

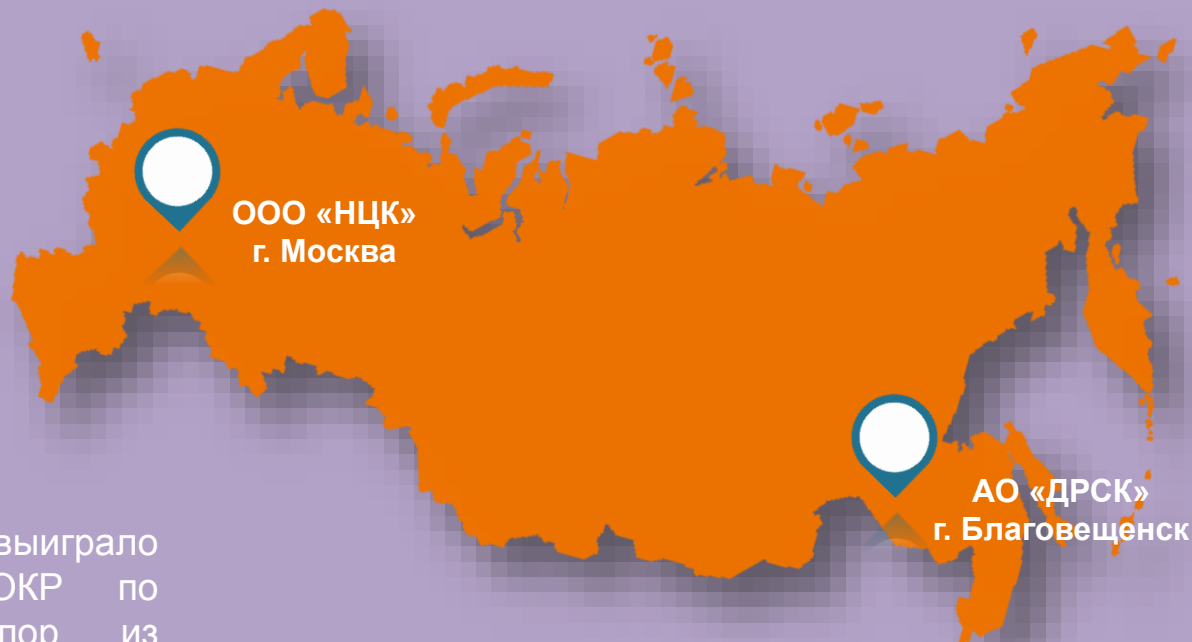


Опыт разработки промежуточных опор из композитных материалов для ВЛЭП на классы напряжений 0,4 кВ и 6 – 10 кВ

Докладчик: Мельденберг Алексей Николаевич
менеджер по продукту ООО «НЦК»

Санкт-Петербург, 2016 год

Инициация НИОКР



В конце 2014 года ООО «НЦК» выиграло конкурс на выполнение НИОКР по разработке промежуточных опор из композиционных материалов для ВЛЭП на классы напряжений 0,4 кВ и 6-10 кВ в соответствии с техническим заданием АО «Дальневосточная распределительная сетевая компания»

Соисполнители

филиал ОАО
«НТЦ ФСК ЕЭС» -
СибНИИЭ

ОАО «Фирма
ОРГРЭС»

ООО «ПО «ЭЖБИ»
НИЛКЭС



Снижение транспортного веса опор



Простота сборки и установки опор



Стойкость опор к воздействию климатических факторов



Этап №1 Проектирование

- Разработка ТТ
- Разработка КД
- Разработка ТД



Этап №2 Испытание опор

- Подготовка производства
- Разработка программы испытаний опор
- Изготовление опытных образцов
- Испытания опор



Этап №3 Изготовление и передача опытной партии

- Внесение изменений в КД
- Разработка ТУ, ТК и РЭ
- Разработка альбомов проектных решений
- Изготовление опытной партии опор

