



ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ
ЦЕНТР



Опоры и фундаменты для умных сетей:
инновации в проектировании и строительстве

Перспективы применения опор из композитных материалов для строительства ВЛ напряжением 0,4 кВ и 6-20 кВ



Россия, Санкт-Петербург
www.ftc-energo.ru

Докладчик: Дёмин Алексей Васильевич



Миссия

Новые решения при сооружении (реконструкции) воздушных линий электропередачи (ВЛ) с применением опор из композитных материалов.

Основания для разработки и внедрения опор из композитных материалов

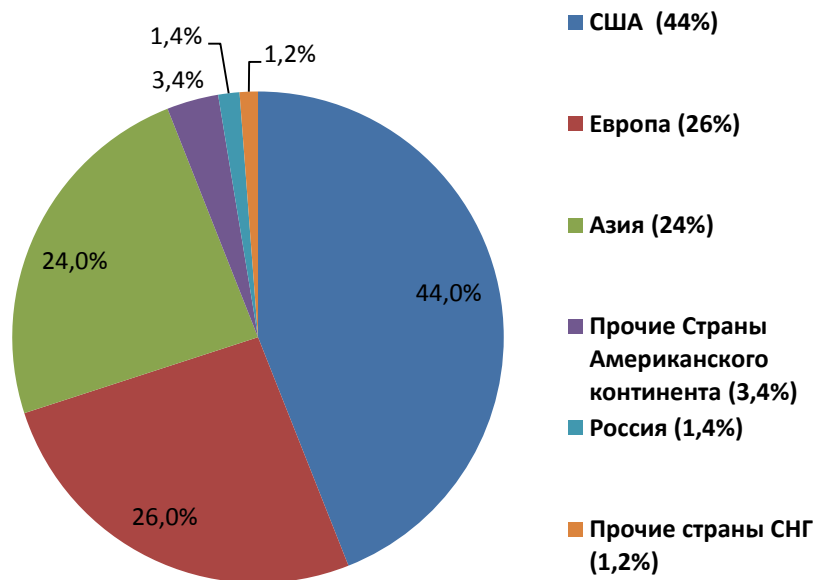
- Распоряжение Правительства Российской Федерации от 24.07.2013 № 1307-р «Об утверждении плана мероприятий («дорожной карты») «Развитие отрасли производства композитных материалов».
- «Программа внедрения композиционных материалов, конструкций и изделий из них в топливно-энергетическом комплексе» утвержденная Приказом Министерства энергетики Российской Федерации от 22 июля 2013 г. № 382.
- Распоряжение ОАО «Россети» «О внедрении инновационной электротехнической продукции с применением композитных материалов» № 177р от 28.04.2014.
- Дорожная карта реализации проекта по созданию завода по производству опор из композитных материалов, в рамках реализации Соглашения о сотрудничестве ОАО «Россети» и Правительства Чеченской Республики в области организации производства на территории Чеченской Республики современного электротехнического оборудования для нужд электросетевого комплекса РФ, утвержденной Первым Заместителем генерального директора по технической политике ОАО «Россети» Р.Н. Бердниковым и Министром промышленности и энергетики Чеченской Республики Г.С. Таймасхановым 11 февраля 2014 г.

Решаемые задачи

- ✓ Сокращение сроков и стоимости сооружений ВЛ, повышение надёжности эксплуатации, сокращение эксплуатационных затрат.
- ✓ Опоры из композитных материалов на ВЛ нового поколения должны соответствовать самым высоким требованиям по надёжности, безопасности, экологичности и эстетичности, при высокой универсальности конструктивных решений, при меньших эксплуатационных затратах.



Интегральная структура мирового потребления композитных пластиков



Производство стоек опор из композитных материалов для воздушных линий электропередачи началось сравнительно недавно (10-15 лет). На сегодняшний день производителей композитных стоек не более десятка (без учета производителей опор уличного освещения).

В Европе основными потребителями являются Германия и Австрия – более 30%, Италия – более 20%, Франция – около 18%.

