

Филиал Открытого акционерного общества
"Научно-технический центр электроэнергетики"-
Институт по проектированию сетевых и энергетических объектов

Утверждаю:

Генеральный директор



ОАО "НТЦ электроэнергетики"

В.Н. Вариводов

2006 г.

Разработка и испытание одноцепной и двухцепной
стальных многогранных опор для ВЛ 220 кВ
(договор № 892 от 03.04.2006)

КОМПЛЕКТ РКД С ЛИТЕРОЙ 01
НА ОДНОЦЕПНЫЕ СТАЛЬНЫЕ МНОГОГРАННЫЕ
ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ ОПОРЫ ВЛ 220 кВ
(Альбом 2 к этапу 3)

Шифр 26.0069

Директор Филиала
ОАО "НТЦ электроэнергетики"-РОСЭП

Директор НИЦ

Зав. лабораторией, канд.техн.наук



В. В. Князев

А. С. Лисковец

В. М. Ударов

2006

Обозначение	Наименование	Стр.
26.0069-00	Содержание	2
26.0069-ПЗ	Пояснительная записка	3
26.0069-01	Номенклатура опор	22
26.0069-02	Промежуточная опора ПМ220-1	
	Общий вид. Схема установки	23
26.0069-03	Промежуточная опора ПМ220-3	
	Общий вид. Схема установки	26
26.0069-04	Промежуточная опора ПМ220-5	
	Общий вид. Схема установки	29
26.0069-05	Фундамент ФС21	31
26.0069-06	Диафрагма Д21	32
26.0069-07	Траверса ТМ21	33
26.0069-08	Траверса ТМ21с	36
26.0069-09	Траверса ТМ22	39
26.0069-10	Траверса ТМ22с	42
26.0069-11	Траверса ТМ23	45
26.0069-12	Траверса ТМ23с	48
26.0069-13	Траверса ТМ24	51
26.0069-14	Траверса ТМ24с	54
26.0069-15	Траверса ТМ25	57
26.0069-16	Траверса ТМ25с	60
26.0069-17	Траверса ТМ26	63

Обозначение	Наименование	Стр.
26.0069-18	Тросостойка ТС21	65
26.0069-19	Тросостойка ТС22	67
26.0069-20	Тросостойка ТС23	69
26.0069-21	Лестница Л21	71
26.0069-22	Лестница Л22	72
26.0069-23	Лестница Л23	73
26.0069-24	Лестница Л24	74
26.0069-25	Лестница Л25	75
26.0069-26	Шпилька ШП21	76
26.0069-27	Шпилька ШП22, ШП23	76
26.0069-28	Шпилька ШП24	77
26.0069-29	Шпилька ШП25, ШП26	77
26.0069-30	Схема установки площадок обслуживания на	
	прмежуточной опоре ПМ220-5	78
26.0069-31	Площадка ПЛ21	80
26.0069-32	Настил Н21	81
26.0069-33	Ограждение левое ОЛ21	82
26.0069-34	Ограждение правое ОП21	83
26.0069-35	Лестница Л26	84
26.0069-36	Лестница Л27	85
26.0069-37	Лестница Л28	86
26.0069-38	Лестница Л29	87
26.0069-39	Схема установки ригеля АР-8	88
26.0069-40	Кронштейн КР21	89
26.0069-41	Шпилька ШП27, ШП28	90

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

				26.0069-00			
ГИП	Ударов	<i>Ударов</i>	25,10	Содержание	Стадия	Лист	Листов
Н.контр.	Амелина	<i>Амелина</i>	25,10		01		1
Пров.	Гореленко	<i>Гореленко</i>	25,10		Филиал ОАО		
Распечатал	Калабацкий Д	<i>Калабацкий Д</i>	25,10		"НТЦ электроэнергетики"-		
Разраб.	Калабацкий В	<i>Калабацкий В</i>	25,10		РОСЭП		

1. Введение

Данная работа выполнена в соответствии с договором № 892 от 03.04.2006 с ОАО «ФСК ЕЭС» и представляет собой второй альбом третьего этапа темы «Разработка и испытание одноцепной и двухцепной стальных многогранных опор для ВЛ 220 кВ».

Актуальность данной работы связана с тем, что в настоящее время на ВЛ 220 кВ применяются типовые проекты и технические решения, разработанные еще в 60-70 годы прошлого века, в том числе стальные решетчатые опоры и железобетонные центрифугированные опоры.

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.

В данном альбоме разработана рабочая конструкторская документация с литерой О1 на стальные многогранные опоры ВЛ 220 кВ.

При доработке рабочей конструкторской документации внесены следующие коррективы:

1) Для закрепления опор ПМ220-1, ПМ220-3 и ПМ220-5 в слабых грунтах предусмотрены железобетонные ригели АР-8.

2) Для всех опор разработаны лестницы и площадки обслуживания, устанавливаемые над траверсами (для работы без телескопических вышек).

Типовой представитель этой серии многогранных опор, а именно опора ПМ220-1 испытана Филиалом ОАО «Инженерный центр ЕЭС» - «Фирма ОРГРЭС» на экспериментальном полигоне г.Хотьково.

2. Стальные многогранные опоры ВЛ 220 кВ

2.1. Стальные многогранные опоры 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. Стальные многогранные опоры ВЛ 220 кВ могут применяться в районах с расчетной температурой наиболее холодной пятидневки до минус 40 °С.

В районах с расчетной температурой наиболее холодной пятидневки до минус 50 °С и до минус 65 °С стальные многогранные опоры могут применяться при условии, что расчетные пролеты должны быть уточнены при конкретном проектировании ВЛ.

2.3. Стальные многогранные опоры ВЛ 220 кВ предназначены для применения в слабоагрессивных и среднеагрессивных средах.

2.4. Одноцепные промежуточные опоры ВЛ 220 кВ на базе стальных многогранных стоек разработаны одностоечной свободстоящей конструкции в трех вариантах.

2.5. Промежуточная опора ПМ220-1 разработана с традиционным расположением проводов: один провод наверху опоры и два провода на 6 м ниже. Эту опору рекомендуется применять в обычных условиях местности «А» - поля, степи и др. (см. п.2.5.6 ПУЭ 7 издания).

2.6. Промежуточная опора ПМ220-3 разработана с односторонним расположением проводов для применения в местностях типа «В» (лесные массивы и др.), а также в стесненных условиях.

2.7. Промежуточная опора ПМ220-5 разработана с многогранными траверсами для применения в городских условиях при возможности обслуживания опор ВЛ с телескопических вышек (в местностях «В» и «С»).

в. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. №

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	26.0069-ПЗ			
						Пояснительная записка	Стадия	Лист	Листов
							01	1	19
							Филиал ОАО		
							"НТЦ электроэнергетики"-		
							РОСЭП		
ГИП		Ударов		<i>Ударов</i>	25.10				
Н.контр.		Амелина		<i>Амелина</i>	25.10				
Пров.		Гореленко		<i>Гореленко</i>	25.10				
Разраб.		Ударова		<i>Ударова</i>	25.10				

2.8. Опоры ПМ220-1, ПМ220-3 и ПМ220-5 устанавливаются на фундамент в виде стальной трубы $\varnothing 720 \times 9$, соединяемый с нижней секцией опоры с помощью фланцев.

2.9. Расчетный изгибающий момент для опор ПМ220-1, ПМ220-3 и ПМ220-5 в нижнем сечении равен 870 кН·м.

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

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

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

2.13. 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.

2.14. В слабоагрессивной среде при содержании в атмосфере газов группы А при расчетной температуре района строительства ВЛ $t \geq -40^\circ \text{C}$ допускаются опоры из 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».

2.15. Для фундаментов стальных многогранных опор, устанавливаемых в пробуренные котлованы, следует дополнительно предусматривать изоляционные покрытия: из полимерных липких лент, на основе битумно-резиновых или битумно-полимерных составов толщиной не менее 3 мм.

