

## Поиск вариантов восстановления опоры ВЛ 220 кВ в Карелии

*5-ая международная научно-практическая конференция «Опоры и фундаменты для умных сетей: инновации в проектировании и строительстве»,*

*Санкт-Петербург, 4-6 июля 2018*

*Бондарева Е.О., Трухина Т.А.*

*НИЛКЭС ООО «ПО «Энергожелезобетонинвест»*

Статья посвящена описанию подхода при выборе способа обеспечения надежной работы типовой опоры П220-2т, получившей в процессе эксплуатации сверхнормативные отклонения макушки.

Двухцепная металлическая опора №12 (207) находится в составе ЛЭП ВЛ 220 кВ Кондопога-Медвежьегорск и ВЛ 220 кВ Кондопога-Кондопога (Л-214). Опора марки П220-2т разработана в рамках Типового Проекта «Унифицированные стальные нормальные опоры ВЛ 220 и 330 кВ» 3.407-100, (Рис.1).



*Рис. 1 Двухцепная опора №12 (207) на трассе ВЛ 220 кВ Кондопога – Медвежьегорск и ВЛ 220 кВ Кондопога- Кондопога (Л-214), марка – П220-2Т*

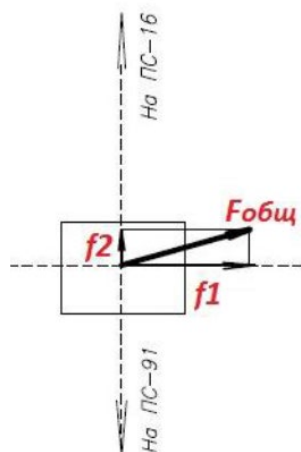
Особенностью расположения опоры является ее установка на крутом склоне скальной гряды, перекрытой с поверхности маломощным чехлом четвертичных отложений. Перепад высот в месте выхода железобетонного фундамента составляет 1400 мм на длине 4350 мм.

Подвижка фундаментов стала причиной неравномерной осадки и подвижки фундамента, что привело к отклонению оси опоры от вертикали (Рис.2).



*Рис. 2 Отклонение опоры №12 от вертикали*

Геодезический мониторинг отклонения от вертикали оси опоры в течение нескольких лет показал, что общее отклонение (Рис.3) превышает допусковое значение почти в 7 раз (табл. 1)



*Рис. 3 Схема определения общего отклонения оси опоры от вертикали*

Табл. 1

№ п/п	Дата мес.год	Отклонение от вертикали, м			Допустимое отклонение, м
		f1	f2	Fобщ	
1	10. 2016	1,12	0,42	1,20	0,20
2	03. 2017	1,25	0,66	1,41	0,20
3	08. 2017	1,28	0,59	1,41	0,20
4					

*Мониторинг отклонений от вертикали оси опоры №12*

С целью предотвращения последующих неравномерных осадок в 2017 году произведены работы по усилению столбчатых фундаментов. Было проведено объединение отдельно стоящих четырех столбчатых фундаментов в единый П-образный монолитный железобетонный фундамент (Рис. 4-5).



*Рис. 4 Столбчатый фундамент до  
усиления*



*Рис. 5 Усиленный П-образный монолитный  
фундамент*

Выполненное в 2017 году полное техническое обследование опоры показало следующее:

- конструкция опоры №12 марки П220-2т соответствует требованиям Типового Проекта «Унифицированные стальные нормальные опоры ВЛ 220 и 330 кВ» 3.407-100;
- фактические постоянные нагрузки от проводов, грозозащитного троса и ВОЛС не превышают предусмотренные проектом значения;
- степень воздействия среды на конструкцию, характеризуется, как неагрессивная;
- коррозионный износ элементов составляет не более 5%;
- видимых дефектов элементов решетки опоры не обнаружено, состояние металлоконструкций можно оценить, как нормативное;
- отклонение оси опоры от вертикали превышает допустимые значения.

На основании результатов обследования техническое состояние опоры №12 оценилось, как ограниченно работоспособное. В следствии чего, было принято решение о проведении ремонтных работ.

