

ПОДВОДНЫЕ ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ КАБЕЛЬНЫЕ ЛИНИИ РОССИИ



ВИЦЕ-ПРЕЗИДЕНТ ОАО «НК «РОСНЕФТЬ»

Андрей Николаевич Шишкин

Перед электросетевыми компаниями в последние годы все чаще возникают задачи переустройства действующих ЛЭП всех классов напряжения (вплоть до 500 кВ) из воздушного исполнения в кабельное (подземное или подводное). Такие задачи были поставлены перед открытым акционерным обществом «Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы» (ОАО «ФСК ЕЭС») в Москве (Сколково) и Санкт-Петербурге.

Переход электроснабжения крупных городов на систему глубоких вводов электрической мощности с учетом стоимости земли и отсутствия в некоторых случаях физической возможности строительства высоковольтных линий (ВЛ) также требует кабельного исполнения.

При этом сложившаяся архитектура городов, инженерные коммуникации и дороги часто не позволяют прокладывать кабельные линии или требуют крайне неэкономичных решений. При таких условиях в ряде случаев перспективной является прокладка кабелей по руслам рек и каналов.

Кроме того, повышение требований к качеству жизни населения островных территорий также делает актуальными проекты их электроснабжения подводными кабельными линиями (КЛ).

В проектах электроснабжения нефтегазодобывающих платформ на морских шельфах решения на основе подводных КЛ от наземной части энергосистем в ряде случаев являются более экономичными по сравнению с автономными плавучими дизельными электростанциями.

В России первый подводный силовой кабель напряжением 6 кВ с медной жилой сечением 150 кв. мм в 1918 году соединил петроградскую ТЭЦ-2 с водоканалом. Вторая подводная КЛ длиной около 12 км, напряжением 35 кВ, с медной жилой сечением 150 кв. мм была проложена в 1931 году на Кронштадт для усиления базы Балтийского флота. Третьей стала КЛ 10 кВ, проложенная для спасения блокадного Ленинграда. 104 км трассы прошли по лесам и болотам и почти 23 км – по дну Ладожского озера. В 1962–1963 годах стали прокладывать кабели 110 кВ с подводными переходами.

1



КЛ 35 кВ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ О-ВА ВАЛААМ

2



КЛ 35 кВ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА О-В РУССКИЙ

В настоящее время интерес к подводным КЛ возродился. Программа подводных КЛ начала реализовываться в 2008 году: сооружены и введены в эксплуатацию подводные кабели электропитания на о-ва Валаам, Русский, Кизи (рис. 1, 2, 3). В стадии реализации находится подводная КЛ 330 кВ Василеостровская – Северная, КЛ 35 кВ на Кронштадт. В ближайшей перспективе – еще не менее 10 ответственных проектов ОАО «ФСК ЕЭС» и ОАО «Холдинг МРСК».

Настоящее кабельных линий – проблемы и решения

Нормативный срок службы высоковольтных кабелей крупнейших городов России практически исчерпан. Например, в ведении ОАО «Ленэнерго» находится 507 км КЛ 35–110 кВ и 17 670 км КЛ 0,4–10 кВ. Из них более 75% имеет сверхнормативный срок эксплуатации. Такое состояние кабелей – очевидный источник рисков масштабных аварий.

Реновация кабельных сетей началась с линий высокого напряжения. Сегодня в составе новых кабельных линий МЭС Северо-Запада работают 4 кабельные линии 330 кВ, несколько десятков километров КЛ 35–110 кВ.

