

ТИПОВОЙ ПРОЕКТ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОПОР ИЗ СЕКЦИОНИРОВАННЫХ СТОЕК ДЛЯ ВЛ 110 кВ

Четвёртая международная научно-практическая конференция
«Опоры и фундаменты для умных сетей:
инновации в проектировании и строительстве»
6-7 декабря 2017, Москва

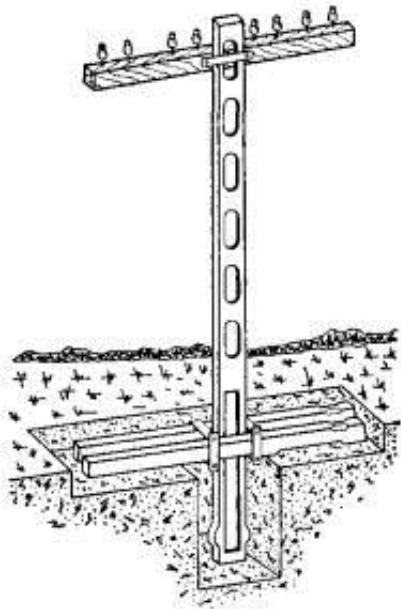
Порожникова Татьяна Алексеевна
инженер НИЛКЭС
email: t.a.porozhnikova@nilkes.ru

Структура проекта:

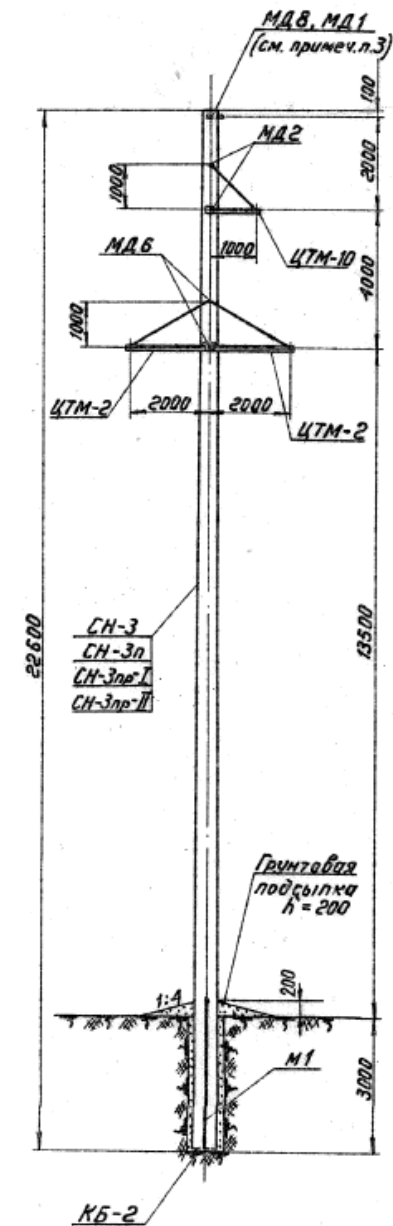
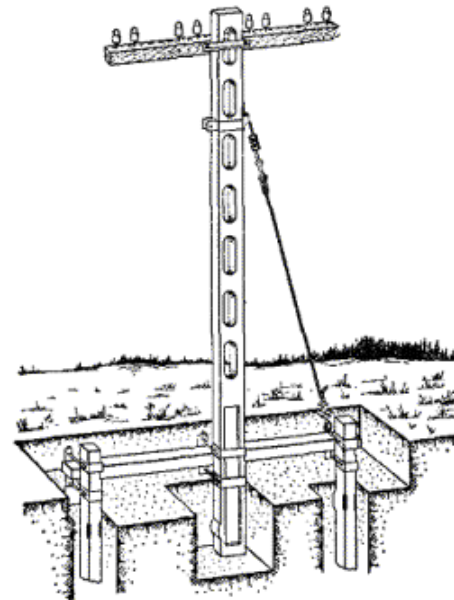


Основная проблематика существующих проектов железобетонных опор:

- Несоответствие современным нормативным требованиям;
- Недостаточная высота подвески провода;
- Ограниченная область применения;
- Необходимость в сложных технических решениях для закрепления опор в слабых грунтах.

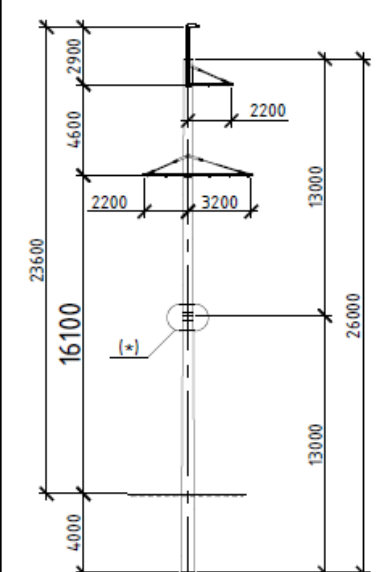
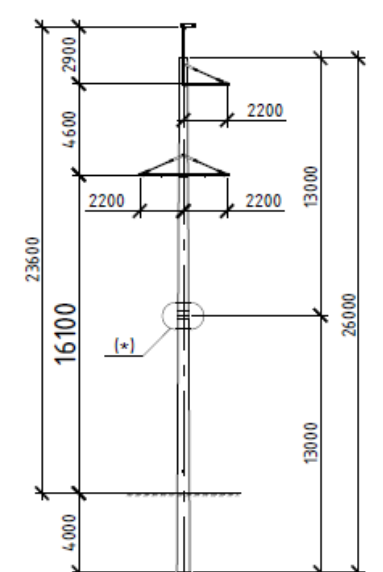
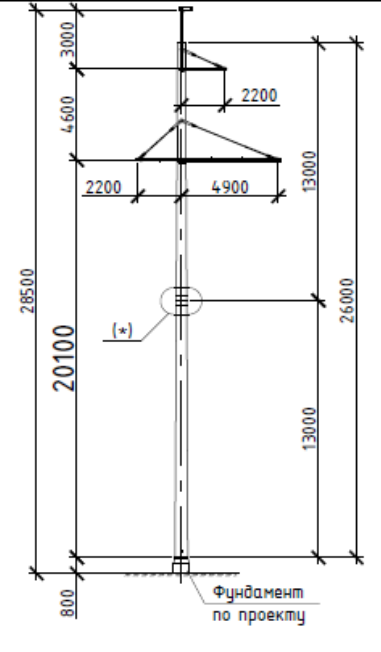
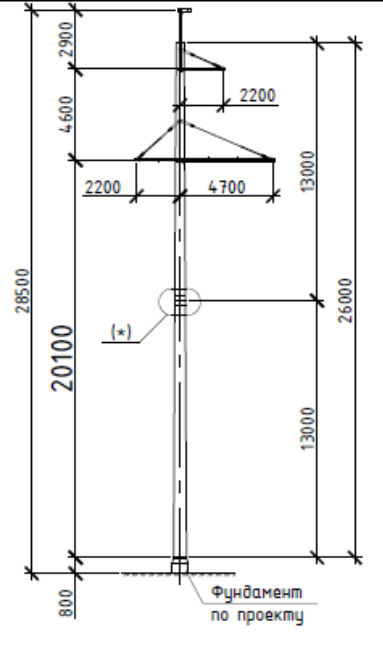


Конструктивные решения по закреплению опор в слабых грунтах

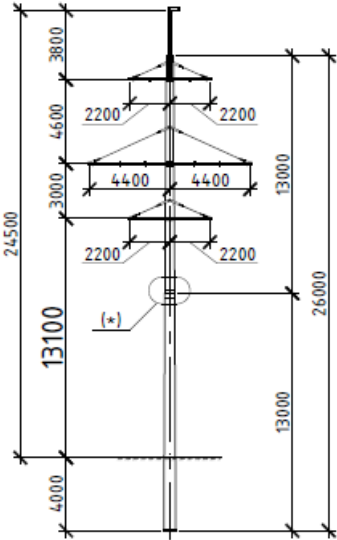
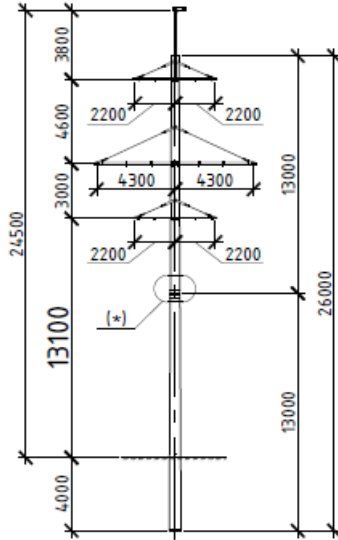
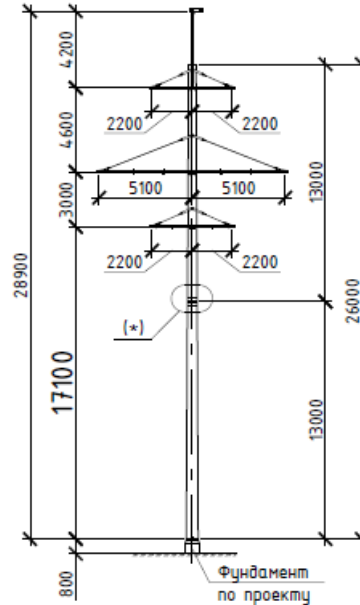
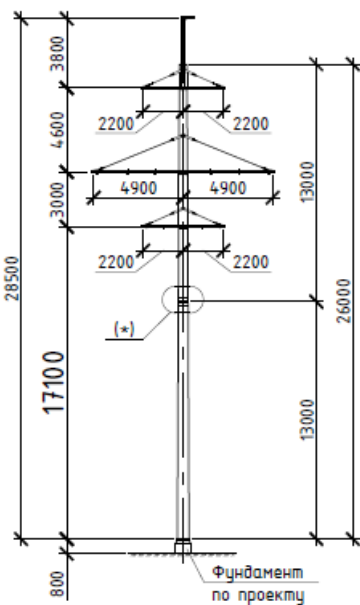


