



ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТИПОВ ОПОР В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ ПАО «МРСК ЦЕНТРА» И ПАО «МРСК ЦЕНТРА И ПРИВОЛЖЬЯ»

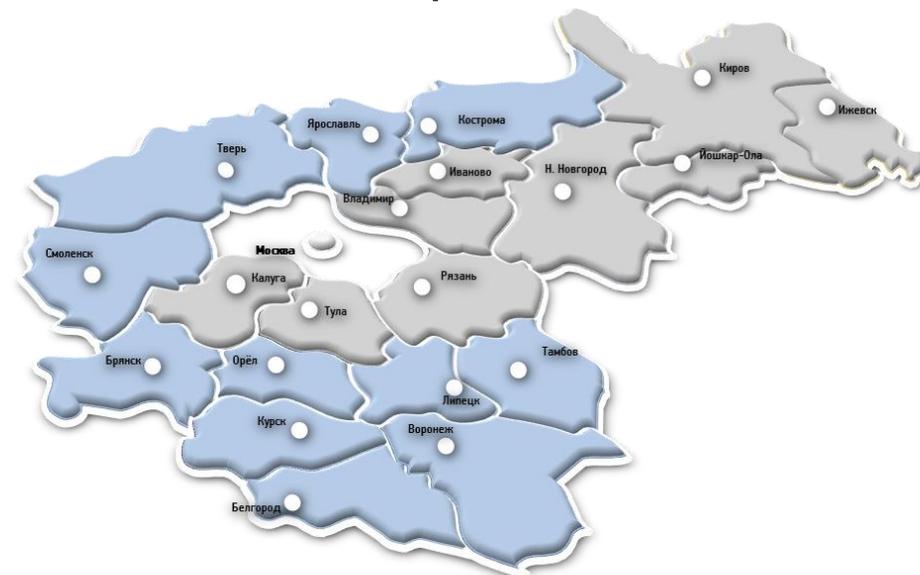
НОВИКОВ С.Л.

*Начальник отдела контроля и реализации технической политики
ПАО «МРСК Центра»*

2019

Основные производственные показатели и активы

Показатель	Значение
Количество филиалов (регионов присутствия)	20
Количество РЭС (на 01.01.2019)	534
ПС 35 кВ и выше, шт.	3 910
ТП 6-35/0,4 кВ, шт.	164 518
Протяженность ЛЭП, в том числе	685
ВЛ 35 кВ и выше, тыс. км	108
ВЛ 0,4-10 кВ, тыс. км	548



Одна из стратегических задач обеспечения надежности распределительных сетей – создание и применение принципиально новых материалов на ВЛ, превосходящих по техническим характеристикам ранее применяемые

Объемы по эксплуатации ВЛ 0,4-110 кВ

Класс напряжения ВЛ	МРСК Центра				МРСК Центра и Приволжья			
	ж/б	дерево	металл	композит	ж/б	дерево	металл	композит
0,4 кВ	2 569 313	1 229 118	8 402	2	1 241 137	1 260 126	59	0
6-10 кВ	2 209 665	159 808	317	43	1 170 497	464 600	534	0
35 кВ	190 917	376	12 875	0	93 714	3 302	8 021	0
110 кВ	85 959	11	20 289	0	71 665	3 076	16 886	0

Применение новых типов опор на ВЛ 0,4-110 кВ

ВЛ 110 кВ

- На ВЛ 110 кВ должны применяться стальные опоры многогранных и решетчатых конструкций и железобетонные опоры, в т.ч. из центрифугированных секционированных стоек. На ВЛ, проходящих по землям сельскохозяйственного назначения, возможно применение композитных опор с изолирующими траверсами

ВЛ 35 кВ

- На ВЛ 35 кВ должны применяться стальные опоры многогранных и решетчатых конструкций и железобетонные опоры, в т.ч. из центрифугированных секционированных стоек

ВЛ 6-10 кВ

- На магистралях ВЛ 6-10 кВ рекомендуется применение железобетонных опор. При обосновании допускается применение стальных многогранных и композитных опор.