3. Провода, изоляторы, арматура

3.1. На опорах ПМ220-1, ПМ220-3 и ПМ220-5 предусмотрена подвеска сталеалюминиевых проводов АС300/39 и АС400/51 по ГОСТ 839-80.

3.2. В качестве грозозащитного троса предусмотрен стальной канат ТК11 по ГОСТ 3063-80.

3.3. Максимальное напряжение в проводах принято равным допустимому напряжению по ПУЭ 7 издания и равным: при наибольшей нагрузке и низшей температуре $\sigma_r = 126 \text{ МПа}$, при среднегодовой температуре $\sigma_3 = 84 \text{ МПа}$; для грозозащитного троса $\sigma_r = 650 \text{ МПа}$ и $\sigma_3 = 350 \text{ МПа}$.

3.4. 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 1.

Таблица 1 - 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

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	----------	------	--------	-------	------

26.0069 - ПЗ

Лист
2

3.5. На опорах ПМ220-1, ПМ220-3 и ПМ220-5 для крепления проводов используются поддерживающие гирлянды изоляторов по проекту Энергосетьпроект № 12276тм «Изолирующие подвески ВЛ 35-750 кВ».

Количество изоляторов в гирлянде изоляторов определяется в соответствии с гл.1.9 ПУЭ 7 издания; в проекте № 12276тм предусмотрено от 14 до 21 изоляторов.

3.6. Крепление грозозащитных тросов на опорах ПМ220-1, ПМ220-3 и ПМ220-5 должно выполняться при помощи двух или более изоляторов, шунтированных ИП размером не менее 40 мм.

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 (см. также п.2.5.192 ПУЭ).

4. Основные положения по расчету опор ВЛ 220 кВ

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

4.2. 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.

4.3 Предельные состояния, по которым производился расчет опор ВЛ, их фундаментов и оснований, 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.

4.4. Нагрузки, воздействующие 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; нагрузки от давления воды на фундаменты в руслах рек.

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 от давления воды на опоры и фундаменты в поймах рек и от давления льда; нагрузки, возникающие при изготовлении и перевозке конструкций, а также при монтаже строительных конструкций, проводов и тросов.

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

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	26.0069 - ПЗ	Лист
							3

К особым нагрузкам относятся:

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

4.5. Опоры ВЛ, их фундаменты и основания 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, фундаментов и оснований фундаментов на прочность и устойчивость производился на нагрузки первой группы предельных состояний.

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

Расчет оснований по деформациям производился на нагрузки второй группы предельных состояний без учета динамического воздействия порывов ветра на конструкцию опоры. При этом отклонение фундаментов опор одностоечной конструкции не должно превышать 0,02 рад.

4.6. Расчеты показали, что отклонение верха опор при воздействии расчетных нагрузок по второй группе предельных состояний 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.

Расчет промежуточных стальных многогранных опор гибкой конструкции производился по деформированной схеме (с учетом дополнительных усилий, возникавших от весовых нагрузок при деформациях опоры, для первой и второй групп предельных состояний).

Величина отклонения вершины стальной многогранной опоры при расчете принималась с учетом прогиба вершины многогранной стойки, наклона фундамента в грунте, деформации стыков секций опоры и допусков при установке опоры.

4.7. 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_{cr} , ветер и гололед отсутствуют.
4. Провода и тросы покрыты гололедом, температура при гололеде минус $5^{\circ}C$, ветер отсутствует.
5. Ветер W_o , температура минус $5^{\circ}C$, гололед отсутствует.
6. Провода и тросы покрыты гололедом, ветер при гололеде W_r , температура при гололеде минус $5^{\circ}C$.
7. Расчетная нагрузка от тяжения проводов.

4.8. Расчетная условная горизонтальная статическая нагрузка $T_{ав}$ от обрыва проводов на стальные многогранные промежуточные опоры ВЛ 220 кВ принята $0,25 T_{max}$,

где T_{max} – наибольшая расчетная нагрузка от тяжения проводов при расчетных ветровых и гололедных нагрузках.

4.9. 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

№ подл.
Подп. и дата
Взам. инв. №

согласно методическим указаниям (МУ) по расчету климатических нагрузок на ВЛ и построению региональных карт с повторяемостью 1 раз в 25 лет.

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.

4.10. 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)

4.11. 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 $W_r = 0,25 W_o$.

4.12. 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

4.13. 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.

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

Таблица 2.5.3 – Нормативная толщина стенки гололеда b_0 для высоты 10 м над поверхностью земли

Район по гололеду	Нормативная толщина стенки гололеда b_0 , мм
I	10
II	15
III	20
IV	25
V	30
VI	35
VII	40
Особый	Выше 40

4.14. 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:

$W = W_0$ - определяется по таблице 2.5.1 в зависимости от ветрового района;

$W = W_r$ - определяется по п.4.11.

F - площадь продольного диаметрального сечения провода, м²

(при гололеде с учетом условной толщины стенки гололеда $b_y = b_0$)

φ - угол между направлением ветра и осью ВЛ.

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

P_r^H определяется по формуле, Н/м

$$P_r^H = \pi \cdot K_i \cdot K_d \cdot b_0 \cdot (d + K_i \cdot K_d \cdot b_0) \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3},$$

где K_i, K_d - коэффициенты, учитывающие изменение толщины стенки

гололеда по высоте и в зависимости от диаметра провода,

b_0 - 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.

4.16. Расчетная ветровая нагрузка на провода $P_{wп}$ при механическом расчете проводов по методу допустимых напряжений определяется по формуле, Н

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

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.

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

$$P_{г.л} = P_g^H \cdot \gamma_{ng} \cdot \gamma_{rg} \cdot \gamma_{fg} \cdot \gamma_d$$

где P_g^H - нормативная линейная гололедная нагрузка;

γ_{ng} - 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_{rg} - региональный коэффициент, принимаемый от 1 до 1,5.

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

γ_{fg} - 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.

4.18. 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. 4.14;

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.

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

для свободностоящих одностоечных стальных опор ВЛ 220 кВ:

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

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

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

№ в. № подл. Подл. и дата Взам. инв. №

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	26.0069 - ПЗ	Лист
							7

где P_w^H - нормативная ветровая нагрузка по п. 4.14;

γ_{nw}, γ_{pw} - принимаются согласно п. 4.16;

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.

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

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

где Q_c^H - нормативная средняя составляющая ветровой нагрузки, принимаемая по п. 4.18;

Q_{II}^H - нормативная пульсационная составляющая ветровой нагрузки, принимаемая по п. 4.19;

γ_{nw}, γ_{pw} - принимаются согласно п. 4.16;

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.

4.22. 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.4.15.

γ_{nr}, γ_{pr} - принимаются согласно п. 4.17;

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.

4.23. 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.

4.24. Нормативные нагрузки на опоры ВЛ от тяжения проводов и тросов определяются при расчетных ветровых и гололедных нагрузках по п. 4.16 и п. 4.17.

Расчетная горизонтальная нагрузка от тяжения проводов и тросов, T_{max} , свободных от гололеда или покрытых гололедом, при расчете конструкций опор, фундаментов и оснований 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.

4.25. Нормативные ветровые давления (W_0) и толщины стенки гололеда (b_0) определены, в соответствии с ПУЭ 7 издания, исходя из повторяемости 1 раз в 25 лет для I-IV районов по ветру и гололеду.

4.26. Нормативное ветровое давление W_0 принято следующим по ветровым районам: I - 400 Па, 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.

4.27. Нормативные толщины стенки гололеда b_0 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.

4.28. Ветровые пролеты для стальных многогранных опор определены по деформированной схеме с учетом дополнительных усилий, возникающих от весовых нагрузок, по стандарту предприятия, разработанному РОСЭП.

4.29. В расчетах элементов опор на прочность весовой пролет принят $L_{вес} = 1,25 L_{расч}$. Расчетный пролет $L_{расч}$ определялся как наименьший из габаритного и ветрового пролетов.

4.30. Величины габаритных пролетов для опор ПМ220-1, ПМ220-3, ПМ220-5 вычислены при длине гирлянды изоляторов, равной 2 м.