Типовая железобетонная опора
80-х годов

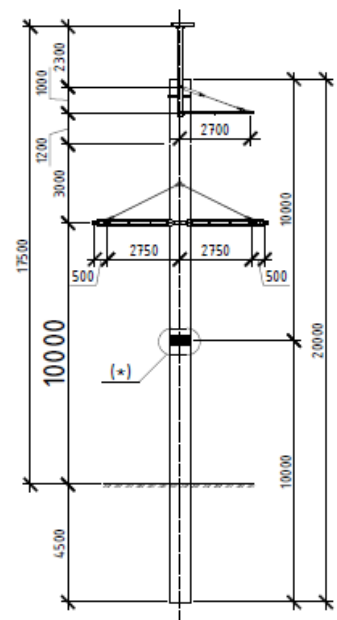
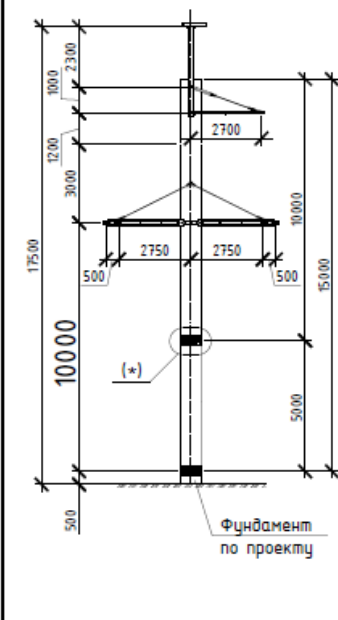
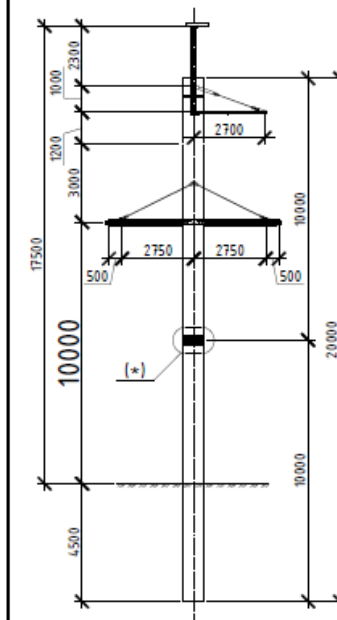
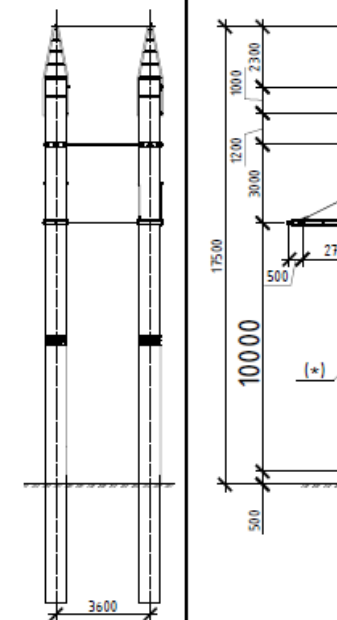
Одноцепные промежуточные и промежуточные повышенные опоры

Напряжение ВЛ (кВ)	110			
Цепность	Одноцепные			
Тип опоры	Промежуточные		Промежуточные повышенные	
Район по ветру (W_0 , Па)	2-3 (500-650)	2-3 (500-650)	2-3 (500-650)	2-3 (500-650)
Район по гололеду (b , мм)	2-3 (15-20)	2-3 (15-20)	2-3 (15-20)	2-3 (15-20)
Марки проводов	AC 95/16 AC 120/19	AC 150/24 AC 185/29 AC 240/32	AC 95/16 AC 120/19	AC 150/24 AC 185/29 AC 240/32
Марка грозозащитного троса	9,2-МЗ-В-ОЖ-Н-Р			
Эскиз опоры				
Марка опоры	СПБ110-1	СПБ110-3	СПБ110-5Ф	СПБ110-7Ф
Монтажная схема	16.006-т.5.003	16.006-т.5.004	16.006-т.5.005	16.006-т.5.006
Масса железобетона, т	6,91	7,01	7,28	7,35
Масса металлических конструкций, кг	523	508	622	663
Марка секционированных стоек	СКС260.65-1	СКС260.65-3	СКС260.65-5	СКС260.65-7

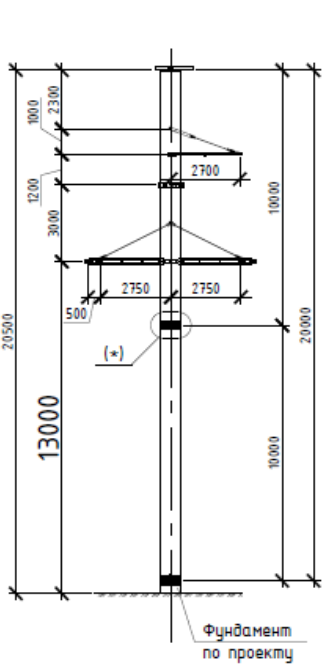
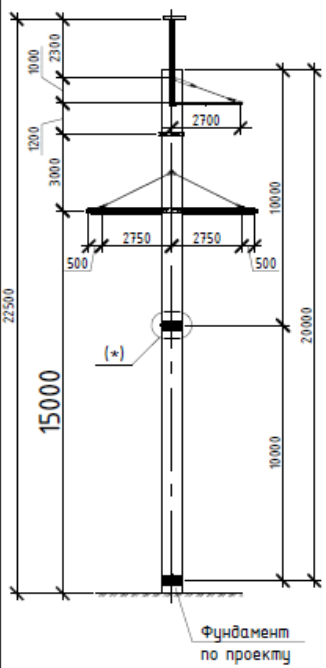
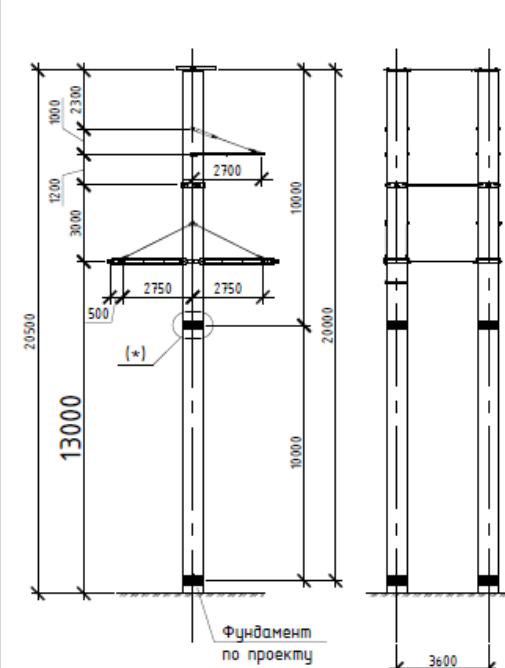
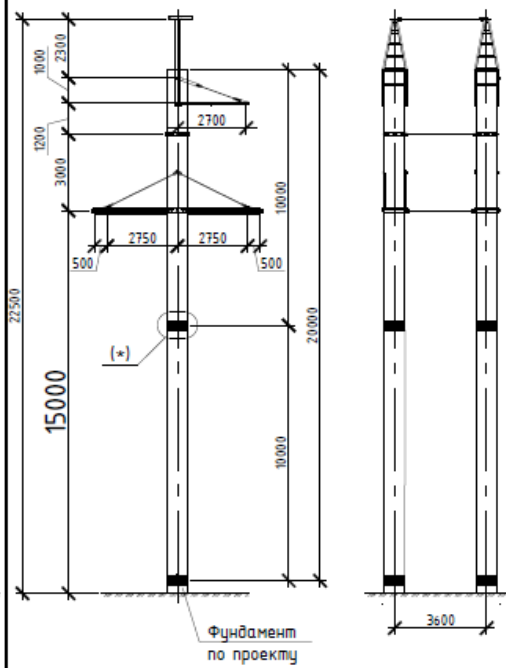
Двухцепные промежуточные и промежуточные повышенные опоры

Напряжение ВЛ (кВ)	110			
Целность	Двухцепные			
Тип опоры	Промежуточные		Промежуточные повышенные	
Район по ветру (W_0 , Па)	2-3 (500-650)	2-3 (500-650)	2-3 (500-650)	2-3 (500-650)
Район по гололеду (b_3 , мм)	2-3 (15-20)	2-3 (15-20)	2-3 (15-20)	2-3 (15-20)
Марки проводов	АС 95/16 АС 120/19	АС 150/24 АС 185/29 АС 240/32	АС 95/16 АС 120/19	АС 150/24 АС 185/29 АС 240/32
Марка грозозащитного троса	9,2-МЗ-В-ОЖ-Н-Р			
Эскиз опоры				
Марка опоры	СЛБ110-2	СЛБ110-4	СЛБ110-6Ф	СЛБ110-8Ф
Монтажная схема	16.006-т.8.003	16.006-т.8.004	16.006-т.8.005	16.006-т.8.006
Масса железобетона, т	7.00	7.21	7.87	7.87
Масса металлических конструкций, кг	856	887	974	998
Марка секционированных стоек	СКС260.65-2	СКС260.65-4	СКС260.65-6	СКС260.65-8

