

# Доклад

На тему: «Разработка эстетических опор в условиях реального проектирования ВЛ 330 кВ»

Разработали:

Т. Е. Белякова и Н. А. Сенькин

Санкт-Петербург

2020

## 1 ВВЕДЕНИЕ

Непрерывное развитие экономики страны обуславливает высокие темпы роста объемов электроэнергетического строительства.

В соответствии с «Технической политикой в электроэнергетическом комплексе (2020)» за прошедшие 20 лет физический износ сетей высокого напряжения существенно увеличился и достиг более чем 40%. Поэтому реконструкция и техническое перевооружение физически изношенного оборудования рассматриваются как приоритетные направления инвестиционной политики в электросетевом строительстве. Начинают применяться новые методы индустриального строительства и производства электромонтажных работ. Совершенствуются приемы технического обслуживания и ремонта по техническому состоянию оборудования и строительных конструкций.

Проводятся поисковые работы в области создания новых видов воздушных линий электропередачи (ВЛ), внешний вид конструкции которых будет формироваться не только оптимальным техническим решением по расходу основных материалов, но и эстетикой общей архитектуры ВЛ. В развитых странах, особенно в северной Европе и России, применяются эстетические (стилизованные или декоративные опоры), которые органично вписываются в застройку и служат дополнительным украшением городов.

Целью исследования являлась разработка модификаций унифицированной стальной опоры, как эстетической опоры, для применения с установкой на зрительно-доступных участках ВЛ330 кВ «РП Ондский» - ПС330 «Петрозаводская» в Средней Карелии на основе вариантного проектирования и технико-экономического анализа.

## 2 КОНСТРУКТИВНАЯ СХЕМА И МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ СТАЛЬНОЙ ОПОРЫ

За основу проектирования была принята унифицированная (типовая) анкерно-угловая опора У330н-3+14,0 воздушной линии электропередачи ВЛ330 кВ, номер N919.

Общая высота опоры составляет 35,1 м, элементы конструкции выполнены из равнополочных уголков, сталь С345, марка стали 09Г2С.

Участок строительства относится к Пряжинскому муниципальному району Чалкинского сельского поселения республики Карелия. Со стороны меньшего пролета, осуществляется переход над автомобильной магистралью и электрифицированной железной дорогой.

## 3 ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНОМУ РЕШЕНИЮ

Базисом для архитектурно-конструктивных преобразований стал образ «Мельницы Сампо» из народного карельского эпоса «Калевала», по которому были разработаны основные конструктивные решения двух эстетических опор (декоративной и стилизованной) с учетом требований электрических габаритов в соответствии с требованиями «Правил устройства электроустановок».

Под декоративной опорой понимается эстетическая опора, конструктив которой соответствует конструктиву унифицированной (типовой) опоры, а формирование архитектурного облика осуществляется применением дополнительных навешиваемых декоративных элементов или необычным цветовым решением. Для стилизованной опоры характерны нетиповые (новые) конструктивные решения, следовательно, они наиболее трудоемки в изготовлении и требуют проведения испытаний на специальных специализированных полигонах.

Первое решение - декоративная опора У330-3+14Д. Конструктив типовой опоры остался без изменения, но к несущим конструкциям на болтах прикреплены лопасти из стойких к северным условиям и высокопрочных полимеров-термополиамидов, определивших образ мельницы «Сампо». Принятый вариант лопастей основан на результатах вариантного проектирования и принят по методу экспертных оценок, где предлагаемые декоративные решения оценивались по таким показателям как эстетичность, прочность и долговечность.

Второе решение - стилизованная модифицированная опора У330-3+14С.

Здесь меняется конструктив нижних траверс с изменением трапецевидной формы на прямоугольную. Нарисованные лопасти «Мельницы Сампо» выделены посредством дополнительного яркого лакокрасочного покрытия на темно-зеленом цвете элементов опоры.

#### 4 РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ ОПОР И СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ

Следует отметить, что расчет анкерно-угловой опоры является довольно трудоемким, так как помимо климатических нагрузок, действующих на любые опоры, анкерно-угловые опоры воспринимают также нагрузки от составляющих тяжения проводов и тросов.