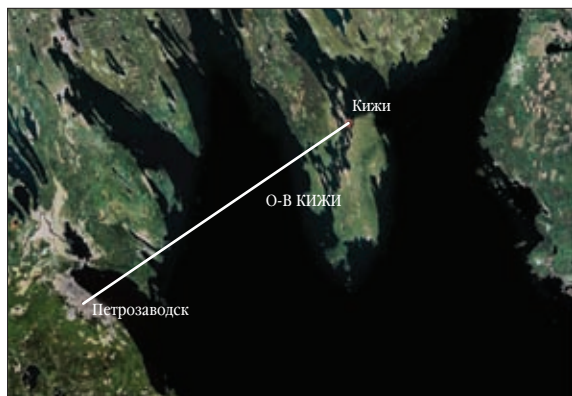
СПРАВКА

КЛ 35 кВ электропитания на о-в Валаам:

- общая протяженность КЛ – 24,7 км по дну Ладожского озера;
- основная изоляция – XLPE, исполнение кабеля – трехфазное;



3



КЛ 10 кВ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА О-В КИЖИ

- изготовитель кабеля – фирма «Призмиан», монтажная организация – ОАО КЭР;
- сроки прокладки – лето 2010 года.

КЛ 220 кВ на о-в Русский:

- общая протяженность – 2 км через пролив Босфор Восточный;
- основная изоляция – XLPE, исполнение кабеля – трехфазное;
- изготовитель – фирма J-Power System, монтажная организация – ОАО ГЭМ;
- сроки прокладки – лето 2011 года.

КЛ 10 кВ на о-в Кижы:

- общая протяженность КЛ ~ 2,3 км по дну Онежского озера;
- количество параллельных ниток – 2;
- основная изоляция – XLPE, исполнение кабеля – трехфазное со встроенным многомодовым оптоволоконным кабелем;
- изготовитель – фирма «Нексанс», монтажная организация – ОАО КЭР;
- сроки прокладки май – август 2012 года.

Планы и прогнозы сооружения подводных кабельных линий

КЛ-330 ВАСИЛЕОСТРОВСКАЯ – СЕВЕРНАЯ (ПО ПЛАНУ – 2012 ГОД)

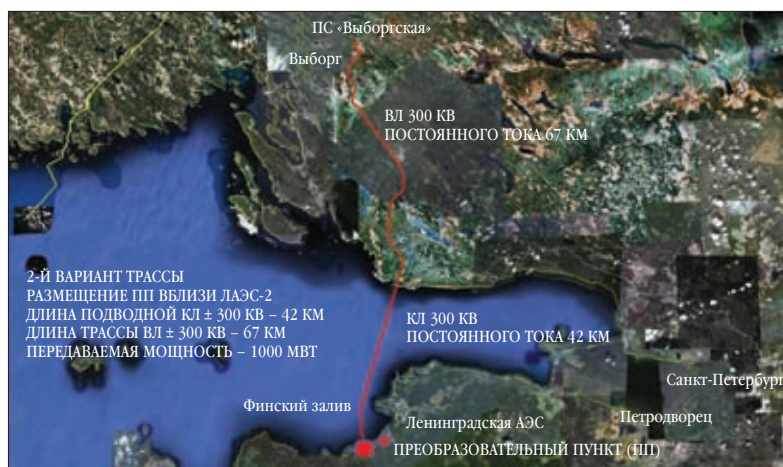
Растущая потребность Санкт-Петербурга в электроэнергии сопровождается требованием повышения эксплуатационной надежности сети. Одним из технических решений повышения надежности является построение внутреннего кольца 330 кВ с ПС 330 кВ на Васильевском о-ве. Элементом кольца должна стать кабельная линия 330 кВ от вновь сооружаемой ПС 330 кВ «Василеостровская» до ПС 330 кВ «Северная» с переходом по дну Финского залива.

Основные проектные характеристики будущей КЛ:

- общая протяженность КЛ – 4,8 км через Финский залив;
- основная изоляция – XLPE, исполнение кабеля – однофазное;
- количество цепей – 1, количество кабелей – 5 (3 рабочих силовых, 1 резервный силовой, 1 оптоволоконный);
- условия прокладки: максимальная глубина – около 15 м, резкого перепада глубин нет, интенсивное судоходство, риски повреждения кабеля якорями судов, вероятность наличия в акватории остатков боеприпасов со времен Первой и Второй мировых войн, наличие техногенного мусора на дне залива;
- плановые сроки прокладки – 2012 год.