Исходные данные для проектирования

Условия эксплуатации

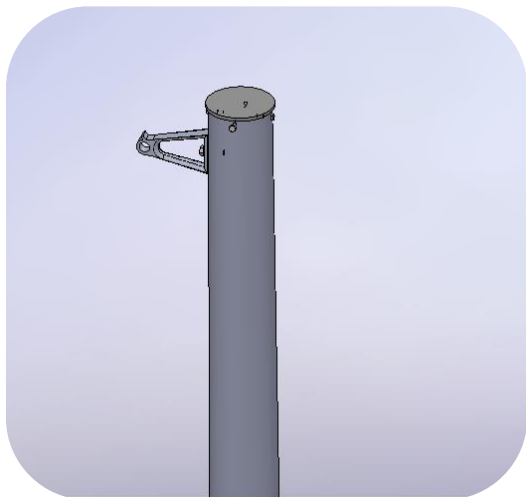
- район по ветровому давлению до V
- район по гололёду до IV
- диапазон температур: $-60^{\circ}\text{C} \div +40^{\circ}\text{C}$
- тип атмосферы: промышленная
- устойчивость к УФ - 68 Вт/м²

Провода

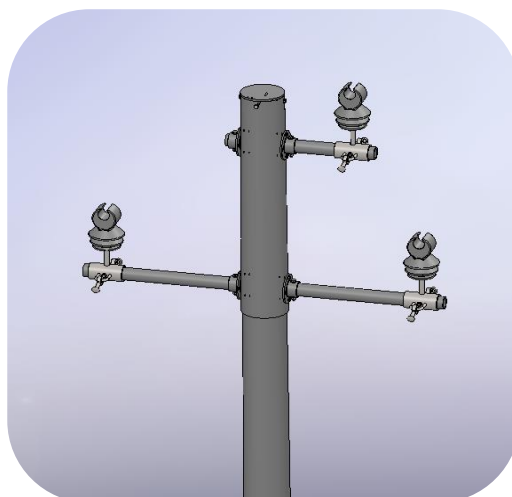
- для ВЛЭП напряжением 0,4 кВ СИП-2, СИП-4 сечением до 95 мм²
- для ВЛЭП напряжением 6÷10 кВ СИП-3 сечением до 95 мм²
АС по ГОСТ 839-80 сечением до 95 мм²

Конструктивные требования

- одноцепные
- модульные
- установка в котлован



ПК0,4-1И



ПК10-2, ПК10-3



ПК10-2И, ПК10-3И

Основные технические параметры



Наименование опоры	M, кН.м	h, мм	H, мм	D, мм	d, мм	Масса*, кг
ПК0,4-1И	30	2 000	7 500	298	176	124
ПК10-2	50	2 300	8 200	316	181	248
ПК10-2И	50	2 300	8 200	320	184	241
ПК10-3	65	2 700	11 900	410	234	421
ПК10-3И	65	2 700	10 800	410	249	400