Одноцепные анкерно-угловые опоры

Напряжение ВЛ (кВ)	110			
Цепность	Одноцепные			
Тип опоры	Анкерно-угловые			
Район по ветру (W_0 , Па)	2-3 (500-650)	2-3 (500-650)	2-3 (500-650)	2-3 (500-650)
Район по гололеду (b , мм)	2-3 (15-20)	2-3 (15-20)	2-3 (15-20)	2-3 (15-20)
Марки проводов	АС 95/16, АС 120/19, АС 150/24 АС 185/29, АС 240/32	АС 95/16, АС 120/19, АС 150/24 АС 185/29, АС 240/32	АС 95/16, АС 120/19, АС 150/24 АС 185/29, АС 240/32	АС 95/16, АС 120/19, АС 150/24 АС 185/29, АС 240/32
Марка грозозащитного троса	9,2-МЗ-В-ОЖ-Н-Р			
Эскиз опоры				
Марка опоры	СУБ110-1	СУБ110-1Ф	2СУБ110-1	2СУБ110-1Ф
Монтажная схема	16.006-Т.11.004	16.006-Т.11.005	16.006-Т.11.008	16.006-Т.11.009
Масса железобетона, т	10.5	8.0	21.0	16.0
Масса металлических конструкций, кг	1024	1024	2119	2119
Марка секционированных стоек	СЦС200.80-1	СЦС150.80-1	СЦС200.80-1	СЦС150.80-1

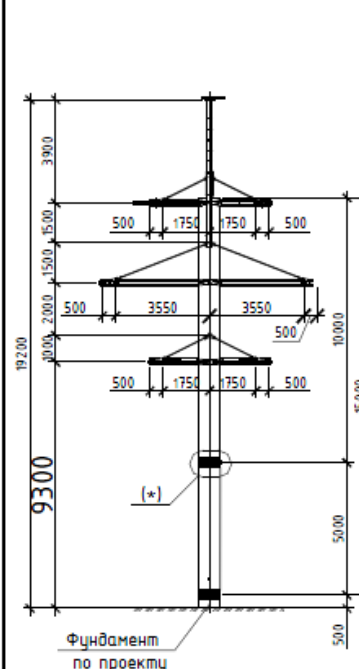
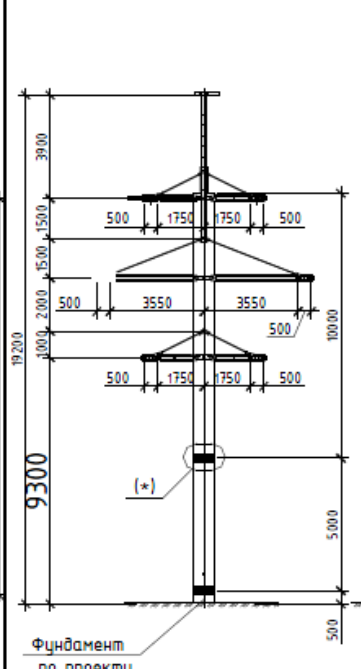
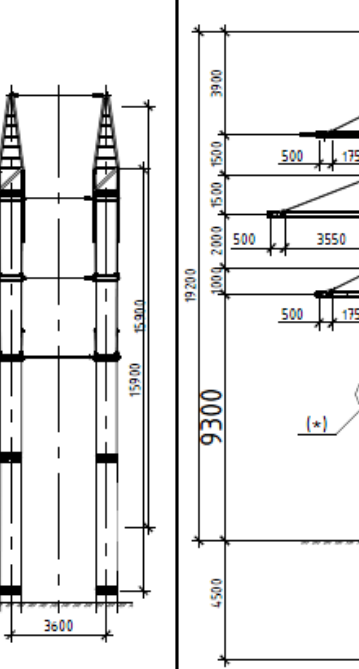
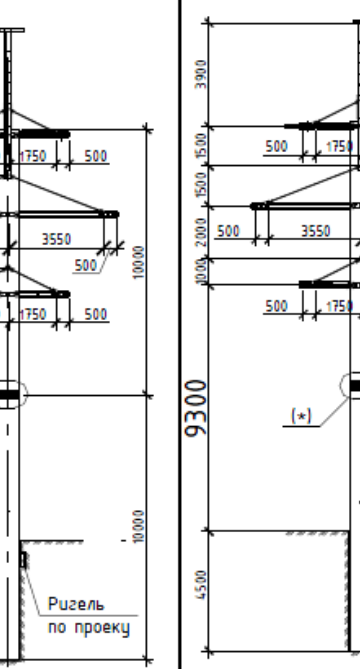
Одноцепные анкерно-угловые опоры

Напряжение ВЛ (кВ)	110			
Цепность	Одноцепные			
Тип опоры	Анкерно-угловые			
Район по ветру (W_0 , Па)	2-3 (500-650)	2-3 (500-650)	2-3 (500-650)	2-3 (500-650)
Район по гололеду (b , мм)	2-3 (15-20)	2-3 (15-20)	2-3 (15-20)	2-3 (15-20)
Марки проводов	АС 95/16, АС 120/19, АС 150/24 АС 185/29, АС 240/32	АС 95/16, АС 120/19, АС 150/24 АС 185/29, АС 240/32	АС 95/16, АС 120/19, АС 150/24 АС 185/29, АС 240/32	АС 95/16, АС 120/19, АС 150/24 АС 185/29, АС 240/32
Марка грозозащитного троса	9,2-МЗ-В-ОЖ-Н-Р			
Эскиз опоры				
Марка опоры	СЧБ110-3Ф	СЧБ110-5Ф	2СЧБ110-3Ф	2СЧБ110-5Ф
Монтажная схема	16.006-т.11.006	16.006-т.11.007	16.006-т.11.010	16.006-т.11.011
Масса железобетона, т	10.6	10.5	21.2	21.0
Масса металлических конструкций, кг	924	1085	1919	2240
Марка секционированных стоек	Стойка СЦС200.80-2	Стойка СЦС200.80-3	Стойка СЦС200.80-2	Стойка СЦС200.80-3

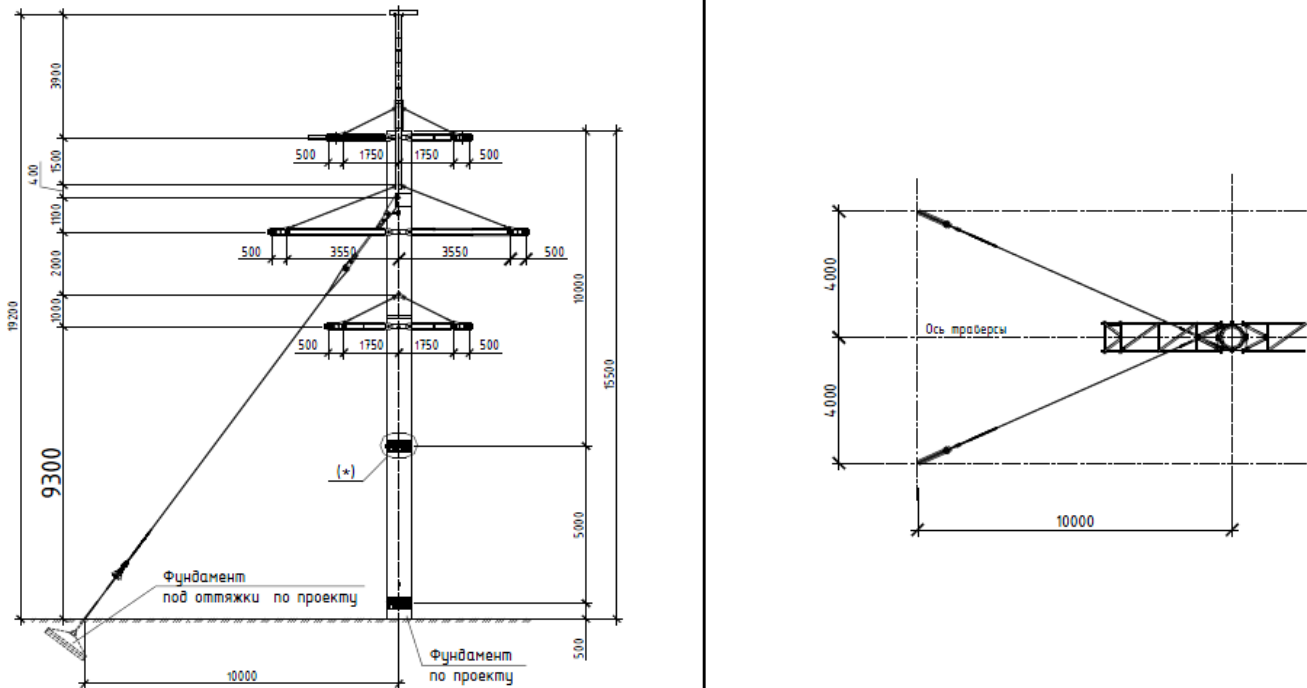
Область применения одноцепных анкерно-угловых опор

