

**Новые технологические и конструктивные решения
для опор и фундаментов ВЛ –
путь к экономии при проектировании и строительстве
энергетических объектов**

**III международная научно-практическая конференция
Опоры и фундаменты для умных сетей:
инновации в проектировании и строительстве**

29 июня – 01 июля

Романов Пётр Игоревич, к.т.н.

e-mail: romanov1628@gmail.com

Работа с Заказчиком:

- выявление ожиданий потребителя;
- анализ тенденций на рынке
- постановка задачи.

Подготовка лабораторией нормативной базы:

- ГОСТ (ПУЭ7);
- НТП ВЛ;
- СТО (ФСК);
- ТТ (ФСК);
- ТУ (заводы);
- Патентное оформление.

Технические решения:

- ж/б секционированные центрифугированные стойки;
- фундаменты из центрифугированных элементов;
- элементная база центрифугированных элементов;
- винтовые сваи: актуализация;
- комбинированные опоры с композитными материалами;
- опоры как архитектурный объект

Внедрение:

- проектирование;
- изготовление;
- испытание;
- аттестация;
- информирование и обучение проектировщиков

57% всех ВЛ стоят на железобетонных опорах:

Класс напряжения кВ	Всего по трассе, тыс. км	ВЛ на опорах, тыс. км		
		Металлических	Железобетонных	Деревянных
500	30,0	26,0	4,0	-
330	9,0	3,5	4,8	-
220	74,0	26,2	30,6	2,8
110	203,0	16,3	125,8	36,5
35	184,0	5,6	122,2	51,2
Всего	500,0	77,6	289,0	90,8
%	100%	15,5%	57%	18,2%

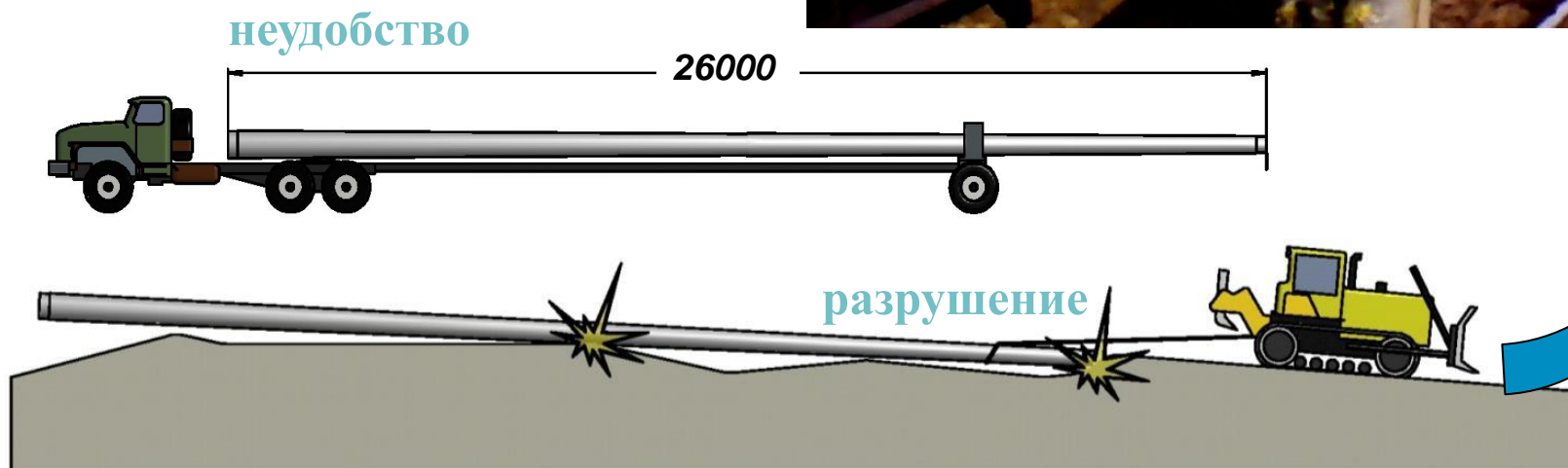
Из презентации «Опыт испытаний и эксплуатации железобетонных опор на ВЛ 35-750 кВ» ОАО «Фирма ОРГРЭС»,
 Каверина Рамзия Султановна

- в эксплуатации - более 3000 марок опор;
- Количество марок ЖБ стоек – более 200 шт.

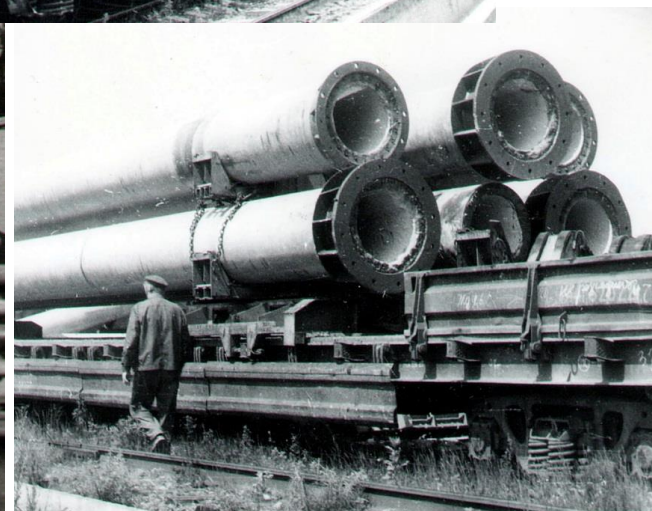
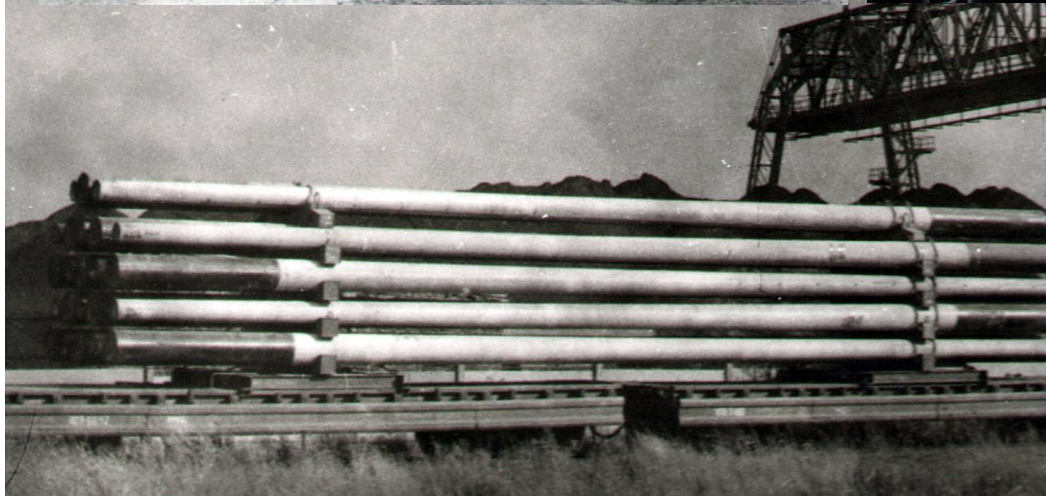
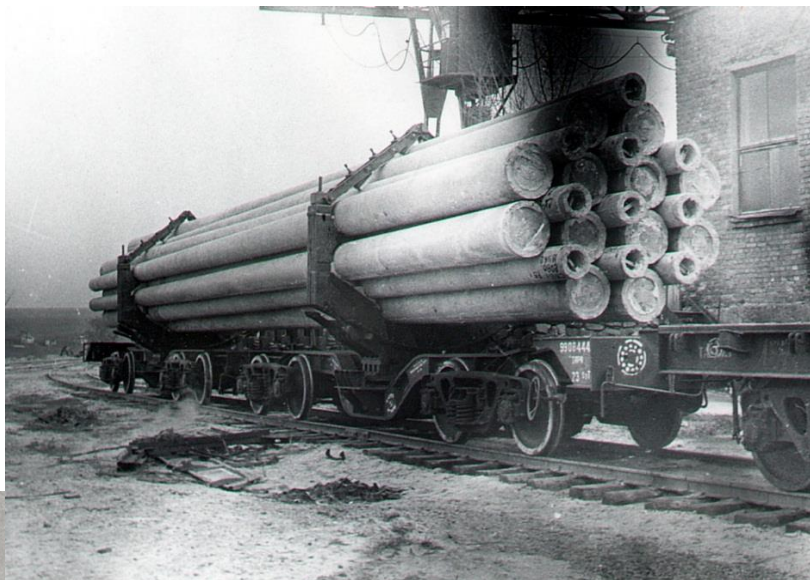