Проект по ремонту двухцепной опоры №12 (207) на трассе ВЛ 220 кВ Кондопога – Медвежьегорск и ВЛ 220 кВ Кондопога- Кондопога (Л-214) был доверен лаборатории НИЛКЭС ООО «ПО «Энергожелезобетонинвест». В процессе поиска решения поставленной задачи лабораторией было рассмотрено два варианта проведения ремонтных работ.

Первым вариантом восстановления опоры, предусмотренным в Техническом задании к работе, являлось ее выравнивание в проектное положение. Рассмотренный вариант включал в себя следующие процессы:

- отключение ВЛ;
- демонтаж проводов на всем анкерном пролете;
- усиление элементов опоры путем дублирования, установка дополнительных диафрагм для обеспечения необходимой жесткости конструкции;
- выправка опоры тяговым механизмом;
- укрепление фундамента;
- восстановление работы ВЛ.

Вариант ремонтных работ с выправкой опоры был изначально рассмотрен заказчиком, как единственно возможный. В ходе анализа и разработки проекта по выправке опоры инженеры НИЛКЭС пришли к выводу, что такое техническое решение будет очень затратным, так как включает в себя сложные технические процессы и требует отключения линии. Процесс выправки также усложняют конструктивные особенности

решетчатой опоры, элементы которой обладают повышенной гибкостью. Для решения вопроса сокращения трудозатрат был разработан второй вариант восстановления опоры.

Второй вариант ремонта предусматривает сохранение опоры в текущем положении и закреплении существующих фундаментов. Этот вариант возможен в том случае, если металлические конструкции опоры, с учетом дополнительных нагрузок за счет отклонения оси стойки от вертикали, способны выдержать нагрузки, на которые она была рассчитана при проектировании ВЛ.

Для проверки несущей способности опоры в программных комплексах были рассчитаны усилия в элементах (Рис. 6). Проверка сечений элементов производилась в соответствии со строительными нормами и правилами, действующими на момент проектирования данной ВЛ – СНиП II-V.3-72 и ПУЭ-5. В расчете учитывалось отклонение верхушки опоры, определенное при проведении предпроектного обследования.

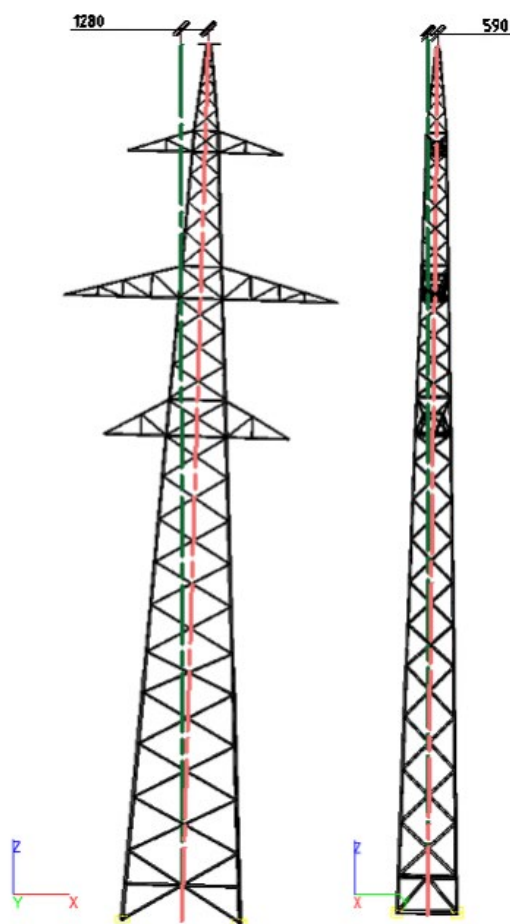


Рис. 6 Расчетная схема из программы SCAD

Расчеты показали, что запас прочности в максимально нагруженном раскосе в средней секции (слабейшем элементе опоры) составил 17%, из чего следует, что усиление опоры не требуется. Нужно отметить, что несущая способность опоры обеспечена только при условии сохранения опоры в текущем положении. Дальнейшие подвижки могут

вывести опору за пределы соответствия требованиям норм. Для того, чтобы не допустить увеличение отклонения опоры, принято решение о необходимости надежной фиксации фундамента.