* масса опоры в сборе, без учета конструктивных особенностей

M – несущая способность стоек опор на изгиб на уровне заделки в грунт

h – высота подземной части

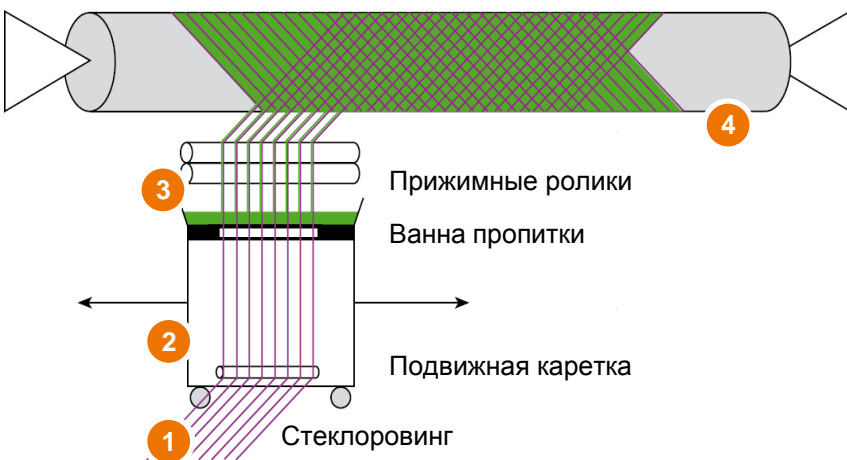
H – высота стойки опоры от уровня земли

D – диаметр основания

d – диаметр вершины

Этап № 2 Технология изготовления стоек

Схема «мокрой» намотки



65 - 70% - стеклоровинг типа «Е»
30 - 35% - смола

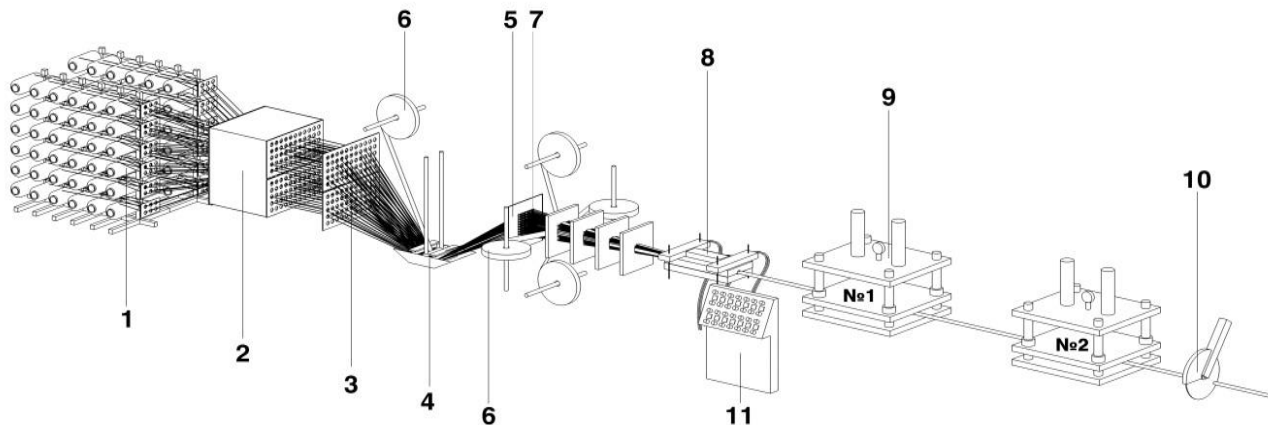
Намоточная установка



Этап № 2 Технология изготовления траверс



Схема пултрузионной установки



- 1 Установка для подачи стеклоровинга
- 2 Термошкаф с калибровочными пластинами
- 3 Большая калибровочная пластина
- 4 Ванна со связующим
- 5 Малая калибровочная пластина
- 6 Бобины со стекломатом
- 7 Дорн
- 8 Фильтра с тенями
- 9 Шаттлы протяжки №1 и №2
- 10 Отрезное устройство
- 11 Пульт управления



Этап № 2 Механические испытания опор



С целью определения:

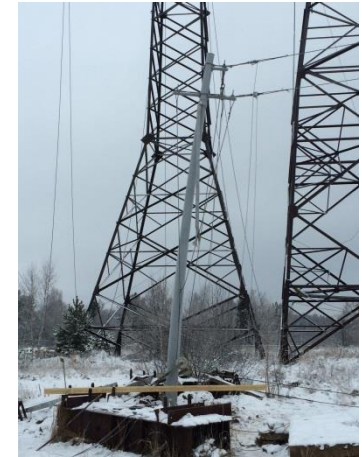
- ❖ Прочности (нагрузки 140% от расчетных)
- ❖ Деформативности (отклонение вершины менее 1/20)
- ❖ Эксплуатационной пригодности

Результаты:

- ❖ Опоры выдержали испытания в расчетных режимах и соответствуют требованиям НД по прочности и деформативности
- ❖ Сборка опор соответствует КД
- ❖ Простота конструкции сокращает длительность сборки **в 3 раза** по сравнению с типовой ЖБО