В России данной темой занимаются как государственные учреждения, в частности МВТУ имени Баумана и СПбГПУ, так и коммерческие организации:

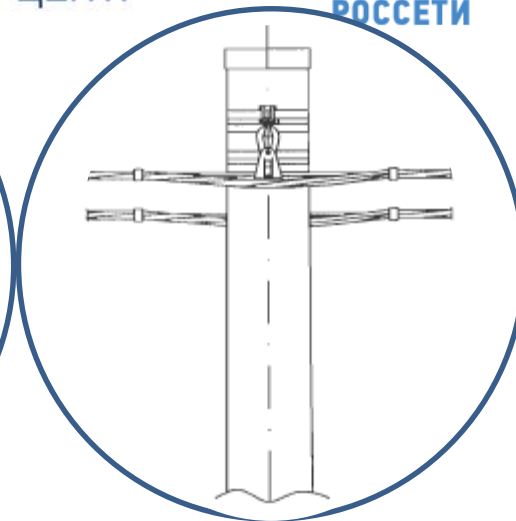
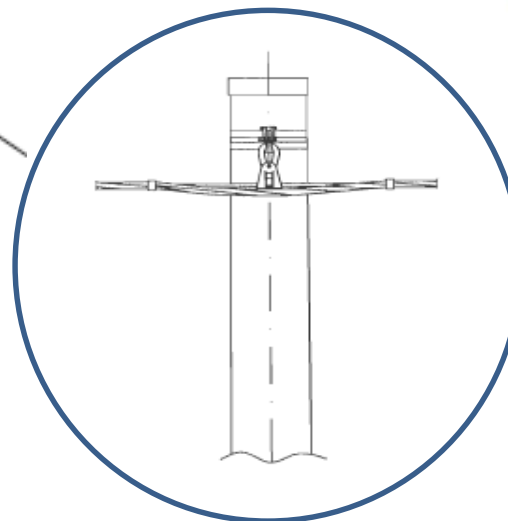
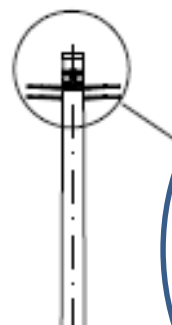
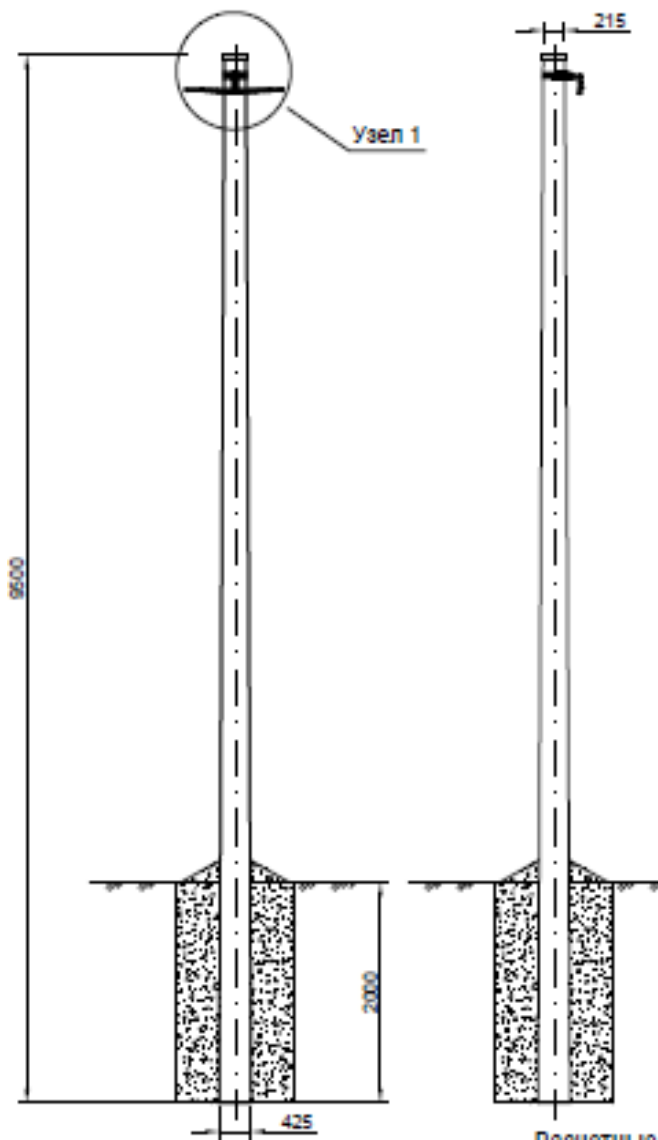
- группа компаний ООО "ВКЭС" (г. Санкт-Петербург);
- группа компаний «Машспецстрой» (г. Пермь);
- ЗАО «Феникс-88» (г. Новосибирск);
- ООО «Гален» (г. Чебоксары);
- ЗАО «Алтик» (г. Бийск);
- ОАО «Экспериментальный завод высоковольтного оборудования» (г. Москва).