Провод	Марка	АС 95/16				АС 120/19				АС 150/24				АС 185/29				АС 240/32			
	Максимальное напряжение при гололёде σ_r и отрицательной температуре σ_{-} , кг/мм ²	11,6				13,05				13,05				13,05				12,15			
	Максимальное напряжение в среднэкссплуатационном режиме $\sigma_{э}$, кг/мм ²	8,7				8,7				8,7				8,7				8,1			
Грозопровод	Марка	9,2-МЗ-В-ОЖ-Н-Р																			
	Максимальное напряжение, кг/мм ²	27				35				40				43				46			
Район по ветру / нормативное ветровое давление W_0 , Па		II/500		III/650		II/500		III/650		II/500		III/650		II/500		III/650		II/500		III/650	
Район по гололёду / нормативная толщина стенки гололёда $b_э$, мм		II/15	III/20	II/15	III/20	II/15	III/20	II/15	III/20	II/15	III/20	II/15	III/20	II/15	III/20	II/15	III/20	II/15	III/20	II/15	III/20
Ветровой пролёт, м		258	207	247	201	291	235	281	229	310	253	300	248	324	268	314	263	331	280	323	276
Весовой пролёт, м		323	259	309	251	364	294	352	287	388	317	375	310	405	335	393	329	414	350	404	345
Пределный угол поворота α_l , град	СУБ110-1, СУБ110-1Ф	60	60	60	60	59	59	58	56	46	46	45	44	39	39	37	37	32	32	31	30
	2СУБ110-1, 2СУБ110-1Ф	-	-	-	-	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	СУБ110-3Ф	60	60	60	60	45	44	43	42	35	35	33	33	30	29	28	28	26	24	23	23
	2СУБ110-3Ф	-	-	-	-	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	53	52	51	51
	СУБ110-5Ф	55	54	52	52	38	38	36	36	30	30	28	28	26	26	24	23	21	21	19	19
	2СУБ110-5Ф	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	55	54	53	53	45	45	44	43

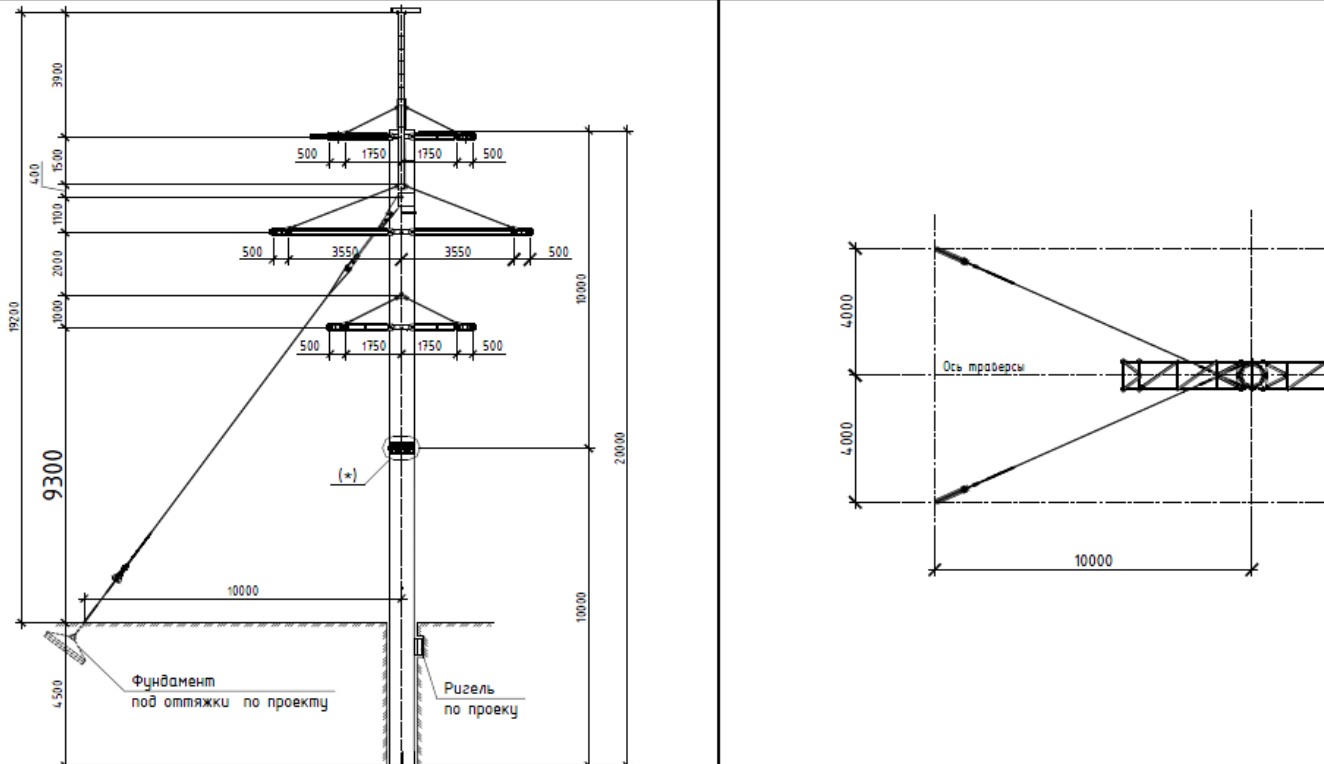
Двухцепные анкерно-угловые опоры

Напряжение ВЛ (кВ)	110			
Цепность	Двухцепные			
Тип опоры	Анкерно-угловые			
Район по ветру (W_0 , Па)	II (500) - III (650)			
Район по гололеду (b , мм)	II (15) - III (20)			
Марки проводов	АС 95/16, АС 120/19, АС 150/24, АС 185/29, АС 240/32			
Марка грозозащитного троса	9,2-МЗ-В-ОЖ-Н-Р			
Эскиз опоры				
Марка опоры	СУБ110-2Ф	2СУБ110-2Ф	СУБ110-2	2СУБ110-2
Монтажная схема	16.006-т.14.004	16.006-т.14.005	16.006-т.14.006	16.006-т.14.007
Масса железобетона, т	8,0	16,0	10,5	21,0
Масса металлических конструкций, кг	1914	3916	1914	3916
Марка секционированных стоек	СЦС150.80-2	СЦС150.80-2	СЦС200.80-4	СЦС200.80-4

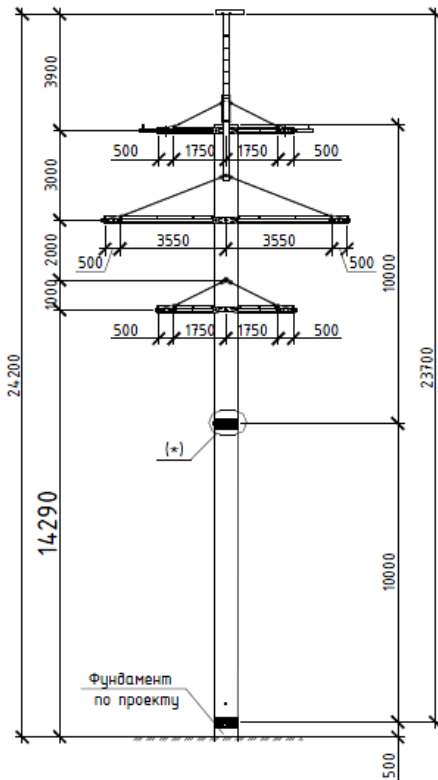
Двухцепные анкерно-угловые опоры на оттяжках

Напряжение ВЛ (кВ)	110	
Цепность	Двухцепные	
Тип опоры	Анкерно-угловые	
Район по ветру (W, Па)	II (500) - III (650)	
Район по гололеду (b, мм)	II (15) - III (20)	
Марки проводов	АС 95/16, АС 120/19, АС 150/24, АС 185/29, АС 240/32	
Марка грозозащитного троса	9,2-МЗ-В-ОЖ-Н-Р	
Эскиз опоры		
Марка опоры	СЧБ110-4ф	
Монтажная схема	16.006-т.14.008	
Масса железобетона, т	8,0	
Масса металлических конструкций, кг	2448	
Марка секционированных стоек	СЦС150.80-3	

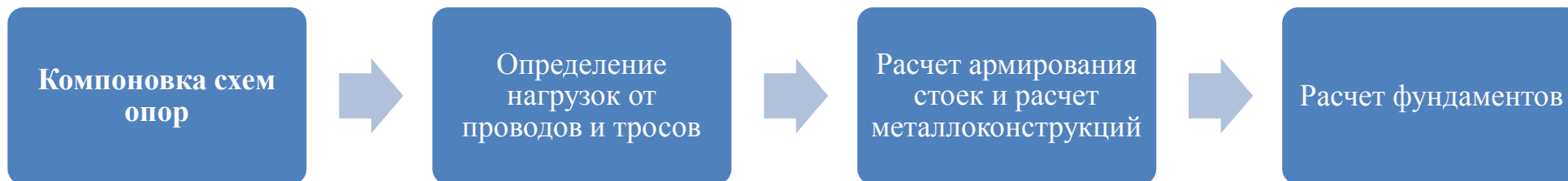
Двухцепные анкерно-угловые опоры на оттяжках

Напряжение ВЛ (кВ)	110	
Целность	Двухцепные	
Тип опоры	Анкерно-угловые	
Район по ветру (W, Па)	II (500) - III (650)	
Район по гололеду (b, мм)	II (15) - III (20)	
Марки проводов	АС 95/16, АС 120/19, АС 150/24, АС 185/29, АС 240/32	
Марка грозозащитного троса	9,2-МЗ-В-ОЖ-Н-Р	
Эскиз опоры		
Марка опоры	СУБ110-4	
Монтажная схема	16.006-т.14.009	
Масса железобетона, т	10,5	
Масса металлических конструкций, кг	2448	
Марка секционированных стоек	СЦС150.80-5	