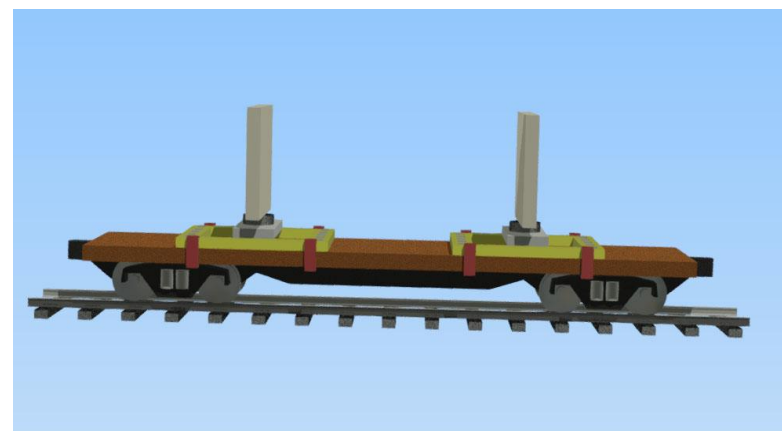
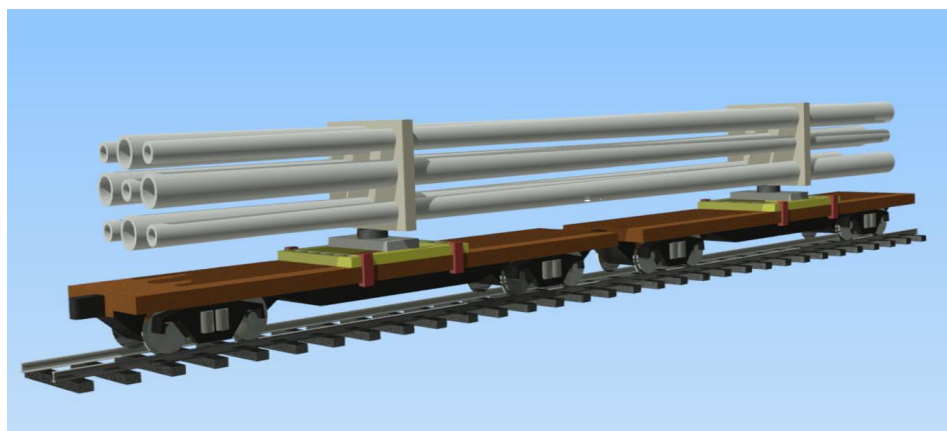
Основной недостаток цельных стоек - длина

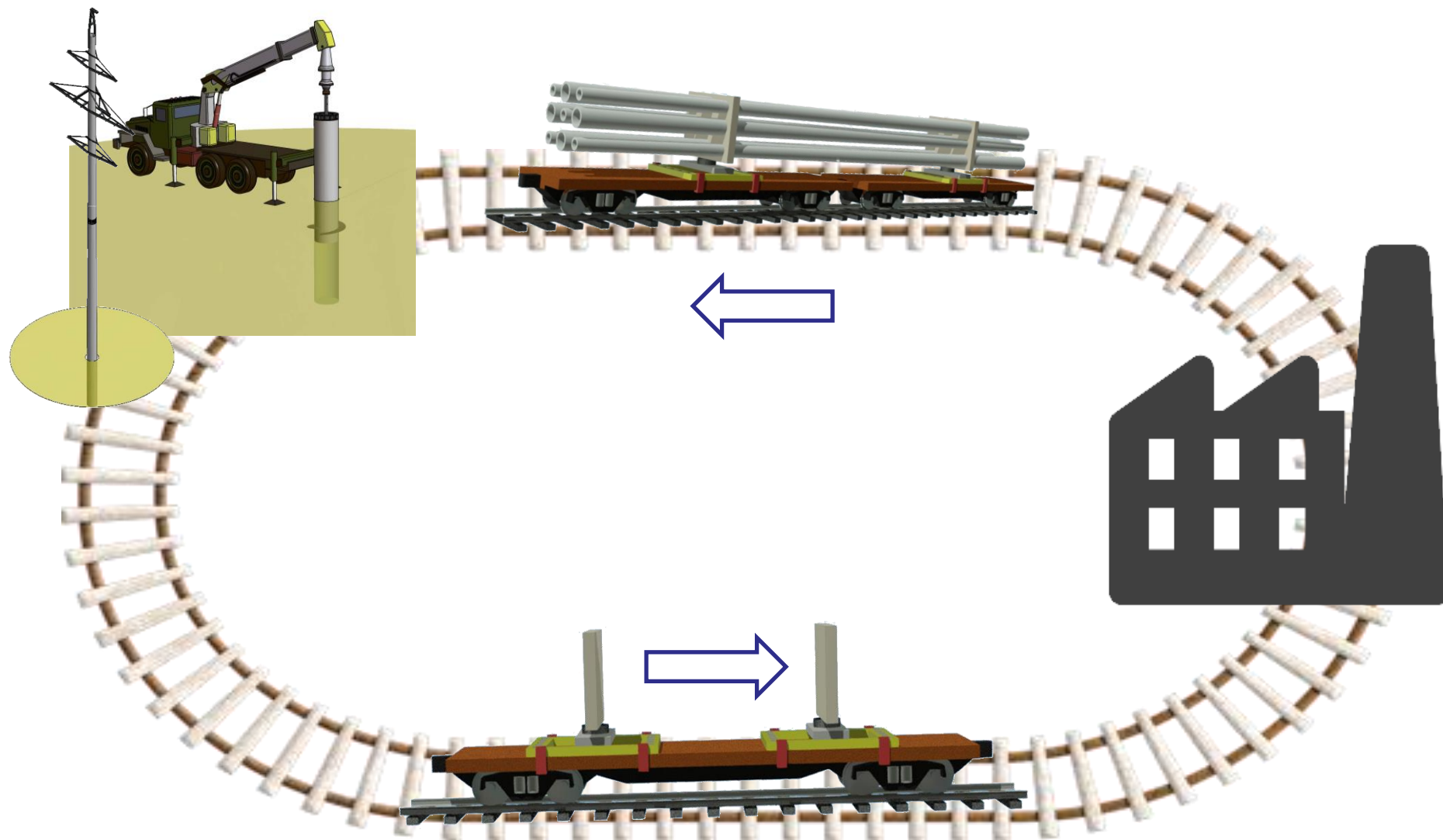
- неудобство доставки цельной стойки на пикет;
- разрушение оголовка стойки 26 м при транспортировке