ВЛ 0,4 кВ

- На магистралях ВЛ 0,4 кВ рекомендуется применение железобетонных опор. При обосновании допускается применение стальных многогранных и композитных опор. Для ВЛ 0,4 кВ также должна рассматриваться возможность замены трехстоечных анкерно - угловых ж/б опор на одностоечную стальную многогранную опору



РЕЗУЛЬТАТ НИОКР ПАО «МРСК ЦЕНТРА»:

- ✓ Разработана технически и экономически обоснованная альтернатива анкерно-угловым трехстоечным анкерным ж/б и деревянным опорам 0,4 кВ на основе стальной многогранной опоры (СМО)
- ✓ Разработан альбом унифицированных проектных решений «Стальные многогранные опоры ВЛИ 0,4 кВ для провода СИП»

ПРЕИМУЩЕСТВА:

- ✓ Снижение логистических затрат, затрат на СМР и землеотвод
- ✓ Универсальность конструкторской разработки (наличие различных узлов крепления, шкафа выносного учёта, фонаря уличного освещения, концевой кабельной муфты)
- ✓ Большая электробезопасность для населения

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ:

- ✓ Стесненные условия населенной местности
- ✓ Концевые опоры при выходе ВЛ 0,4 кВ из ТП 6(10)/0,4 кВ

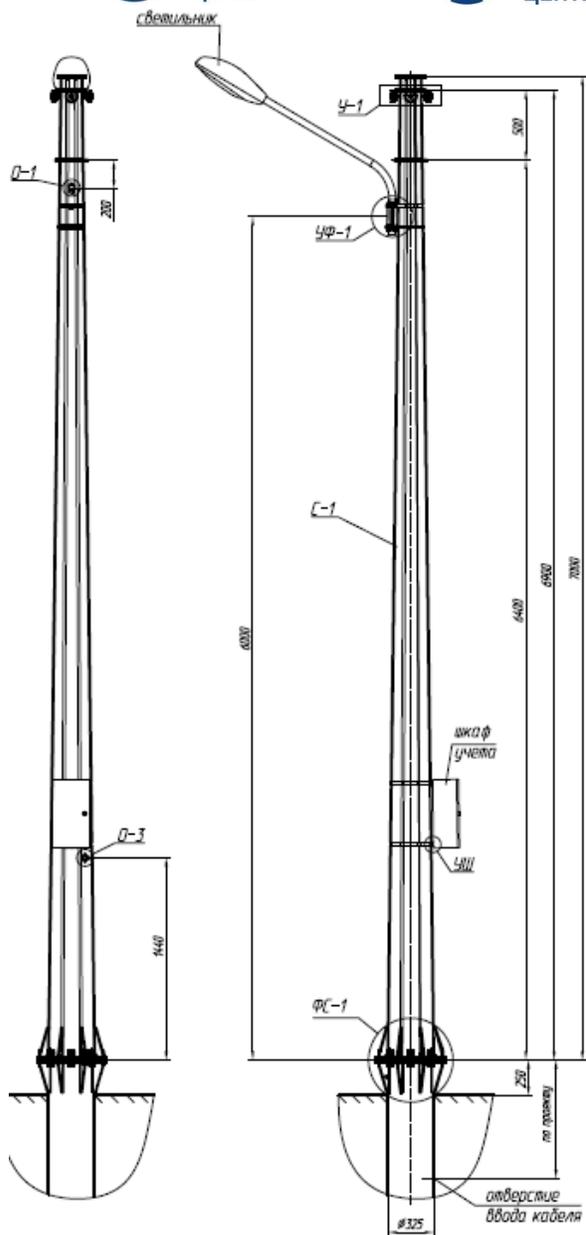
НАИМЕНОВАНИЕ ПАРАМЕТРА	Ж/Б (ТРЕХ СТОЕЧНАЯ)	ДЕРЕВЯННАЯ (ТРЕХ СТОЕЧНАЯ)	МНОГОГРАННАЯ (ОДНОСТОЕЧНАЯ)
Вес, кг	2400	280-380	200
Изгибающий момент, тс/м	24	28 - 38	11 – 25
Срок службы	25	30	50

С 2015 года в филиалах ПАО «МРСК Центра» установлено около 2000 анкерных стальных многогранных опор ВЛ 0,4 кВ. Замечаний к эксплуатации и дефектов опор не выявлено.

