



Федеральная
Сетевая Компания



Единой
Энергетической Системы



Доклад на Международной научно-практической конференции
IAFC-МАФ «Опоры и фундаменты умных сетей: инновации в
проектировании и строительстве»

НОВЫЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ВЛ 750 кВ ЛЕНИНГРАДСКАЯ-БЕЛОЗЕРСКАЯ

АО «НТЦ ФСК ЕЭС»
ДИРЕКЦИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И РЕАЛИЗАЦИИ
ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ
Главный эксперт Бюро ГИП, к.т.н.
Сенькин Николай Александрович

06.12.2017

МОСКВА - САНКТ-ПЕТЕРБУРГ - 2017

1. ВВЕДЕНИЕ

В России первая ВЛ750 кВ «Конаково-Москва» (89 км) введена в эксплуатацию в 1967 году по проекту СЗО ВГПНИИ «Энергосетьпроект».

Электропередачи 750 кВ стали основными системообразующими для выдачи мощности крупных электростанций, прежде всего АЭС, введенные в эксплуатацию в 1970-80-е годы (Ленинградская, Курская, Калининская, Смоленская, ...). В 1975 году построена вторая в истории и самая протяженная ВЛ750 кВ «Ленинградская – Конаково» (525 км).

Проект по титулу «Строительство ВЛ750 кВ Ленинградская-Белозерская» выполнен АО «НТЦ ФСК ЕЭС» в соответствии с заданием, утв. 29.09.2014 зам.Председателя Правления ОАО «ФСК ЕЭС» В.П.Диким, составленным на основании Приказа Минэнерго №309 от 19.06.2013 и Схемы территориального планирования в области энергетики, утв. Распоряжением Правительства РФ от 11.11.2013.

По распоряжению правительства основное назначение объекта: выдача избытков мощности из объединенной энергосистемы Северо-Запада и усиление межсистемной связи объединенных энергосистем Северо-Запада и Центра, а срок строительства - 2016-2020 годы.

На фото: Опора «Набла» на ВЛ-701 «Калининская АЭС – Ленинградская» (1975); опора ПП750-1 на ВЛ750 кВ «Калининская АЭС – Белозерская» (2004) 2



2. Задание на проектирование

Разработка проектно-сметной документации (ПСД) на расширение-реконструкцию ПС750кВ «Ленинградская» и ПС750кВ «Белозерская» в два этапа:

I – разработка, обоснование и согласование с ПАО «ФСК ЕЭС», АО «СО ЕЭС» основных технических решений (ОТР) по сооружаемому объекту;

II – разработка, согласование с собственниками и экспертиза ПСД в соответствии с ПСД; разработка и согласование закупочной документации на разработку РД, выполнение СМР и ПНР.

На этапе ОТР в части ВЛ выполнить:

- Варианты трасс (не менее 3-х) с указанием протяженности, количества участков и их владельцах;
- Изыскания в соответствии с НТД;
- План заходов ЛЭП на ПС с учетом решений по ПС;
- Конструкция фазы, сечение и тип провода с обоснованным применением современных видов проводов, обладающих повышенной пропускной способностью, стойкостью к гололедно-ветровым воздействиям, крутильной жесткостью; тип грозотроса;
- Решения по ВОЛС-ВЛ и ВЧ каналов связи...

На фото: Переустройство ВЛ750кВ Л-702 на заходах на ПС750кВ «Ленинградская»



3. Варианты трассы ВЛ750кВ: 1 - Железнодорожный (467), 2 - Автодорожный (524),
3 - ОКОНЧАТЕЛЬНЫЙ (473)



4. Варианты трассы: сравнение по количеству пересечений



Количество пересечений для вариантов трассы ВЛ 750 кВ			
Характеристика	I	II	III Окончательный
1. Длина, км	467	524	472
2. Кол-во пересечений с ВЛ ПАО «ФСК ЕЭС»	5	9	5
в т.ч. 330 кВ	5	5	5
220 кВ	-	4	-
3. Кол-во пересечений с ВЛ МРСК	38	48	36
в т.ч.: 35-110 кВ	18	23	18
6-10 кВ	20	25	18
4. Кол-во пересечений с а/д	30	43	29
5. Кол-во пересекаемых ж/д	9	9	9
6. Магистральные газо- и нефтепроводы (нитки)	14	12	14
Всего пересечений:	96	121	93



Климатические условия	
Преобладающее направление ветра	Юго-западное, южное
Район по ветру	II, 29 м/с
Нормативное давление, Па	500
Район по гололеду	II (ПС Ленинградская - р.Волхов), 15 мм III (р.Волхов –ПС Белозерская), 20 мм
Норм. ветровое давление при гололеде	160 Па
Температура воздуха, °С	
среднегодовая	+6
расчетная максимальная	+35
расчетная минимальная	-45
средняя самой холодной пятидневки обеспеченностью 0,92	-31
про гололеде	-5