Сборка опоры ПК10-2



140% опора ПК10-2



Узел крепления траверсы после испытаний опоры ПК10-2И



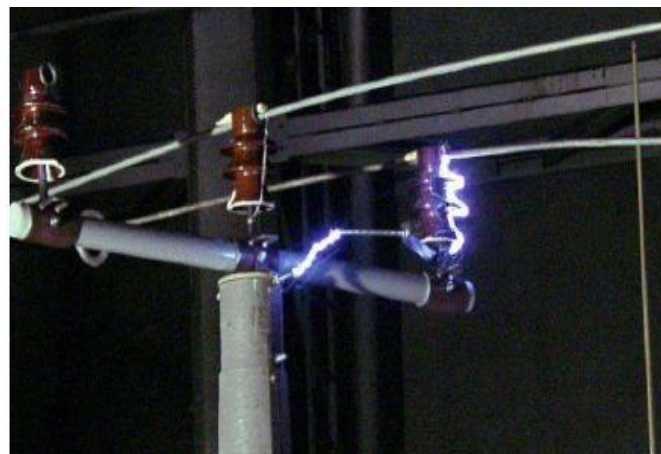
С целью определения:



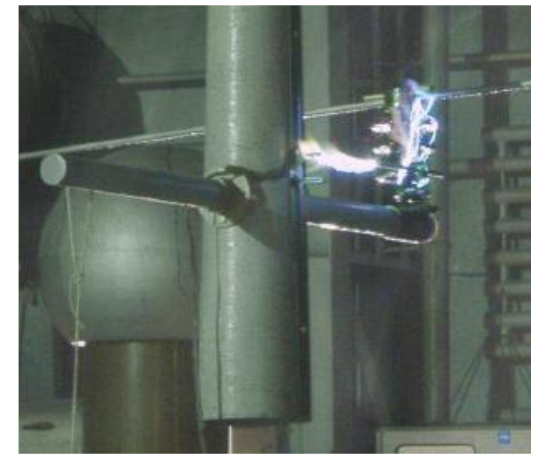
- ❖ Определение разрядных характеристик траверс при напряжении грозовых импульсов и переменном напряжении
- ❖ Проверка эффективности защитных искровых промежутков
- ❖ Проверка трекингоэрозионной стойкости траверс



Общий вид макета опоры с верхней траверсой на испытательном поле



Фрагменты испытаний верхней траверсы напряжением грозового импульса



Фрагменты испытаний сквозной траверсы по определению среднего разрядного переменного напряжения

Результаты испытаний подтверждают соответствие электрической прочности траверс в комбинации с изоляторами ШФ-20Г1 требованиям ГОСТ Р 52082 по показателям:

- испытательное напряжение грозового импульса;
- испытательное переменное напряжение в сухом состоянии и под дождем.

Пятидесятипроцентное разрядное напряжение траверс в комбинации с изоляторами ШФ-20Г1 превышает нормированное испытательное напряжение грозового импульса по ГОСТ Р 52082 – **в 3,2-3,4 раза**.



Среднее разрядное напряжение траверс в комбинации с изоляторами ШФ-20Г1 превышает нормированное испытательное переменное напряжение изоляции по ГОСТ Р 52082: в сухом состоянии – **в 3,2-3,4 раза**, под дождем – **в 4 раза**.

Искровые промежутки обеспечивают эффективную защиту траверс от воздействия электрического разряда и дуги сопровождающего тока при ударах молнии в линию.

Трекингоэрозионная стойкость траверс соответствует требованиям ГОСТ Р52082, предъявляемым к полимерной изоляции класса напряжения 10 кВ.

Этап № 3 Изготовление опытной партии



В составе опытной партии для прохождения пилотной эксплуатации определены следующие типы промежуточных опор для ВЛЭП на классы напряжений 0,4 кВ и 6-10 кВ: ПК0,4-1И – 10 шт.; ПК10-2 – 8 шт.; ПК10-3 – 2 шт.



