

Специальные решетчатые опоры для районов крайнего севера и способы их закрепления

Международный форум «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ»

Москва, ВДНХ 22-25 ноября

Касаткин Сергей Петрович,
начальник сектора НИЛКЭС
s.p.kasatkin@nilkes.ru

Арктическая зона Российской Федерации

Состав сухопутной части

1 территории субъектов РФ, включённых в состав сухопутной части Арктической зоны Российской Федерации в соответствии с Указом Президента РФ от 2 мая 2014 г. №296 с изменениями, внесёнными Указом Президента РФ от 27 июня 2017 г. №287

— южная граница Арктической зоны Российской Федерации



— границы федеральных округов Российской Федерации
① Северо-Кавказский федеральный округ Российской Федерации

1. Территория Мурманской области
2. Территория Ненецкого автономного округа
3. Территория Чукотского автономного округа
4. Территория Ямало-Ненецкого автономного округа
1. Территории муниципальных образований «Беломорский муниципальный район», «Лоухский муниципальный район» и «Кемский муниципальный район» (Республика Карелия).
5. Территория муниципального образования городского округа «Воркута» (Республика Коми)
6. Территории Аллаиховского улуса (района), Анабарского национального (Долгано-Эвенкийского) улуса (района), Булунского улуса (района), Нижнеколымского района, Усть-Янского улуса (района) (Республика Саха (Якутия))
7. Территории городского округа города Норильска, Таймырского Долгано-Ненецкого муниципального района, Туруханского района (Красноярский край)
8. Территории муниципальных образований "Город Архангельск", "Мезенский муниципальный район", "Новая Земля", "Город Новодвинск", "Онежский муниципальный район", "Приморский муниципальный район", "Северодвинск" (Архангельская область)
9. Земли и острова, расположенные в Северном Ледовитом океане, указанные в Постановлении Президиума Центрального Исполнительного Комитета СССР от 15 апреля 1926 года "Об объявлении территории Союза ССР земель и островов, расположенных в Северном Ледовитом океане" и других актах СССР.

Постановка задачи

Основные проблемы при установке опор в арктической зоне:

- значительные ветровые и гололедные нагрузки;
- схлестывание проводов при их «пляске», сбросе гололедно-изморозевых отложений;
- сложность и неоднородность инженерно-геологических условий – мерзлые и слабые грунты

Опоры и фундаменты должны обладать следующими характеристиками:

- лёгкость транспортировки и минимизация массы;
- простота монтажа опор и фундаментов;
- возможность установки опор в сложных инженерно-геологических условиях

Существующие типовые конструкции решетчатых опор и свайных фундаментов не рассчитаны на суровые климатические условия Крайнего Севера

Классификация предлагаемых опор по типу опирания

Узкобазые

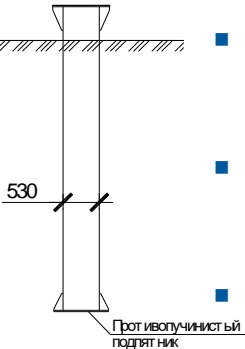
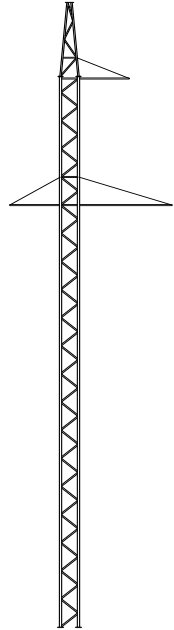
Один фундамент (труба)



- Высокая скорость сборки
- Небольшой вес



- Малая высота подвески провода
- Может воспринять меньшую нагрузку
- Сложно использовать на слабых грунтах