На фото: просека, лежневки, обводненные площадки

5. Варианты по строительной и монтажной части ВЛ750 кВ



· Сопоставление вариантов по проводу (стоимость, млн. руб)			
Наименование компонентов	Марка провода		
	АС300/39	АСк2у 300/39	АААС-Z346-2Z
1. Стоимость провода	2628,45	2900.84	2433.75
2. Стоимость провода с ОКГТ-с-1-48 (G/652)-19,2/174 и грозотросом АС 95/141	2962,04	3234,42	2767,34
3. Кол-во опор на 10 км ВЛ750	25	22	21
4. Всего промеж опор ПП750-5 с фундаментами (1,89 млн руб)	2220,53	1950,98	1913,28
5. Стоимость анкерных опор	924,30		
6. Стоимость линейной арматуры и др.компонентов	3436,82	3297,97	3662,96
ИТОГО:	9544	9408	10163

Примечания: 1. В проводе, грозотросе, ОКГТ учтен запас 10%.

2. Не прошли проверку на коронирование АС240/28 и АСку340/32.

3. ОКГТ емкостью 48 опт. волокон, выполнены расчеты на стойкость к разряду молнии 70 Кл, на термическое воздействие с учетом максимальных однофазных токов КЗ на шинах 750 кВ ПС Ленинградская, длина ОКГТ из условия монтажа муфт на земле.

4. Принятые технические решения (корректировка):

- АС300/39 и АСКП300/39; (АААС-Z201-2Z, Сим-Росс-Ламифил);
- АСк2у 300/66 (УИКОМТЕХ) на переходе через р.Волхов, 524м
- ГТК20-0/90-12,1/104 и ОКГТ-с-2-48 (G 652-U LL)-1282

На фото: подвеска изоляции, провода, грозотроса и ОКГТ , монтаж под тяжением

6. Провод, грозотрос, изоляция и линейная арматура

Фаза расщепленная из 5 проводов. Пятилучевые распорки 5РГД-034-01, устанавливаемые в пролете на расстоянии не более 40м (п.2.5.76 ПУЭ-7). В данном случае защита от вибрации не требуется (п.2.5.85 ПУЭ-7).

Защита грозотросов от вибрации многочастотными гасителями вибрации типа ГВ. Для защиты грозотросов и проводов в поддерживающих и натяжных зажимах дополнительно устанавливаются защитные протекторы спирального типа.

Базовая схема изоляционных подвесок: стеклянные изоляторы в гирляндах (главы 1.9 и 2.5 ПУЭ-7): поддерживающие гирлянды для проводов 2x48 ПС120Д и 1x46 ПС120Б (для шлейфов) и натяжная 5-ти цепная гирлянда для проводов – 5x46 ПС120Д.

Соединение проводов в пролете и в петлях на прессуемых соединительных зажимах.

Крепление грозотроса изолированное на промежуточных опорах – 1хПС70Е, на анкерных опорах – 1хПС120Д. Крепление ОКГТ изолированное с заземлением на каждой опоре. Комплектация изолирующих подвесок с использованием арматуры спирального типа. Отвод токов молнии в землю обеспечивается через связь грозозащитные тросы - стальные конструкции опор – конструкции заземления. На подходах к проектируемым ПС750кВ грозотросы заземлены на каждой опоре (п.2.5.122 ПУЭ-7), а на остальной части ВЛ750кВ трос заземляется на каждом анкерном участке на анкерных опорах посредством специальных перемычек, ОКГТ заземляется на каждой опоре. Заземляющие устройства опор – из круглой оцинкованной стали Ø16мм в виде лучевых горизонтальных заземлителей с учетом естественной проводимости фундаментов в грунтах с удельным сопротивлением грунта до 1000 Ом.м (п.2.5.129 ПУЭ-7).

9 циклов транспозиции фаз, упрощенная схема транспозиции.

7. Инженерно-геологические условия на трассе ВЛ750кВ



В геоморфологическом отношении исследуемая территория расположена в пределах озерно-ледниковой и моренной равнины, пологохолмистой ледниково-аккумулятивной равнины, а также озерно-аллювиальной низины.

На южных берегах Финского залива и Ладожского озера в кембрийский период сформировались мощные толщи осадочных пород (синих глин с прослойками песчаников). В ордовикский период, произошло образование оболочных песчаников, содержащих месторождения фосфоритов и горючих сланцев.

В восточной части участка близко к поверхности находятся породы, образовавшиеся в каменноугольный период, там присутствуют месторождения бокситов, известняков и доломитов.

Толща четвертичных образований отличается в целом значительной сложностью и характеризуется пестротой разреза, частой сменой осадков, отличающихся по происхождению (генезису), литологическому составу. Более выдержаны ледниковые (моренные) и водно-ледниковые слои, межледниковые осадки имеют более локальное развитие. Четвертичные образования сформировались в результате неоднократных наступлений ледниковых покровов, размыва предыдущих осадков водно-ледниковыми потоками, эрозионно-аккумулятивной деятельности рек и озер, болотной аккумуляции.