Для других длин гирлянд изоляторов необходимо при проектировании ВЛ внести соответствующие изменения габаритных пролетов.

4.31. Величины пролетов в ненаселенной и населенной местности для опор ПМ220-1 даны в таблице 2, ПМ220-3 - в таблице 3, ПМ220-5 - в таблице 4.

4.32. До разработки стальных многогранных опор ВЛ 220 кВ анкерного типа, в конкретном проекте ВЛ 220 кВ следует принимать типовые стальные решетчатые опоры У220-1 на угол поворота до 60° .

5. Закрепление опор в грунте

5.1. Расчет прочности закрепления опор в грунте произведен в соответствии с "Руководством по проектированию опор и фундаментов линий электропередачи и распределительных устройств подстанций напряжением свыше 1 кВ" (Энергосетьпроект, 1977).

5.2. Закрепление в грунте промежуточных опор ПМ220-1, ПМ220-3 и ПМ220-5 выполняется на фундаменте, представляющем собой стальную трубу $\varnothing 720$ мм, оснащенную фланцем, к которому закрепляется нижняя секция опоры, имеющая обратный фланец.

Фундамент устанавливается на глубину 4,5 м в сверленный котлован $\varnothing 800-1000$ мм.

Монтаж фундамента выполняется несколькими вариантами (см. п.6.7 ПЗ).

5.3. Результаты расчета несущей способности $M_{гр}$ безригельного закрепления промежуточных опор в 56 типах грунта, предусмотренных таблицами 1 и 2 приложения 1 СНиП 2.02.01 - 83 «Основания зданий и сооружений», приведены в таблице 8.

5.4. Промежуточная опора закрепляется без ригеля, если $M_{гр} \geq M^{расч}$. Действующие изгибающие моменты ($M^{расч}$) в различных климатических районах для опор ПМ220-1, ПМ220-3, ПМ220-5 см. таблицы 5, 6 и 7.

Если $M_{гр} < M^{расч}$, то необходимо в соответствии с расчетом установить ригель АР8 по документу 26.0069-39.

6. Рекомендации по монтажу стальных многогранных опор ВЛ 220 кВ

6.1. Монтаж опор ПМ220-1, ПМ220-3 и ПМ220-5 должен производиться в соответствии с технологическими картами и схемами на производство отдельных видов работ.

6.2. Конструкции стоек и опор должны подаваться на монтаж оцинкованными (или с лакокрасочным покрытием) и очищенными от грязи, льда, масла и ржавчины.

6.3. Стальные конструкции подлежат проверке на месте установки.

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

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	26.0069 - ПЗ	Лист
							9

Допускаемые отклонения от проектных размеров стальных конструкций должны соответствовать требованиям технических условий.

6.4. Установка собранной опоры производится с помощью крана соответствующей грузоподъемности и вылета стрелы. При этом секции опор, собранные с помощью телескопического стыка, должны иметь фиксаторы стыков.

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

6.5. При соединении секций опоры и фундамента фланцами допускается применять выравнивающие прокладки.

После завинчивания болтов на них, при необходимости, устанавливаются запирающие устройства.

6.6. При установке опоры на фундамент могут потребоваться специальные меры по компенсации прогиба опоры от горизонтальных и вертикальных нагрузок. При установке опоры ПМ220-3 с односторонним расположением проводов прогиб опоры в одну сторону следует компенсировать установкой опоры не вертикально, а с наклоном в противоположную сторону на 10-15 см.

6.7. Монтаж опор рекомендуется осуществлять в такой последовательности.

Предусматривается три варианта закрепления фундамента в грунте.

Первый вариант закрепления фундамента в грунте:

- в грунте пробуривается котлован на глубину 4,5 м диаметром 800-1000 мм;
- в середину котлована опускается фундамент (труба Ø 720 x 9 с фланцем);
- пространство между стенкой котлована и фундаментом заполняется сухой

песчано-цементной смесью с послойным уплотнением или песчано-цементным раствором. В процессе установки необходимо следить за вертикальностью фундамента.

Второй вариант закрепления фундамента в грунте: фундамент устанавливается вертикально и забивается в грунт на глубину 4,5 м. Погружение фундамента в грунт может выполняться машинами ударного, вибрационного и вдавливающего действия, в том числе, могут применяться механические, паровоздушные и дизельные молоты, низкочастотные и высокочастотные вибропогрузатели и вибромолоты.

Третий вариант закрепления фундамента в грунте: пробуривается котлован на глубину 2-3 м и далее опущенный в котлован фундамент забивается в грунт, так чтобы фундамент был установлен на глубину 4,5 м от поверхности земли.

В 1-м варианте закрепления в грунте на фундаменте устанавливается диафрагма Д21. Во 2-м и 3-м вариантах диафрагма не устанавливается.

После закрепления фундамента в грунте производятся следующие операции:

- в горизонтальном положении на деревянных подставках собираются секции стойки опоры. Соединение секций рекомендуется производить с помощью двух домкратов, обеспечивающих усилие около 20 тонн каждый, и стяжками СТ21 и СТ22;
- верхняя часть опоры оснащается траверсами и тросостойкой;
- осуществляется подъем укрупненной конструкции в вертикальное положение и болтовое соединение фланцев опоры и фундамента.

6.8. 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 10 кН·м. После затяжки резьбу болтов раскернить или приварить.

6.9. В соответствии с конкретным проектом ВЛ к контакту опоры необходимо присоединить дополнительные заземлители болтом М16.

6.10. 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. Рекомендации по эксплуатации стальных многогранных опор ВЛ

7.1. 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 ВЛ рекомендуется учитывать п.п. 7.2-7.9 данного раздела.

7.2. 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.

7.3. 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.

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

7.5. При осмотре следует выявлять участки с поврежденной оцинковкой.

Обнаруженные участки с повреждениями покрытий стоек должны быть восстановлены по п.2.13 или другими способами, обеспечивающими надежную защиту опор от агрессивного воздействия среды.

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.

7.6. Подъем на опоры ПМ220-1, ПМ220-3 и ПМ220-5 рекомендуется выполнять с телескопических вышек, а также по инвентарным лестницам или с помощью специальных инвентарных подъемных устройств.

Для подъема на опоры ПМ220-1, ПМ220-3 и ПМ220-5 выше нижней траверсы предусмотрены стационарные лестницы. Конструкция решетчатых траверс с двумя оттяжками на опорах ПМ220-1 и ПМ220-3 позволяет передвигаться по ним.

Для «городских» опор ПМ220-5 допускается стационарные лестницы не устанавливая при возможности обслуживания опор ВЛ с телескопических вышек. На опорах ПМ220-5 предусмотрена возможность установки площадок для обслуживания опоры над траверсами и лестниц выше нижней траверсы.

7.7. При эксплуатации опор особое внимание должно быть уделено безопасности работ на высоте.

7.8. 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.).

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

8. Заземление опор

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

8.2. Заземление стальных опор в грунте в ряде случаев обеспечивается заглублением стального фундамента в грунт.

№ подл. Подп. и дата Взам. инв. №

Июл	Кол вч	Лист	№ лок	Полн	Дата

При необходимости к контакту опоры, расположенному на расстоянии 400 мм выше фланцев, должны быть присоединены дополнительные заземлители.

9. Транспортирование и хранение

9.1. Транспортирование и хранение стальных конструкций опор должны производиться в соответствии с техническими условиями, разработанными заводом-изготовителем.

9.2. 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.

9.3. Укладка стоек в штабеля должна производиться с использованием деревянных прокладок. Высота штабеля должна быть не более 2 м.

10. Техника безопасности

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

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

26.0069 - ПЗ

Таблица 2 – Пролеты L, м, одноцепной стальной многогранной промежуточной опоры ПМ220-1 в ненаселенной и населенной местности, рассчитанные по ПУЭ 7 издания.