Широкобазые

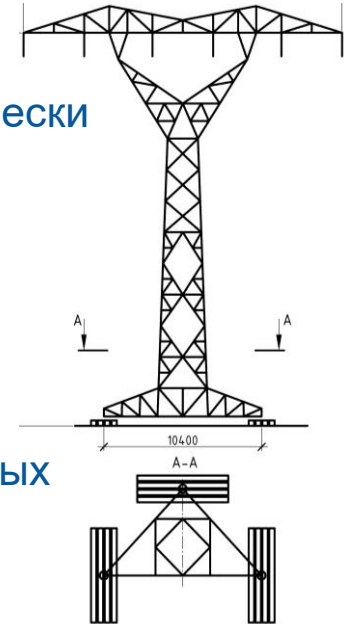
Несколько фундаментов



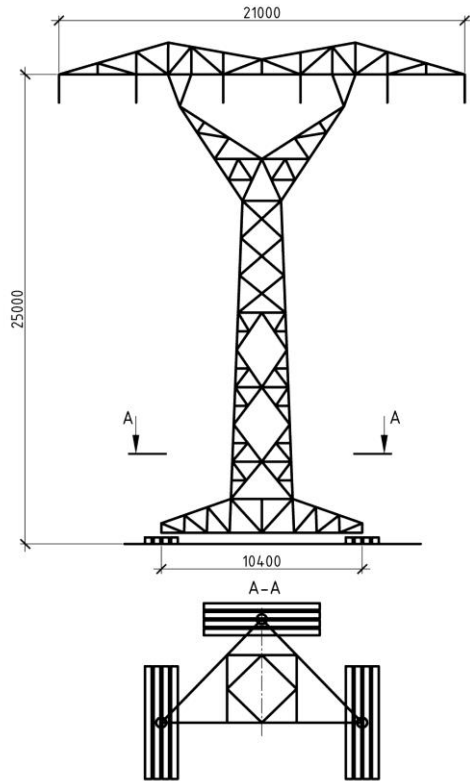
- Большая высота подвески провода или большой пролет
- Может воспринять большие нагрузки
- Целесообразно использовать на слабых грунтах



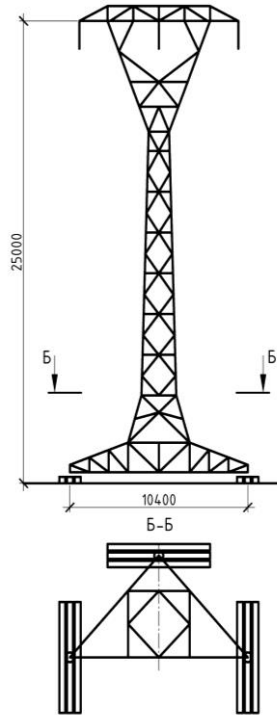
- Низкая скорость сборки
- Большая материалоемкость



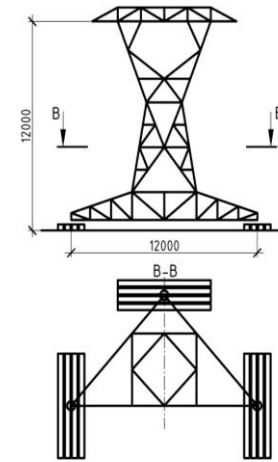
Схемы предлагаемых широкобазых стальных опор ВЛ 110 кВ для Арктических районов



**Двухцепная
промежуточная
опора П110-2А**

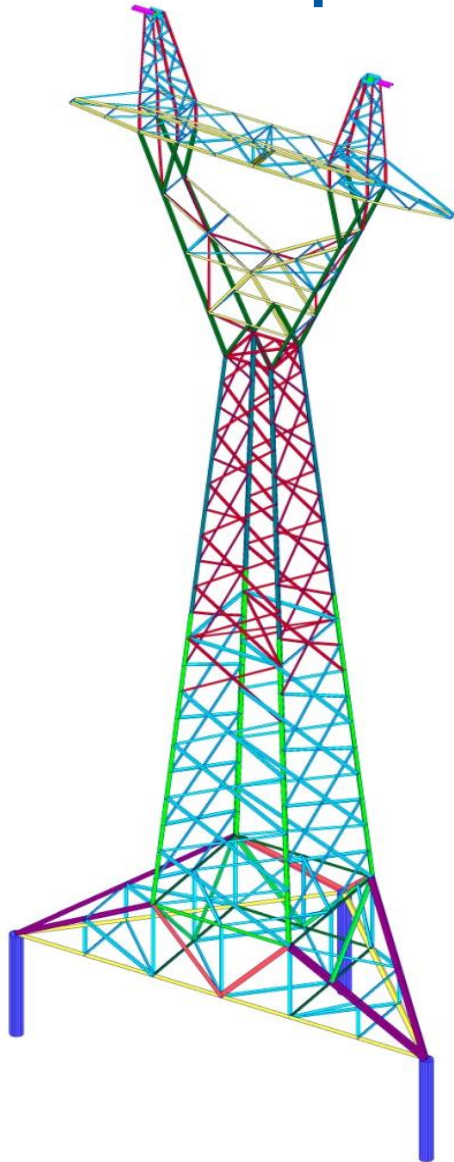


**Одноцепная
промежуточная
опора П110-1А**



**Одноцепная анкерно-угловая
опора У110-1А**

Пространственная схема одноцепной промежуточной опоры



Закрепление нижней секции конструкции на трех опорных точках, расположенных в одной плоскости обеспечит:

- минимизацию расхода материалов на фундаменты;
- исключение появления дополнительных усилий в поясах опоры в случае морозного пучения грунта под одним из фундаментов;
- сокращение требований к выправке отметок фундаментов, гарантируя при этом работу элементов опоры в расчетных режимах.