Современные отложения широко развиты и представлены биогенными образованиями, в состав которых входят торф и заторфованные глинистые отложения. В местах залегания слабопроницаемых глинистых пород возможно развитие «верховодки».

8. Переход через р.Волхов: провод, опоры и фундаменты



Наиболее крупными реками в районе прохождения ВЛ 750 кВ являются: судоходный Волхов, Сясь, Колпь, Суда, Мста, Молога.

На переходе через р.Волхов (524м) применен компактированный провод АСк2у 300/66 (УИКОМТЕХ) с сердечником из высокопрочных стальных проволок с повивами профилированных алюминиевых проволок трапециевидной формы, что обеспечивает сокращение диаметра в среднем на 10%.

Диаметр провода 22,5мм (АС300/66 – 24,5мм), разрывное усилие 150,9кН (117,52кН), 1328 кг/км (1313кг/км), макс токовая нагрузка при 20°С 1152А (макс 90°С).

Провод АСк2у300/66, грозотрос АС70/72 и ОКГТ-с-2-48 (G 652-ULL)-12/82 подвешиваются между опорами №№ 1125-1128 (7 участок) по длине 1337м.

На переходе установлены анкерно-угловые опоры типа УС750-1+15ЛБ высотой 45м на фундаментах ФБ-Ам по унификации 1974 года. Модернизированным опорам присвоен индекс «ЛБ».



9. Опоры ВЛ750 кВ на железобетонных фундаментах

Опоры 750 кВ по унификации 1974 года модернизированы: ПС750-3 (+5; +10) в тросовых консолях и тросостойке заменены уголки 50x3,2x4 и 50x4 на 56x5 → ПС750-3ЛБ (+3; +10); то же на оттяжках ПП750-5 → ПП750-5ЛБ; анкерно-угловые опоры УС750-1ЛБ и УСк 750-1ЛБ (подставки: +5, +10, +15).

Железобетон линейный В30 по прочности, F150 по морозостойкости, W6 по водопроницаемости.

Типы фундаментов Ф5-А7г, Ф6Ам, ФПС6-4, Ф6-А0, Ф4-07, Поверхности ж/б конструкций покрыты мастикой на основе лака ХП-734. Защита от коррозии анкерных болтов, стальных деталей оголовников, деталей крепления ригелей – горячее цинкование.

В районе прохождения ВЛ 750 кВ имеются сильнозаболоченные участки: Волхов-Тихвин-Кириши (Зеленецкие Мхи), Тихвин-Будогощь-Неболчи, Ефимовский-Бабаево-Чагода, Бабаево-Чагода-Устюжна, Бабаево-Устюжна-Суда (Уломские болота), Чагода-Устюжна-Пестово.



10. Опоры ВЛ750 кВ на фундаментах с винтовыми сваями



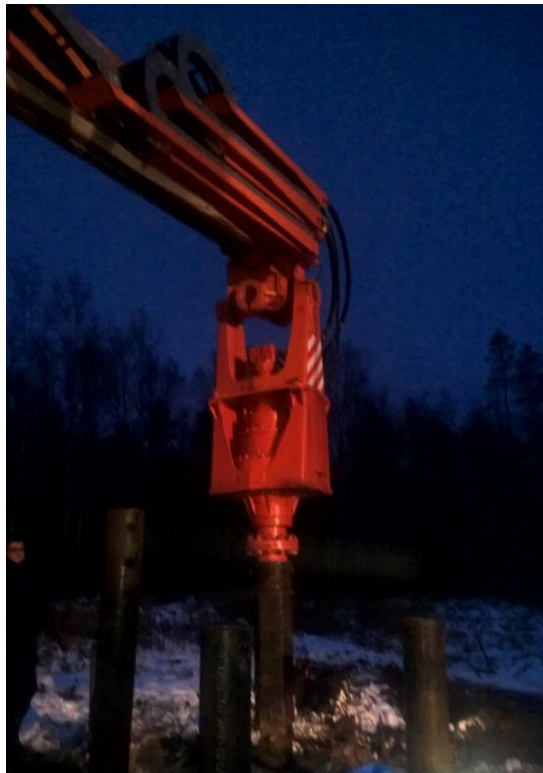
11. Испытание винтовых свай по несущей способности, неразрушающий контроль сварных ростверков и заглубления винтовых свай



12. Пересечения и переустройства ВЛ



13. Тампонирование скважин и цементация оснований, болтовой и сварной ростверки



14. Выездная Комиссия по контролю качества строительства ВЛ 750 кВ «Ленинградская – Белозерская» под руководством Генерального директора МЭС Северо-Запада С.В.Стрельцова и Директора ЦИУС Северо-Запада Н.К.Белицкого (8 участок, 10.03.2017)



**Благодарю за участие в подготовке доклада
руководителей и сотрудников
Дирекции по проектированию и реализации
инновационных проектов АО «НТЦ ФСК ЕЭС»
и ООО «ЭПС-Инжиниринг»**

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!
THANK YOU FOR YOUR ATTENTION!**