Транспортировка цельных стоек







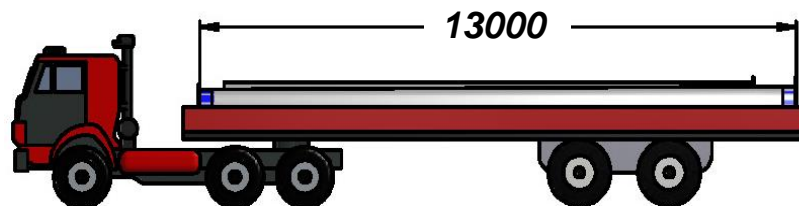
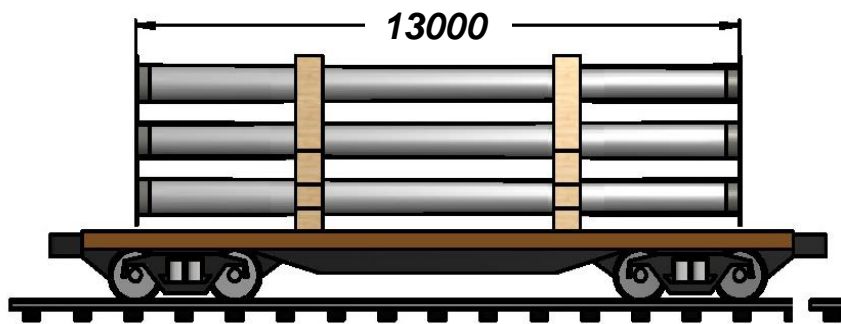
Снижение повреждаемости при транспортировке

Увеличение надежности отдельных секций

Пример: доставка автомобильным транспортом

п. Каменики Рыбинский р-н – Нижний Новгород (470 км)

СК 26.1-1.1 (по ГОСТ)	4шт.	1 рейс	130000 руб/рейс	32500 руб/шт.
СК 26.1-1.1 СБ.К (секционир.)	3шт.	1 рейс	35000 руб/рейс	11666 руб/шт.



НТП ВЛ 35-750 кВ

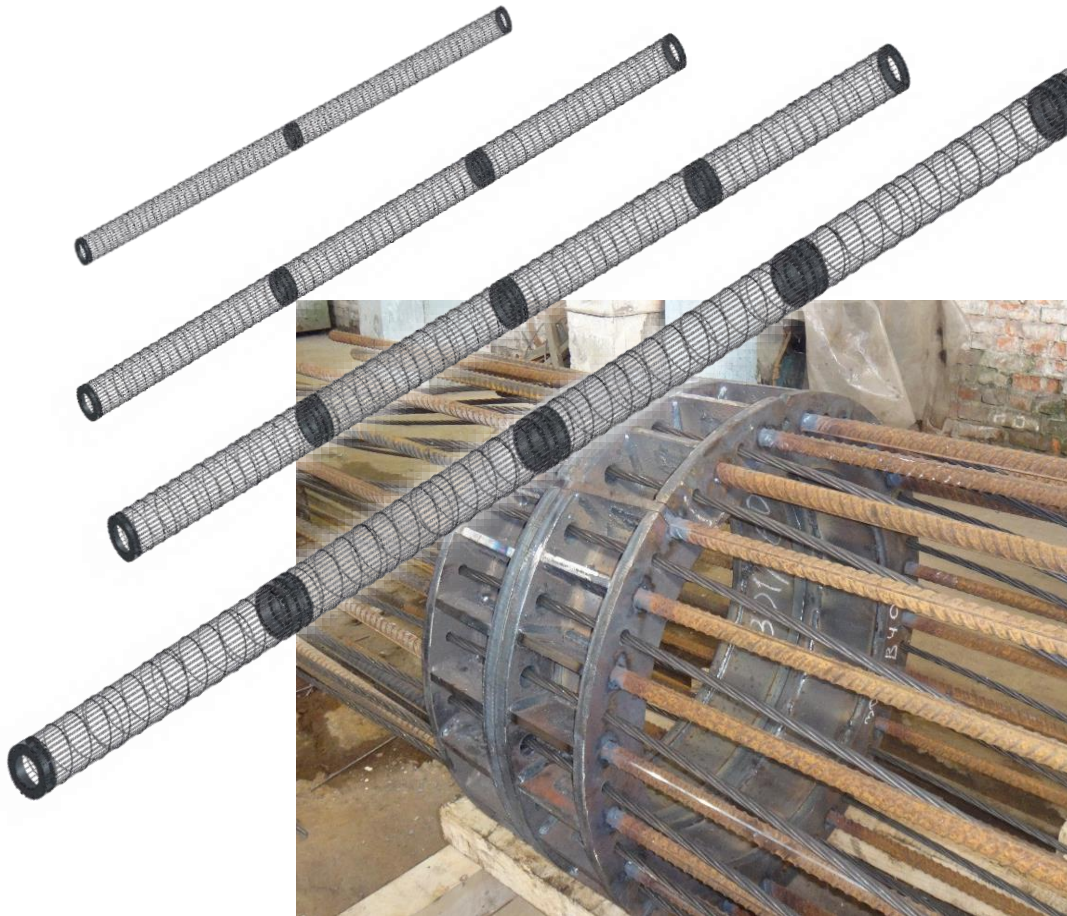
СТО 56947007-29.240.55.016-2008

УТВЕРЖДЁН И ВВЕДЁН В ДЕЙСТВИЕ:
Приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 20.11.2014 № 525

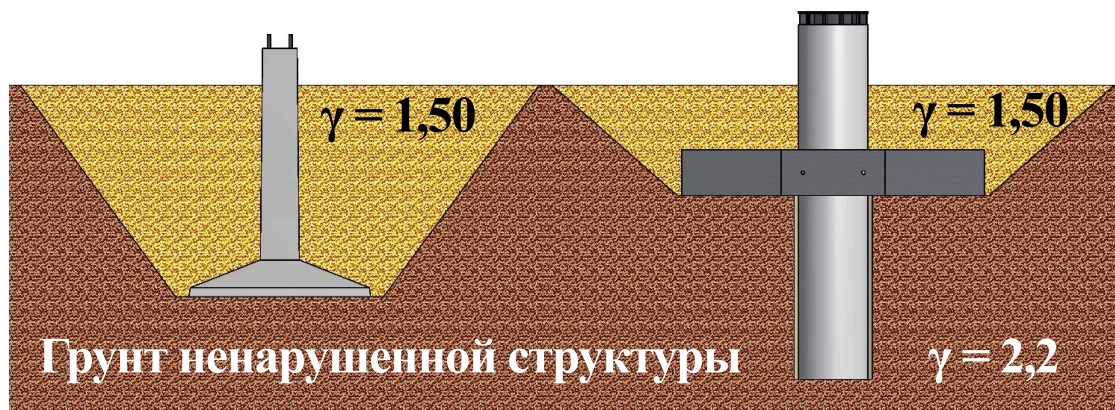
7.23. Железобетонные опоры выполняются комбинированными:
стойки – из центрифугированных секционированных
(а для ВЛ 35 кВ также из вибрированных) **железобетонных стоек;**
траверсы, тросостойки, оттяжки – из других материалов
(сталь, полимерные материалы).

Стр. 21.

Канатное армирование дает возможность установки закладных деталей в любом месте стойки.

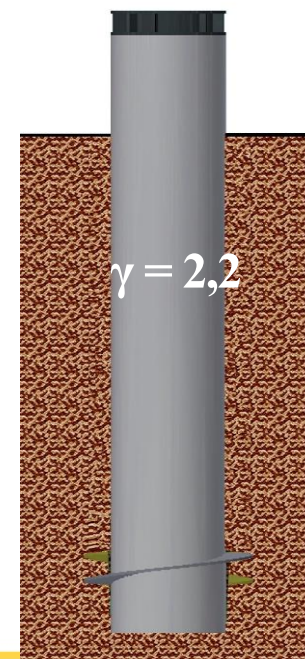


Большинство старых опор установлены на фундаменты с ригелями либо на грибовидные фундаменты: установка в грунт нарушенной структуры