| Бизнес-направление | Объем потребности ДЗО ОАО «Россети» на период до 2018 гг. для восстановления ВЛ после аварии (ремкомплект); для реконструкции действующих ВЛ; для строительства новых ВЛ | | |
|--|--|---------------------------------------|---------------------------------------|
| | Композитные опоры | Средний объем производства, шт. / год | Стоимость продаж (без НДС), тыс. руб. |
| ОПОРЫ ИЗ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВЛ 0,4 – 35 кВ | 0,4 кВ | 29 000 | 615 000 |
| | 6 - 20 кВ | 20 000 | 592 000 |
| | 35 кВ | 850 | 116 000 |

Для ВЛ 0,4- 220 кВ объем потребности **8500 т/год**, при планируемой средней стоимости - **200 тыс. руб./т (без НДС)**.

Перспективные рынки - электрические сети нефтегазовой отрасли



Стойки опор класса напряжения 0,4 кВ технологически предлагается выполнять с использованием одной (или однотипной) секции, определяющей следующие размеры:

- длина секции – 9500 мм;
- диаметр части – 408 мм;
- диаметр верхней части – 199 мм.

Из данной секции можно выполнить стойки длиной 9500 мм и с различной толщиной стенки, например:

- стойка с размерами: низ - $\varnothing 408/\varnothing 424$ мм; верх - $\varnothing 199/\varnothing 215$ мм; толщина стенки - 8 мм;
- стойка с размерами: низ - $\varnothing 408/\varnothing 432$ мм; верх - $\varnothing 199/\varnothing 223$ мм; толщина стенки 12 мм;
- стойка с размерами: низ - $\varnothing 408/\varnothing 438$ мм; верх - $\varnothing 199/\varnothing 229$ мм; толщина стенки 15 мм;



Стойки опор класса напряжения 6-10-20 кВ технологически выполнены с использованием одной секции, определяющей следующие размеры стойки:

- **длина стойки– 10500 -11500 мм;**
- **диаметр нижней части– 452-486 мм;**
- **диаметр верхней части– 199-233 мм.**





| Показатели | | Одноцепная промежуточная опора 6-10 кВ | | | |
|---|----------|--|------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| | | Композит* ФБСА611.00.000 -01 | Деревянная | ЖБ | Металл |
| | | | стойка-С9.5 -1,2,3 П10-3д | на стойке СВ110-5 П10 ми3 | |
| Масса стойки опоры (при модули упругости, 35 ГПа) | кг | 157,45 | 210 | 1 125 | 369 |
| Объем стойки | куб.м. | 0,085 | 0,42 | 0,45 | 0,041 |
| Стоимость стойки опоры | Руб. | 29 443 | 4 819 | 10 325 | 42 000** - 65 0000 (с фундаментом) |
| Стоимость доставки с приобъектного склада в текущих ценах | Руб./км | 1 411 | 2 079 | 16 188 | 2 8 |
| Стоимость доставки с центрального склада до приобъектного в текущих ценах | Руб./шт. | 400 | 218 | 1 200 | 400 |
| Габаритный пролет | м | 81 | 60 | 85 | 75 |
| Кол-во опор на 1 км | Шт. | 12 | 17 | 12 | 13 |
| Итого | Руб./км | 359 127 | 86 618 | 154 488 | 549 209 - 848 209 |