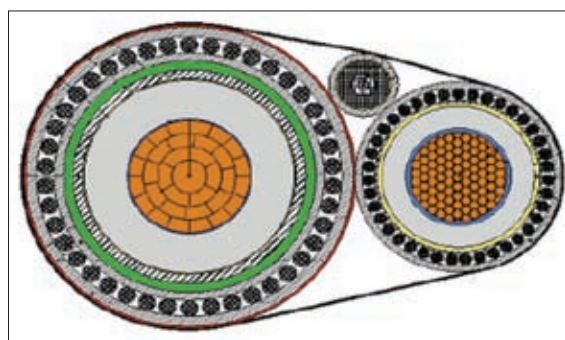


4



СИТУАЦИОННЫЙ ПЛАН БУДУЩЕЙ ППТ ЛАЭС-2 – ВЫБОРГСКАЯ

5

КОНСТРУКЦИЯ ВЫБРАННОЙ КЛ (ЦЕПЬ ИЗ 2 НЕЗАВИСИМЫХ КЛ)
ППТ ± 330 кВ ЛАЭС-2 – ВЫБОРГСКАЯ

6



СИТУАЦИОННЫЙ ПЛАН КАБЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СОЛОВЕЦКИХ О-ВОВ

Для осуществления прокладки КЛ с обеспечением последующей нормативной эксплуатационной надежности кабельной линии и гарантийных обязательств завода-изготовителя (Prysmian Group) необходимо применение специализированной техники (кабелюкладчика, тренчера), подготовка дна с разминированием и очисткой трассы от естественных препятствий и техногенного мусора. Отечественные специализированные организации освоили передовые зарубежные и российские технологии и подготовились к практической реализации этих задач.

КЛ ППТ ЛАЭС-2 – ВЫБОРГСКАЯ (2015 ГОД)

Электропередача постоянного тока (ППТ) ± 300 кВ от ЛАЭС-2 до ПС 330/400 кВ «Выборгская» – это линия, входящая в состав схемы выдачи мощности (СВМ) Ленинградской АЭС-2 с пла-



7



СИТУАЦИОННЫЙ ПЛАН КАБЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ КРОНШТАДТА

8



ПОДВОДНЫЙ ТРЕНШЕКОПАТЕЛЬ С СИЛОВЫМИ СИСТЕМАМИ И СИСТЕМАМИ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ

9



ВОДНЫЙ ЭКСКАВАТОР ДЛЯ ГЛУБОКОВОДНОГО РЫТЬЯ ТРЕНШЕЙ И УДАЛЕНИЯ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ПРЕПЯТСТВИЙ:

- ДИАМЕТР ЗАГЛУБЛЯЕМОГО КАБЕЛЯ: ДО 300 ММ;
- ТИПЫ ГРУНТОВ: ИЛ, ПЕСОК, ГЛИНА, МОРЕНА, СКАЛА;
- ЗАГЛУБЛЕНИЕ КАБЕЛЯ В ДНО (ТРЕНШЕЯ): ДО 4-6 М;
- ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ ТРЕНЧЕРА: ДЛИНА 6,5 М, ШИРИНА 5,5 М, ВЫСОТА 3,3 М;
- ВЕС ТРЕНЧЕРА: 42 Т НА СУШЕ, 37 Т ПОД ВОДОЙ;
- ТЯГОВОЕ УСИЛИЕ: ДО 8 Т (ЗАВИСИТ ОТ ХАРАКТЕРА ДНА);
- ДАВЛЕНИЕ НА ГРУНТ: 20 КПА;
- СКОРОСТЬ УКЛАДКИ КАБЕЛЯ: ОТ 60 ДО 600 М/Ч
(В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА РАЗРАБАТЫВАЕМОГО ГРУНТА)

новым сроком сооружения до 2015 года. Этот инновационный проект призван решить задачи электрического баланса мощности и энергии в ОЭС Северо-Запада, повышения надежности электроснабжения за счет замыкания внешнего кольца 330 кВ вокруг Санкт-Петербурга, сохранения экспортных возможностей по электроэнергии в условиях выбытия части мощностей КВПУ на ПС «Выборгская» (рис. 4).