Конструктивные особенности новых стальных опор ВЛ 110 кВ

1. **Расположение всех фаз в одном уровне** для исключения схлестывания проводов при гололеде
2. **Увеличенная высота подвески проводов** для возможности ослабления их тяжения в целях борьбы с вибрацией без существенного уменьшения длины пролетов
3. **Опоры выполнены из стали класса прочности 345 с применением шпренгельных элементов** для минимизации металлоёмкости
4. **Подставка для крепления на три точки опирания**, что исключает появление дополнительных усилий в элементах опоры в случае возникновения морозного пучения грунта или просадки
5. **Возможность использования свайных или поверхностных фундаментов**
6. **Изготовление опор как из оцинкованной стали 09Г2С и С345, так и из атмосферостойкой стали 14ХГНДЦ**

Опыт закрепления опор в слабых грунтах

Самые распространенные решения



фундаменты из металлических труб
диаметром 219 мм, 325 мм или 426 мм



фундаменты из винтовых свай

(глубина забивки свай нередко превышает 20 м)

Основные недостатки этих решений:

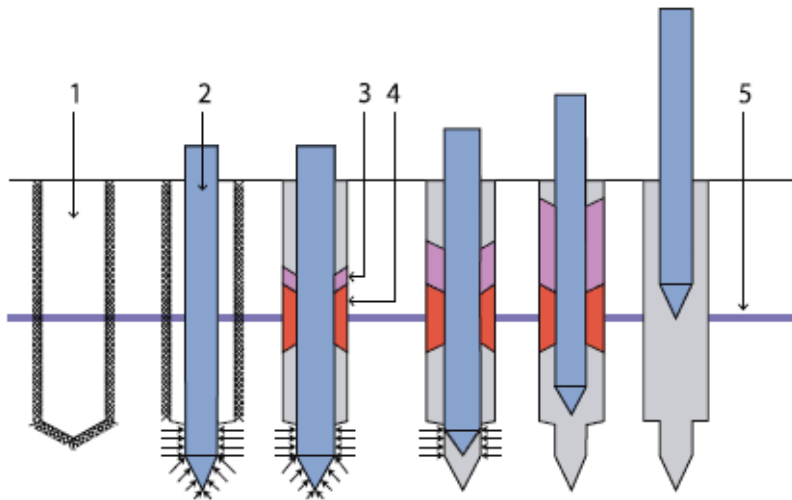
- высокая стоимость
- высокая теплопроводность

Падение опор АО «Россети Тюмень» из-за морозного пучения свай



Данные ОРГРЭС по морозному пучению металлических свай при бурозабивном способе погружения

- Через 5–6 лет в пучинистых грунтах начинается выход сваи – до **5 см** за сезон.
- В пучинистых грунтах, за счет сил, возникающих при расширении замерзающей воды на боковой поверхности сваи, ежегодный выход свай увеличивается **до 20–25 см** в год и более, фундамент теряет несущую способность, что может привести к падению опор под воздействием ветровых нагрузок.



- 1 – лидерная скважина;
2 – дозавивка сваи в ненарушенный грунт;
3, 4 – уплотненный грунт в зоне промерзания;
5 – граница сезонного промерзания.

Теплопроводность железобетона
существенно меньше
теплопроводности металла



Уменьшить нагрузки на сваю от морозного пучения можно используя ж/б сваи вместо металлических

Использование стыкованных железобетонных свай при реконструкции перехода ВЛ 220 кВ через р. Волга в Балаково

Замена трудозатратных фундаментов на составные сваи



Существенная экономия

- опоры высотой > 100 м
- нагрузка от опоры > 300 тонн
- длина составных ж/б свай до 14 м