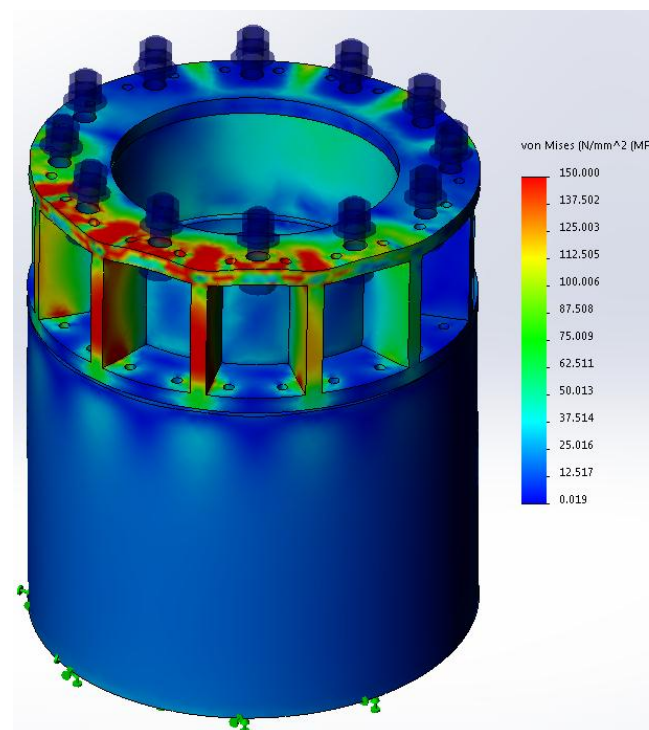
Повышенные анкерно-угловые опоры

Напряжение ВЛ (кВ)	110
Цепность	Двухцепные
Тип опоры	Анкерно-угловые
Район по ветру (W, Па)	II (500) - III (650)
Район по гололеду (b, мм)	II (15) - III (20)
Марки проводов	АС 95/16, АС 120/19, АС 150/24, АС 185/29, АС 240/32
Марка грозозащитного троса	9,2-МЗ-В-ОЖ-Н-Р
Эскиз опоры	
Марка опоры	СУБ110-6Ф
Монтажная схема	16.006-т.14.010
Масса железобетона, т	10,4
Масса металлических конструкций, кг	1973
Марка секционированных стоек	СЦС200.80-6

Структура расчета



Расчет тросостойки
анкерно-угловой одноцепной опоры



Расчет фланцев

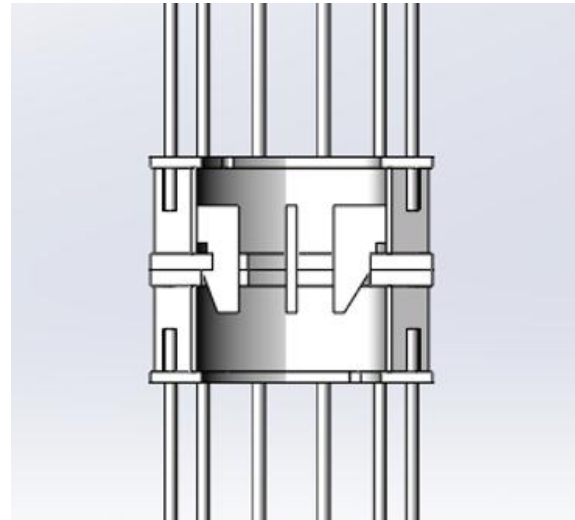
Конструкция соединительных узлов



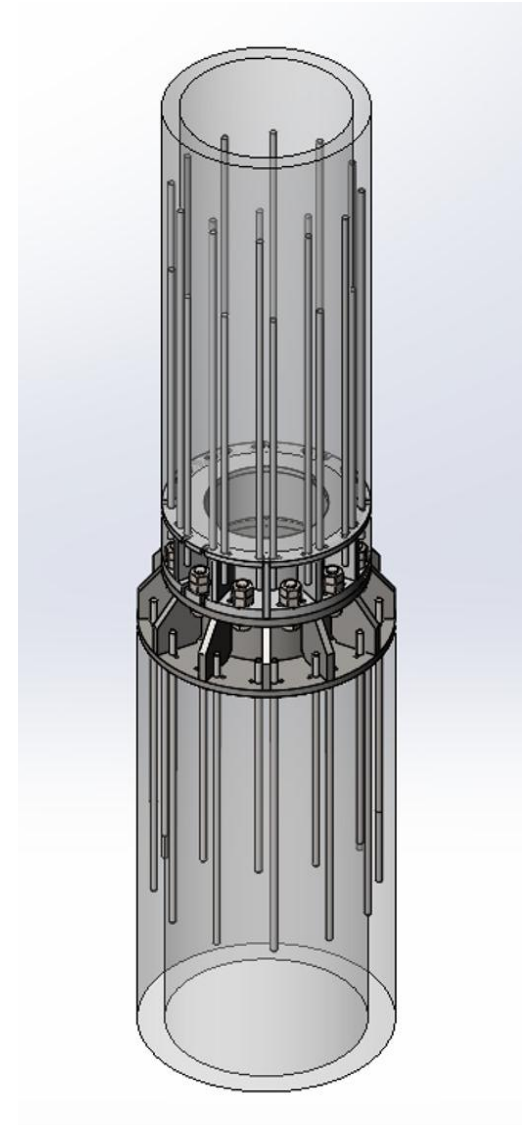
Внешний фланец, разработка 2013 г.



Внутренний фланец, 2016 г.