Подводная кабельная линия является одним из участков ППТ. Длина подводной КЛ – 42 км, передаваемая мощность – 1000 МВт.

По результатам многофакторного анализа были согласованы следующие основные проектные решения КЛ ППТ:

- прокладка трассы КЛ в обход зон, связанных с обременением со стороны Балтфлота, с минимизацией длины, стоимости и рисков по осуществлению прокладки;
- выбор электрической схемы КЛ ППТ с учетом технико-экономического сопоставления и обеспечения наибольшей надежности и автономности двух цепей ППТ.

Проектное решение представляет собой две монополярные линии, каждая из них будет смонтирована как кабельная система: два полюсных кабеля с бумажной изоляцией, пропитан-



ной вязким составом, на напряжение 320 кВ с медной жилой сечением 1700 кв. мм, со встроенным проводником для металлического возврата тока (IRC Cable, медная жила сечением 1400 кв. мм с изоляцией на напряжение 35 кВ) и ВОЛС из 48 оптических волокон (рис. 5).

В ближайших планах реализация важных проектов по электроснабжению Соловецких о-вов и Кронштадта с применением подводных кабелей (рис. 6, 7).

В среднесрочной перспективе прогнозируется разработка проектов и сооружение КЛ ППТ 500 кВ Калининградская АЭС – Германия, КЛ 220 кВ ППТ Джубга – Адлер, КЛ ППТ Сахалин – Хоккайдо, КЛ ППТ Россия – Турция (возможно, в составе СВМ новых энергоблоков Волгодонской АЭС или АЭС «Аккую»).

Подготовка российских технологий по прокладке подводных КЛ

Кабельные электропередачи сверхвысокого напряжения (СВН) – это не только компактное и технически обоснованное в ряде случаев, но и дорогостоящее решение: стоимость подводных кабельных линий, в зависимости от протяженности трассы, может составлять до 70% от стоимости всей электропередачи.

Поэтому качество проекта, надежность кабельных изделий и системы в целом, совершенство технологии прокладки кабелей должны быть на гарантированно высоком уровне.

Россия завершает формирование и оснащение специализированного предприятия, осуществляющего полный цикл работ по сооружению подводных кабельных линий: взаимодействие с заводами-производителями, проектирование, инжиниринг, логистику, получение всех разрешительных документов и положительных заключений экспертиз, подготовку дна, укладку, испытание, ввод в эксплуатацию и сервисное обслуживание. При этом выбран путь изучения и использования накопленных зарубежных наработок в этой области.

В частности, группа компаний «КЭР» пошла путем изучения опыта и интеграции со специализированными компаниями Австралии, Норвегии, Англии, Финляндии. Запроектирована и создана под российские условия техника для укладки кабелей под водой, совместно разрабатываются проекты производства работ с обязательным их согласованием с заводом – производителем кабелей, российские специалисты проходят курсы обучения и стажировки по управлению техникой и бригадами по укладке кабелей.

В конечном итоге в России создан уникальный собственный парк специализированной морской и речной техники (рис. 8, 9).

Для полной комплектации этой техники недостаточно – необходимо специализированное судно-кабелеукладчик с соответствующей технической оснащенностью для приема, транспортировки и прокладки кабельной продукции до 7 тыс. т весом. При этом должны быть учтены особенности акватории объекта электроснабжения.

Для обеспечения полного цикла работ от стен завода– производителя кабеля до сдачи КЛ эксплуатирующей организации создан консорциум российских и зарубежных предприятий.

В настоящее время в России высока потребность в кабелях и кабельных системах на напряжения 10–500 кВ для передачи переменного и постоянного тока подводного исполнения. Учитывая чрезмерную загрузку практически всех зарубежных кабельных заводов, а также длительные сроки исполнения заказов, чрезвычайно актуальным считаем вопрос о создании отечественных технологических линий для производства подводных кабелей.

Российские компании освоили промышленные методы ускоренного и надежного сооружения подводных кабельных линий, которые, с учетом роста потребности в электроснабжении островных потребителей и переустройства ВЛ в мегаполисах, будут широко востребованы энергетической отраслью.