Нормативное ветровое давление, W_0 , Па		400				500				650				800			
Нормативная толщина стенки гололеда, b_g , мм		10	15	20	25	10	15	20	25	10	15	20	25	10	15	20	25
Марка и сечение провода по ГОСТ 839-80		АС 300/39															
Допустимое напряжение в проводе, МПа		$\sigma_T=126;$				$\sigma_- =126;$				$\sigma_9=84;$							
Марка и сечение троса по ГОСТ 3063-80		ТК 11															
Допустимое напряжение в тросе, МПа		$\sigma_T=650;$				$\sigma_- =650;$				$\sigma_9=350;$							
Ненаселенная местность	Габаритный пролет, м	370	340	300	280	370	340	300	280	370	340	300	280	360	340	300	280
	Ветровой пролет, м	630	480	385	320	585	480	430	310	350	350	350	260	280	280	280	260
	Весовой пролет, м	490	460	420	380	490	460	420	380	490	460	420	380	490	460	420	380
Населенная местность	Габаритный пролет, м	350	320	290	260	350	320	290	260	350	320	290	260	340	320	290	260
	Ветровой пролет, м	630	480	385	320	585	480	430	310	350	350	350	260	280	280	280	260
	Весовой пролет, м	490	460	420	380	490	460	420	380	490	460	420	380	490	460	420	380
Марка и сечение провода по ГОСТ 839-80		АС 400/51															
Допустимое напряжение в проводе, МПа		$\sigma_T=126;$				$\sigma_- =126;$				$\sigma_9=84;$							
Марка и сечение троса по ГОСТ 3063-80		ТК 11															
Допустимое напряжение в тросе, МПа		$\sigma_T=650;$				$\sigma_- =650;$				$\sigma_9=350;$							
Ненаселенная местность	Габаритный пролет, м	380	360	330	300	380	360	330	300	380	360	330	300	370	350	320	300
	Ветровой пролет, м	590	460	370	300	500	450	340	300	340	340	300	260	220	220	220	220
	Весовой пролет, м	475	450	410	375	475	450	410	375	475	450	410	375	475	450	410	375
Населенная местность	Габаритный пролет, м	360	330	310	280	360	330	310	280	360	330	310	280	350	330	310	280
	Ветровой пролет, м	590	460	370	300	500	450	340	300	340	340	340	300	225	225	225	225
	Весовой пролет, м	475	450	410	375	475	450	410	375	475	450	410	375	475	450	410	375

Таблица 3 – Пролеты L_1 , м, одноцепной стальной многогранной промежуточной опоры ПМ220-3 в ненаселенной и населенной местности, рассчитанные по ПУЭ 7 издания.

Нормативное ветровое давление, W_0 , Па		400				500				650				800			
Нормативная толщина стенки гололеда, b_0 , мм		10	15	20	25	10	15	20	25	10	15	20	25	10	15	20	25
Марка и сечение провода по ГОСТ 839-80		АС 300/39															
Допустимое напряжение в проводе, МПа		$\sigma_T=126;$				$\sigma_- =126;$				$\sigma_0=84;$							
Марка и сечение троса по ГОСТ 3063-80		ТК 11															
Допустимое напряжение в тросе, МПа		$\sigma_T=540;$				$\sigma_- =540;$				$\sigma_0=350;$							
Ненаселенная и населенная местность	Габаритный пролет, м	325	305	275	250	325	305	275	250	325	305	275	250	325	305	275	250
	Ветровой пролет, м	490	365	285	225	490	365	285	225	355	355	285	225	255	255	245	195
	Весовой пролет, м	940	690	520	405	940	690	520	405	940	690	520	405	940	690	520	405
Марка и сечение провода по ГОСТ 839-80		АС 400/51															
Допустимое напряжение в проводе, МПа		$\sigma_T=126;$				$\sigma_- =126;$				$\sigma_0=84;$							
Марка и сечение троса по ГОСТ 3063-80		ТК 11															
Допустимое напряжение в тросе, МПа		$\sigma_T=540;$				$\sigma_- =540;$				$\sigma_0=350;$							
Ненаселенная и населенная местность	Габаритный пролет, м	325	320	295	265	325	320	295	265	325	320	295	265	325	320	295	265
	Ветровой пролет, м	450	340	265	215	425	340	265	215	310	310	265	210	225	225	225	185
	Весовой пролет, м	780	590	455	360	780	590	455	360	780	590	455	360	780	590	455	360

Ветровые пролеты рассчитаны для местности "В" по пункту 2.5.6 ПУЭ 7 издания.

Габаритные пролеты определяются условиями схлестывания проводов и равны в ненаселенной и населенной местностях.

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

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

26.0069 - ПЗ

Лист

14

Таблица 4 – Пролеты L_2 , м, одноцепной стальной многогранной промежуточной опоры ПМ220-5 в населенной местности, рассчитанные по ПУЭ 7 издания.

Нормативное ветровое давление, W_0 , Па		400				500				650				800			
Нормативная толщина стенки гололеда, b_3 , мм		10	15	20	25	10	15	20	25	10	15	20	25	10	15	20	25
Марка и сечение провода по ГОСТ 839-80		АС 300/39															
Допустимое напряжение в проводе, МПа		$\sigma_T=126;$				$\sigma_- =126;$				$\sigma_3=84;$							
Марка и сечение троса по ГОСТ 3063-80		ТК 11															
Допустимое напряжение в тросе, МПа		$\sigma_T=540;$				$\sigma_- =540;$				$\sigma_3=350;$							
Населенная местность	Габаритный пролет, м	355	330	295	265	355	330	295	265	355	330	295	265	355	330	295	265
	Ветровой пролет, м	660	505	405	335	545	505	405	335	375	375	375	335	260	260	260	260
	Весовой пролет, м	940	690	520	405	940	690	520	405	940	690	520	405	940	690	520	405
Марка и сечение провода по ГОСТ 839-80		АС 400/51															
Допустимое напряжение в проводе, МПа		$\sigma_T=126;$				$\sigma_- =126;$				$\sigma_3=84;$							
Марка и сечение троса по ГОСТ 3063-80		ТК 11															
Допустимое напряжение в тросе, МПа		$\sigma_T=540;$				$\sigma_- =540;$				$\sigma_3=350;$							
Населенная местность	Габаритный пролет, м	355	345	315	285	355	345	315	285	355	345	315	285	355	345	315	285
	Ветровой пролет, м	605	475	385	320	485	475	385	320	335	335	335	320	230	230	230	230
	Весовой пролет, м	780	590	455	360	780	590	455	360	780	590	455	360	780	590	455	360

Ветровые пролеты рассчитаны для местности "В" по пункту 2.5.6 ПУЭ 7 издания.

Взам. инв. №

Подп. и дата

в. № подл.

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

26.0069 - ПЗ

Лист

15

Таблица 5 — Моменты $M^{расч}$, кН·м, действующие на одноцепную промежуточную опору ПМ220-1 в ненаселенной и населенной местности, рассчитанные по ПУЭ 7 издания.

Нормативное ветровое давление, W_0 , Па	400				500				650				800			
Нормативная толщина стенки гололеда, $b_э$, мм	10	15	20	25	10	15	20	25	10	15	20	25	10	15	20	25
Марка и сечение провода по ГОСТ 839-80	АС 300/39															
Марка и сечение троса по ГОСТ 3063-80	ТК 11															
Действующий изгибающий момент в ненаселенной местности, кН·м																
Действующий изгибающий момент в населенной местности, кН·м																
Марка и сечение провода по ГОСТ 839-80	АС 400/51															
Марка и сечение троса по ГОСТ 3063-80	ТК 11															
Действующий изгибающий момент в ненаселенной местности, кН·м																
Действующий изгибающий момент в населенной местности, кН·м																

Действующие изгибающие моменты даны для расчетных пролетов, указанных в таблице 2.

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

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

26.0069 - ПЗ

Таблица 6 – Моменты $M^{расч}$, кН·м, действующие на одноцепную промежуточную опору ПМ220-3 в ненаселенной и населенной местности, рассчитанные по ПУЭ 7 издания.