* по данным ЗАО «Феникс»

** по данным ООО «Электропоставка» на 25.05.2016 г.



| Показатели | | Одноцепная промежуточная опора 35 кВ | | | |
|---|----------------|--------------------------------------|----------------------|-------------------------------------|----------------|
| | | На композитных опорах* | На решетчатых опорах | На метал. опорах из гнутого профиля | На ЖБ опорах |
| | | КО1-35 | П35-1 | ПС35ПИ-1М | |
| Масса стойки опоры (при модули упругости, 35 ГПа) | кг | 1 375 | 1 558 | 1 546 | 4 834 |
| Объем стойки | куб.м. | | | | |
| Стоимость стойки опоры | Руб. | 257 125 | 102 828 | 185 500** | 63 569 |
| Стоимость фундамента | Руб. | | 17 700 | 200000 | |
| Габаритный пролет | м | 280 | 280 | 263 | 250 |
| Кол-во опор на 1 км | Шт. | 3,57 | 3,57 | 3,8 | 4,0 |
| Стоимость монтажа в текущих ценах | Руб./опору | 20 675 | 125 895 | 23 247 | 20 000 |
| Итого | Руб./км | 991 746 | 879 730 | 1 553 238 | 334 276 |

* по данным ЗАО «Феникс»

** Сопоставима по стоимости с многогранными опорами (например, ПМ35-4 - 191 880,00 руб. 1476 кг.).



| Опоры / факторы | Композитные | Металлические многогранные | Железобетонные | Деревянные |
|---|-------------|----------------------------|----------------|------------|
| Стоимость | 3 | 3 | 2 | 1 |
| Заводская готовность к монтажу в полевых условиях; высокую транспортабельность; | 1 | 2 | 3 | 2 |
| Срок службы | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Эксплуатационные затраты | 1 | 2 | 3 | 3 |
| Экологичность | 1 | 2 | 3 | 2 |
| Устойчивость к механическим нагрузкам | 1 | 1 | 2 | 3 |

1- в приведенной оценке продукт имеет высокий уровень конкурентоспособности в сравнении с существующими, 4 - низкий



К основным достоинствам композитных опор относят следующие:

- Высокая степень заводской готовности к монтажу в полевых условиях;
- Модули быстро доставляются в необходимой комплектации на стройплощадку, без длинномерного транспорта;
- Опоры из композитных материалов, учитывая их весовые характеристики, могут быть перенесены и смонтированы практически вручную в труднодоступных местах прохождения ВЛ, что делает их незаменимыми при аварийно-восстановительных работах;
- Устойчивость к повышенным механическим нагрузкам. Они не ломаются и не падают, а просто пружинят, что на порядок повышает надежность работы ВЛ в условиях гололедообразования и сверхрасчетных ветровых нагрузок и снижает риск каскадного развития аварии;
- Повышенный срок службы (70-80 лет). Опоры практически не подвержены коррозии, стойкие к воздействию солей и кислот;
- Меньшие эксплуатационные затраты. Стоимость опор компенсируется низкими затратами на обслуживание;
- Экологичность материала конструкции. Материал не выделяет опасные вещества. Окраска в любой цвет обеспечивает эстетику их применения в конкретных условиях градостроительной архитектуры;
- Использование композитных траверс позволяет уменьшить горизонтальные габариты применяемых стоек и увеличить длину пролетов.



