



ОАО «ФИРМА ОРГРЭС»

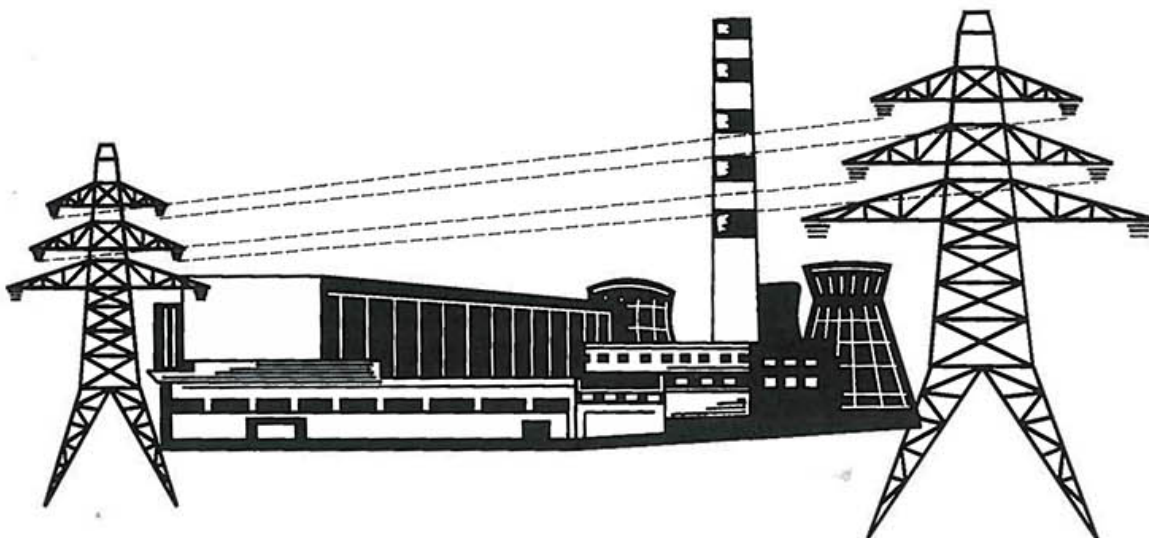
«ФИРМА ПО НАЛАДКЕ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ
И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И СЕТЕЙ ОРГРЭС»

Россия, 107023, Москва, Семеновский пер., д. 15
Телефон: (495) 223-41-14, Факс: (495) 926-30-43
E-mail: orgres@orgres-f.ru [http:// www.orgres-f.ru](http://www.orgres-f.ru)

Протокол №2015.114.030

**механических испытаний стальной промежуточной
многогранной двухцепной опоры ПМ35-4
производства ООО «СЗМК - ГлобалСталь»**

Договор №2015.114.005



Москва – 2015 г.

1 Испытательная организация

Испытательная лаборатория ОАО «Фирма ОРГРЭС» зарегистрирована в Системе добровольной сертификации в электроэнергетике «ЭнСЕРТИКО», Свидетельство о наделении полномочиями на право проведения испытаний РНУ № ИЛ 03261213 от 26.12.2013 г.

Сертификат соответствия системы менеджмента требованиям стандарта ISO9001:2008 на «Инжиниринговые услуги по проектированию, исследованию, пуско-наладочным работам и испытаниям систем и оборудования в электроэнергетике», регистрационный номер ТИС 15 100 117 607.

Адрес ОАО «Фирма ОРГРЭС»: 107023, г. Москва, Семёновский пер., 15.

2 Объект испытаний

2.1 На испытание представлен образец стальной многогранной двухцепной опоры типа ПМ35-4 (рисунок 1).

Опора разработана ОАО «ФСК ЕЭС» в составе проекта «Стальные многогранные двухцепные опоры ВЛ 10 – 35 кВ» шифр 22.0098.

Опора представляет собой гибкую свободностоящую конструкцию, состоящую из стальной многогранной конической стойки СМ2 с шестью консольными траверсами.

Ствол опоры длиной 22,6 м в сечении имеет правильный двенадцатигранник и состоит из двух секций длиной по 11800 мм. Соединение секций между собой телескопическое с длиной стыка 1000 ± 50 мм. Рекомендуется соединение секций проводить с усилием 10 тс.

Диаметр комля стойки – 620 мм, вершины – 200 мм. Толщина стенки секций – 5 мм.

Расчетный изгибающий момент опоры ПМ35-4 на уровне земли равен 300 кН м.

Общий вес опоры с цинковым покрытием – 1 476 кг.

2.2 Материал основных элементов конструкции - сталь С345 по ГОСТ 27772-88*; болты класса прочности 10.9 и 8.8 по ГОСТ 7798-70 с гайками класса прочности 10 и 8 по ГОСТ 5915-70 и круглыми шайбами по ГОСТ 11371-88.

Опора изготовлена под горячую оцинковку с толщиной не менее 60 -100 мкм.

2.3 Опора устанавливается в пробуренный котлован на глубину 3,0 м. На испытание представлен образец опоры с фланцевым соединением с фундаментом.

2.4 Опора изготовлена ООО «СЗМК - ГлобалСталь» (630056, г. Новосибирск, ул. Софийская, 14/4).

Комплект опоры представлен на чертежах 22.0098-03-01 СБ, 22.0098-28 СБ, 22.0098-34 СБ, 22.0098-22 СБ, 0098-36 СБ, 22.0098-38 СБ, 22.0098-41 СБ, 22.0098-42 СБ, 22.0098-58 СБ, 22.0098-62 СБ, 22.0098-63 СБ, 22.0098-66 СБ, 22.0098-67 СБ.

2.5 Опора ПМ35-4 рассчитана по ПУЭ 7-го издания для следующих условий, приведенных в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Нормативы	ПУЭ- 7-го издания «Воздушные линии электропередачи»
Расчетные климатические условия	Район по ветру I- IV $W_0 = 400-800$ ПА
	Район по гололеду I-V $b_0 = 10 - 30$ мм
Марка провода	АС70/11, АС95/16, АС120/19, АС150/24

3 Место испытаний

3.1 Центр инжиниринга воздушных линий электропередачи (ЦИВЛ) ОАО «Фирма ОРГРЭС».

Адрес: 141372, г. Хотьково, пос. ОРГРЭС.

3.2 Испытания проводились на основании Договора № 2015.114.005 от 30.01.2015 г.

4 Заказчик

Общество с ограниченной ответственностью «Сибирский завод металлоконструкций «Глобал Сталь» (ООО «СЗМК - ГлобалСталь»)

Адрес: 630056, г. Новосибирск, ул. Софийская, 14/4

5 Дата испытаний

Начало испытаний - «26» мая 2015 г.

Окончание испытаний - «26» мая 2015 г.

6 НД, на соответствие которым проводились испытания

Испытания опоры ПМ35-4 проводились на соответствие:

- «Программе механических испытаний стальной многогранной двухцепной промежуточной опоры ПМ35-4 производства ООО «СЗМК - ГлобалСталь», разработанной ОАО «Фирма ОРГРЭС» и согласованной Заказчиком;

- «Рабочей методике механических испытаний элементов линий электропередачи МТ 701.000.0071-86, п. 8;
- СП 16.13330.2011 «Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*»;
- «Правилам устройства электроустановок» ПУЭ-7.

7 Цель испытаний, общие критерии испытаний

Механические испытания опоры ПМ35-4 проводились с целью определения:

- качества изготовления и возможности ее монтажа;
- *прочности* - в течение 1-й минуты опора должна выдержать предельные нагрузки, равные 102,5 % от расчетных (МЭК п.6, СП 16.13330.2011*), во всех режимах без видимых деформаций и разрушений элементов или составляющих частей,
- *деформативности* - предельное нормативное отклонение вершины стойки опоры при нормативных нагрузках нормальных режимов не должно превышать 392 мм ($f_{упр} = h/50 = 19600/50 = 392$ мм; где h – высота стойки в мм, МТ701.000.0071-86, п. 8.2.1), а остаточные горизонтальные перемещения верха ствола опоры после разгрузки в нормальных режимах не должны превышать 78 мм ($f_0 = 0,2 f_{упр}$);
- *эксплуатационной пригодности* – оценивается по результатам испытаний.

8 Условия проведения испытаний

8.1 Испытания опоры ПМ35-4 проводились на жестком основании.

8.2 Климатические условия при испытаниях:

- температура окружающего воздуха - + 25° С;
- скорость ветра – 1 ÷ 2 м/сек.

9 Методы испытаний

Испытания опоры ПМ35-4 проводились согласно:

- Стандарту МЭК «Испытания опор воздушных линий электропередачи механическими нагрузками» (Публикация 652, издание первое), п.п. 3-5;
- «Рабочей методике механических испытаний элементов линий электропередачи» МТ701.000.0071-86, п.п. 4-6.

10 Программа испытаний

10.1 Перед испытанием опоры ПМ35-4 производилось ее освидетельствование:

- проверка соответствия фактических размеров элементов конструкций проектным;
- оценка технического состояния конструкции опоры, качества изготовления и монтажа.

10.2 Подъем опоры осуществлялся краном. Опора закреплялась на ручьях силового пола через переходник, *рисунок 2 (фото)*.

10.3 Опора ПМ35-4 испытывалась в 4 наиболее нагруженных режимах:

Схема 1 - Нормальный режим. Максимальный ветер

Провода не оборваны, район по гололеду II, район по ветру III, провод АС150/24. $b_3 = 0$, $W_0 = 650$ Па, расчетный пролет $L_p = 145$ м

Схема 2 - Нормальный режим. Ветер при гололеде I

Провода не оборваны, район по гололеду VI, район по ветру IV, провод АС150/24. $b_3 = 35$, $W_0 = 200$ Па, расчетный пролет $L_p = 67$ м

Схема 3 – Аварийный режим. Обрыв верхней фазы провода

Провода свободны от гололеда, $b_3 = 0$.
Скоростной напор ветра $W_0 = 0$.

Схема 4 – Аварийный режим. Обрыв средней фазы провода

Провода свободны от гололеда, $b_3 = 0$.
Скоростной напор ветра $W_0 = 0$.

Расчетные и испытательные схемы в каждом расчетном режиме при испытании опоры приведены на *рисунках 2 и 3*, общая схема испытаний – на *рисунке 4*.

10.4 Нагрузки задавались натяжением силовых тросов электрическими лебедками с пульта управления ступенями 25%, 50%, 85%, 95%, 100%, 102,5% от расчетных значений. На каждой ступени загрузки фиксировались горизонтальные перемещения стойки опоры.

Нормативная нагрузка – 85% от расчетной (ПУЭ 7 п.п. 2.5.62), предельная нагрузка – 102,5% (СП 16.13330.2011 для сталей ГОСТ 27772-88* коэффициент надежности материала равен 1,025).

На каждой ступени загрузки опора выдерживалась под нагрузкой в течение времени, необходимого для снятия отсчетов.

10.5 Опора считается выдержавшей испытания, если предельное горизонтальное отклонение верха стойки при нормативных нагрузках нормальных режимов не превышает – 392 мм, а остаточные прогибы не превышают – 78 мм и в течение одной минуты при предельных нагрузках во всех режимах не зафиксировано деформаций в элементах опоры.

11 Средства испытаний

Тензорезисторные электродинамометры марки Д 10№4, Д 10№5, Д 10№9, Д 10№14, Д 20№2, Д 20№3, Д 20№6. Класс точности – второй, допустимая погрешность измерения $\pm 2\%$.

Дата поверки электродинамометров	– 27.05.2014 г.
Теодолит Т15 №32982,	дата поверки – 27.03.2015 г.
Линейка измерительная	дата поверки – 07.02.2014 г.
Анемометр ручной МС-13	дата поверки – 26.08.2014 г.
Штангенциркуль	дата поверки – 07.02.2014 г.
Секундомер СОСпр «АГАТ»	дата поверки – 08.08.2014 г.

12 Результаты испытаний

12.1 Освидетельствование конструкции

При приемке опоры ПМ35-4 на стенде установлено:

опора изготовлена в соответствии с конструкторскими чертежами – основные геометрические размеры соответствуют размерам, указанным в чертежах, прогибы деталей отсутствуют, траверсы, тяги и хомуты – оцинкованы, ствол опоры – не оцинкован;

- сварные швы - имеют гладкую поверхность с плавным переходом к основному металлу без видимых прожогов, сужений, перерывов, наплывов, шлаковых включений, пор. Места швов и около шовной зоны не имеют трещин;

- отклонения диаметров отверстий под анкерные болты не превышают + 2 мм,
- качество изготовления хорошее.

Стыковка секций выполнялась двумя ручными цепными таями, собранными с диаметрально противоположных сторон. Стягивание секций производилось до стабилизации перемещений в телескопическом стыке. Длина стыка составила 1100 мм.

Узлы собранной опоры и подъем показаны на *рисунках 5 и 6 (фото)*.

Общий вид смонтированной опоры ПМ35-4 на стенде ОАО «Фирма ОРГРЭС» приведен на *рисунке 7 (фото)*.

12.2 Проверка прочности

Испытания опоры ПМ35-4 в расчетных режимах приведены на *рисунке 8 (фото)*.

Величины предельных нагрузок (102,5 %) при испытании в расчетных режимах приведены в *таблицах 2 - 5*.

Схема 1. Нормальный режим. Максимальный ветер, направленный под углом 90° к оси ВЛ

Т а б л и ц а 2

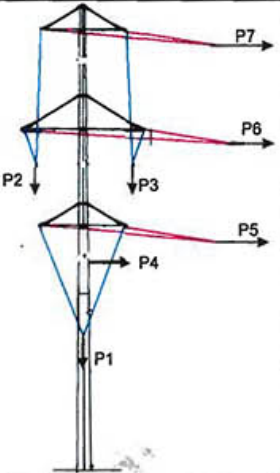
Испытываемый параметр (характеристика) номер пункта требований по НД	Численное значение по НД	Допуск по НД	Факти- ческое значение	Погреш- ность	Заклучение о соответствии (несоответствии) НД	
 <p>Прочность СП 16.13330.2011 при предельных нагрузках 102,5 %, кгс:</p>	P1	226	226		Соответствует требованиям НД (потеря устойчивости элементов отсутствует)	
	P2	226	226			
	P3	226	226			
	P4	1066	±2%			1066
	P5	390	390			
	P6	390	390			
	P7	390	390			

Схема 2. Нормальный режим. Максимальный гололед при ветре, направленном под углом 90° к оси ВЛ

Т а б л и ц а 3

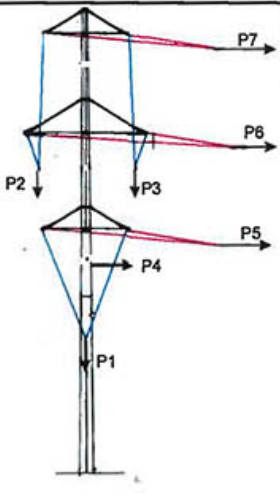
Испытываемый параметр (характеристика) номер пункта требований по НД	Численное значение по НД	Допуск по НД	Факти- ческое значение	Погреш- ность	Заклучение о соответствии (несоответствии) НД	
 <p>Прочность СП 16.13330.2011 при предельных нагрузках 102,5 %, кгс:</p>	P1	1886	1886		Соответствует требованиям НД (потеря устойчивости элементов отсутствует)	
	P2	1886	1886			
	P3	1886	1886			
	P4	328	±2%			328
	P5	472	472			
	P6	472	472			
	P7	472	472			

Схема 3. Аварийный режим. Оборван провод на верхней траверсе

Т а б л и ц а 4

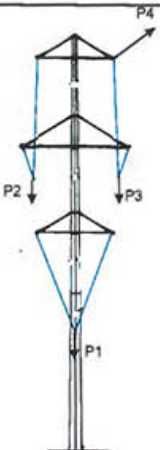
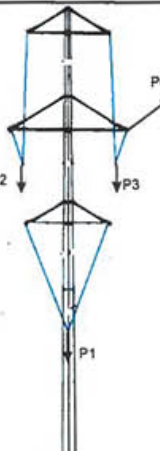
Испытываемый параметр (характеристика) номер пункта требований по НД	Численное значение по НД	Допуск по НД	Фактическое значение	Погрешность	Заключение о соответствии (несоответствии) НД
	Прочность СП 16.13330.2011 при предельных нагрузках 102,5 %, кгс:				Соответствует требованиям НД (потеря устойчивости элементов отсутствует)
	P1	226		226	
	P2	226		226	
	P3	170	±2%	170	
	P4	656		656	

Схема 4. Аварийный режим. Оборван провод на средней траверсе

Т а б л и ц а 5

Испытываемый параметр (характеристика) номер пункта требований по НД	Численное значение по НД	Допуск по НД	Фактическое значение	Погрешность	Заключение о соответствии (несоответствии) НД
	Прочность СП 16.13330.2011 при предельных нагрузках 102,5 %, кгс:				Соответствует требованиям НД (потеря устойчивости элементов отсутствует)
	P1	226		226	
	P2	226		226	
	P3	170	±2%	170	
	P4	656		656	

12.3 Проверка деформативности

12.3.1 Деформативность опоры ПМ35-4 определялась по горизонтальным перемещениям верха стойки вдоль оси траверс, измеренным теодолитом по рейке с миллиметровыми делениями.

Горизонтальные перемещения приведены на рисунках 9 и 10.

Отклонения верха стойки, замеренные при нормативных нагрузках в нормальных режимах и остаточный прогиб, приведены в таблице 6.

Т а б л и ц а 6

Испытываемый параметр (характеристика) номер пункта требований по НД	Численное значение по НД, мм	Допуск по НД	Фактическое значение, мм	Погрешность	Заключение о соответствии (несоответствии) расчетам
Предельное отклонение верха стойки опоры вдоль траверс при нормативных нагрузках (МТ701.000.0071 - 86, п. 8.2.1) 85 %: Схема 1 Схема 2	392	25 мм	401 385	±3%	Соответствует НД (предельные отклонения верха опоры в нормальных режимах соответствуют допустимым значениям)
Остаточный прогиб верха стойки опоры Схема 1 Схема 2	78	±2%	38 8	±3%	Соответствует НД (остаточный прогиб не превышает нормативного значения)

12.3.2 В аварийных режимах максимальное отклонение вершины при предельных нагрузках составило в режиме по схеме 3 - 439 мм (остаточный прогиб - 25 мм), по схеме 4 - 226 мм (остаточный прогиб - 0 мм).

В аварийных режимах прогибы опор не нормируются.

13 Заключение

Стальная многогранная двухцепная опора типа ПМ35-4 производства ООО «СЗМК - ГлобалСталь» соответствует по прочности и деформативности требованиям, приведенным в п. 7 данного протокола.

- Примечания: 1. Протокол касается только опоры, подвергнутой испытанию.
2. Снятие копии в целом или перепечатка отдельных листов протокола без разрешения испытательной лаборатории не допускаются.

Заместитель начальника ЦИВЛ
« 26 » 05 2015 г.

Л.А. Дубинич



Испытатели:

Старший мастер



А.В. Раков

Инженер



А.А. Раков

Техник



К.А. Каверин

Техник



С.А. Каверин

Техник



Д.В. Серезкин

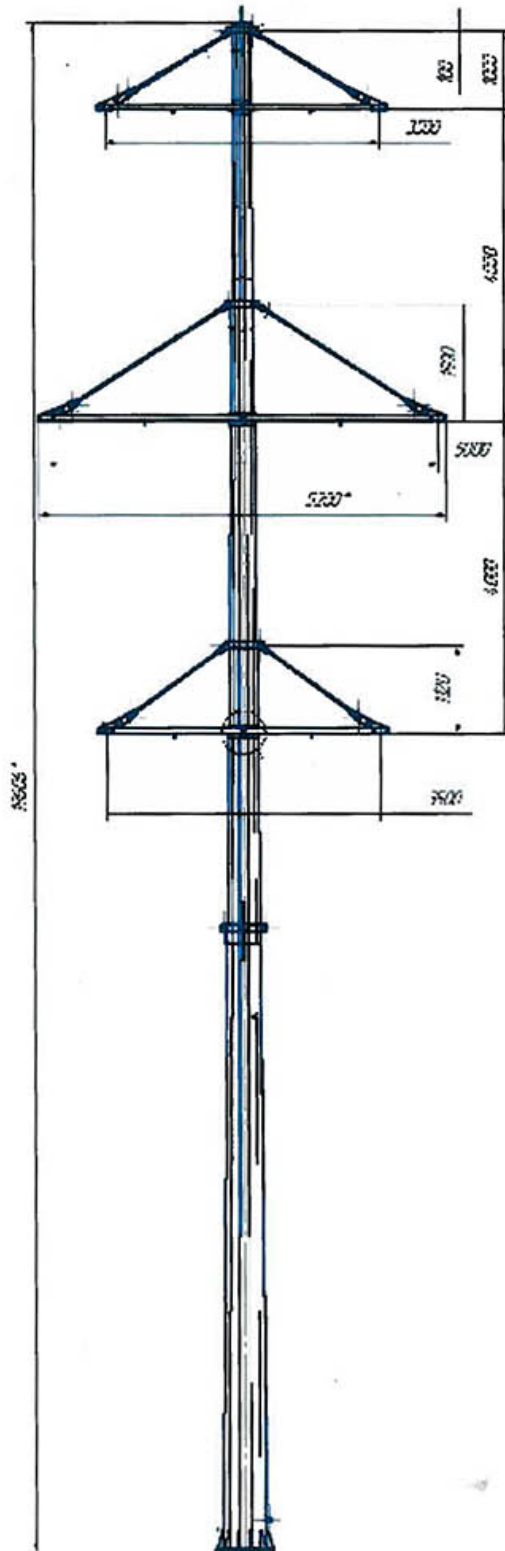
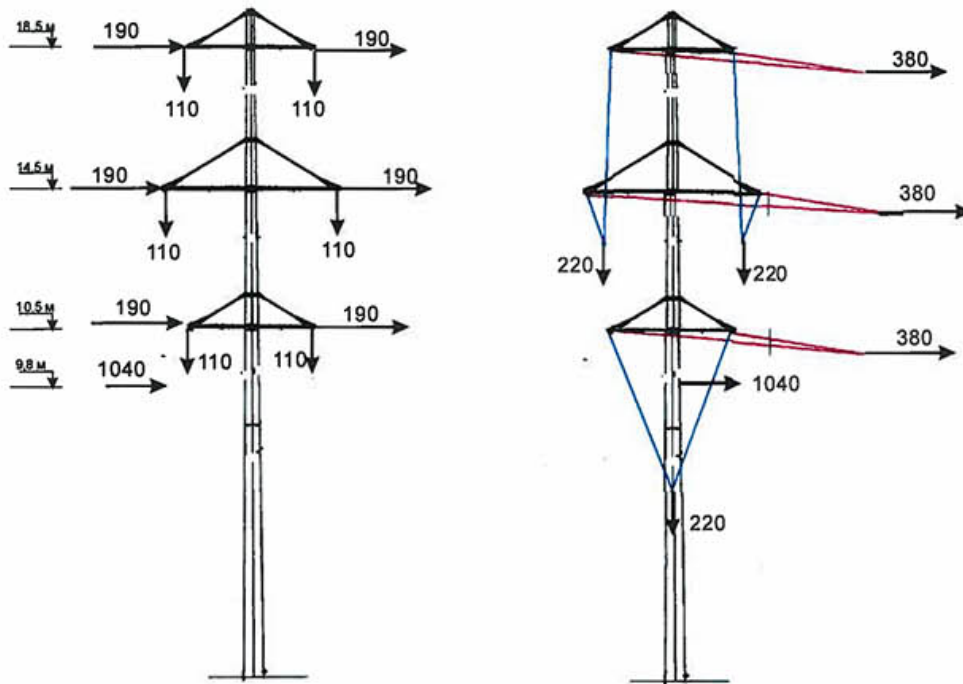


Рисунок 1 - Общий вид стальной многогранной двухцепной опоры типа ПМ35-4

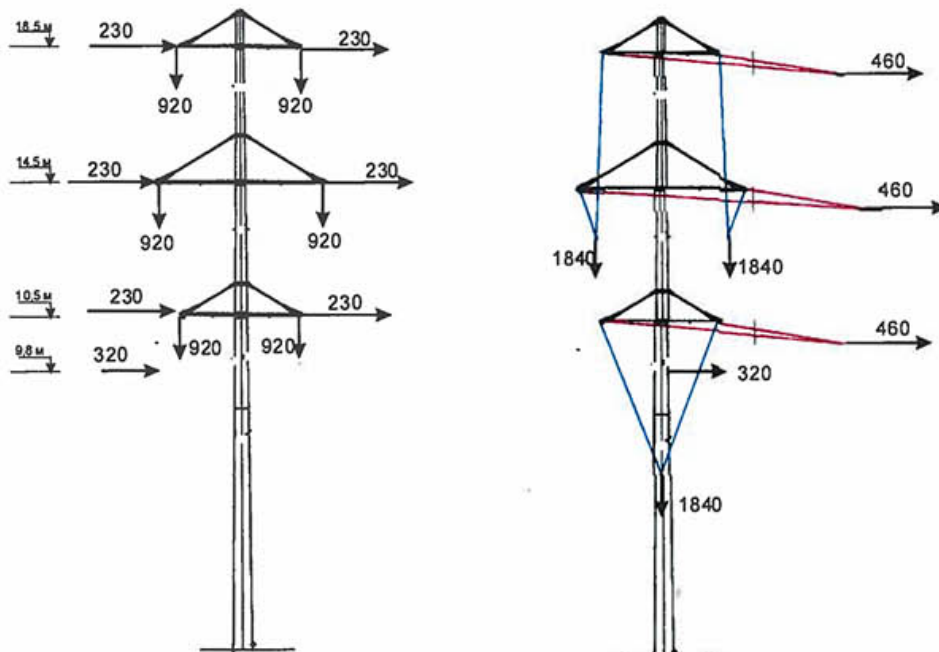
Схема 1 - нормальный режим, максимальный ветер



Расчетные нагрузки

Испытательные нагрузки

Схема 2 - нормальный режим, гололед с ветром



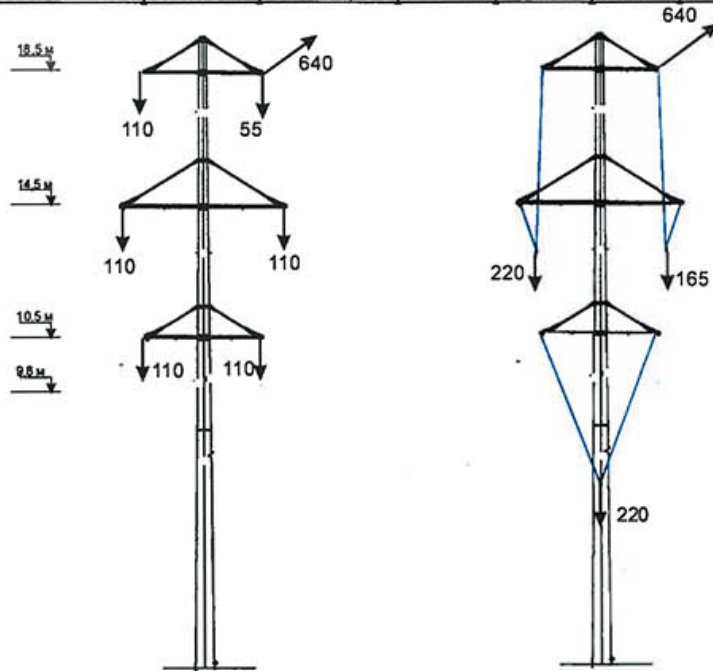
Расчетные нагрузки

Испытательные нагрузки

Нагрузки указаны в кгс

Рисунок 2 - Расчетные (100%) и испытательные нагрузки при испытании опоры ПМ35-4 в нормальных режимах

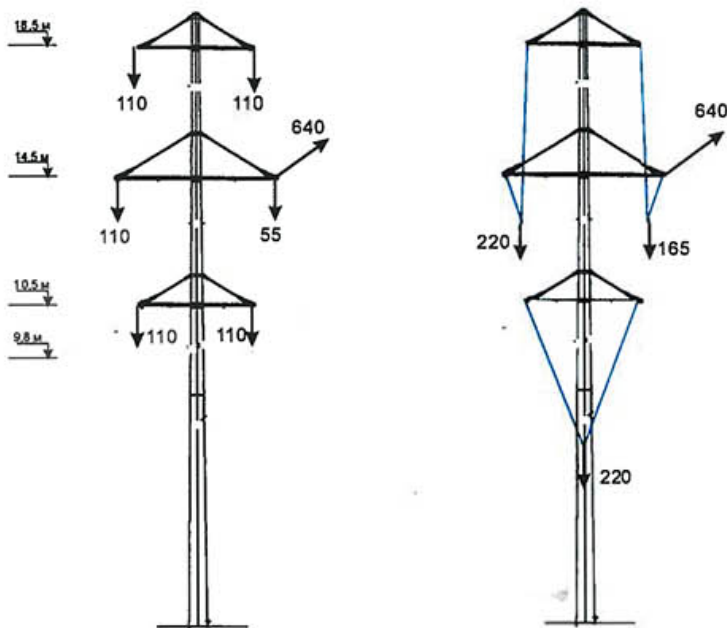
Схема 3 - аварийный режим, обрыв верхней фазы провода



Расчетные нагрузки

Испытательные нагрузки

Схема 4 - аварийный режим, обрыв средней фазы провода



Расчетные нагрузки

Испытательные нагрузки

Нагрузки указаны в кгс

Рисунок 3 - Расчетные (100%) и испытательные нагрузки при испытании опоры ПМ35-4 в аварийных режимах

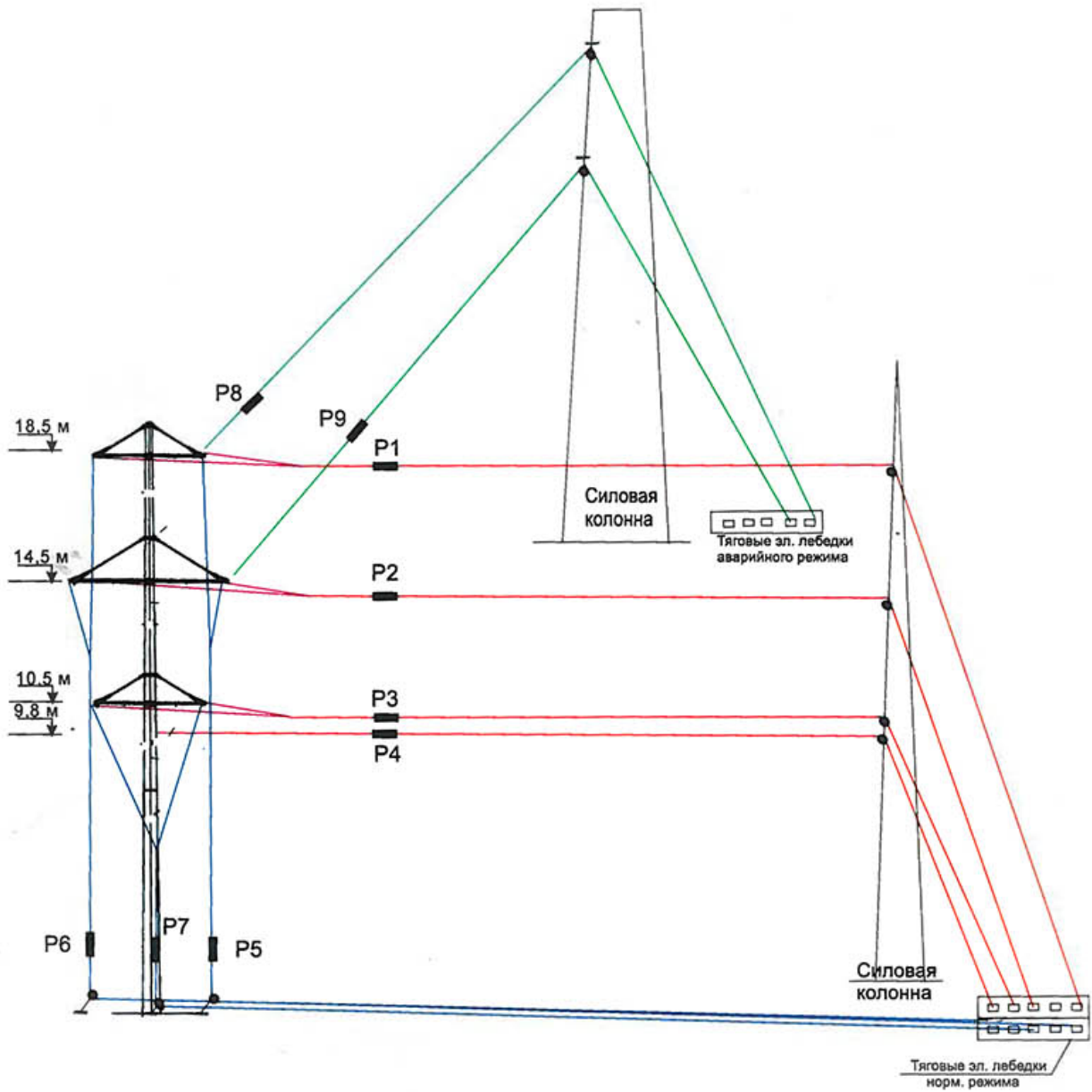


Рисунок 4 – Общая схема задания нагрузок при испытании опоры ПМ35-4



Рисунок 5 - Узлы сборной опоры ПМ25 А



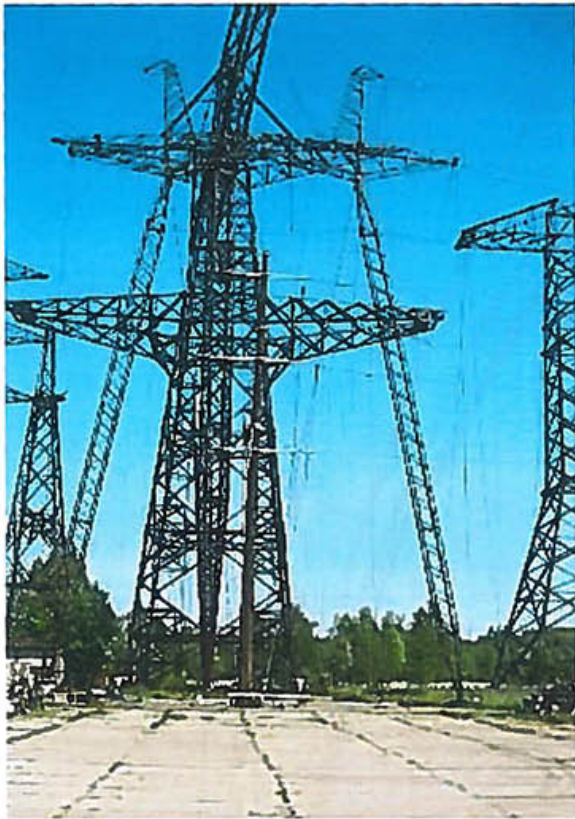
Подъем опоры



Рисунок 6 - Подъем опоры ПМ35-4



Рисунок 7 – Общий вид стальной многогранной двухцепной промежуточной опоры ПМ35-4, установленной на стенде ОАО «Фирма ОРГРЭС»



Нормальный режим. Схема 1



Нормальный режим. Схема 2

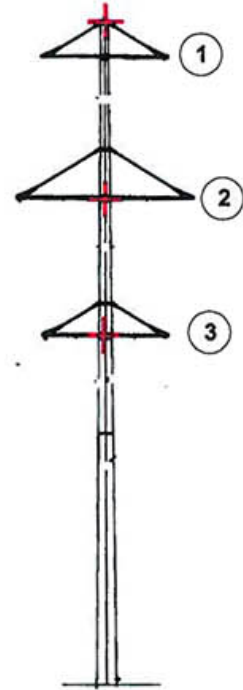
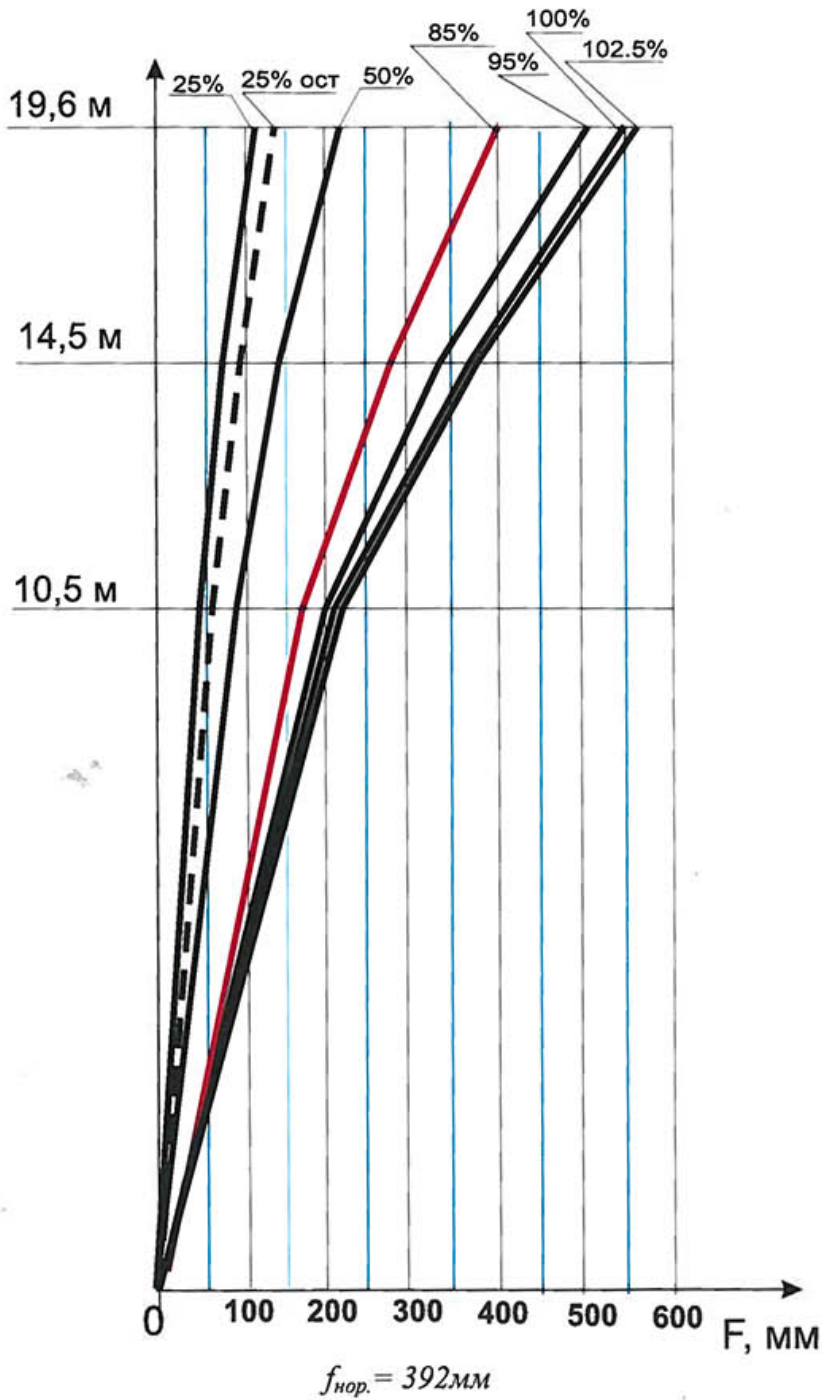


Аварийный режим. Схема 3



Аварийный режим. Схема 4

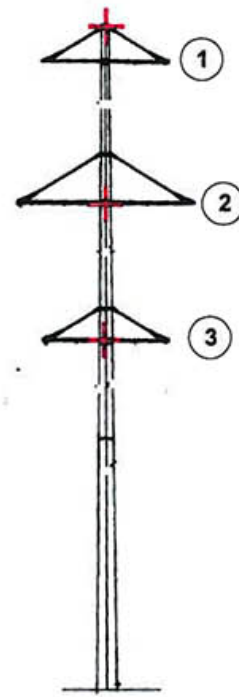
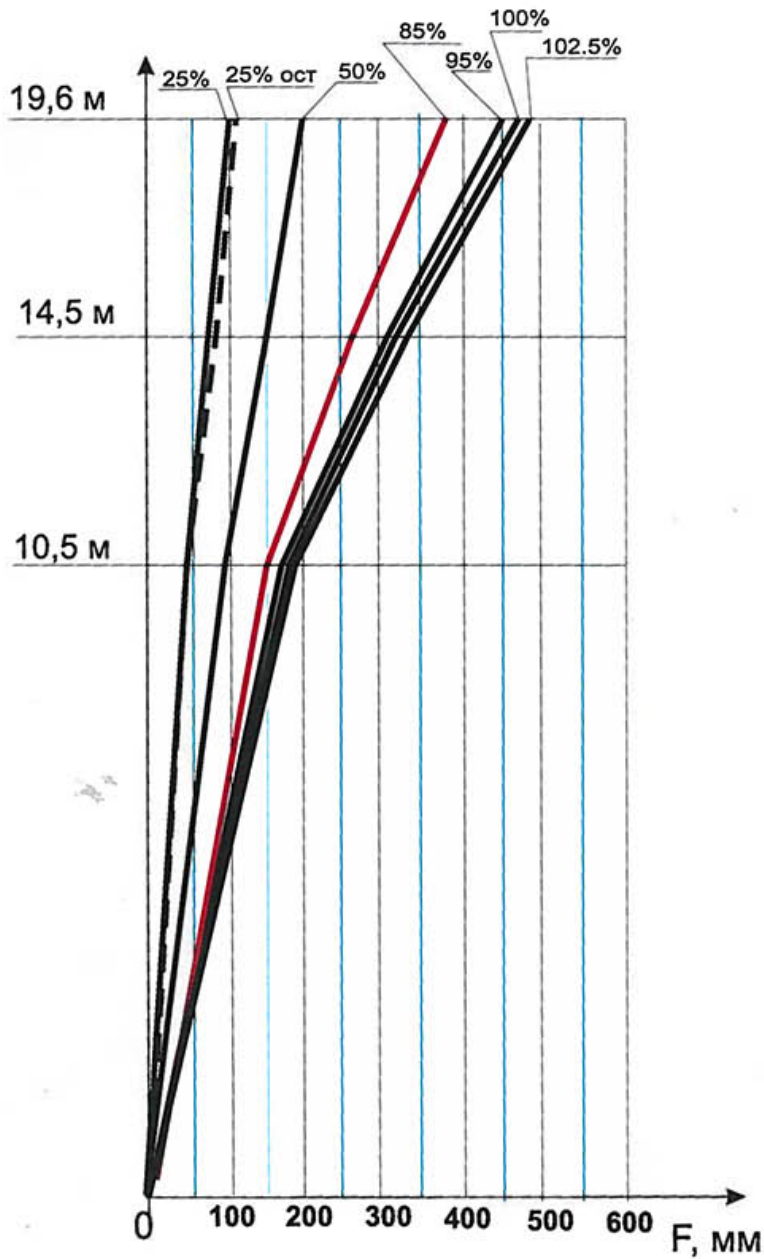
Рисунок 8 - Испытание опоры ПМ35-4 в расчетных режимах



Горизонтальные перемещения ствола промежуточной опоры вдоль траверс, мм

№ точки	25%	50%	85%	95%	100%	102,5%	25%
1	106	212	401	500	548	560	144
2	73	146	279	336	367	377	97
3	45	90	167	203	221	227	59

Рисунок 9 - Горизонтальные перемещения верха ствола при испытании опоры ПМ35-4 в нормальном режиме. Схема 1



$f_{нор.} = 392 \text{ мм}$

Горизонтальные перемещения ствола промежуточной опоры вдоль траверс, мм

№ точки	25%	50%	85%	95%	100%	102,5%	25%
1	100	200	385	450	479	491	108
2	75	150	266	313	333	338	83
3	43	86	158	183	193	198	43

Рисунок 10 - Горизонтальные перемещения верха ствола при испытании вой опоры ПМ35-4 в нормальном режиме. Схема 2



«ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ФИРМА ПО НАЛАДКЕ,
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И СЕТЕЙ ОРГРЭС»

ОАО «ФИРМА ОРГРЭС»

Инв. № _____

«Утверждаю»

Заместитель генерального директора –
Технический директор



В.А. Кузьмичев

« » 2015 г.

Протокол №2015.114.030

**механических испытаний стальной промежуточной
многогранной двухцепной опоры ПМ35-4
производства ООО «СЗМК - ГлобалСталь»**

Договор №2015.114.005

Всего 19 страниц

Руководитель работ:

Начальник ЦИВЛ

должность



подпись

Р.С. Каверина

Ф.И.О.

Москва – 2015 г.