Нормативное ветровое давление, W_0 , Па	400				500				650				800			
Нормативная толщина стенки гололеда, b_3 , мм	10	15	20	25	10	15	20	25	10	15	20	25	10	15	20	25
Марка и сечение провода по ГОСТ 839-80	АС 300/39															
Марка и сечение троса по ГОСТ 3063-80	ТК 11															
Действующий изгибающий момент в ненаселенной и населенной местности, кН·м																
Марка и сечение провода по ГОСТ 839-80	АС 400/51															
Марка и сечение троса по ГОСТ 3063-80	ТК 11															
Действующий изгибающий момент в ненаселенной и населенной местности, кН·м																

Действующие изгибающие моменты даны для расчетных пролетов, указанных в таблице 3, в местности "В" по пункту 2.5.6 ПУЭ 7 издания.

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

Изм.	Кол. вч.	Лист	№ пог.	Полн.	Итого

Таблица 7 – Моменты $M^{расч}$, кН·м, действующие на одноцепную промежуточную опору ПМ220-5 в населенной местности, рассчитанные по ПУЭ 7 издания.

Нормативное ветровое давление, W_0 , Па	400				500				650				800			
	10	15	20	25	10	15	20	25	10	15	20	25	10	15	20	25
Марка и сечение провода по ГОСТ 839-80	АС 300/39															
Марка и сечение троса по ГОСТ 3063-80	ТК 11															
Действующий изгибающий момент в населенной местности, кН·м																
Марка и сечение провода по ГОСТ 839-80	АС 400/51															
Марка и сечение троса по ГОСТ 3063-80	ТК 11															
Действующий изгибающий момент в населенной местности, кН·м																

Действующие изгибающие моменты даны для расчетных пролетов, указанных в таблице 4, в местности "В" по пункту 2.5.6 ПУЭ 7 издания.

№ подл. Подп. и дата Взам. инв. №

--	--	--	--	--	--	--	--

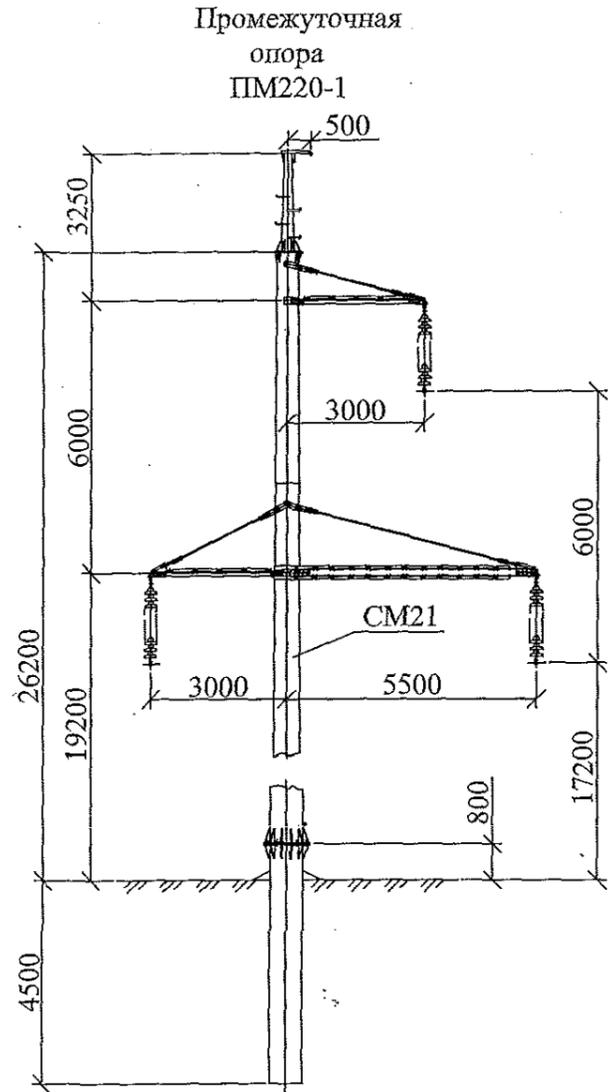
Таблица 8 - Несущая способность закрепления в грунтах одностоечных опор ПМ220-1, ПМ220-3, ПМ220-5 на опрокидывание, кН·м
(при установке опоры на фундаментную трубу Ø 720мм с заполнением пазух котлована песчано-цементной смесью)

Глубина заделки, м.	4,5						
Наименование и виды грунтов	Коэффициент пористости "e"						
Коэффициент пористости грунта	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05
Пески крупные и гравелистые							
Пески средней крупности							
Пески мелкие							
Пески пылеватые							
Супеси 0 < J _L < 0,25							
Супеси 0,25 < J _L < 0,75							
Суглинки 0 < J _L < 0,25							
Суглинки 0,25 < J _L < 0,5							
Суглинки 0,5 < J _L < 0,75							
Глины 0 < J _L < 0,25							
Глины 0,25 < J _L < 0,5							
Глины 0,5 < J _L < 0,75							

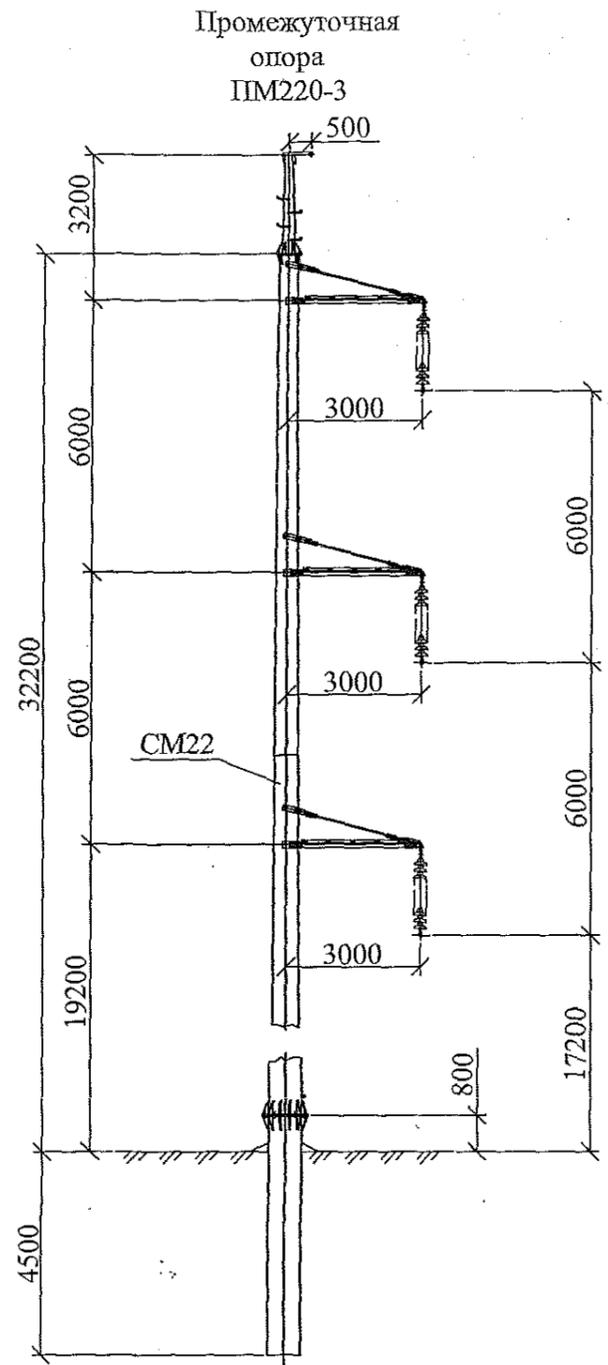
Инв. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. №