Для участка строительства характерны следующие климатические условия:

1. II-ой ветровой район ( $W_0=500$  Па);
2. II-ой гололедный район ( $b=15$  мм);
3. Низшая температура  $t=-43$  °С;
4. Высшая температура  $t=+36$  °С;
5. Среднегодовая температура  $t=2,8$  °С.

Нагрузки от тяжения проводов и тросов вызывают максимальные напряжения в элементах конструкции. В связи с большим числом нагрузок и воздействий количество комбинаций загрузений в данном проекте составило 30.

Оба варианта были рассчитаны в программном комплексе Lira Soft10 на следующие режимы работы: нормальный (при ураганном ветре, отрицательной температуре и гололеде), монтажный (провода подвешены при отрицательной температуре в наибольшем пролете, учет ветрового давления на высоте 15 м от поверхности земли), аварийный (при низшей температуре).

Расчет декоративной опоры У330+14Д выполнен с учетом дополнительной ветровой нагрузки по причине парусности навешиваемых композитных лопастей.

В результате выполненного расчета анкерно-угловой опоры У330н+14 с учетом реального угла установки на местности 30° (по сравнению с её предельным углом поворота 70°) выявлен резерв несущей способности стальной конструкции опоры 52 % (коэффициент использования 48%), что позволяет навесить дополнительные композитные конструкции на опору.

После задания дополнительных нагрузок от композитных лопастей, процент использования составил 49 %, что несущественно для проектируемого сооружения. Следовательно, можно сделать вывод о том, что потери несущей способности конструкции опоры под действием дополнительной ветровой нагрузки и собственного веса лопастей отсутствует.

Конструктив стилизованной опоры отличен от конструктива типового проекта У330н-3+14, следовательно, сечения элементов видоизмененной траверсы был оптимизированы до достижения максимального процента использования. По результатам вариантного проектирования был произведен сравнительный анализ на основе метода экспертной оценки.

На стилизованную опору затрачено стали на 4,65% больше по сравнению с декоративной. Поэтому для применения принята декоративная опора У330+14Д. Выбранное конструктивное решение является эргономичным, то есть наряду с эстетически привлекательным обликом, прекрасно вписывающимся в ландшафтный дизайн, опора отвечает поставленным требованиям практичности, серийности и простоты изготовления.

По выбранному варианту проектирования на основании нормативных документов, регламентирующих проектирование и строительство зданий и сооружений, были разработаны архитектурно-строительный, расчетно-конструктивный и организационно-технологический разделы. При разработке организационно-технологического раздела были разработаны календарный график и стройгенплан на проведение строительно-монтажных работ по возведению фундаментов и анкерно-угловой опоры, а также работы по навеске композитных лопастей «Мельницы Сампо».

Укрупнительную сборку конструкций целесообразно выполнять на сборочной площадке (полигоне), а затем доставлять на пикет монтажными секциями. Монтаж конструкции на пикете осуществляется двумя кранами КС5671, страхующей техникой от возможного опрокидывания под действием инерционных сил, служат бульдозеры Т25 с лебедкой.

## 5 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В проекте разработаны конструктивные решения унифицированной стальной анкерно-угловой опоры У330н-3+14, модифицируемой под эстетическую опору, для применения на проектируемой воздушной линии электропередачи ВЛ330 кВ

«РП Ондский» - ПС330 «Петрозаводская» в Средней Карелии.

Разработка модификаций унифицированной стальной опоры (декоративная и стилизованная) целесообразна для применения с установкой на зрительно-доступных участках ВЛ330 кВ, а также на пересечениях с крупными транспортными магистралями. Это соответствует требованиям Положения «О единой технической политике в электросетевом комплексе» (2020).

При проектировании были применены новые стальные конструкции опор с новыми видами пластических материалов и современные методы индустриального строительства, конструкции которых отвечают требованиям эстетичности, технологичности и сокращения трудозатрат и металлоемкости.