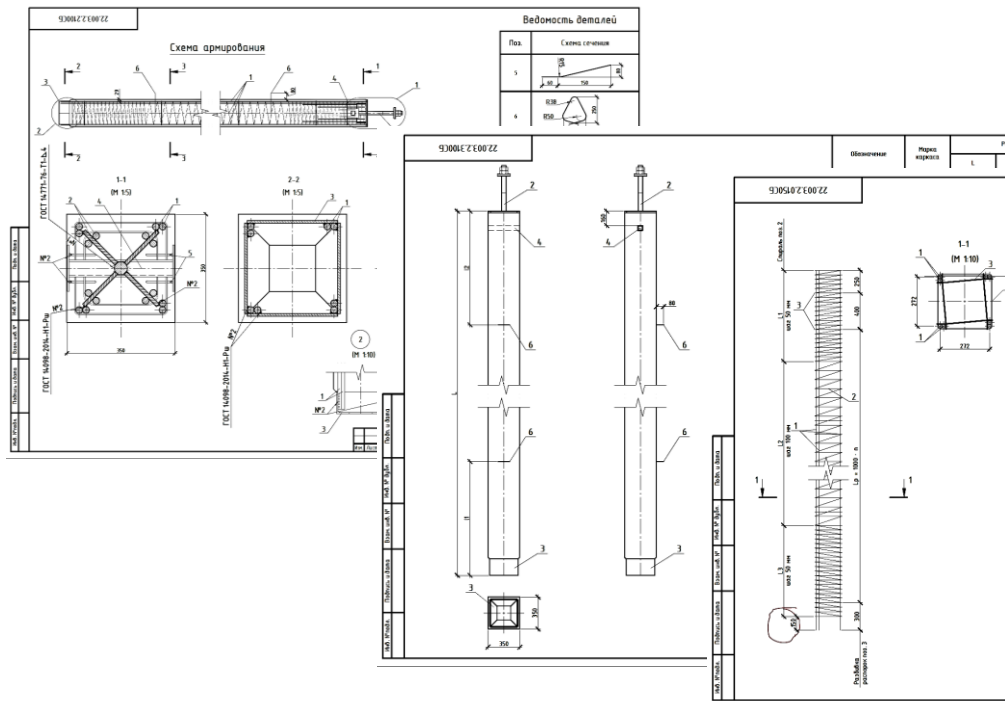
- ✓ Сокращены затраты за счет замены фундаментов на стыкованные сваи
- ✓ Требуемая надежность обеспечена

Альбом железобетонных составных свай для энергетического строительства

- Сваи разных длин от 13 до 24 м с шагом 1 м;
- Конструкция соединительного узла не уступает прочности самой ж/б сваи;
- Долговечность свай обеспечивается без средств вторичной защиты;
- Уменьшение нагрузки на сваю от морозного пучения за счет меньшей теплопроводности ж/б относительно металла;



- Погружение свай стандартным сваебойным оборудованием;
- Арматура повышенного класса А500 диаметром от 18 до 25 мм;
- 4 варианта армирования для восприятия большего диапазона нагрузок;
- Не требуется обетонирование стыков;
- Разработаны серия чертежей и программа испытаний и рекомендации по погружению свай, которые позволят исключить разбивание голов свай при погружении





ООО «ПО «ЭНЕРГОЖЕЛЕЗОБЕТОНИНВЕСТ»
Научно-исследовательская лаборатория конструктивных
электростетового строительства

СВАИ СОСТАВНЫЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ
КОНСТРУКТОРСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ
22.003.2

Забедающая НИЛКЭС, к.т.н.

Главный инженер проекта

 Л. И. Качановская
 С. П. Касаткина

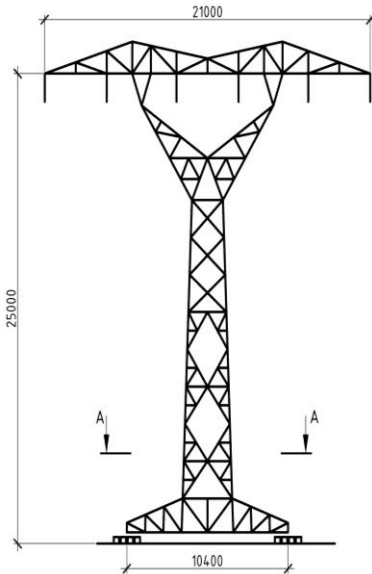
Санкт-Петербург
2022

Примечания:

- Сварка по п. 2 по методу электродов в классе соединений В5 и в сборке.
- Сварка по п. 2 производится безымянной арматурой и арматурой пружинной по п. 1 в каждом направлении перемещения.
- Сварка по п. 1 производится между собой на высоте, равной 100 мм.
- Размеры по п. 3 производятся в проектной ориентации.

22.003.2.05.05.05					
№ п/п	Исполнитель	Проверенный	Дата	Лист	Всего
1	Л. И. Качановская	С. П. Касаткина		1	1
Коржас: КП1.В.1 + КП12.В.1 Сборочный чертеж					
ООО «ПО «ЭНЕРГОЖЕЛЕЗОБЕТОНИНВЕСТ»					

Выводы:



- Предлагаемые НИЛКЭС новые типы стальных опор ВЛ 110 кВ и составных железобетонных свай обеспечат надежность электроснабжения в труднодоступных районах, при этом сократят затраты на эксплуатацию;
- Предложенные экономичные решения опор ВЛ 110 кВ могут быть оперативно разработаны, испытаны и применены в рамках конкретных проектов с учетом условий прохождения трассы ВЛ
- Альбом “Электрические составные сваи железобетонные для строительства воздушных линий электропередачи” разработан по логическому принципу альбома типовых решений и содержит всю необходимую и достаточную информацию для использования стыкованных свай в проекте.