К недостаткам опор из композитных материалов следует отнести следующее:

- Главным ограничителем потребительского спроса на опоры ВЛ с применением комплектующих из композитных материалов является относительно высокая цена, которая в зависимости от типа и технологии изготовления измеряется от 1,1 до 25 \$/кг. Однако есть предпосылки, что цена может со временем быть понижена за счет разработки более дешевой технологии.

- Одной из важнейших задач, связанных с массовым внедрением опор из композитных материалов, является решение вопроса стабилизации связующего полимерного наполнителя к действию солнечного излучения.

- Одна из особенностей конструкций на основе композитных материалов – их высокая эластичность, однако для высоких опор данная особенность может быть расценена как негативная.



Вышеперечисленные факторы определяют первоочередную географию установок композитных опор, которые имеются на сегодняшний день:

- труднодоступные места с высокой стоимостью доставки, СМР, обслуживания.
- особо тяжелые условия эксплуатации: агрессивные атмосфера, грунты, солевые туманы; часто повторяющиеся экстремальные обледенение (снегопады, ураганы).
- Композитные опоры могут быть использованы в тех областях, в которых надежность является определяющей

Следует отметить отсутствие на сегодняшний день разработанного нормативно-технического обеспечения для широкомасштабного внедрения композитных опор ВЛ 0,4-35 кВ:

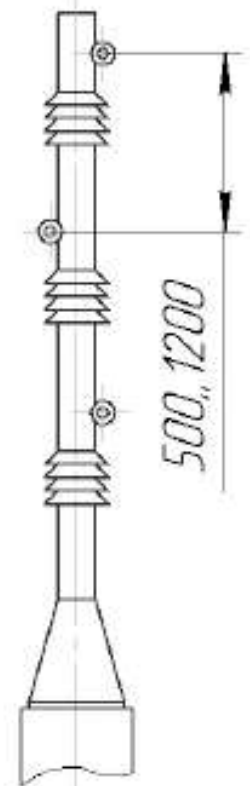
- ✓ норм технологического проектирования ВЛ с применением композитных опор;
- ✓ единых норм и расценок на строительно-монтажные работы;
- ✓ технологических карт производства работ.



**КОМПОЗИТНАЯ
ПРОМЕЖУТОЧНАЯ
ОПОРА «АЛТИК»**
типа ПК-10-1 на
участке ВЛ 10 кВ
«Татнефть-
Энергосервис» в
г. Альметьевск

| | |
|---|-------------|
| Габаритная высота опоры, м | 9,85 - 16,3 |
| Диаметр основания, мм | 342 |
| Число секций стойки, шт | 3 |
| Размеры в транспортной упаковке (диаметр * длина), мм | 355 * 5000 |
| Масса опоры (с траверсой и изоляторами), кг | 225-245 |

Перспективная
разработка
композитной
стойки 6-20 кВ



Стойка-изолятор с
малым поперечным
габаритом
(проект)



- ❖ **Композитные опоры могут быть использованы в тех областях, в которых надежность является определяющей.**
- ❖ **Относительно высокая стоимость опор из композитных материалов со временем, благодаря совершенствованию технологий может быть значительно снижена.**
- ❖ **Инвестиционная привлекательность опор ВЛ из композитных материалов будет возрастать с ростом стоимости металлов.**
- ❖ **Применение композитных опор модульного типа с изолирующими траверсами на сегодняшний день дает наибольший эффект при использовании их в качестве ремонтного резерва или при применении в районах с особыми условиями. Транспортировка в компактном виде, быстрый монтаж, отсутствие проблем коррозии, экономия металла – это их наиболее очевидные преимущества.**
- ❖ **Вопросы проектирования и строительства ВЛ с применением композитных опор должны быть поддержаны разработкой соответствующей нормативно-технической документацией.**

Спасибо за внимание!



ПАО «ФИЦ»
Россия, Санкт-Петербург
191036, Невский пр., 111/3
+7 (812) 431-99-70

info@ftc-energo.ru
www.ftc-energo.ru