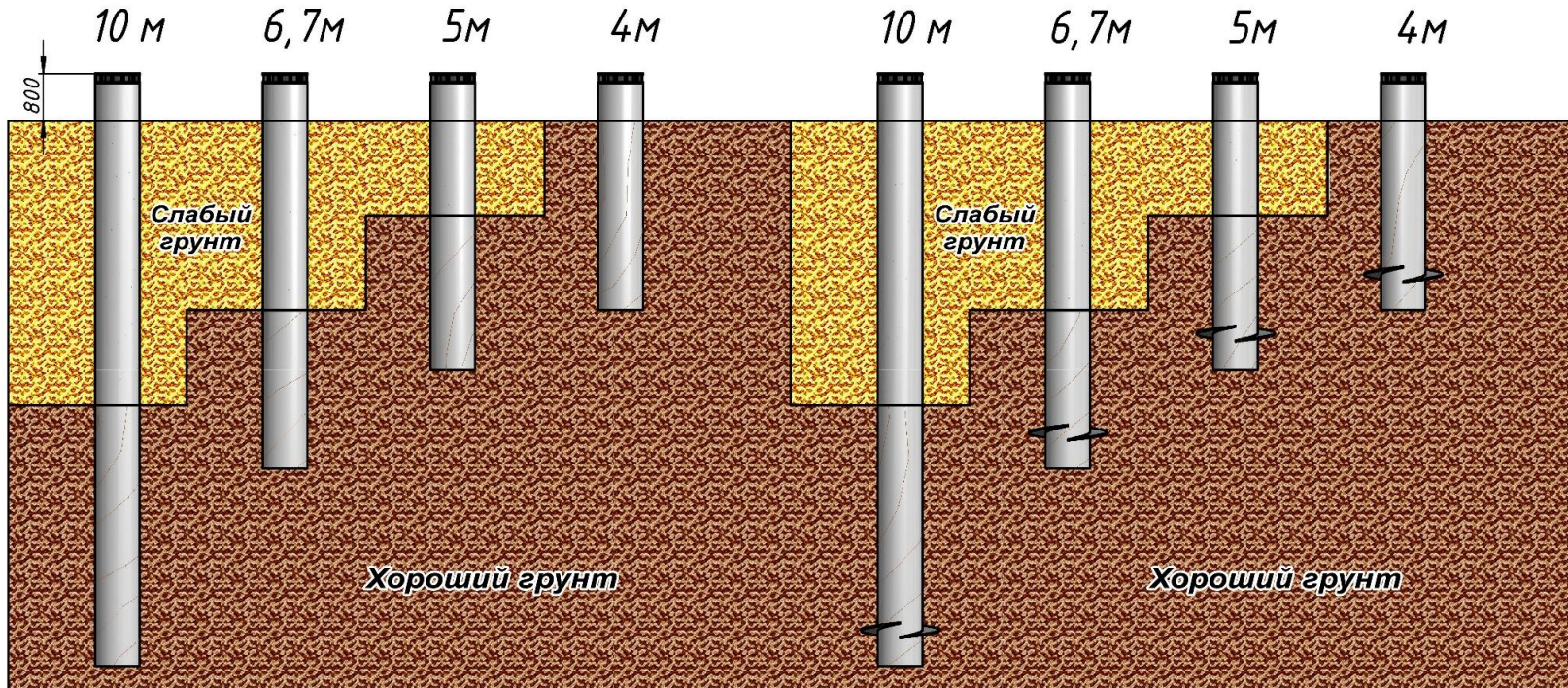
$$\frac{\gamma = 2,2}{\gamma = 1,5} = 1,5 \text{ раза}$$

Фундаментные секции из ж/б centrifugированных стоек позволяют производить установку в грунт ненарушенной структуры



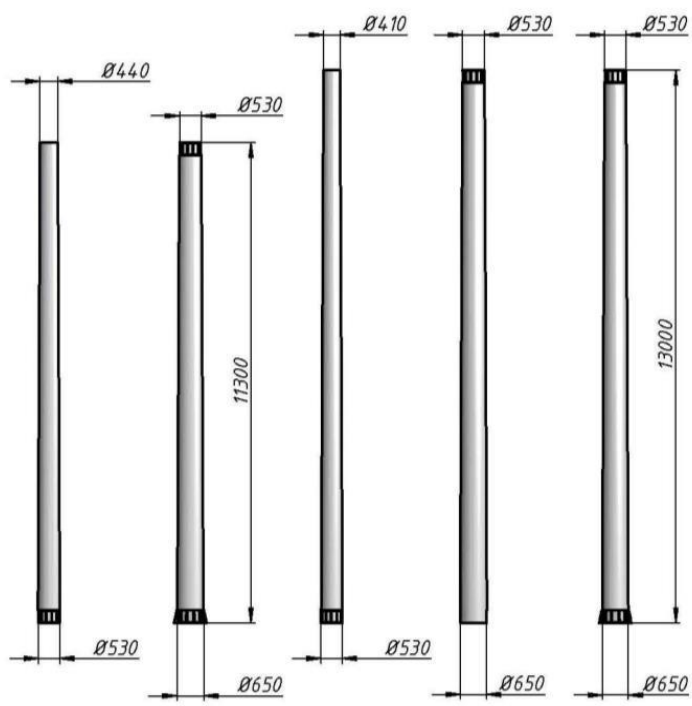
**Погружаемые
в пробуренный котлован**

Завинчиваемые

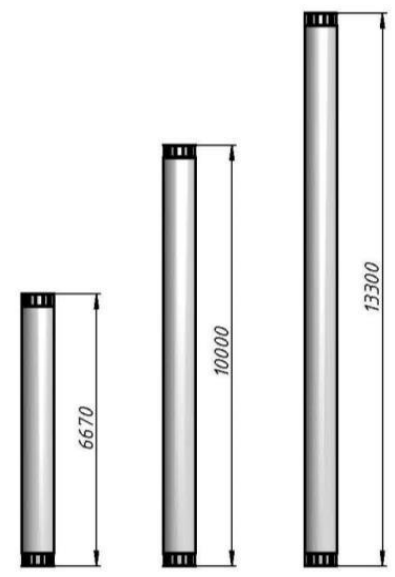


**Высокая несущая способность
на опрокидывание**

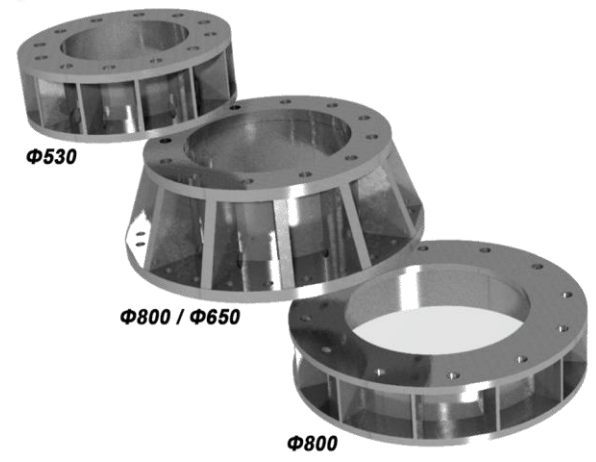
**Высокая несущая способность
на опрокидывание и выдергивание**



