анкерном участке и температура воздуха при натяжении провода),

S - сечение провода, мм²(см. таблицу 1)

T_{тр} - сила трения, кГс.

При отсутствии точных данных допускается при монтаже провода T_{тр} принимать:

$$T_{тр} = k \cdot g \cdot L_A,$$

где k = 0,1 кГс/кг - коэффициент пропорциональности,

g - масса провода, кг/м (см. таблицу 1),

L_A - длина анкерного участка,м.

Пример

На одноцепной ВЛ 220 кВ подвешивается провод АС400/51;

Длина анкерного участка L_A = 3000м;

РКУ: III район по ветру(W₀ = 650 Па) и II район по гололеду (b_з = 15 мм,);

температура при монтаже t_м = +15⁰С,

длина среднего пролета на анкерном участке l_{ср} = 300м;

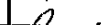
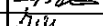
масса провода g = 1,49 кг/м, S = 445,1 мм² (по таблице 1)

Для расчета T_м сначала по монтажной таблице T42 для l_{ср} = 300м определяется стрела провеса f_м и напряжение σ_m в проводе при t_м = +15⁰С : f_м = 5,27м и $\sigma_m = 7,5$ кГс/мм², затем определяются T_{тр} и T_м :

$$T_{тр} = k \cdot g \cdot L_A = 0,1 \cdot 1,49 \cdot 3000 = 447 \text{ кГс}$$

$$T_m = \sigma_m \cdot S + T_{тр} = 7,5 \cdot 445,1 + 447 = 3800 \text{ кГс}$$

В данном примере натяжку провода следует прекратить при показании на динамометре 3800 кГс и проверить величину монтажной стрелы провеса провода в дальнем от тягового механизма пролете (f_м = 5,27м).

						27.0003 - Т			
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	ГАБАРИТНЫЕ И МОНТАЖНЫЕ ТАБЛИЦЫ ПРОВОДОВ И ТРОСОВ	Стадия	Лист	Листов
							О1	1	61
ГИП		Ударов			14.03		Филиал ОАО "НТЦ электроэнергетики"- РОСЭП		
Н.контр.		Амелина			14.03				
Пров.		Ударова			14.03				
Разраб.		Гореленко			14.03				

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата