



ОАО «ФИРМА ОРГРЭС»

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

Россия, 107023, Москва, Семеновский пер., д. 15

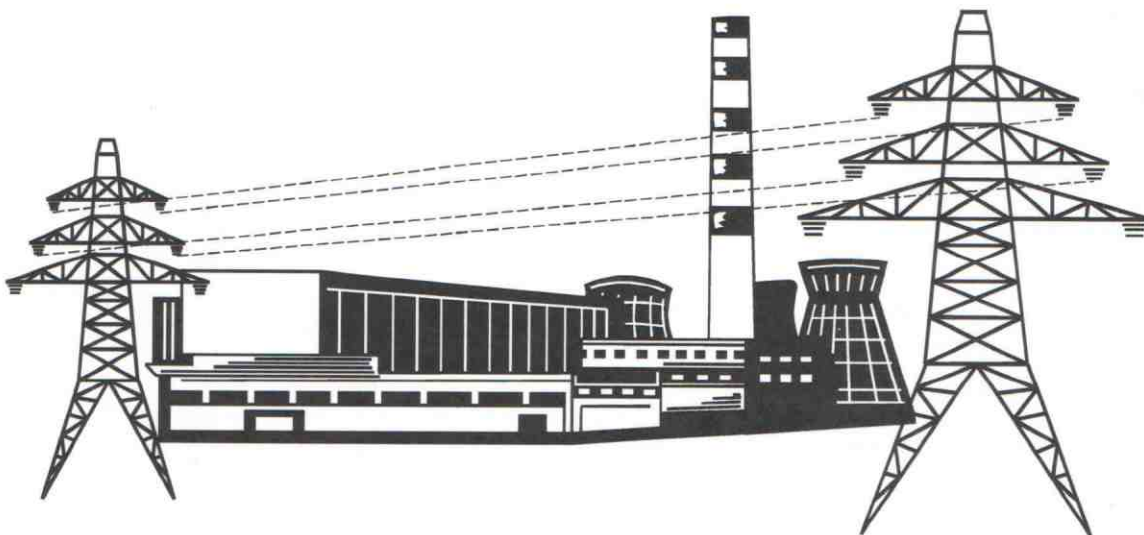
Телефон: (495) 223-41-14, Факс: (495) 926-30-43

E-mail: orgres@orgres-f.ru [http:// www.orgres-f.ru](http://www.orgres-f.ru)

Протокол №2014.114.032

**механических испытаний стеклопластиковой
промежуточной опоры для ВЛ 6 - 10 кВ
производства ЗАО НПП «АЛТИК»**

Договор №2014.114.012



Москва – 2014 г.



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

2014 г.

М.П.

Протокол №2014.114.032

**механических испытаний стеклопластиковой
промежуточной опоры для ВЛ 6 - 10 кВ
производства ЗАО НПП «АЛТИК»**

Договор №2014.114.032

Всего 22 страницы

Руководитель работ:

Начальник ЦИВЛ

ДОЛЖНОСТЬ

ПОДПИСЬ

Р.С. Каверина

Ф.И.О.

Москва – 2014 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 опытный образец стеклопластиковой промежуточной опоры для ВЛ напряжением 6-10 кВ. Общий вид опоры показан на *рисунке 1*.

2.2 Опора представляет собой одностоечную свobodностоящую конструкцию, состоящую из трех стеклопластиковых труб, изготавливаемых методом косослойной продольно-поперечной намотки на основе стекловолокна и эпоксидного связующего, диаметрами Ø 336 мм, Ø 264 мм и Ø 182 мм, соединенных между собой телескопическими стыками, и двумя консольными стеклопластиковыми траверсами.

Высота опоры от уровня земли - 10800 мм.

Опора рассчитана на установку в грунт нижней секции в просверленный котлован или на винтовую сваю, охватываемую опорой, глубина заделки которых определяется проектом.

2.3 Конструкция опоры разработана для следующих условий, приведенных в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Расчетные данные		
Нормативы	СНиП II-23-81*, Глава 2.5 ПУЭ-7 «Воздушные линии электропередачи напряжением выше 1 кВ»	
Условия работы	по прочности конструкции и расчетному значению деформации	по нормативному значению деформации
Марка провода	АС-120/19	АС-95/16
Район по ветру	V	IV
Район по гололеду	V	IV
Пролеты:		
- габаритный	75	50
- ветровой	75	50
- весовой	75	50

2.4 Опора разработана и изготовлена – ЗАО НПП «АЛТИК» (адрес: 659305, Алтайский край, г. Бийск, ул. Трофимова, 19).

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 № 2014.114.012 от 18.03.2014 г.

4 Заказчик

Закрытое акционерное общество Научно-производственное предприятие «АЛТИК» (ЗАО НПП «АЛТИК»)

Адрес: 659305, Алтайский край, г. Бийск, ул. Трофимова, 19.

5 Дата испытаний

Начало испытаний «15» апреля 2014 г.

Окончание испытаний «15» апреля 2014 г.

6 НД, на соответствие которым проводились испытания

Испытание опоры проводилось на соответствие:

- «Программе механических испытаний стеклопластиковой промежуточной опоры для ВЛ 6 - 10 кВ производства ЗАО НПП «АЛТИК», разработанной ОАО «Фирма ОРГРЭС» и согласованной Заказчиком;

- Стандарту МЭК «Испытания опор воздушных линий электропередачи механическими нагрузками» (Публикация 652, издание первое), п. 6;

- «Рабочей методике механических испытаний элементов линий электропередачи» МТ701.000.0071-86, п. 8.

7 Цель испытаний, общие критерии испытаний

Механические испытания стеклопластиковой опоры проводились с целью определения:

- прочности - в течение одной минуты опора должна выдержать предельные нагрузки, равные 120 % расчетных согласно условиям работы, указанным в таблице 1, во всех режимах без видимых деформаций и разрушений элементов или составляющих частей;
- деформативности – предельное отклонение верха промежуточной опоры при нормативных нагрузках нормальных режимов не должно превышать:

- режим I - 216 мм ($H/50=10800/50=216$ мм, где Н – высота стойки в мм, МТ701.000.0071-86, п. 8.2.1), а остаточный прогиб верха стойки - 43 мм ($f_0 = 0,2 f_{упр}$, где f_0 – остаточные деформации, $f_{упр}$ – упругие деформации, МТ701.000.0071-86, п. 8.2.1);

- режим II - 450 мм, а остаточный прогиб верха стойки - 90 мм (расчетные значения).

- эксплуатационной пригодности – оценивается по результатам испытаний.

8 Условия проведения испытаний

8.1 Испытание опоры проводилось на жестком универсальном фундаменте.

8.2 Климатические условия при испытаниях:

- температура окружающего воздуха - $+9^{\circ}\text{C}$;
- скорость ветра – 2 - 3 м/с.

9 Методы испытаний

Испытание опоры проводилось 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 производилось освидетельствование опоры:

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

10.2 Сборка опоры выполнялась в соответствии с инструкцией по сборке в присутствии Заказчика. Стяжка стыков секций опоры осуществлялась через стяжки и фиксировалась штифтами, крепление траверс к стойке - методом посадки с натягом в предварительно установленную в верхней части стойки втулку и дополнительной фиксации соединения штифтами, отверстия под которые выполнялись по месту, рисунок 2.

Подъем осуществлялся автомобильным краном. Опора закреплялась через специально разработанный переходник, имитирующий заделку опоры в грунте, рисунки 3, 4.

10.3 Опора испытывалась в 4 расчетных режимах:

Режим I. Схема 1. Нормальный режим по условиям, указанным в таблице 1 (только испытания на деформацию). Максимальный гололед при ветре, направленном под углом 90° к оси ВЛ, провода не оборваны. IV район по ветру, $t = -10^\circ \text{C}$, $W_r = 200 \text{ Па}$, IV район по гололеду $b=25 \text{ мм}$, провод АС95/16 - наружный диаметр $d = 13,5 \text{ мм}$, масса $1 \text{ км } m = 387 \text{ кг}$, горизонтальная сила, действующая в точке крепления каждого из проводов - 530 Н , вертикальная сила, действующая в точке крепления каждого из проводов - 1515 Н , горизонтальная сила от давления ветра, действующая на центр опоры - 480 Н ;

Режим II. Схема 1. Нормальный режим по условиям работы, указанным в таблице 1 (по прочности конструкции и расчетному значению деформации). Максимальный гололед при ветре, направленном под углом 90° к оси ВЛ, провода не оборваны. V район по ветру, $t = -10^\circ \text{C}$, $W_r = 250 \text{ Па}$, V район по гололеду $b = 30 \text{ мм}$, провод АС120/19 - наружный диаметр $d = 15,2 \text{ мм}$, масса $1 \text{ км } m = 471 \text{ кг}$, горизонтальная сила, действующая в точке крепления каждого из проводов - 1185 Н , вертикальная сила, действующая в точке крепления каждого из проводов - 3190 Н , горизонтальная сила от давления ветра, действующая на центр опоры - 620 Н ;

Режим III. Схема 2. Аварийный режим по условиям работы, указанным в таблице 1 (по прочности конструкции). Обрыв провода, дающего наибольший крутящий момент на опору. V район по гололеду, $t = -10^\circ \text{C}$, $b = 30 \text{ мм}$, Ветер отсутствует, $W_r = 0 \text{ Па}$, провод АС120/19 - наружный диаметр $d = 15,2 \text{ мм}$, масса $1 \text{ км } m = 471 \text{ кг}$, вертикальная сила, действующая в точке крепления каждого из проводов - 3190 Н , горизонтальная сила, действующая на траверсы в точке в точке крепления провода, оборванного с одной стороны - 5750 Н .

Режим III (а). Схема 2. Аварийный режим по условиям работы, указанным в таблице 1 (по прочности конструкции). Обрыв провода, дающего наибольший изгибающий момент на опору. V район по гололеду, $t = -10^\circ \text{C}$, $b = 30 \text{ мм}$, Ветер отсутствует, $W_r = 0 \text{ Па}$, провод АС120/19 - наружный диаметр $d = 15,2 \text{ мм}$, масса $1 \text{ км } m = 471 \text{ кг}$, вертикальная сила, действующая в точке крепления каждого из проводов - 3190 Н , горизонтальная сила, действующая на траверсы в точке в точке крепления провода, оборванного с одной стороны - 5750 Н .

Схемы и испытательные нагрузки в каждом расчетном режиме приведены на рисунках 5, 6.

10.4 Нагрузки задавались натяжением силовых тросов электрическими лебедками с пульта управления ступенями в следующей последовательности:

- в соответствии с режимом I ступенями: 25%, 50%, 85%, 100% от расчетных нагрузок. Разгрузка выполнялась ступенями в обратном порядке. На каждой ступени загрузки фиксировались горизонтальные перемещения ствола опоры в 5 точках на отметках 3,0 м; 4,9 м; 7,0 м; 9,5 м и 10,8 м. После загрузки до нормативной нагрузки (85%) производилась разгрузка до 25% для измерения остаточных перемещений.

- в соответствии с *режимом II* ступенями: 25%, 50%, 85%, 100%, 105%, 120% от расчетных нагрузок. Разгрузка выполнялась ступенями в обратном порядке. На каждой ступени загрузки фиксировались горизонтальные перемещения ствола опоры в 5 точках на отметках 3,0 м; 4,9 м; 7,0 м; 9,5 м и 10,8 м. После загрузки до нормативной нагрузки (85%) производилась разгрузка до 25% для измерения остаточных перемещений.

- в соответствии с *режимом III* ступенями: 25%, 50%, 85%, 100%, 105%, 120%.

Нормативная нагрузка принята 85% от расчетной (ПУЭ 7-го издания, п. 5.2.62), предельная - 120%.

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

Опора считается выдержавшей испытания, если:

- в течение одной минуты при предельных нагрузках во всех расчетных режимах не зафиксировано разрушений или видимых местных деформаций;

- предельное горизонтальное отклонение верха стойки при нормативных нагрузках нормального режима, соответствующего *режиму I*, не превышает - 216 мм, а остаточный прогиб верха стойки не превышает 43 мм;

- предельное горизонтальное отклонение верха стойки при нормативных нагрузках нормального режима, соответствующего *режиму II*, не превышает - 450 мм, а остаточный прогиб верха стойки не превышает 90 мм.

10.6 Последовательность режимов для проведения испытаний – от менее нагруженного к более нагруженному режиму:

Режим I. Схема 1. Нормальный режим

Режим II. Схема 1. Нормальный режим

Режим III. Схема 2. Аварийный режим

Режим III (а). Схема 2. Аварийный режим

11 Средства испытаний

Тензорезисторные электродинамометры марки Д 2№1, Д 2№2, Д 5№1, Д 5№3, Д 5№4, Д 10№6, Д 10№10. Класс точности – второй, допустимая погрешность измерения $\pm 2\%$.

Дата поверки электродинамометров – 22.03.2014 г.

Теодолит ТЗ0 №28164, дата поверки – 24.10.2013 г.

Линейка измерительная дата поверки – 27.12.2012 г.

Анемометр ручной МС-13 дата поверки – 09.07.2013 г.

Штангенциркуль дата поверки – 27.12.2012 г.

Секундомер СОСпр «АГАТ» дата поверки – 07.02.2013 г.

12 Результаты испытаний

12.1 Освидетельствование конструкции

При приемке опоры на стенде установлено, что качество изготовления опоры соответствует данным, приведенным в чертежах АЛТ 1198.000 ÷ 053:

- основные геометрические размеры соответствуют размерам, указанным в чертежах: отклонения в пределах допусков;
- при сборке опоры отступлений от проекта не отмечено.

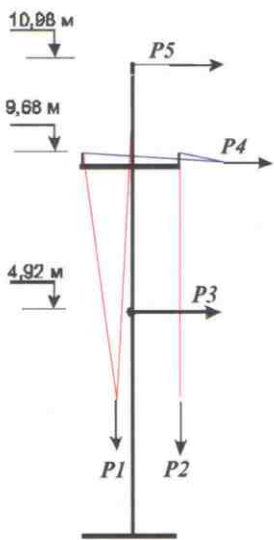
12.2 Проверка прочности

Общий вид стеклопластиковой опоры, установленной на стенде, показан на рисунке 7 (фото).

Величины предельных нагрузок при испытании опоры в расчетных режимах приведены в таблицах 2 - 5.

Режим II. Схема 1. Нормальный режим

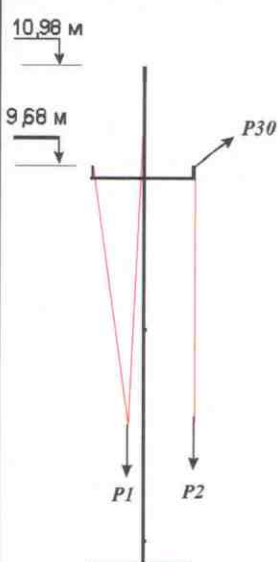
Т а б л и ц а 2

Испытываемый параметр (характеристика) номер пункта требований по НД	Численное значение по НД	Допуск по НД	Факти- ческое значение	Погреш- ность	Заключение о соответствии (несоответствии) НД
 Прочность при предельных нагрузках 120 %, кгс: P1 P2 P3 P4 P5	781 391 76 290 145	±2%	781 391 76 290 145	±2%	Соответствует требованиям НД (потеря устойчивости элементов отсутствует)

Испытание опоры в расчетных режимах приведены на рисунке 8 (фото).

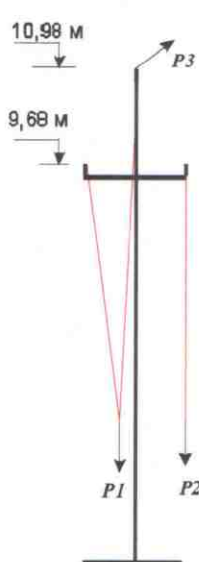
Режим III. Схема 2. Аварийный режим.
 Обрыв провода, дающего наибольший крутящий момент

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	Заключение о соответствии (несоответствии) НД
	Прочность при предельных нагрузках 120 %, кгс:					Соответствует требованиям НД (потеря устойчивости элементов отсутствует)
	P1	781	±2%	781	±2%	
	P2	196		196		
	P3	704		704		

Режим III (а). Схема 2.
 Обрыв провода, дающего наибольший изгибающий момент

Т а б л и ц а 4

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
	Прочность при предельных нагрузках 120 %, кгс:					Соответствует требованиям НД (потеря устойчивости элементов отсутствует)
	P1	587	±2%	587	±2%	
	P2	391		391		
	P3	704		704		

Проверка максимальной прочности опоры

Таблица 5

Проверка максимальной прочности опоры	Фактические максимальные значения			Заключение о соответствии (несоответствии) НД
	нагрузки, Р, кгс	Изгибающего момента М изг, кгс·м	перемещения вершины опоры/ остаточного перемещения, мм	
	1500*	14520	2125/180	При нагрузке 1500 кгс опора не потеряла прочность (рисунки 11 и 12)

* далее нагрузки не задавались, т.к. прочность значительно превышает прочность от расчетных нагрузок

12.2 Проверка деформативности

Деформативность стеклопластиковой опоры определялась по горизонтальным перемещениям верха стойки вдоль и поперек оси ВЛ, измеренным теодолитом по рейке с миллиметровыми делениями.

Горизонтальные перемещения ствола опоры при испытании в нормальных режимах приведены на рисунках 9 и 10. Отклонения верха стойки опоры, замеренные при нормативных нагрузках, приведены в таблице 6.

Таблица 6

Испытываемый параметр (характеристика) номер пункта требований по НД	Численное значение по НД, мм	Допуск по НД	Фактическое значение, мм	Заключение о соответствии (несоответствии) расчетам
Предельное отклонение верха опоры при нормативных нагрузках: Режим I (МТ701.000.0071-86, п. 8.2.1)	216	±2%	163	Соответствует НД (отклонения верха стоек в нормальных режимах при нормативных нагрузках не превышают нормативных и расчетных значений)
Режим II (по расчету)	450		430	
Остаточные перемещения при разгрузке опоры до 25% Режим I	43	±2%	41	Соответствует НД (Остаточные горизонтальные перемещения не превышают нормативных значений)
Режим II	90		41	

Горизонтальные перемещения верха опоры в аварийных режимах приведены в таблице 7.

Т а б л и ц а 7

Режим	Перемещения верха ствола опоры вдоль ВЛ на различных ступенях нагружения, мм					
	25%	50%	85%	100%	120%	25%
Режим III Обрыв провода, дающего наибольший крутящий момент	222	444	742	895	1041	321
Режим III (а) Обрыв провода, дающего наибольший изгибающий момент	265	530	917	1075	1320	345

Горизонтальные перемещения верха опоры в аварийных режимах не нормируются.

12.4 После демонтажа опоры установлено, что разрушения в элементах опоры отсутствуют.

13 Заключение

Стеклопластиковая промежуточная опора для ВЛ 6 - 10 кВ производства ЗАО НПП «АЛТИК» выдержала предельные нагрузки в расчетных режимах и соответствуют по прочности и деформативности требованиям, приведенным в п. 7 данного протокола.

Запас прочности стеклопластиковой промежуточной опоры для ВЛ 6 - 10 кВ по изгибающему моменту ($M_{изг.}$) не ниже 14520 кгс м.

Заместитель начальника ЦИВЛ
« 21 » 04 2014 г.

Л.А. Дубинич

Испытатели:

Старший мастер

Инженер

Техник

Техник

Техник

 А.В. Раков

 А.А. Раков

 К.А. Каверин

 С.А. Каверин

 Д.В. Сережкин

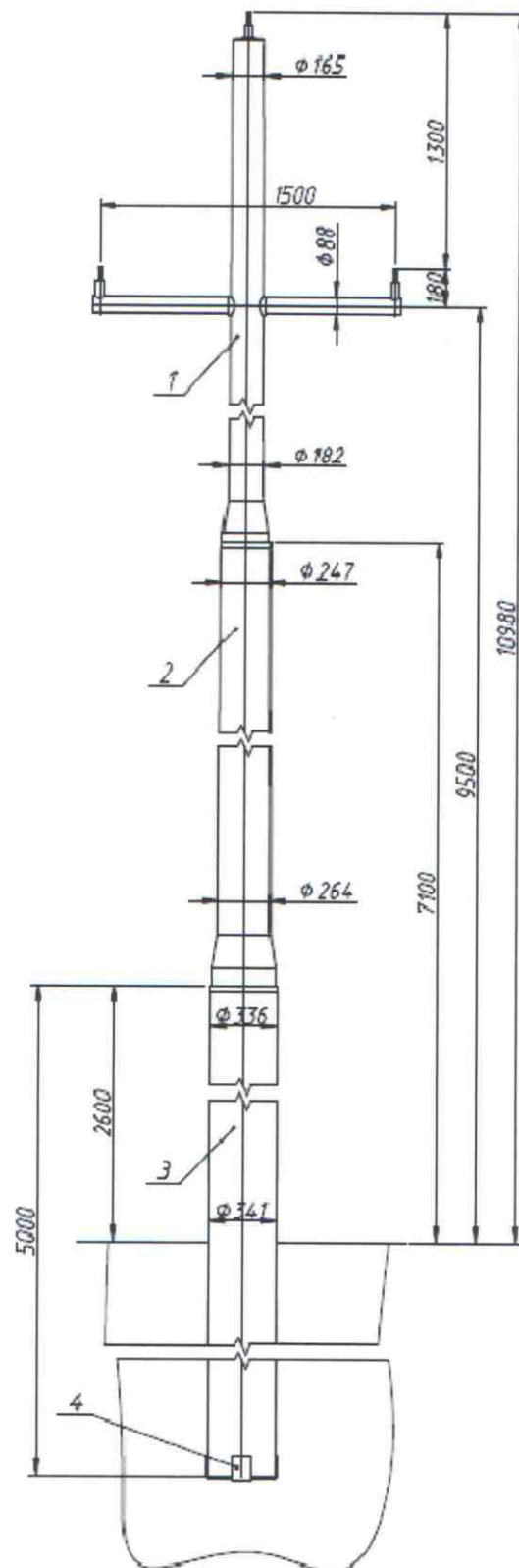
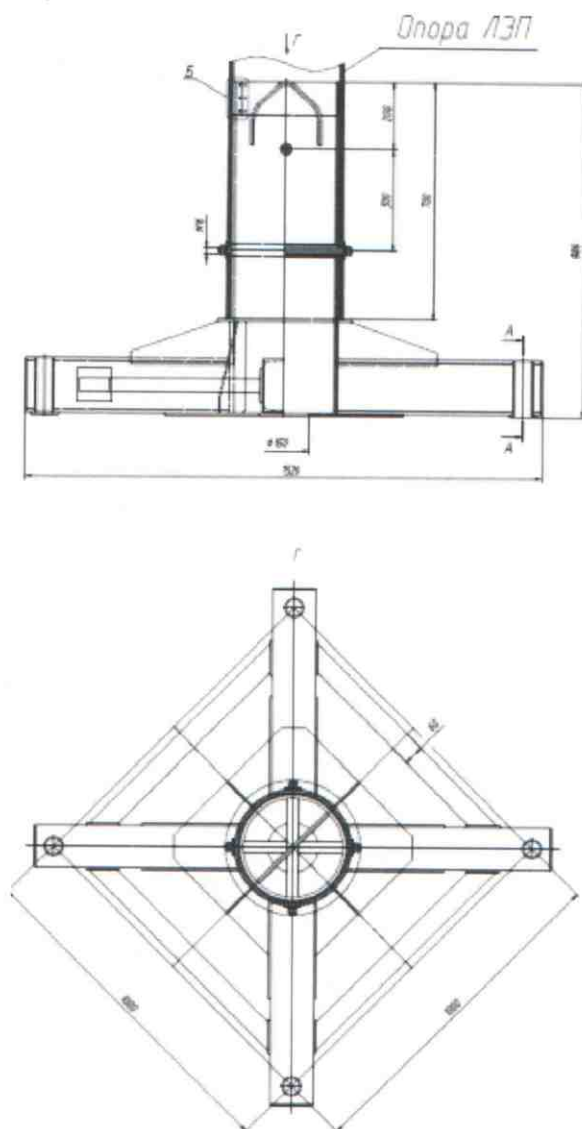


Рисунок 1 - Схема стеклопластиковой промежуточной опоры для ВЛ 6 - 10 кВ



Чертеж переходника



Общий вид переходника



Переходник с установленной опорой

Рисунок 2 - Переходник для закрепления опоры на силовом полу



Монтаж тяг



Стягивание секций



Сверление отверстия под штифт



Запасовка кольца



Монтаж траверсы

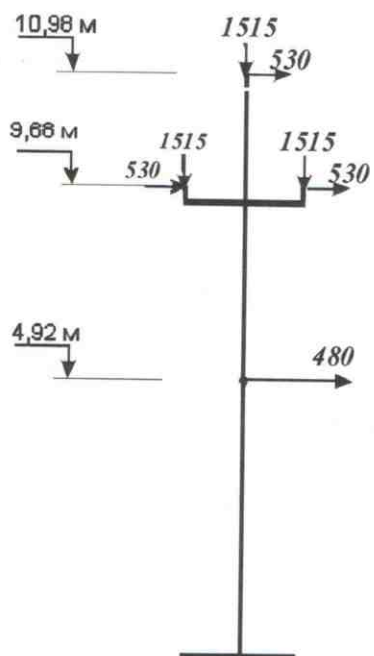


Сверление отверстия закрепления траверсы
со стойкой

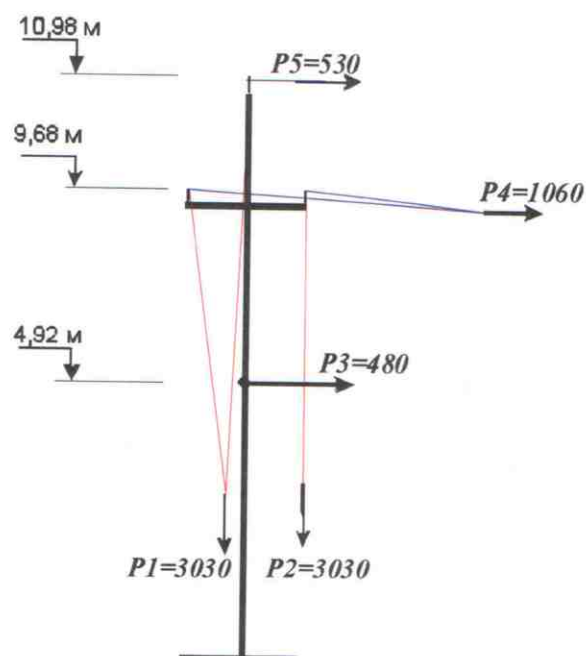
Рисунок 3 - Сборка стеклопластиковой промежуточной опоры для ВЛ 6 - 10 кВ



Рисунок 4 - Подъем стеклопластиковой промежуточной опоры автокраном

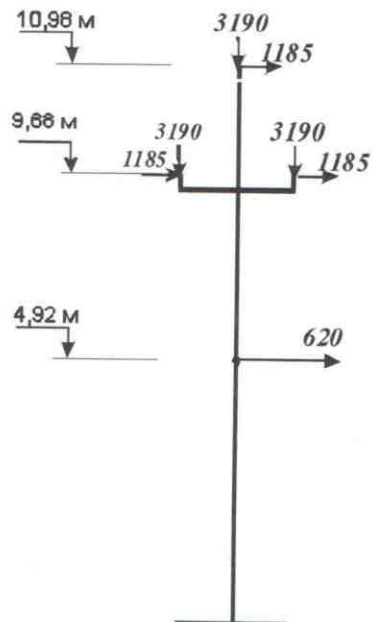


Расчетные нагрузки

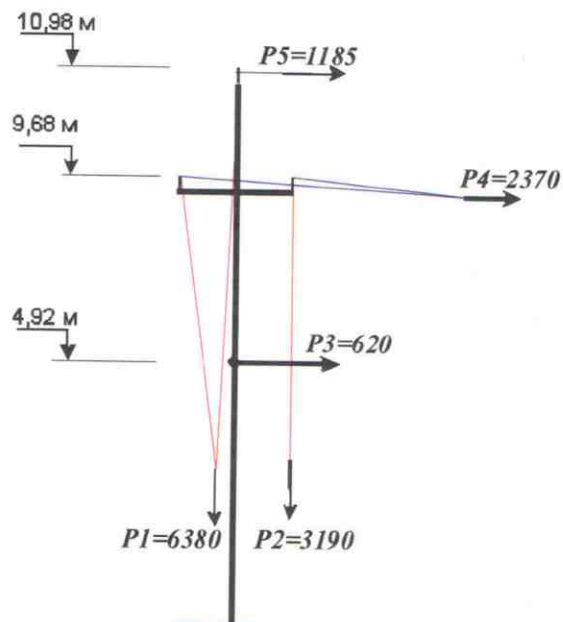


Испытательные нагрузки

Режим I. Схема 1 - Нормальный гололедный режим с ветром



Расчетные нагрузки

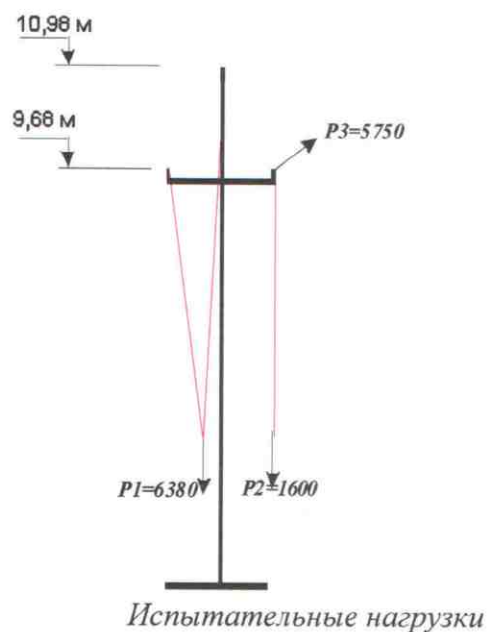
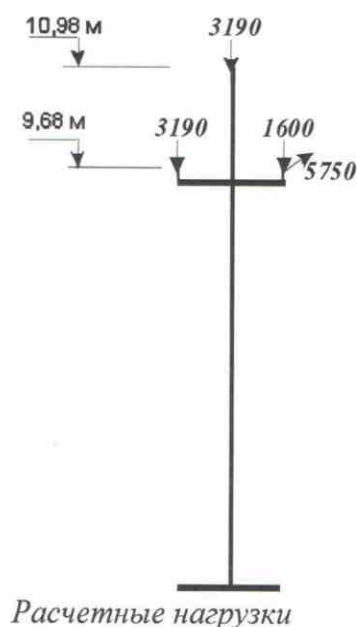


Испытательные нагрузки

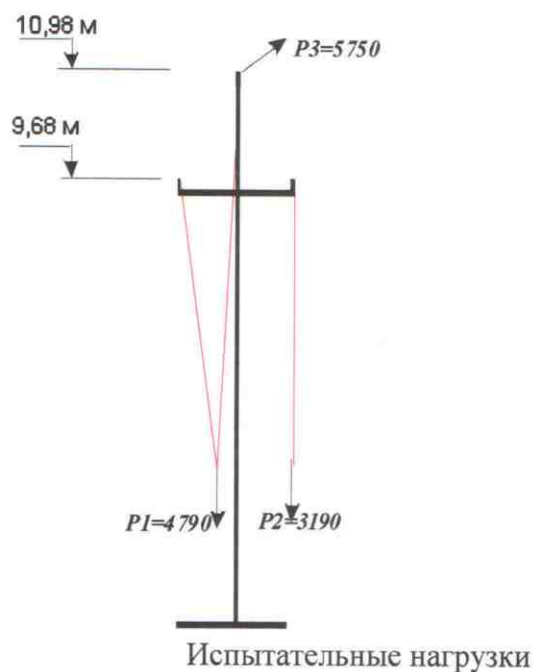
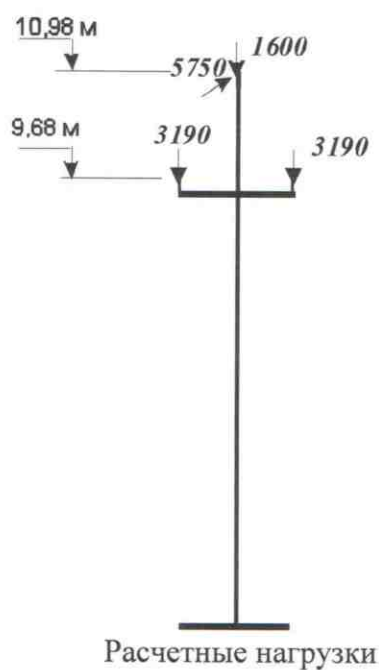
Нагрузки указаны в Н

Режим II. Схема 1 - Нормальный гололедный режим с ветром

Рисунок 5 - Схемы расчетных и испытательных нагрузок при испытании стеклопластиковой опоры в нормальных режимах



Режим III. Схема 2 - Аварийный режим.
Обрыв провода, дающего наибольший крутящий момент



Режим III (а). Схема 2 - Аварийный режим
Обрыв провода, дающего наибольший изгибающий момент

Нагрузки указаны в Н

Рисунок 6 - Схемы расчетных и испытательных нагрузок при испытании
стеклопластиковой опоры в аварийных режимах



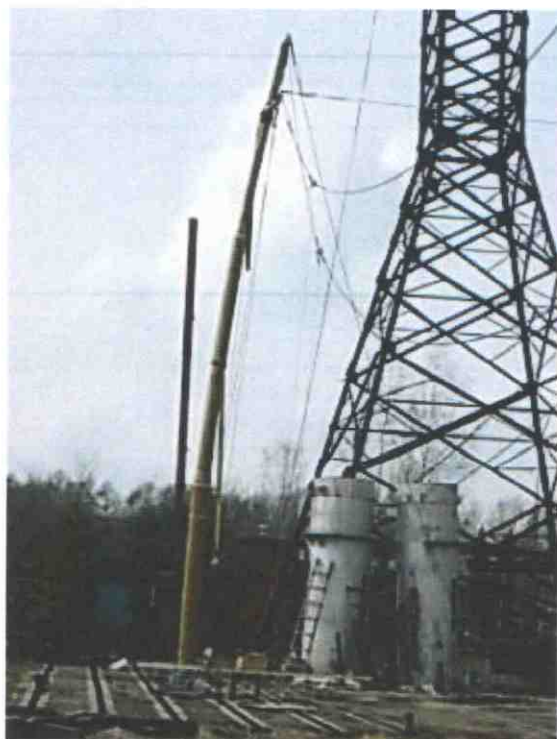
Рисунок 7 - Общий вид стеклопластиковой опоры, установленной на испытание на стенде ОАО «Фирма ОРГРЭС»



Режим I. Нормальный



Режим II. Нормальный

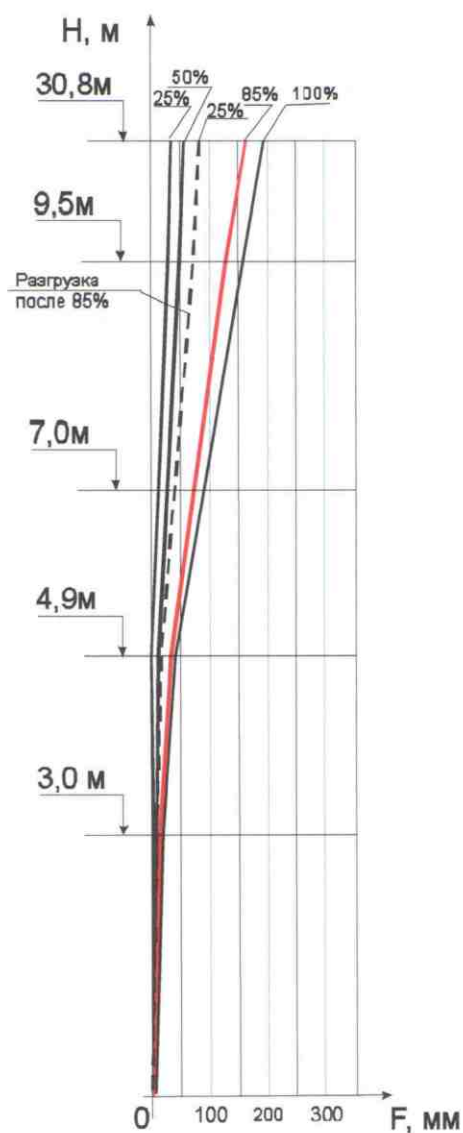


Режим III. Аварийный

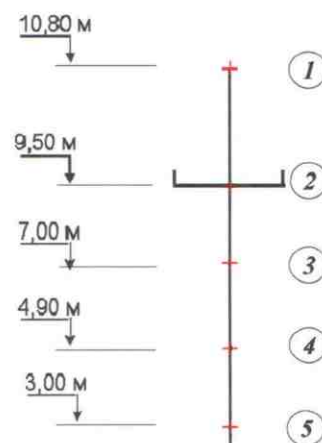


Режим III (а). Аварийный

Рисунок 8 - Испытание стеклопластиковой опоры в расчетных режимах



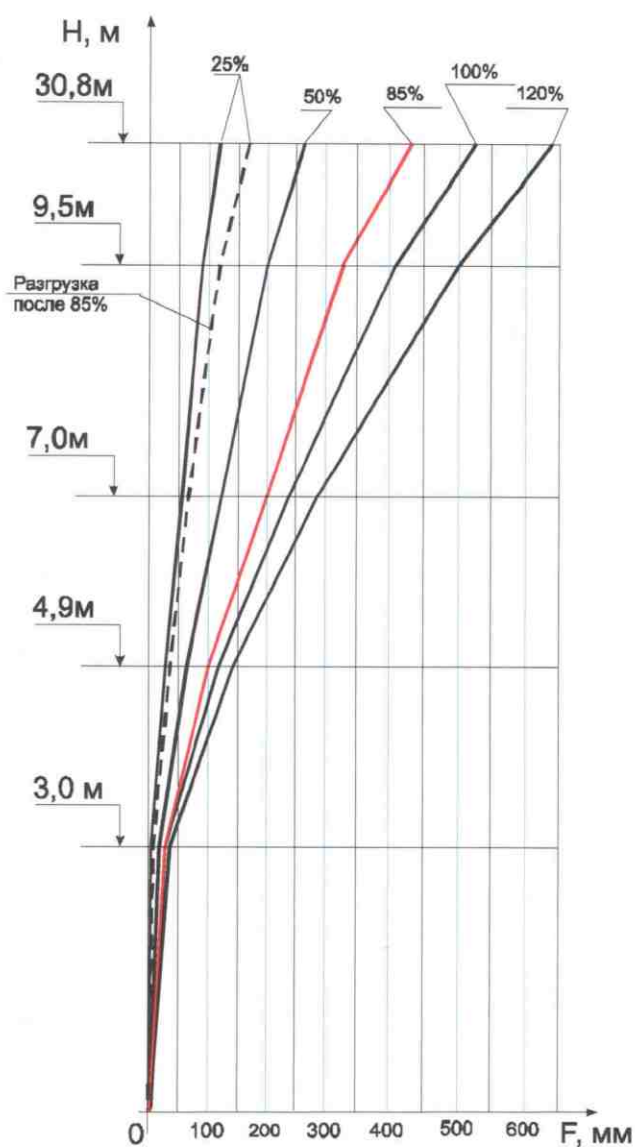
$$f_{\text{нор.}} = 216 \text{ мм}$$



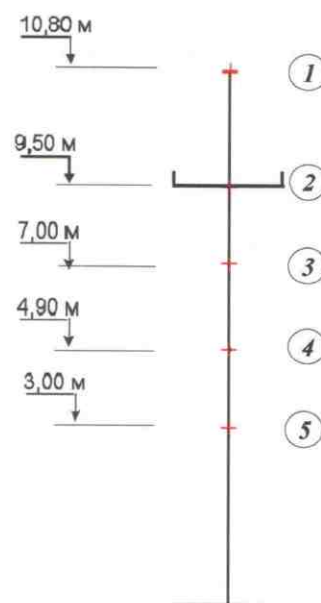
Горизонтальные перемещения стойки опоры, мм

№ точки	25%	50%	85%	25%	50%	85%	100%	120%	25%
1	28	56	160	69	83	163	187	-	75
2	25	50	132	57	70	131	155	-	65
3									
4	7	14	40	17	20	36	45	-	16
5	1	2	8	5	5	10	10	-	3

Рисунок 9 - Горизонтальные перемещения стеклопластиковой стойки опоры при испытании в гололедном режиме I



$f_{рас.} = 450 \text{ мм}$



Горизонтальные перемещения стойки опоры, мм

№ точки	25%	50%	85%	25%	50%	85%	100%	120%	25%
1	117	234	428	158	252	430	524	634	177
2	90	180	336	120	200	337	408	500	136
3	55	110	198	73	120	200	240	293	85
4	27	54	99	39	59	100	121	144	44
5	7	14	24	9	17	27	30	37	12

Рисунок 10 - Горизонтальные перемещения стеклопластиковой стойки опоры при испытании в гололедном режиме II



Горизонтальная нагрузка 1500 кгс



Горизонтальные трещины после разгрузки

Рисунок 11 - Проверка прочности стеклопластиковой опоры

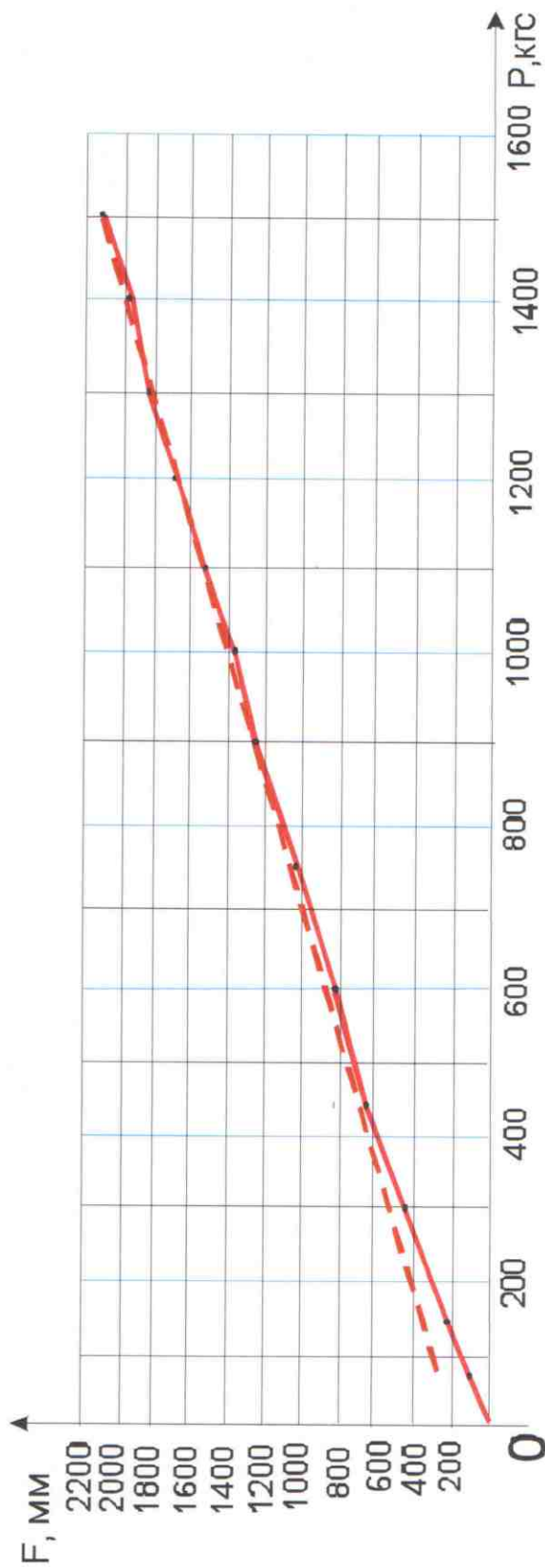


Рисунок 12 - Горизонтальные перемещения вершины стеклопластиковой стойки опоры при определении максимальной прочности