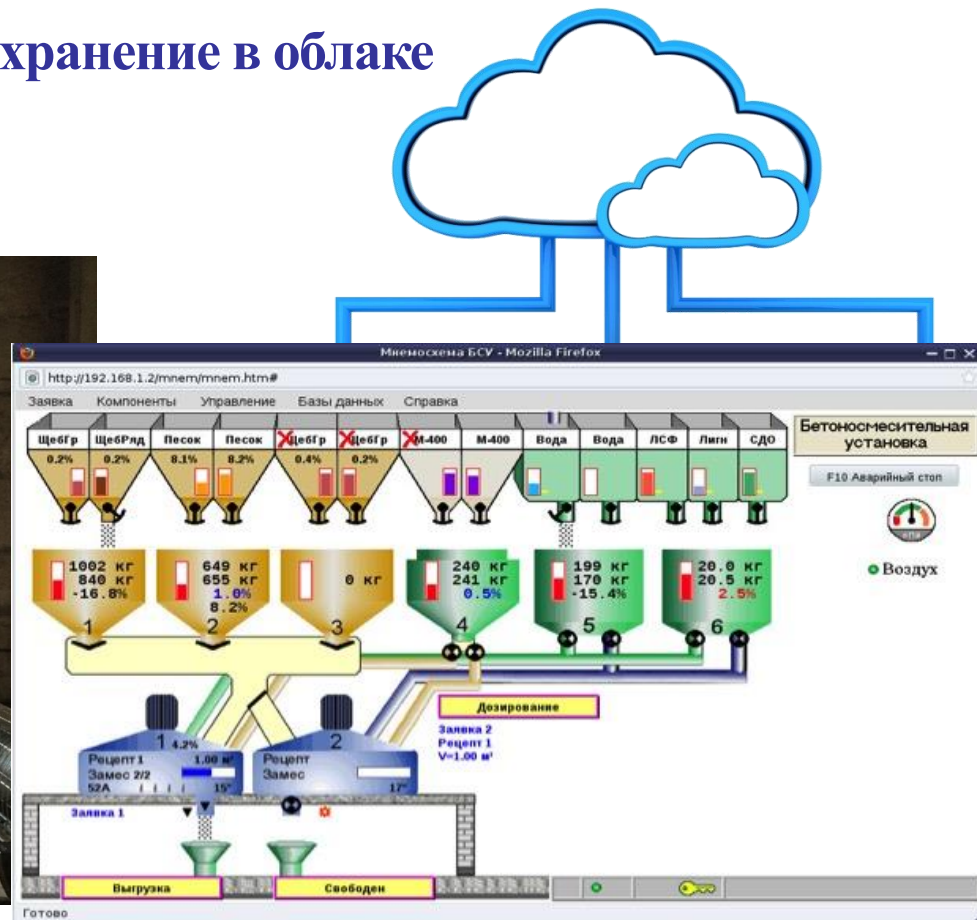
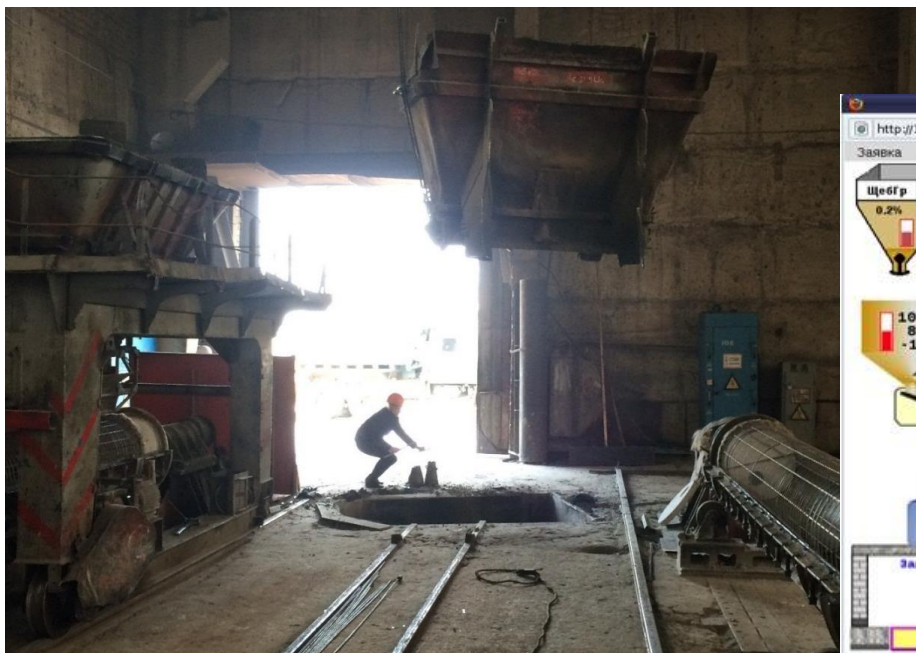
Конические стойки Ø650 мм
для ВЛ 110–330 кВ



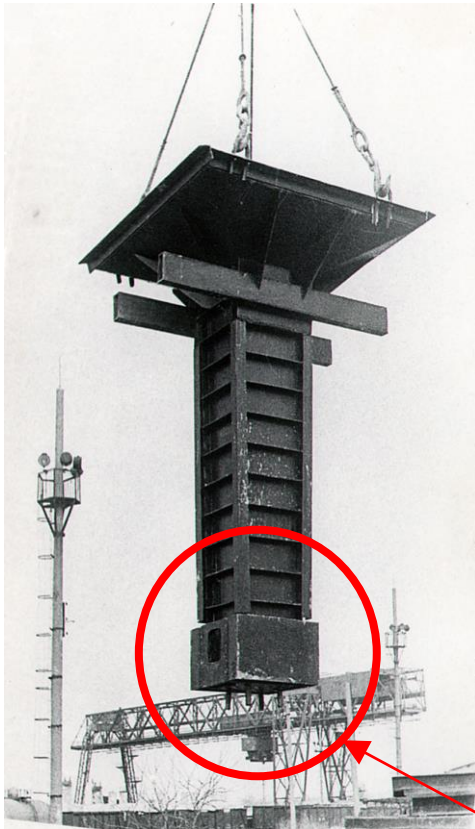
Стойки Ø800 мм
для ВЛ 500 кВ



1. Применение бетона В60 вместо В30 и В40 по ГОСТ;
2. Контроль технологии изготовления;
3. Документирование процесса и хранение в облаке