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

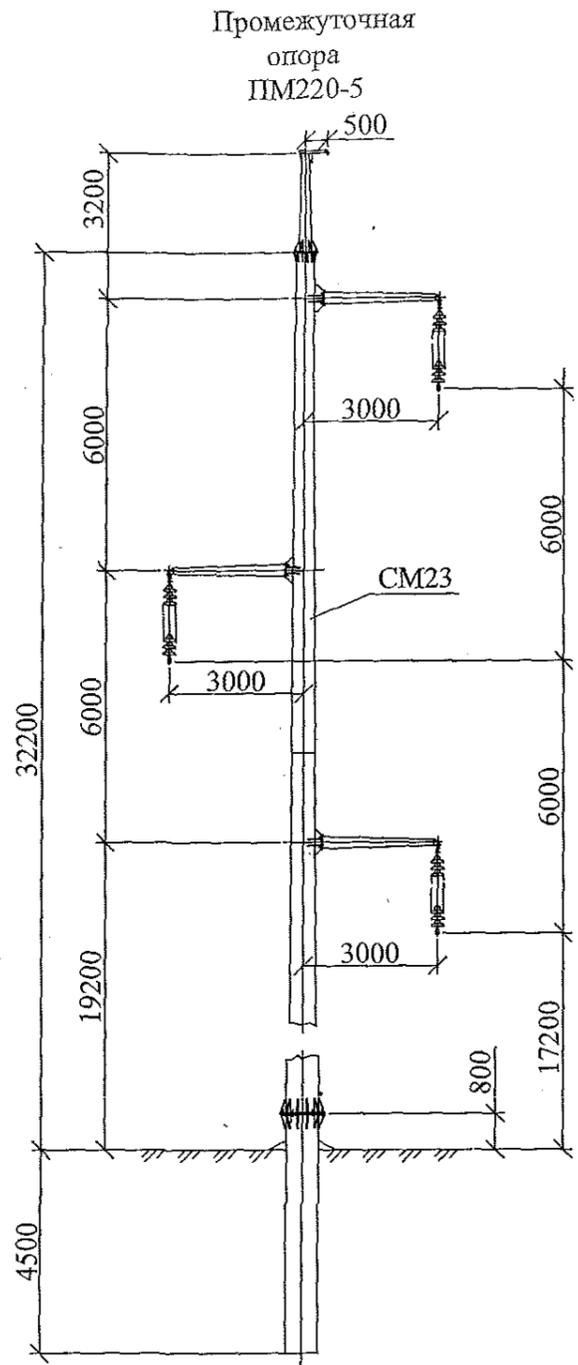
26.0069 - ПЗ



Промежуточная опора ПМ220-1
 ПМ220-1
 см. докум. 26.0069-02
 Ось трассы ВЛ



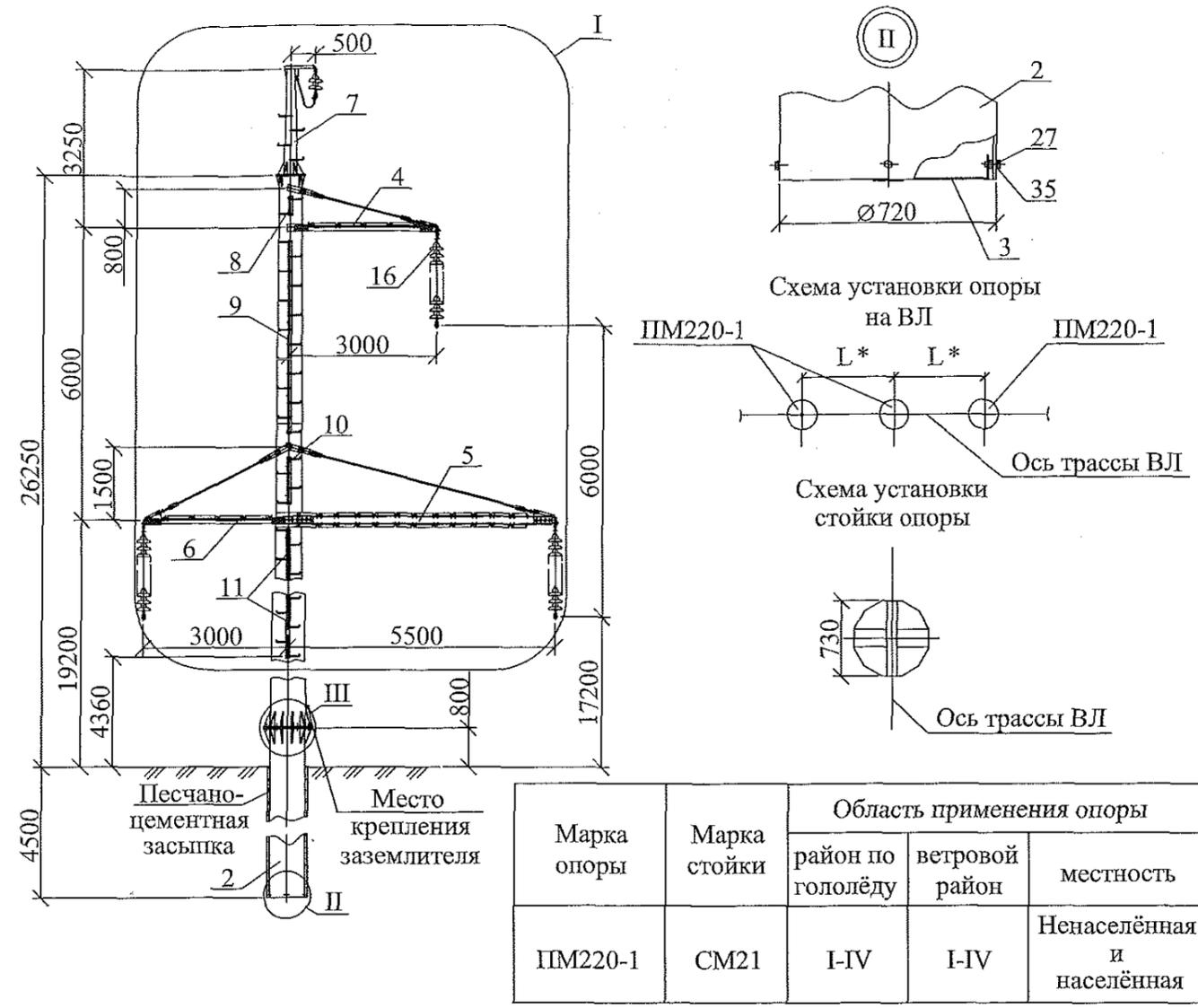
Промежуточная опора ПМ220-3
 ПМ220-3
 см. докум. 26.0069-03
 Ось трассы ВЛ



Промежуточная опора ПМ220-5
 ПМ220-5
 см. докум. 26.0069-04
 Ось трассы ВЛ

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

						26.0069-01			
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Номенклатура опор	Стадия	Лист	Листов
							01		1
							Филиал ОАО "НТЦ электроэнергетики" - РОСЭП		