Узел соединения стоек.
Обеспечение соосности стоек
направляющими элементами



Соединительный узел конической
стойки и стойки фундамента

Испытания опор на базе ОРГРЭС



Одноцепная промежуточная
повышенная опора



Узел крепления к
силовому полю



Двухцепная промежуточная
повышенная опора

Испытания опор на базе ОРГРЭС



Одноцепная анкерно-угловая опора

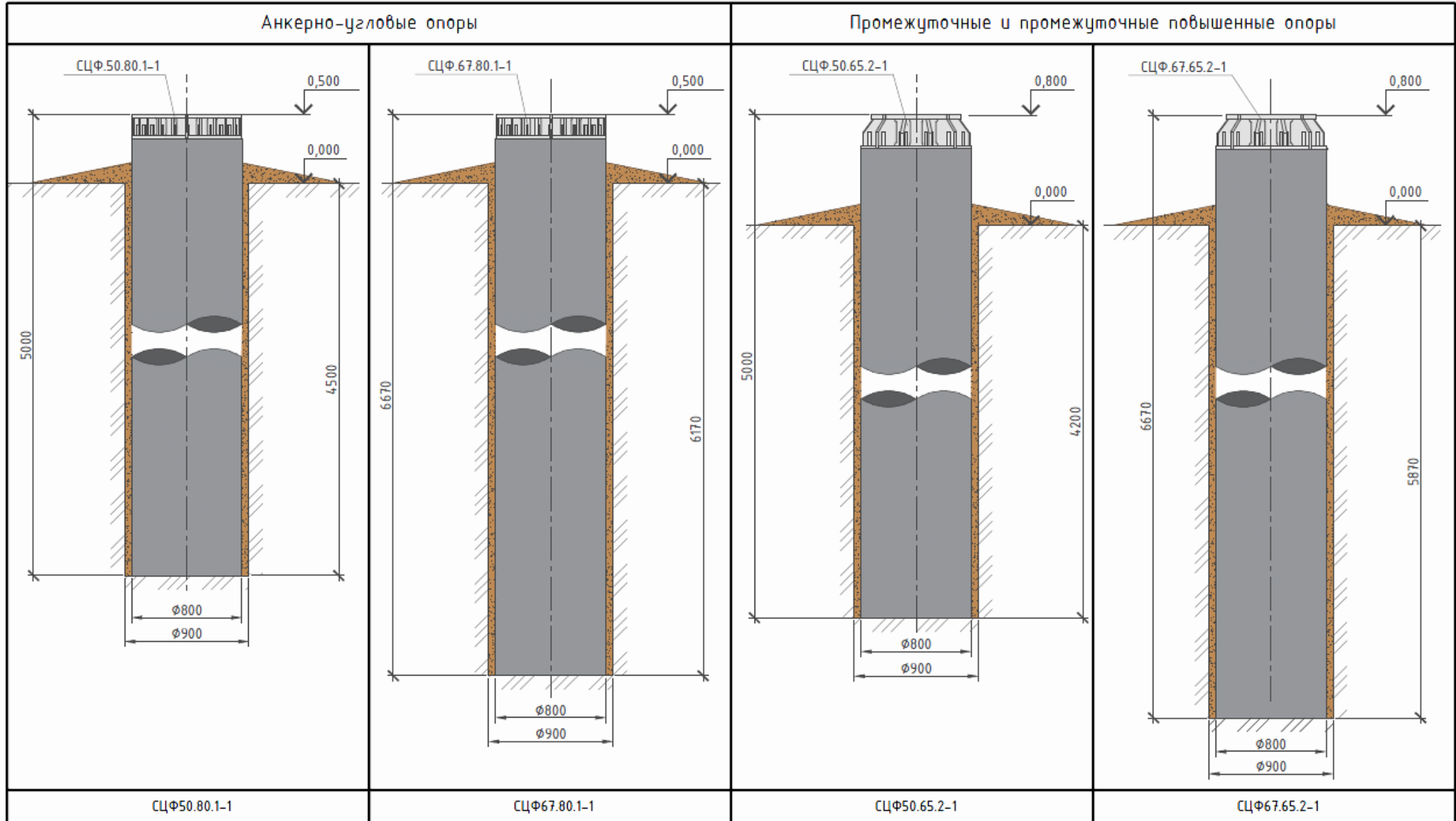


Узел крепления к силовому полю



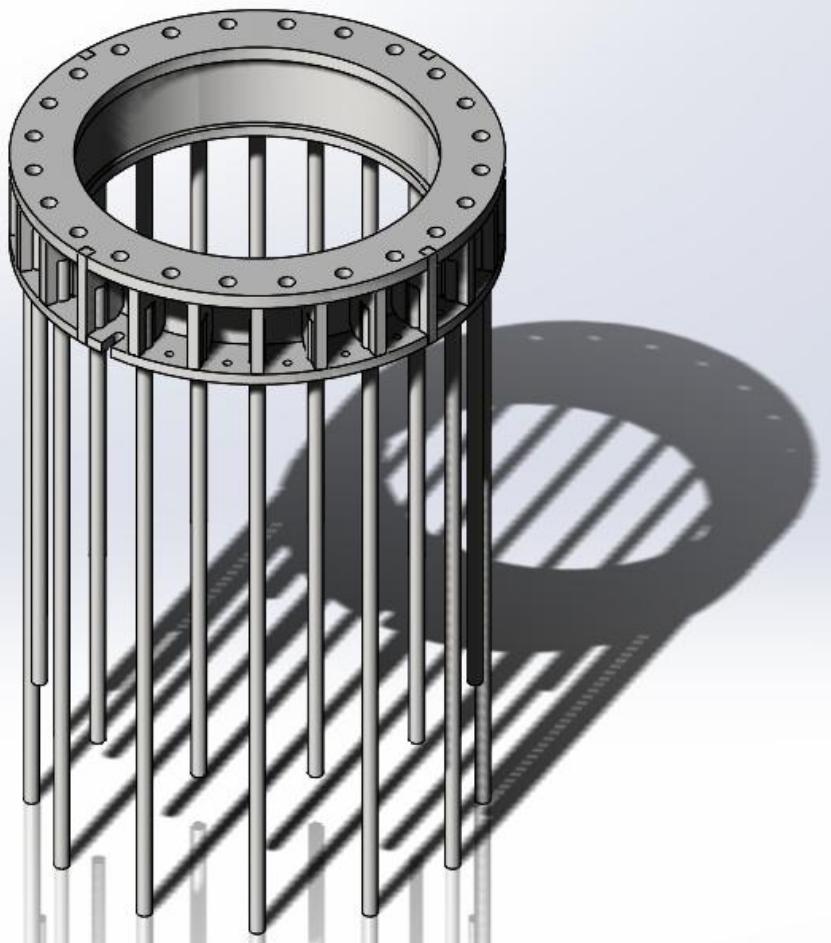
Двухцепная анкерно-угловая опора

Обзорный лист фундаментов

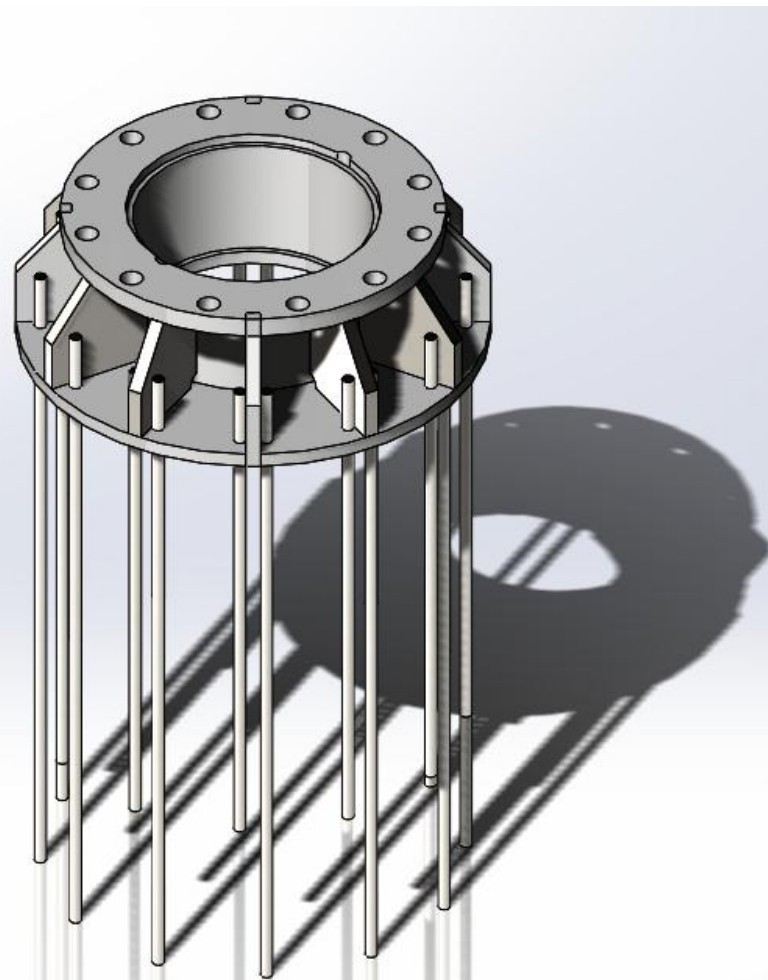


Соединительные закладные детали фундаментов

а) под анкерно-угловые опоры



б) под промежуточные опоры

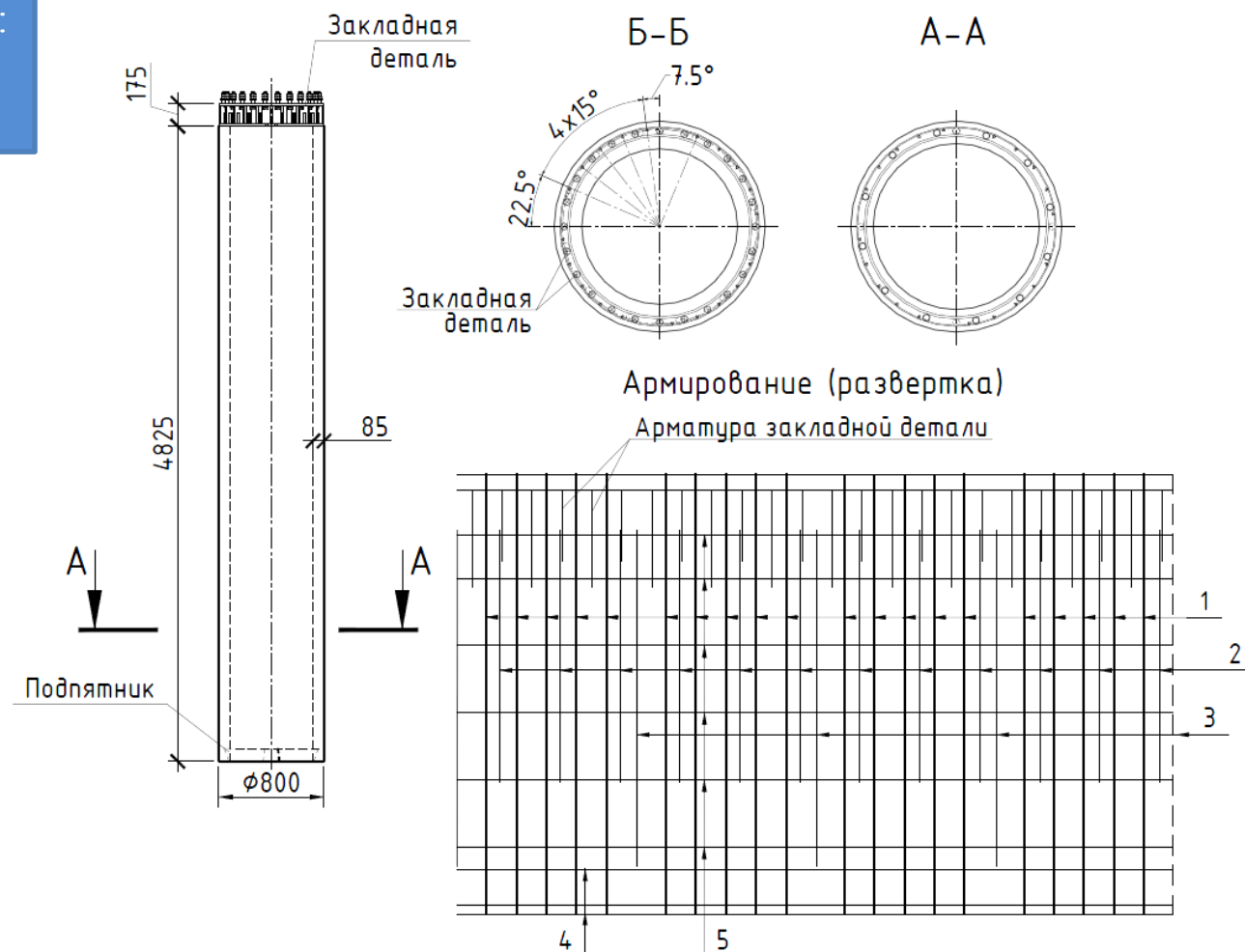


Конструкция фундамента

Максимальная несущая
способность по материалу:

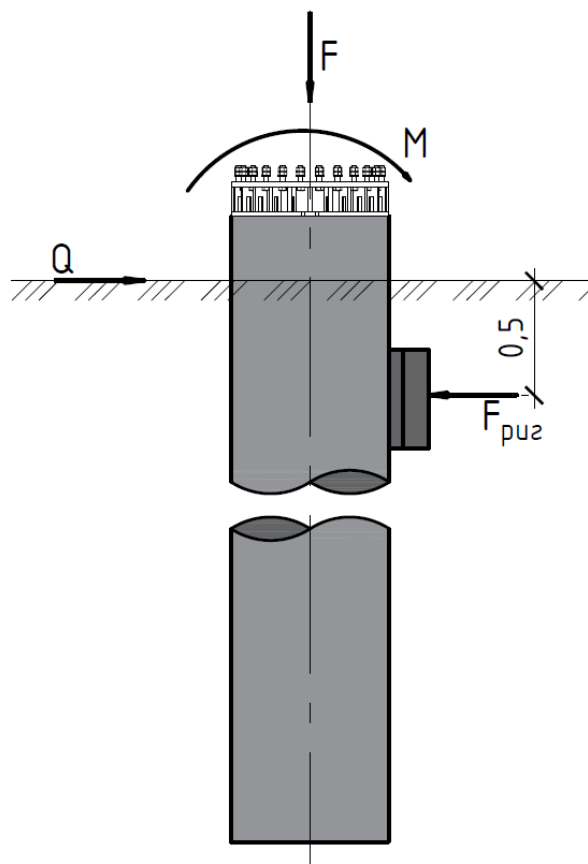
$M_{max} = 130 \text{ Т}\cdot\text{м}$

$Q_{max} = 12 \text{ Т}$



Расчет фундаментов по грунту

Расчетная схема



F – вертикальная сила;

M – опрокидывающий момент;

Q – расчетная горизонтальная сила на отметке поверхности грунта, полученная в результате расчета опоры;

$F_{\text{риг}}$ – силы давления грунта на ригеле.

Условия проверки фундамента:

1. Угол поворота стойки в грунте $\leq 0,01 \text{ рад}$ для фундаментов без применения ригеля, и $\leq 0,02 \text{ рад}$ для фундаментов с ригелем.
2. $Q_I < Q_p$, где Q_I – расчетное значение поперечной силы по первой группе, Q_p – предельная горизонтальная нагрузка.

Предварительный подбор фундамента

Группа	№	f _т	C	e	ε
Пески крупные и среднетонкие	1	43	2	0,45	50
	2	40	1	0,55	40
	3	38	0	0,65	38
Пески средней крупности	4	40	3	0,45	50
	5	38	2	0,55	40
	6	35	1	0,65	30
Пески мелкие	7	38	6	0,45	48
	8	36	4	0,55	38
	9	32	2	0,65	28
	10	28	0	0,75	18
Пески пылеватые	11	36	8	0,45	39
	12	34	6	0,55	28
	13	30	4	0,65	18
	14	26	2	0,75	11
Сугилки пластичные 0,25$e$$0,25$	15	30	21	0,45	32
	16	29	17	0,55	24
	17	27	15	0,65	16
	18	24	13	0,75	10
Сугилки пластичные 0,25$e$$0,75$	19	28	19	0,45	32
	20	26	15	0,55	24
	21	24	13	0,65	16
	22	21	11	0,75	10
Сугилки полуплотные 0,5$e$$0,25$	23	18	9	0,85	7
	24	26	47	0,45	34
	25	25	37	0,55	27
	26	24	31	0,65	22
Сугилки полуплотные 0,5$e$$0,75$	27	23	25	0,75	17
	28	22	22	0,85	14
	29	20	19	0,95	11

Шаг 1

Из 56 видов грунтов необходимо выбрать ближайший по физико-механическим свойствам

f_т - нормативное значение угла внутреннего трения грунта, град.
 C - нормативное значение удельного сцепления грунта, кПа.
 e - коэффициент пористости.
 ε - модуль деформации, МПа.
 ε_с - показатель влажности.

Имя	Колл.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Н. Кошур	Варенченко	10/17			
Заб. штаб	Кичайкина	10/17			
ГИП	Сильв	10/17			
Чел. инж.	Касаткин	10/17			
Проектир	Добрянкин	10/17			
Выполн	Поджанинов	10/17			

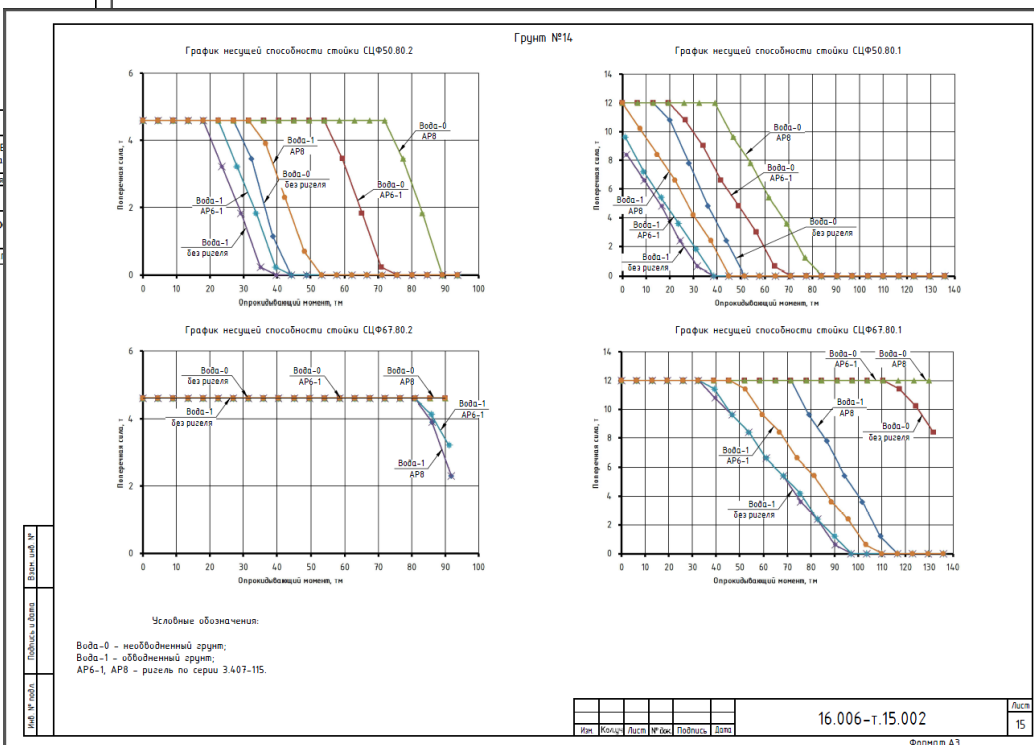
16.006-т.15.002

Разработка железобетонных опор в центрифугированных секционирах

Фундаментные секции для железобетонных опор ВЛ 10 кВ из центрифугированных секционированных стоек.