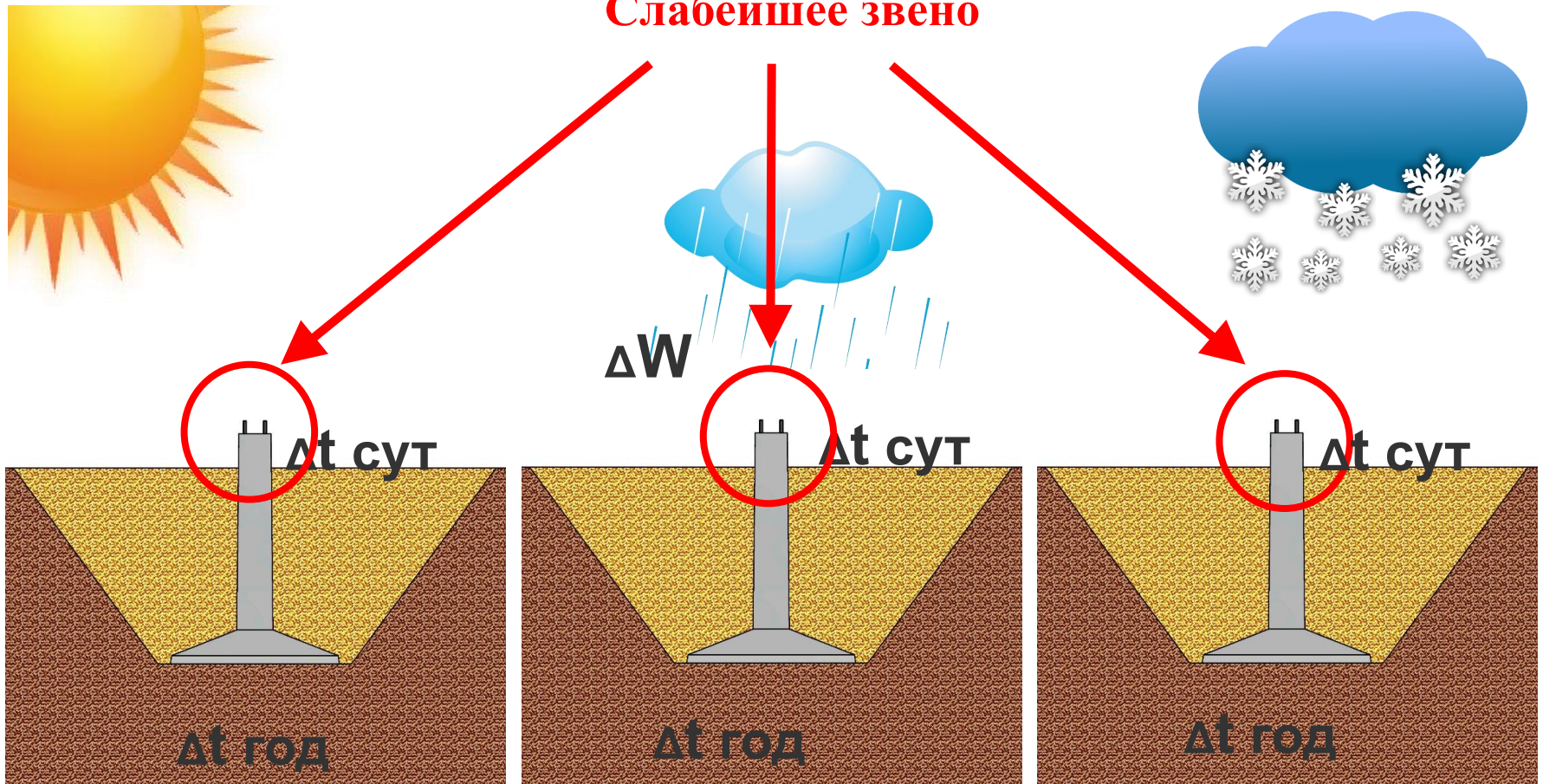
Особенности изготовления

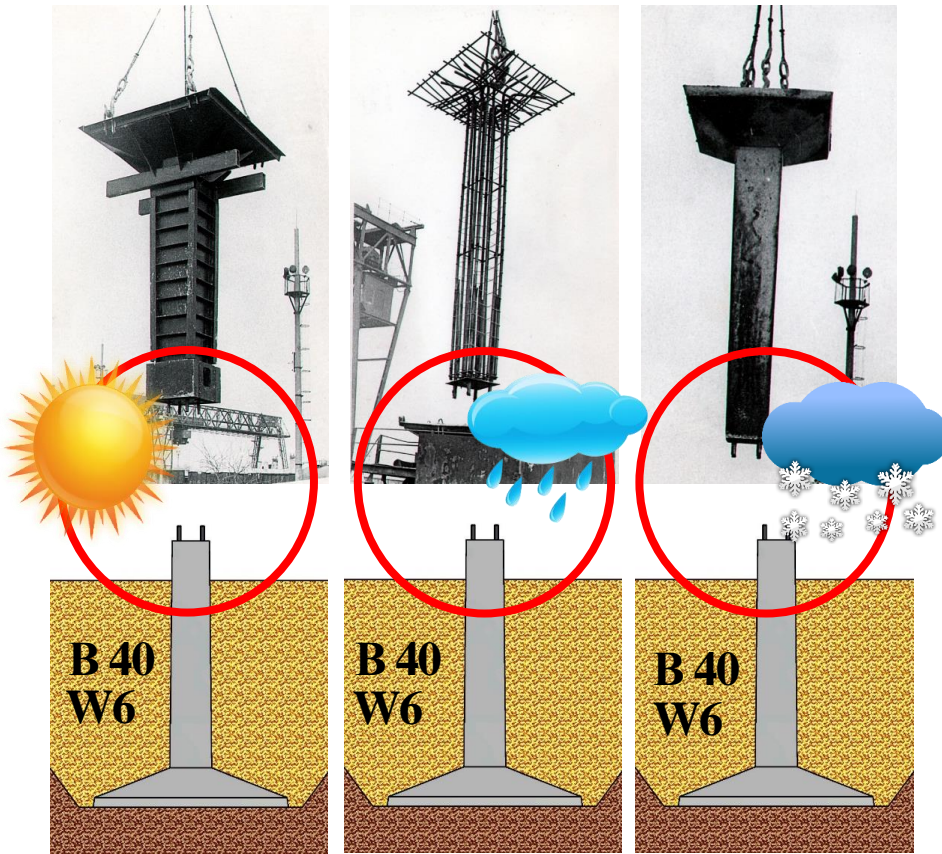


Слабейшее звено

Особенности эксплуатации

Слабейшее звено





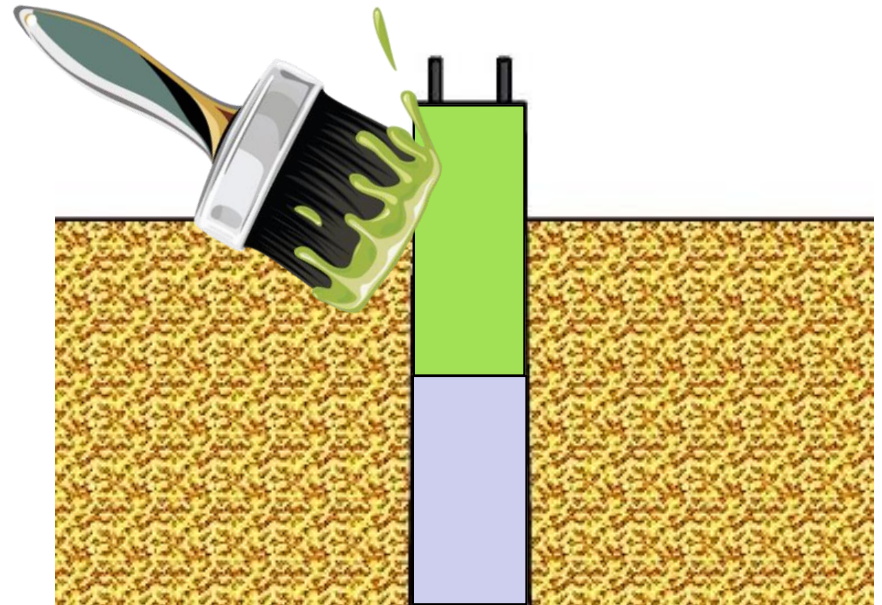
Улучшение свойств:

1. Использование специальной добавки для бетонной смеси

В 60, W12-14

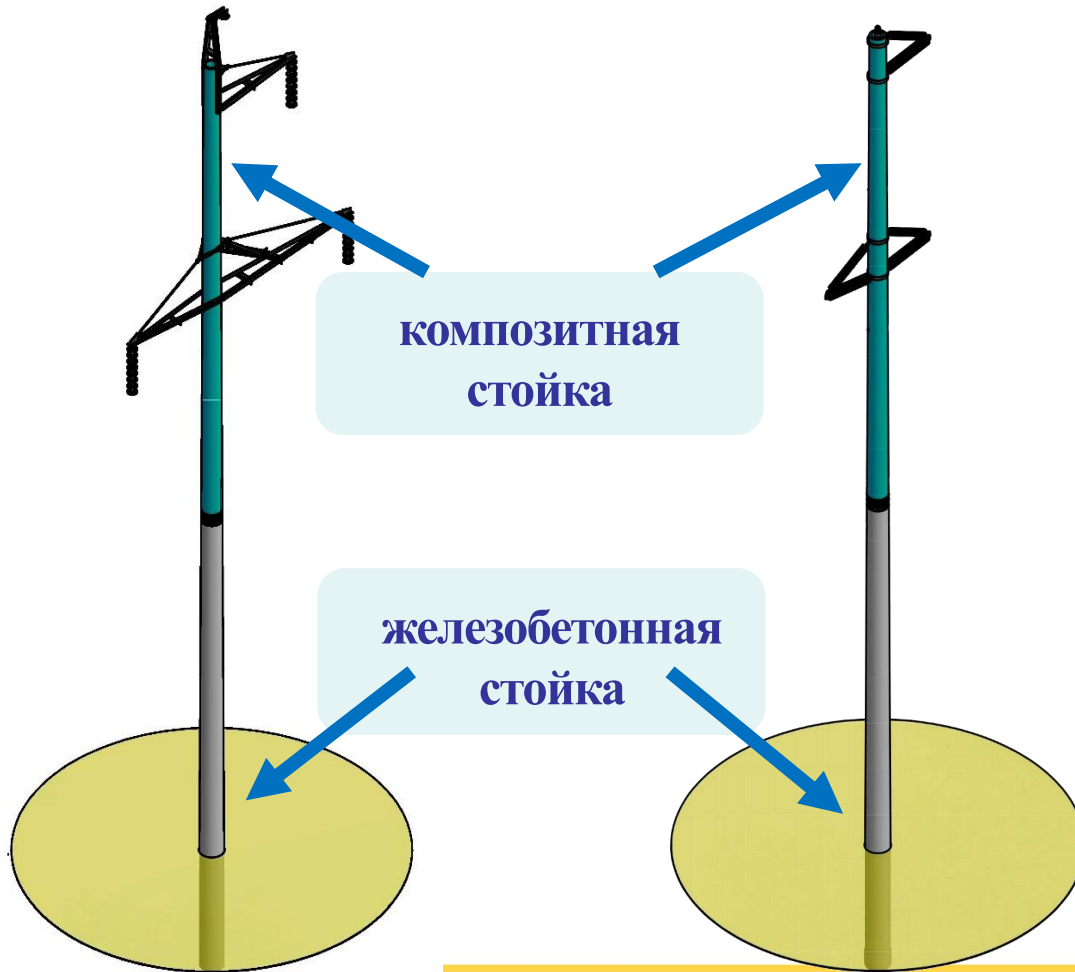
2. Использование специальной обмазки

В 60, W16



Комбинированная опора
с металлическими
траверсами

Комбинированная опора
с изолирующими
траверсами



Преимущества:

- Удобство транспортировки;
- Гибкость: при воздействии нагрузок прогибается и возвращается в прежнее место – чем больше прогиб, тем меньше нагрузка от аварийного режима;
- При массовом производстве стоимость сопоставима со стоимостью изготовления железобетона;
- Пожароустойчивость;
- Вандалоустойчивость;
- При установке траверс из композитных материалов, опора монтируется без гирлянд изоляторов;
- Инновационная составляющая

Сравнительный анализ эффективности применения комбинированных опор

	Решетчатая	Многогранная	Композитная	Секц. ж/б	К-Опора
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

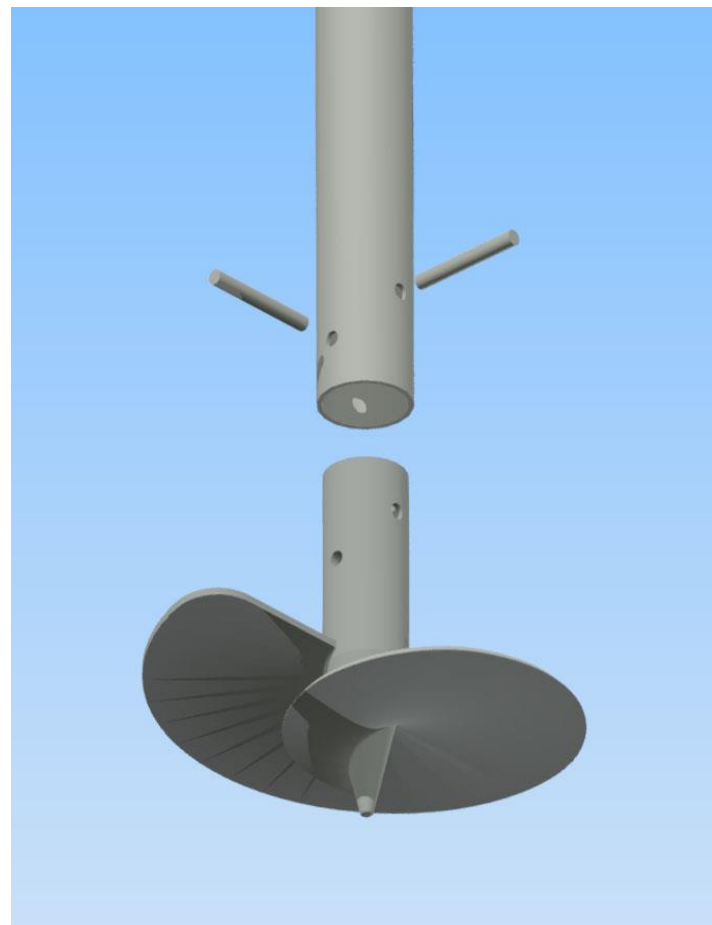
Экспертная оценка факторов	
5	высокая
4	
3	средняя
2	
1	низкая

Совершенствование конструкции на базе опыта эксплуатации:

- Разработка разборных винтовых свай – сваи, выполненные из секций, удобны для транспортировки;
- Заполнение ствола сваи на заводе – уменьшение объема работ на пикете;
- Нанесение меток на ствол сваи для контроля глубины погружения



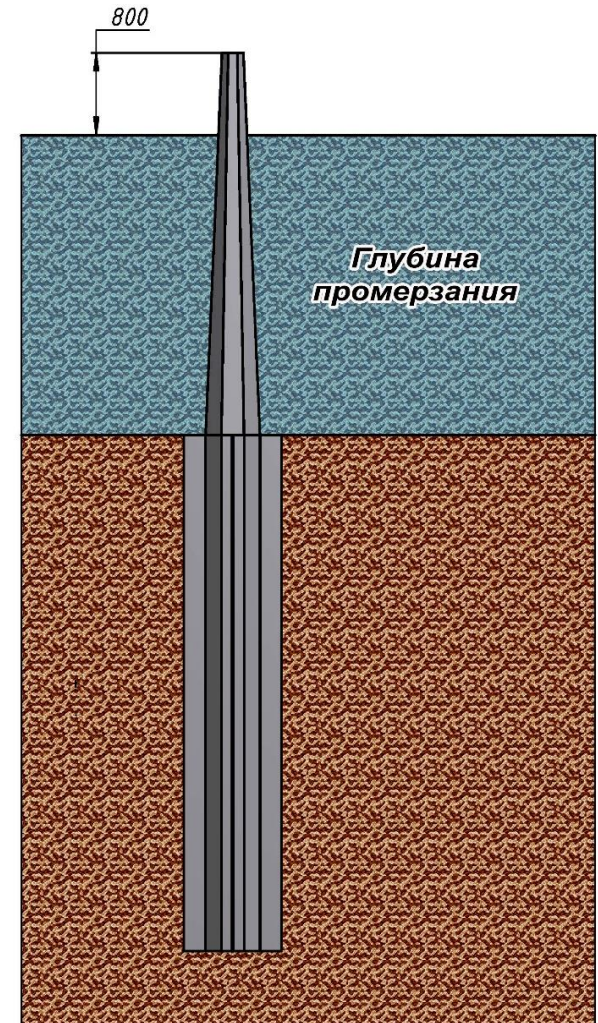
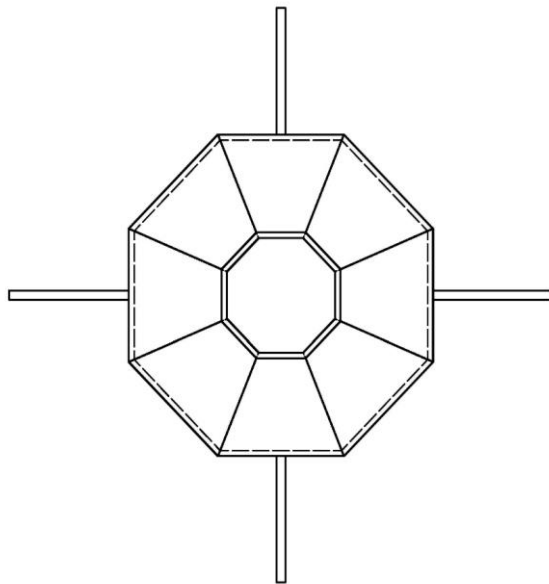
Переработка существующего СТО по винтовым сваям.