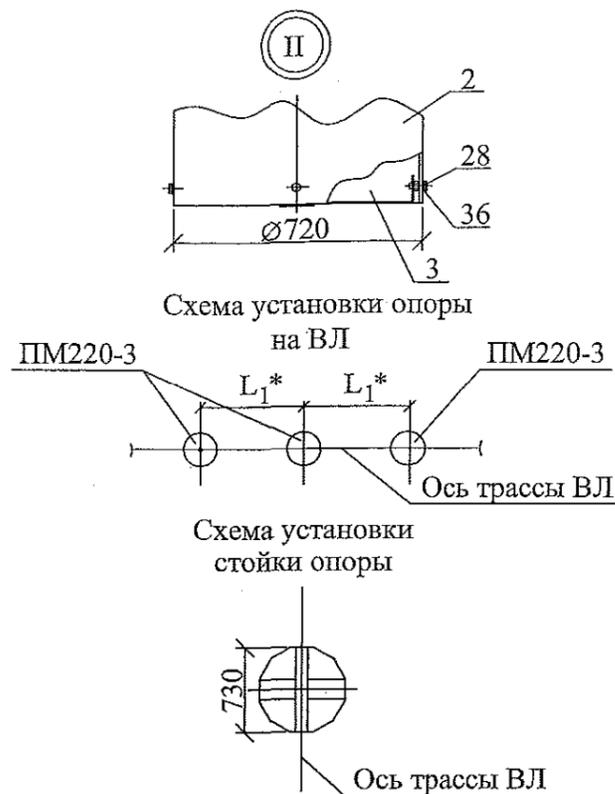
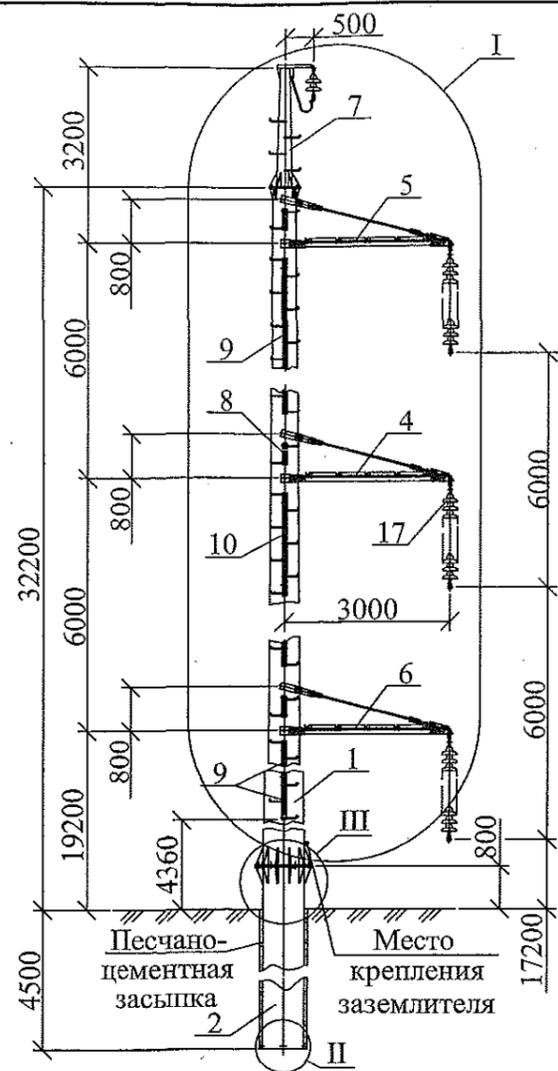


* Пролёты L см. ПЗ.
 ** Допускается применение сварных траверс. См. траверсы с индексом "С".
 *** См. ПЗ.

Чертеж выполнен на трёх листах. Узлы I, III...VI см. лист 2. Узлы VII...X см. лист 3.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Сборочные единицы						
A3		1	26.0033-02	Стойка СМ21	1	2584 кг
A3		2	26.0069-05	Фундамент ФС21	1	942 кг
A3		3	26.0069-06	Диафрагма Д21	1	13,8 кг
A3		4	26.0069-07	Траверса ТМ21**	1	201 кг
A3		5	26.0069-09	Траверса ТМ22**	1	396 кг
A3		6	26.0069-11	Траверса ТМ23**	1	212 кг
A3		7	26.0069-18	Тросостойка ТС21	1	102 кг
A3		8	26.0069-21	Лестница Л21	3	4,3 кг
A3		9	26.0069-22	Лестница Л22	1	39 кг
A3		10	26.0069-23	Лестница Л23	1	10 кг
A3		11	26.0069-24	Лестница Л24	3	45 кг

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
A3		12	26.0069-26	Шпилька ШП21	1	3,5 кг		
A3		13	26.0069-27	Шпилька ШП22	1	3,4 кг		
A3		14	26.0069-28	Шпилька ШП24	1	8,4 кг		
A3		15	26.0069-29	Шпилька ШП25	1	8 кг		
БЧ		16		Поддерживающая гирлянда изоляторов ***	3			
Линейная арматура. Изоляторы								
		17	ТУ 34 13.11421-89	Узел крепления КГП-7-1	4			
		18	ТУ 34-27-10874-84	Изолятор ПС70Д	2			
		19	ТУ 34-13-10272-88	Серьга СР-7-16	1			
		20	ТУ 34-13-11309-88	Ушко однолапчатое У1-7-16	1			
		21	ТУ 34-13-10029-90	Зажим поддерживающий глухой ПГН-2-6А	1			
		22	ТУ 34-27.11002-85	Зажим заземляющий прессуемый ЗПС-70-3В	2			
Стандартные изделия								
		23	ГОСТ7798-70	Болт М48х170	12			
		24	ГОСТ7798-70	Болт М24х90	6			
		25	ГОСТ7798-70	Болт М20х60	7			
		26	ГОСТ7798-70	Болт М16х60	1			
		27	ГОСТ7798-70	Болт М16х40	4			
		28	ГОСТ5915-70	Гайка М48	24			
		29	ГОСТ5915-70	Гайка М24	12			
		30	ГОСТ5915-70	Гайка М20	7			
		31	ГОСТ5915-70	Гайка М16	1			
		32	ГОСТ11371-78	Шайба 48	24			
		33	ГОСТ11371-78	Шайба 24	12			
		34	ГОСТ11371-78	Шайба 20	14			
		35	ГОСТ11371-78	Шайба 16	6			
		36	ГОСТ6402-70	Шайба 16.65Г	1			
Материалы								
		37	ГОСТ3063-80	Трос ТК11 для заземления L=1 м	1			
26.0069-02								
Одноцепные промежуточные опоры ВЛ 220 кВ на базе стальных многогранных стоек								
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			
ГИП	Ударов			<i>Ударов</i>	25.10	Промежуточная опора ПМ220-1		
Н.контр.	Амелина			<i>Амелина</i>	25.10			
Пров.	Гореленко			<i>Гореленко</i>	25.10	Общий вид Схема установки		
Рассчитал	Калабашкин Д			<i>Калабашкин Д</i>	25.10			
Разраб.	Калабашкин			<i>Калабашкин</i>	25.10			
						Стадия	Лист	Листов
						О1	1	3
						Филиал ОАО "НТЦ электроэнергетики" - РОСЭП		



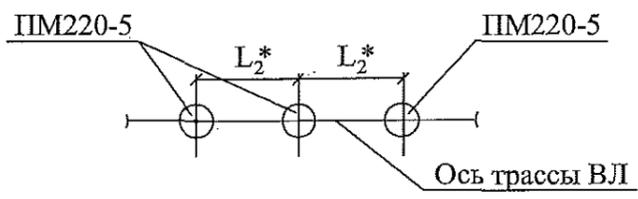
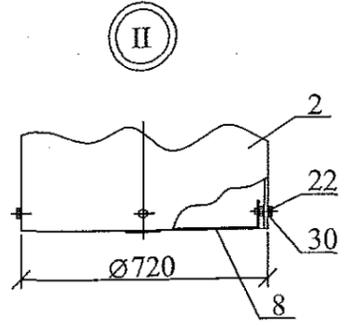
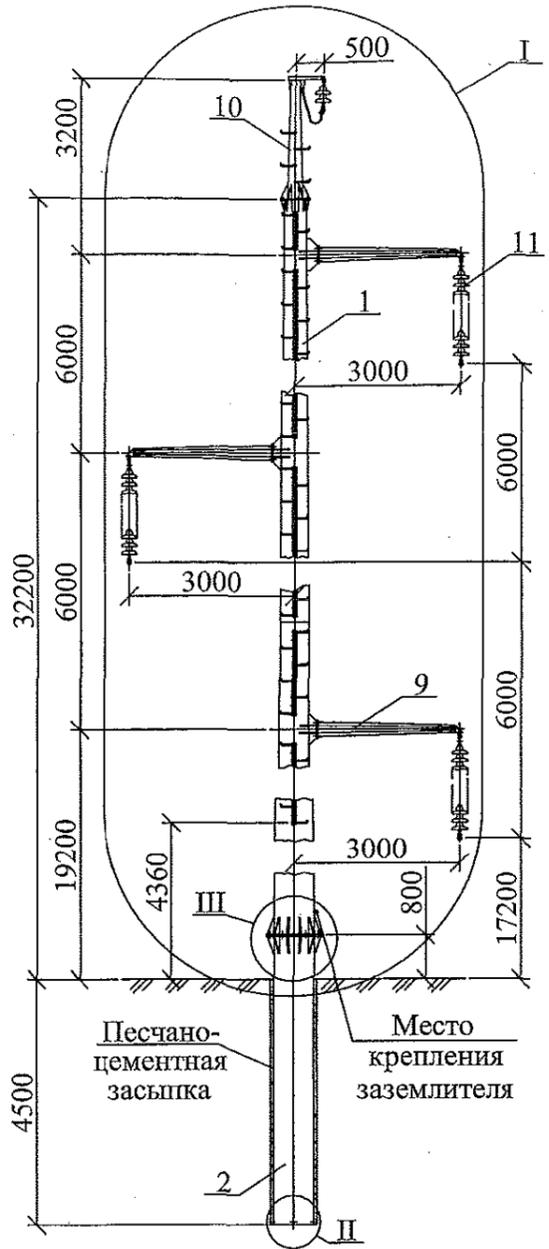
Марка опоры	Марка стойки	Область применения опоры		
		район по гололёду	ветровой район	местность
PM220-3	CM22	I-IV	I-IV	Ненаселённая и населённая