Несущая способность фундаментных секций по группе

Формат



Шаг 2

По графикам несущей способности подобрать тип закрепления

Имя	Колл.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

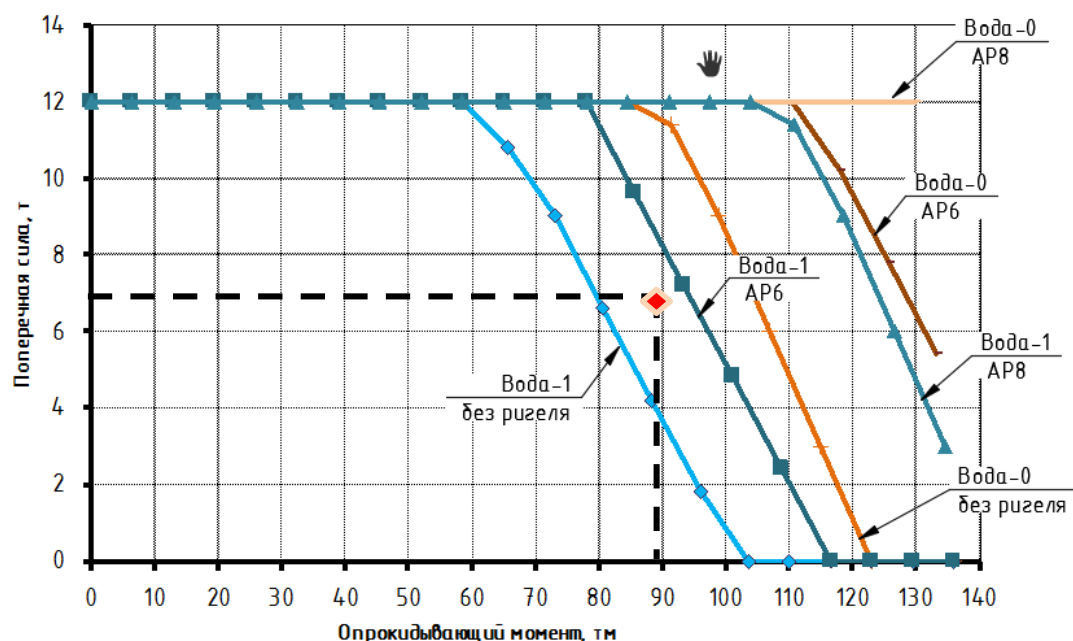
16.006-т.15.002

Лист 15

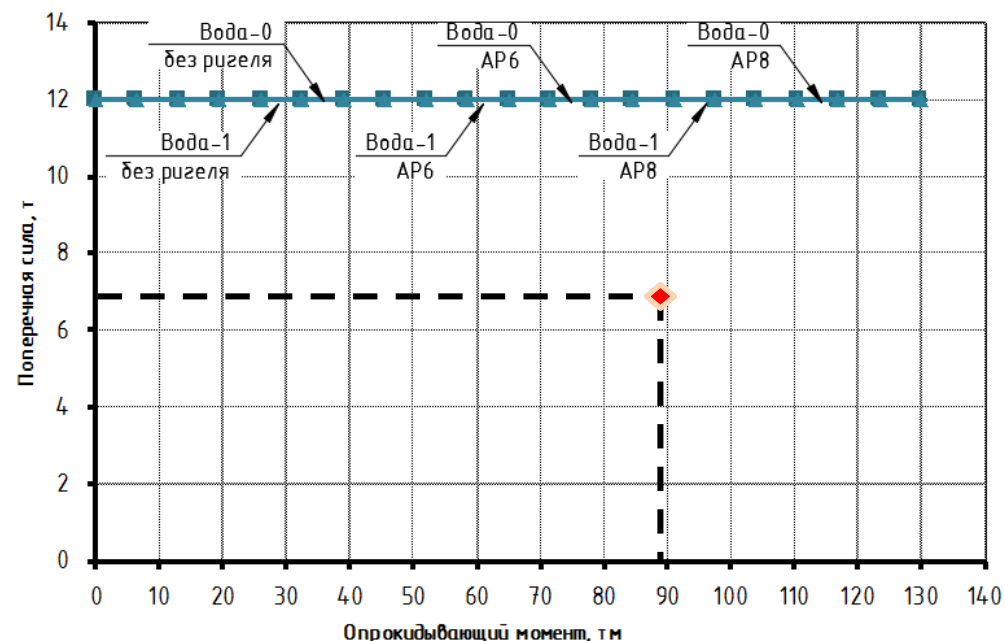
Формат А3

Несущая способность фундамента в грунте №25 (СП 22.13330.2011)

Стойка 5 м под анкерно-угловую опору
СЦФ50.80.1



Стойка 6,67 м под анкерно-угловую опору
СЦФ67.80.1



Условные обозначения:

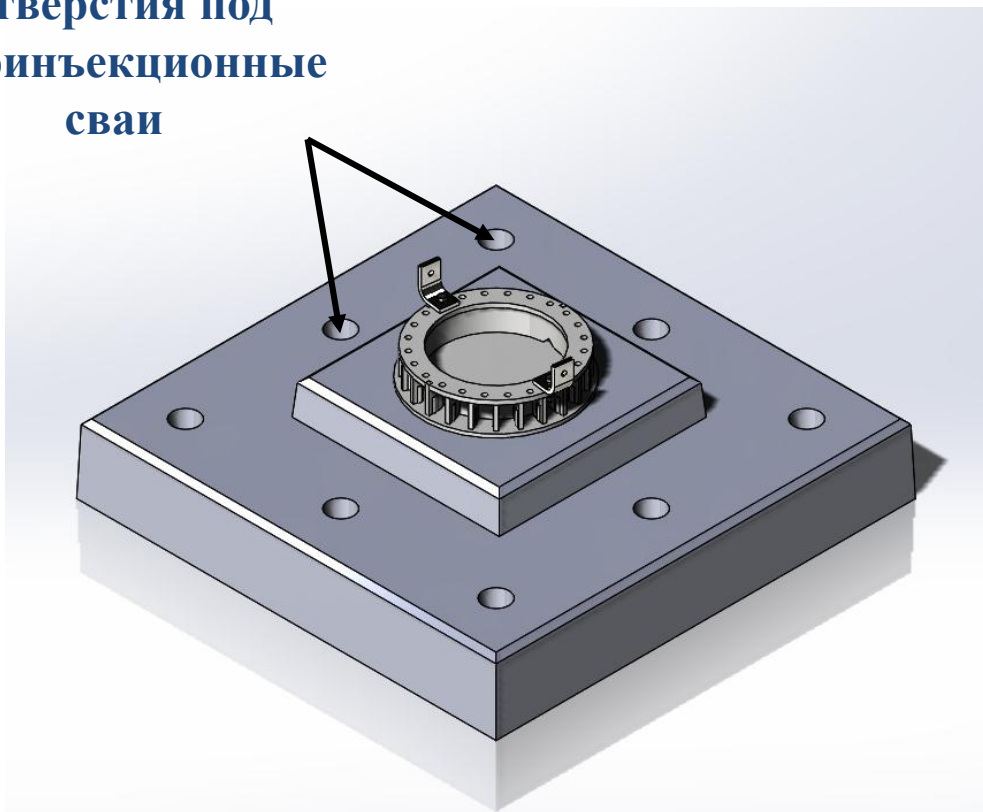
Вода-0 - необводненный грунт;

Вода-1 - обводненный грунт;

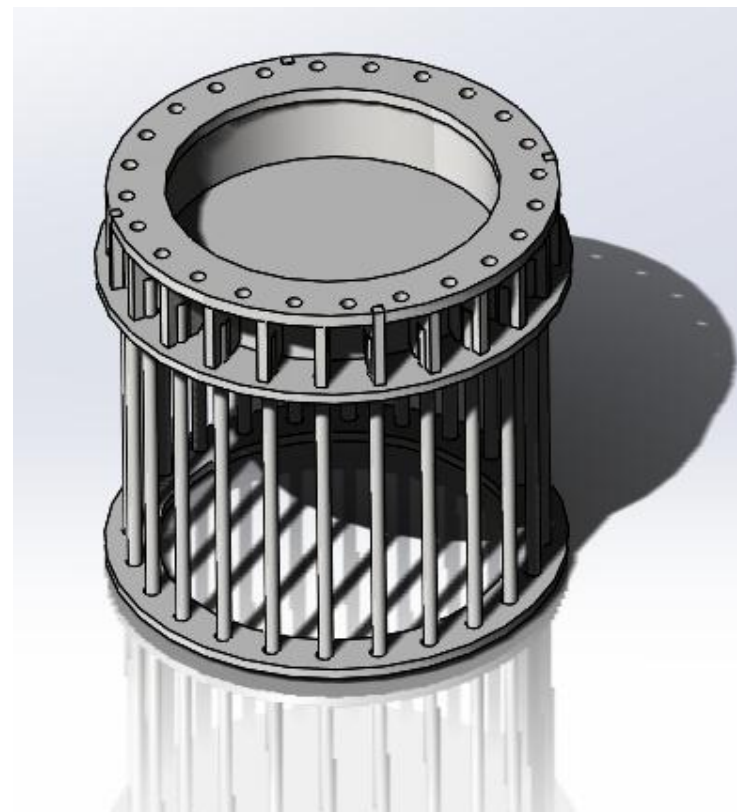
AP6-1, AP8 - ригель по серии 3.407-115.

Пример конструктивного решения для скальных грунтов

Отверстия под
буриинъекционные
сваи



Конструкция фундамента



Модернизированная соединительная
закладная деталь

Обзорные листы опор

Область применения опор

Электрические габариты

Альбом

Нагрузки на опоры от проводов и тросов

Нагрузки для расчета закрепления

Обзорный лист фундаментов

Исходные данные		16			
Объект		Шувальково			
Тип опоры		Промежуточная		Промежуточная-линейная	
Размеры в мм, мм	2,3 200-200	2,3 200-200	2,3 200-200	2,3 200-200	2,3 200-200
Размеры в мм, мм	2,3 150-150	2,3 150-150	2,3 150-150	2,3 150-150	2,3 150-150
Размеры в мм, мм	А1 90/76 А1 100/76	А1 90/76 А1 100/76	А1 90/76 А1 100/76	А1 90/76 А1 100/76	А1 90/76 А1 100/76
Размеры в мм, мм	1,2 210-0-0-0-0-0				

Область применения стальных анкерно-угловых опор					
Размер	1,2 210-0-0-0-0-0-0				
	А1 90/76	А1 100/76	А1 100/76	А1 100/76	А1 100/76
Напряжение	11,6	11,65	11,65	11,65	11,6
Напряжение в кабеле	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7

Электрические габариты стальных промежуточных опор

16.006-1-16.009

Разрешено изготовление для ВЛ 10 кВ и промежуточных промежуточных опор

№ п/п	№ документа	Дата	Исполнитель	Проверенный	Содержание
1	16.006-1-16.009	2016	И.И.И.	И.И.И.	Исходные данные
2	16.006-1-16.009	2016	И.И.И.	И.И.И.	Исходные данные
3	16.006-1-16.009	2016	И.И.И.	И.И.И.	Исходные данные

Обзорный лист фундаментов

Назначение	СЭБ10-2-1	СЭБ10-4-1	СЭБ10-6Ф-1	СЭБ10-8Ф-1
Размеры в мм, мм	2,3 200-200	2,3 200-200	2,3 200-200	2,3 200-200
Размеры в мм, мм	2,3 150-150	2,3 150-150	2,3 150-150	2,3 150-150
Размеры в мм, мм	А1 90/76	А1 100/76	А1 100/76	А1 100/76
Размеры в мм, мм	1,2 210-0-0-0-0-0			

16.006-1-16.009

Разрешено изготовление для ВЛ 10 кВ и промежуточных промежуточных опор

№ п/п	№ документа	Дата	Исполнитель	Проверенный	Содержание
1	16.006-1-16.009	2016	И.И.И.	И.И.И.	Исходные данные
2	16.006-1-16.009	2016	И.И.И.	И.И.И.	Исходные данные
3	16.006-1-16.009	2016	И.И.И.	И.И.И.	Исходные данные

16.006-1-16.015

Разрешено изготовление для ВЛ 10 кВ и промежуточных промежуточных опор

№ п/п	№ документа	Дата	Исполнитель	Проверенный	Содержание
1	16.006-1-16.015	2016	И.И.И.	И.И.И.	Исходные данные
2	16.006-1-16.015	2016	И.И.И.	И.И.И.	Исходные данные
3	16.006-1-16.015	2016	И.И.И.	И.И.И.	Исходные данные