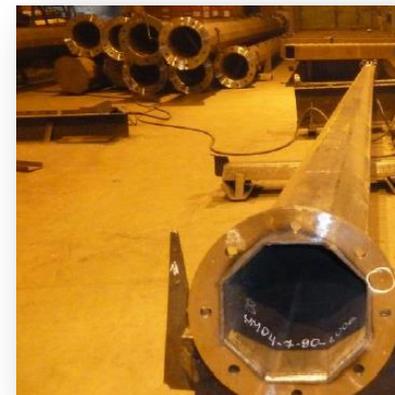


Патент ПАО «МРСК Центра» на полезную модель «Опора линии электропередачи»

АНКЕРНЫЕ СТАЛЬНЫЕ МНОГОГРАННЫЕ ОПОРЫ НА ВЛ 0,4 кВ



Конструкция опоры	На базе стальной конической стойки от 7 м до 10 м из листа толщиной 4-5 мм, имеют 8 до 12 граней. Разработана 2- секционная стойка для аварийно-восстановительных работ
Фундамент	Металлическая труба длиной от 2,5 м с толщиной стенки от 5 до 7 мм. Для закрепления опор в заболоченной местности разработаны винтовые фундаменты
Типы опор	Одноцепные и двухцепные (7 м на угол 90° ; 10 м на угол 30,-60 и 90°)
Расчетное сечение провода	СИП-2 3x70+1x70+2x16 с возможностью крепления на опоре ответвлений 4xСИП-4 4x16
Защитное покрытие	Методом горячего цинкования в соответствии с ГОСТ 9.307-89, толщина покрытия не менее 80 мкм
Расчетные климатические условия	IV район по ветру, II район по гололеду
Расчетный изгибающий момент	11,1 тс*м для опоры УМз04-7-90 (25,6 тс*м для опоры УМз04-2-10-90)
Срок службы	50 лет



НИОКР ПАО «МРСК ЦЕНТРА» КОМПОЗИТНЫЕ ОПОРЫ НА ВЛ 6-10 кВ



ОСНОВАНИЯ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ:

- ✓ ПРИКАЗ Минэнерго РФ от 22.07.2013 №382 «Об утверждении отраслевой программы внедрения композитов, конструкций и изделий из них в топливно-энергетическом комплексе»
- ✓ Распоряжение ПАО «Россети» от 28.04.2014 № 177р «О внедрении инновационной электротехнической продукции с применением композитных материалов»

РЕЗУЛЬТАТЫ НИОКР ПАО «МРСК ЦЕНТРА»:

- ✓ Разработаны одно- и двухцепные одностоечные промежуточные (в т.ч. промежуточные угловые на угол до 20 град.) и двухстоечные анкерные и анкерно-угловые опоры для ВЛ 6-20 кВ на базе стоек высотой 10,5 и 11,5 м
- ✓ Выполнен типовый проект «Одноцепные и двухцепные опоры из композитных материалов для ВЛ 6-20 кВ»
- ✓ Положительно завершена опытная эксплуатация 18 опор в филиале Липецкэнерго (2016 г.)

ПРЕИМУЩЕСТВА:

- ✓ Малый вес, снижение логистических затрат и затрат на СМР
- ✓ Высокая грозоупорность ВЛ на композитных, отсутствие необходимости в заземлении и применении мультикамерных разрядников
- ✓ Стойкость к гололёдно-ветровым нагрузкам
- ✓ Срок службы 50 лет

Патент ПАО «МРСК Центра» на изобретение «Полимерная композиция для пропитки стеклонитей, устойчивая к ультрафиолетовому излучению»

Патент ПАО «МРСК Центра» на изобретение «Устройство крепления верхнего оголовника для установки траверсы на торце конусной пустотелой композитной опоры ЛЭП»

В настоящее время в филиалах ПАО «МРСК Центра» установлено около 40 композитных опор на ВЛ 6-10 кВ. Замечаний к эксплуатации и дефектов опор не выявлено.