* Пролёты L_1 см. ПЗ.
 Допускается применение сварных траверс. См. траверсы с индексом "С".
 *** См. ПЗ.
 Чертеж выполнен на трёх листах. Узлы I, III...VI см. лист 2. Узлы VII, VIII см. лист 3.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Сборочные единицы						
A3		1	26.0033-08	Стойка CM22	1	2866 кг
A3		2	26.0069-05	Фундамент ФС21	1	942 кг
A3		3	26.0069-06	Диафрагма Д21	1	13,8 кг
A3		4	26.0069-07	Траверса ТМ21**	1	201 кг
A3		5	26.0069-13	Траверса ТМ24**	1	198 кг
A3		6	26.0069-15	Траверса ТМ25**	1	203 кг
A3		7	26.0069-19	Тросостойка ТС22	1	94 кг
A3		8	26.0069-21	Лестница Л21	3	4,3 кг
A3		9	26.0069-24	Лестница Л24	4	45 кг
A3		10	26.0069-25	Лестница Л25	1	45 кг
A3		11	26.0069-26	Шпилька ШП21	1	3,5 кг
A3		12	26.0069-27	Шпилька ШП22	1	3,4 кг
A3		13	26.0069-27	Шпилька ШП23	1	3,3 кг

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A3		14	26.0069-28	Шпилька ШП24	1	8,4 кг
A3		15	26.0069-29	Шпилька ШП25	1	8 кг
A3		16	26.0069-29	Шпилька ШП26	1	7,7 кг
БЧ		17		Поддерживающая гирлянда изоляторов ***	3	
Линейная арматура. Изоляторы						
		18	ТУ 34 13.11421-89	Узел крепления КГП-7-1	4	
		19	ТУ 34-27-10874-84	Изолятор ПС70Д	2	
		20	ТУ 34-13-10272-88	Серьга СР-7-16	1	
		21	ТУ 34-13-11309-88	Ушко однолапчатое У1-7-16	1	
		22	ТУ 34-13-10029-90	Зажим поддерживающий глухой ПН-2-6А	1	
		23	ТУ 34-27.11002-85	Зажим заземляющий прессируемый ЗПС-70-3В	2	
Стандартные изделия						
		24	ГОСТ7798-70	Болт М48х170	12	
		25	ГОСТ7798-70	Болт М24х90	6	
		26	ГОСТ7798-70	Болт М20х60	12	
		27	ГОСТ7798-70	Болт М16х60	1	
		28	ГОСТ7798-70	Болт М16х40	4	
		29	ГОСТ5915-70	Гайка М48	24	
		30	ГОСТ5915-70	Гайка М24	12	
		31	ГОСТ5915-70	Гайка М20	12	
		32	ГОСТ5915-70	Гайка М16	1	
		33	ГОСТ11371-78	Шайба 48	24	
		34	ГОСТ11371-78	Шайба 24	12	
		35	ГОСТ11371-78	Шайба 20	24	
		36	ГОСТ11371-78	Шайба 16	6	
		37	ГОСТ6402-70	Шайба 16.65Г	1	
Материалы						
		38	ГОСТ3063-80	Трос ТК11 для заземления L=1 м	1	

26.0069-03							
Одноцепные промежуточные опоры ВЛ 220 кВ на базе стальных многогранных стоек							
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		
Промежуточная опора ПМ220-3					Стадия	Лист	Листов
					О1	1	3
Общий вид Схема установки					Филиал ОАО "НТЦ электроэнергетики" - РОСЭП		
ГИП	Ударов			25.10			
Н. контр.	Амелина			25.10			
Пров.	Гореленко			25.10			
Рассчитал	Калабашкин Д			25.10			
Разраб.	Калабашкин			25.10			



Марка опоры	Марка стойки	Область применения опоры		
		район по гололёду	ветровой район	местность
PM220-5	CM23	I-IV	I-IV	Ненаселённая и населённая

* Пролеты L₂ см. ПЗ.
 ** См. ПЗ.
 Чертеж выполнен на двух листах. Узлы I, III...VII см. лист 2.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A3		9	26.0069-17	Траверса ТМ26	3	82 кг
A3		10	26.0069-19	Тросостойка ТС22	1	94 кг
БЧ		11		Поддерживающая гирлянда изоляторов **	3	
Линейная арматура. Изоляторы						
		12	ТУ 34 13.11421-89	Узел крепления КГП-7-1	4	
		13	ТУ 34-27-10874-84	Изолятор ПС70Д	2	
		14	ТУ 34-13-10272-88	Серьга СР-7-16	1	
		15	ТУ 34-13-11309-88	Ушко однолапчатое У1-7-16	1	
		16	ТУ 34-13-10029-90	Зажим поддерживающий глухой ПГН-2-6А	1	
		17	ТУ 34-27.11002-85	Зажим заземляющий прессуемый ЗПС-70-3В	2	
Стандартные изделия						
		18	ГОСТ7798-70	Болт М48х170	12	
		19	ГОСТ7798-70	Болт М24х90	24	
		20	ГОСТ7798-70	Болт М20х60	22	
		21	ГОСТ7798-70	Болт М16х60	1	
		22	ГОСТ7798-70	Болт М16х40	4	
		23	ГОСТ5915-70	Гайка М48	24	
		24	ГОСТ5915-70	Гайка М24	48	
		25	ГОСТ5915-70	Гайка М20	22	
		26	ГОСТ5915-70	Гайка М16	1	
		27	ГОСТ11371-78	Шайба 48	24	
		28	ГОСТ11371-78	Шайба 24	48	
		29	ГОСТ11371-78	Шайба 20	44	
		30	ГОСТ11371-78	Шайба 16	2	
		31	ГОСТ6402-70	Шайба 16.65Г	1	
Материалы						
		32	ГОСТ3063-80	Трос ТК11 для заземления L=1м	1	

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Сборочные единицы						
A3		1	26.0033-11	Стойка CM23	1	2919 кг
A3		2	26.0069-05	Фундамент ФС21	1	942 кг
A3		3	26.0069-24	Лестница Л24	3	45 кг
A3		4	26.0069-35	Лестница Л26	1	7,1 кг
A3		5	26.0069-36	Лестница Л27	1	52,8 кг
A3		6	26.0069-37	Лестница Л28	1	25,6 кг
A3		7	26.0069-38	Лестница Л29	1	15,5 кг
A3		8	26.0069-06	Диафрагма Д21	1	13,8 кг

26.0069-04

Одноцепные промежуточные опоры ВЛ 220 кВ на базе стальных многогранных стоек

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Промежуточная опора ПМ220-5	Стадия	Лист	Листов
								O1	1

Общий вид
Схема установки

Филиал ОАО "НТЦ электроэнергетики"- РОСЭП

Изм. уч. Подп. Имя-Фамилия-Инициалы Дата