*Верхняя секция ПК10-2.
Контрольная сборка*



*Контрольная сборка
композитных опор ПК10-2*



*Погрузка опытной партии опор
в контейнер*



Снижение транспортного веса опор

в 4,5-
6 раз



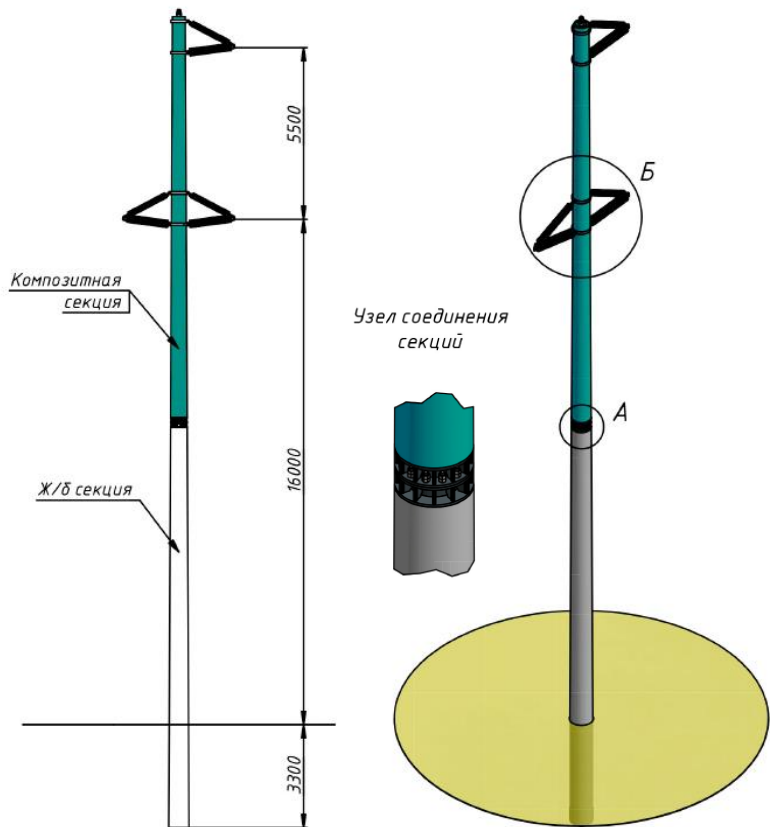
Время сборки и установки опор

в 3
раза



**Стойкость опор к воздействию
климатических факторов**

60
лет



Сравнение параметров различных типов опор

	Решетчатая	Многогранная	Композитная	Секц. ж/б	ЖКО
Стоимость опоры	2	1	2	5	4
Стоимость транспортировки	3	3	5	1	4
Стоимость установки	1	3	4	2	3
Время монтажа	1	4	5	3	4
Количество тяжелой техники	3	3	5	2	4
Расходы на эксплуатацию	2	3	3	5	5
Вандалоустойчивость	1	4	2	5	5
Устойчивость к пожарам	4	4	1	5	5
Устойчивость к клим. условиям	1	3	5	4	5
Площадь землеотвода	1	4	5	5	5
Долговечность	1	3	4	5	4
Инновационность	1	3	4	5	5
Экспертная оценка	1	2	3	4	5

Вариант опоры 220 кВ с изолирующими траверсами
Техническое решение



СПАСИБО!

Приложение 1

Горизонтальные перемещения вершины стойки опоры, мм



НЦК

Промежуточная опора типа ПК0,4-1И

Режим	25%	50%	85%	25%	100%	120%	140%	Остаточные деформации
1	83	166	270	93	308	421	533	10
2	43	86	176	44	206	254	303	1

Промежуточная опора типа ПК10-2И

Режим	25%	50%	85%	25%	100%	120%	140%	Остаточные деформации
1	62	124	213	99	275	369	457	37
2	67	134	217	69	273	353	433	2

Промежуточная опора типа ПК10-2

Режим	25%	50%	85%	25%	100%	120%	140%	Остаточные деформации
1	84	168	298	107	395	512	649	23
2	74	148	272	95	352	459	562	21

Промежуточная опора типа ПК10-3

Режим	25%	50%	85%	25%	100%	120%	140%	Остаточные деформации
1	52	159	358	66	452	546	668	14
2	70	196	303	73	392	499	612	3

Промежуточная опора типа ПК10-3И

Режим	25%	50%	85%	25%	100%	120%	140%	Остаточные деформации
1	47	157	365	63	466	572	674	16
2	52	110	258	62	333	405	492	10