НИОКР ПАО «МРСК ЦЕНТРА И ПРИВОЛЖЬЯ» ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ВИБРИРОВАННЫЕ МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ОПОРЫ НА ВЛ 6-10 кВ

Стойки железобетонные вибрированные для опор ВЛ 0,4-10 кВ, аналогичные сериям СВ-95, СВ-110, изготовленные из тяжелого бетона модифицированного дисперсией углеродных нанотрубок



РЕЗУЛЬТАТЫ НИОКР ПАО «МРСК ЦЕНТРА И ПРИВОЛЖЬЯ»:

- ✓ Разработана и опробована технология введения сверхмалых количеств углеродных нанотрубок в растворы бетона для повышения прочности
- ✓ Разработана документация на изготовление опор, аналогичных сериям СВ-95, СВ-110, выполненных из модифицированного бетона с увеличенной прочностью на 30% и морозостойкостью с F 200 на F 300
- ✓ Разработана технология, увеличивающая срок службы по сравнению с обычными ж/б опорами не менее чем на 8 лет.
- ✓ Положительно завершена опытная эксплуатация 18 опор в филиале Удмуртэнерго (2013 г.)

ПРЕИМУЩЕСТВА:

- ✓ Прочность: при контрольной нагрузке по прочности 560 кгс признаков разрушения не обнаружено; ширина раскрытия трещин составила в среднем на длине 1 м от опорной части не более 0,15 мм.
- ✓ Жесткость: при контрольной нагрузке по жесткости 400 кгс фактический прогиб составил $f = 167$ мм.
- ✓ Трещиностойкость: при контрольной нагрузке по трещиностойкости 330 кгс ширина раскрытия трещин не более 0,05 мм.

С 2014 года в филиалах ПАО «МРСК Центра» и ПАО «МРСК Центра и Приволжья» установлено около 3000 модифицированных ж/б опор на ВЛ 6-10 кВ. Замечаний к эксплуатации и дефектов опор не выявлено.



Патент ПАО «МРСК Центра и Приволжья» на полезную модель «Опора ВЛ 0,4-10 кВ модифицированная»

ПИЛОТНЫЙ ПРОЕКТ КОМПОЗИТНЫЕ ОПОРЫ НА ВЛ 110 кВ



ОБЪЕКТЫ:

ВЛ 110 кВ «Доброе» (14 опор, СМР 2017 г.)

ВЛ 110 кВ «Правобережная-Лебедянь»,

ВЛ 110 кВ «Дон-Сухая Лубна»

(27 опор, СМР 2018 г.)

ВЛ 110 кВ «Двуречки» (8 опор, СМР 2019 г.)

ПРОИЗВОДИТЕЛЬ ОПОР: ЗАО «Феникс-88»

Эффекты применения композитных опор

- Уменьшение землеотвода за счет применения компактных изолированных траверс, что особенно важно в местах с высокой стоимостью земли
- Упрощение и удешевление логистики и монтажа (снижение затрат на доставку комплектов опор в любые труднодоступные места и отдаленные районы с неразвитой сетью автомобильных дорог, где проезд большегрузного транспорта становится проблематичным и доставка железобетонных или стальных решетчатых опор сопряжена со значительными трудностями или затратами)
- Увеличение расчетного срока службы опор до 50 лет по сравнению с железобетонными или стальными решетчатыми опорами (30 лет), а также снижения расходов по обслуживанию на весь срок их эксплуатации
- Высокая скорость монтажа опоры позволяет сократить время и затраты на устранение аварии, т.к. требуется меньшее количество технических средств и трудозатрат. Силами бригады из 3–5 человек можно в сжатые сроки установить композитную опору

№ п/п	Основные характеристики опор применяемых опор	Типы опор: ПКф110-2+3 и ПКф 110-2+9
1	Полная высота опоры (с учетом фундамента)	от 29,27 м до 35,27 м
2	Высота от уровня земли до нижней траверсы	от 14,4 м до 20,4 м
3	Максимально допустимый изгибающий момент стойки	от 800 до 1200 кН*м
4	Масса (не более)	от 2854 кг до 4699 кг
5	Диаметр котлована для установки опоры	1100 мм

ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ:

- ✓ Пилотный проект по установке СМО 10 кВ в филиале ПАО «МРСК Центра» - «Тверьэнерго»
- ✓ Год реализации - 2010
- ✓ Объект – ВЛЗ 10 кВ от ПС 35/10 кВ «Городня»:
 - Протяженность: 2,206 км
 - Количество цепей: 1
 - Тип провода: СИП-3 1x70 мм²
 - Тип промежуточных, анкерных и концевых опор 10 кВ: СМО
 - Расчетные пролеты (габаритный, ветровой): 120 м
 - Толщина стенки гололеда – 15 мм
 - Нормативное ветровое давление – 500 Па



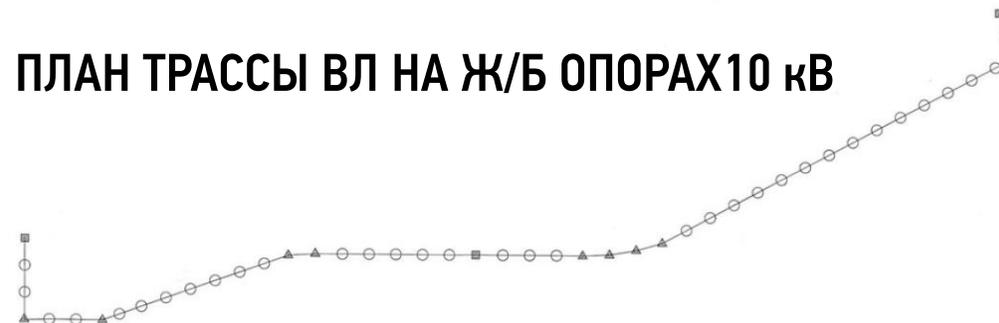
НАИМЕНОВАНИЕ ПАРАМЕТРА	КМ-10	УАМ-10	ПМ-10
СТОЙКА			
ВЫСОТА ДО ТРАВЕРСЫ, М	9.5 – 11.5		
ВЕС, КГ	483	510	318
ФУНДАМЕНТ			
ВЫСОТА, М	4.8		3.8

СРАВНЕНИЕ ВЛ НА Ж/Б И СМО 10 кВ

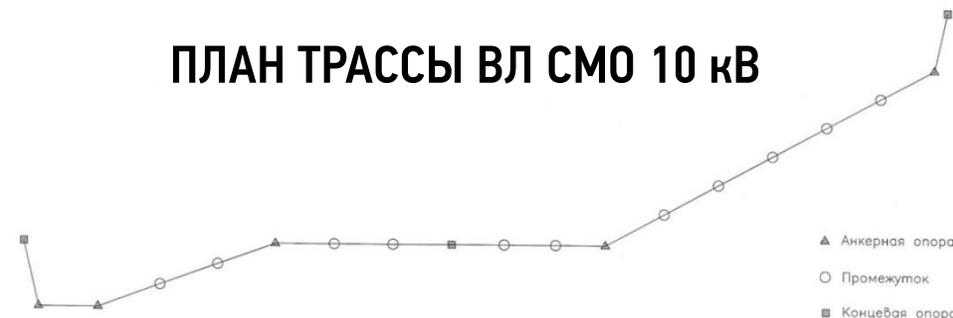
НАИМЕНОВАНИЕ ОПОР	ТИП СТОЕК	КОЛИЧЕСТВО СТОЕК, ШТ.	КОЛИЧЕСТВО ОПОР, ШТ.
ПРОМЕЖУТОЧНАЯ	СВ 110-5	34	34
АНКЕРНАЯ КОНЦЕВАЯ	СВ 110-5	6	3
УГЛОВАЯ ПРОМЕЖУТОЧНАЯ	СВ 110-5	12	6
УГЛОВАЯ АНКЕРНАЯ	СВ 110-5	9	3
ИТОГО		61	46