Новые решения для борьбы с пучением свай

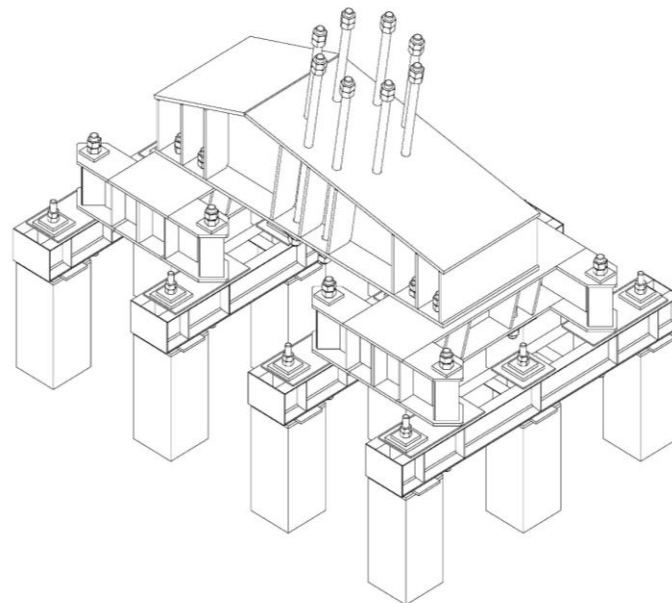
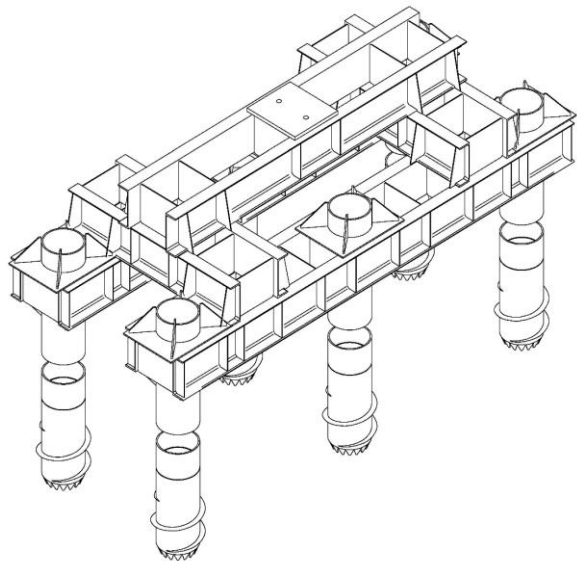
Противопучинистая свая:

- ✓ Увеличение нижней части конструкции;
- ✓ Снижение трения по поверхности

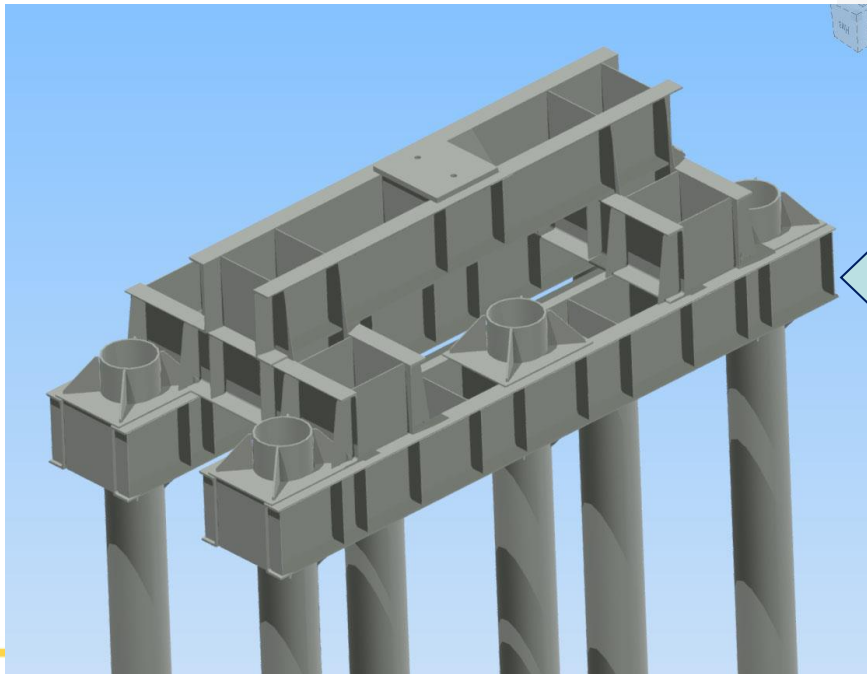
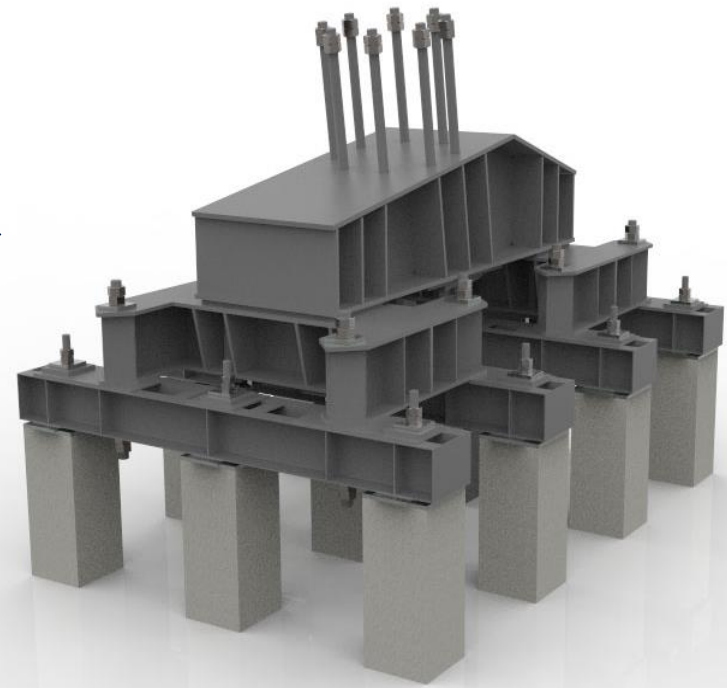
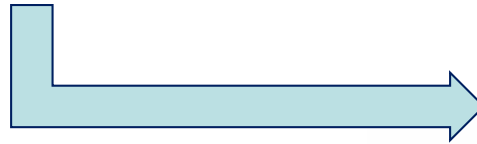


Замена сварного соединения на болтовое позволит:

- Уменьшить объем сварных работ на пикете;
- Упростить монтаж;
- Допустить цинкование – отсутствие нарушения цинкового покрытия;
- Уменьшить этажности ростверка (от 3 к 2)



12 свайный фундамент на забивных сваях с болтовым металлическим ростверком



6 свайный фундамент на винтовых сваях со сварным металлическим ростверком

- ✓ уменьшение экологического ущерба, наносимого строительством;
- ✓ улучшение эстетического вида конструкций;
- ✓ использование новых материалов для изготовления опор ВЛ.



Развитие архитектурных форм в электросетевом строительстве

ТИПОВОЕ
проектирование



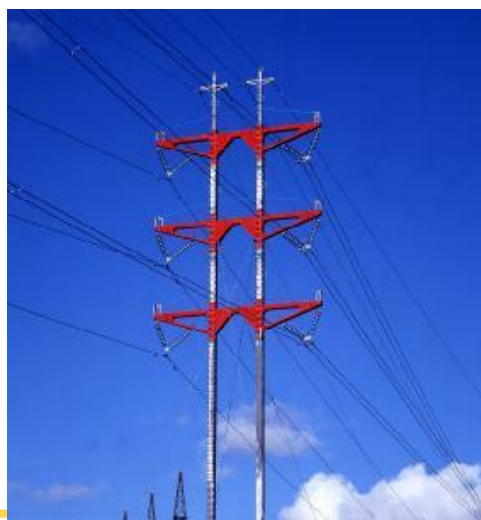
декорирование
унифицированных
конструкций



индивидуальное
проектирование



модификация
существующих
конструкций



НОВЫЕ
архитектурные
формы