НАИМЕНОВАНИЕ ОПОР	ТИП СТОЕК	КОЛИЧЕСТВО СТОЕК, ШТ.	КОЛИЧЕСТВО ОПОР, ШТ.
ПРОМЕЖУТОЧНАЯ	ПМ10	11	11
АНКЕРНАЯ КОНЦЕВАЯ	КМ10	3	3
УГЛОВАЯ АНКЕРНАЯ	УАМ10	5	5
ИТОГО, ШТ.		19	19

ПЛАН ТРАССЫ ВЛ НА Ж/Б ОПОРАХ 10 кВ



ПЛАН ТРАССЫ ВЛ СМО 10 кВ



ПРЕИМУЩЕСТВА:

- Количество промежуточных опор снизилось с 34 до 11;
- Количество анкерных опор снизилось с 9 до 5. Все анкерные опоры одностоечные;
- Площадь постоянного землеотвода уменьшилась в 3 раза (с 240 м² до 85 м²);
- Вес завозимых грузов уменьшился в 4 раза (с 78 до 18 тонн);
- Затраты труда снизились в 2 раза (со 114 до 62 чел*смен)



- В 2019 году в филиале ПАО «МРСК Центра» – «Тверьэнерго» был выполнены работы по реконструкции сети 10 кВ с применением стальных многогранных опор и сталеалюминиевого провода АСВП 81/9 в районе н.п. Тургиново Калининского района
- Объект: ВЛ 10 кВ ф. 12 ПС 35/10 кВ Тургиново (протяженностью 3,185 км)

ТИП СТОЕК	КОЛИЧЕСТВО, ШТ.
КМ10-7,5-с	3
АУМ10-8,5-90-с	1
ПМ10-9,0-с	30
ИТОГО	34

ТИП ФУНДАМЕНТОВ	КОЛИЧЕСТВО, ШТ.
ФТ1,7-4,8	3
ФТ1,7-4,8	1
ФТ1,7-3,8	30
ИТОГО	34



ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ ОПОР ДЛЯ ВЛ 6-10 кВ

сравнение приведено для одностоечных промежуточных опор

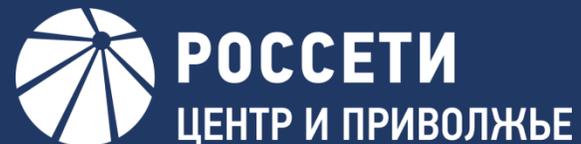
ПАРАМЕТР	КОМПОЗИТНАЯ СТОЙКА	ЖБ МОДИФИЦИРОВАННАЯ СТОЙКА	СТАЛЬНАЯ МНОГОГРАННАЯ СТОЙКА
Вес, кг	230	1135	400
Изгибающий момент, кН*м	70	30-50	30-50*/70-270**
Срок службы, лет	50	33	50
Гарантийный срок, лет	5	5	5
Стоимость, тыс. руб., с НДС	65 000	9 200	37 000

* ПРОМЕЖУТОЧНАЯ

** АНКЕРНАЯ

ВЫВОДЫ. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

КОМПОЗИТНАЯ СТОЙКА	ЖБ МОДИФИЦИРОВАННАЯ СТОЙКА	СТАЛЬНАЯ МНОГОГРАННАЯ СТОЙКА
Труднодоступная местность, слабые грунты	Существующие условия применения	Прямые участки трассы ВЛ, залесенная местность, пожароопасные районы



Контактное лицо для обратной связи

Новиков Сергей Леонидович

Начальник отдела контроля и реализации технической политики

ПАО «МРСК Центра»

Тел.: 8 (495) 747-92-92 доб. 33-70

E-mail: Novikov.SL@mrsk-1.ru