Для закрепления существующего фундамента было принято решение об использовании буроинъекционных свай из трубчатых винтовых штанг. Схема закрепления фундамента представлена на Рис. 7. Буроинъекционные сваи снабжены буровыми коронками для скальных грунтов (Рис. 8), которые позволяют осуществлять забуривание и в существующий железобетон фундаментов, и в скальное основание. Решение о целесообразности применения буроинъекционных свай было обусловлено следующими факторами:

- надежное сцепление с грунтом;
- высокая производительность и низкая стоимость работ за счет одновременного инъектирования и бурения;
- экономия на подготовке к работам;
- высокая скорость доставки и низкая итоговая стоимость;
- возможность забуривания при помощи ручного перфоратора без использования сложных буровых установок.

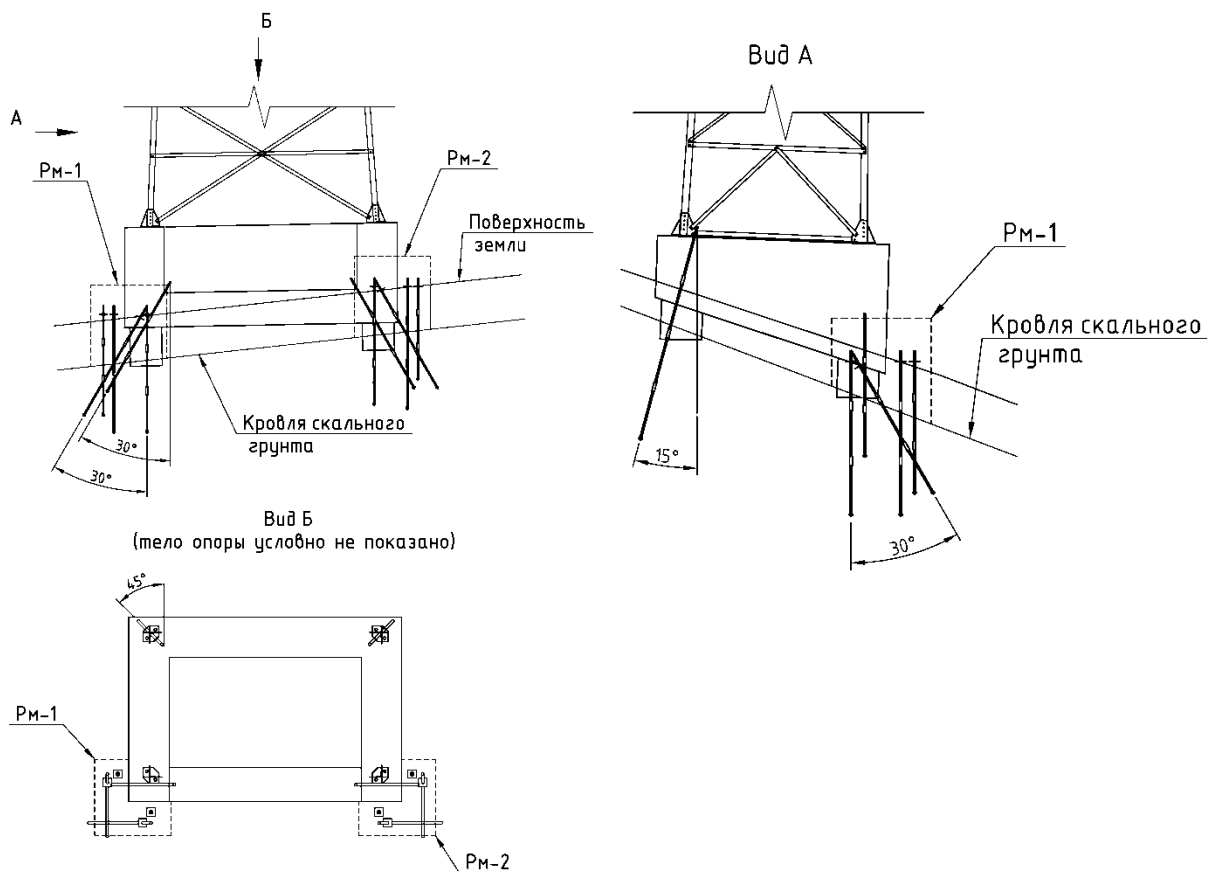
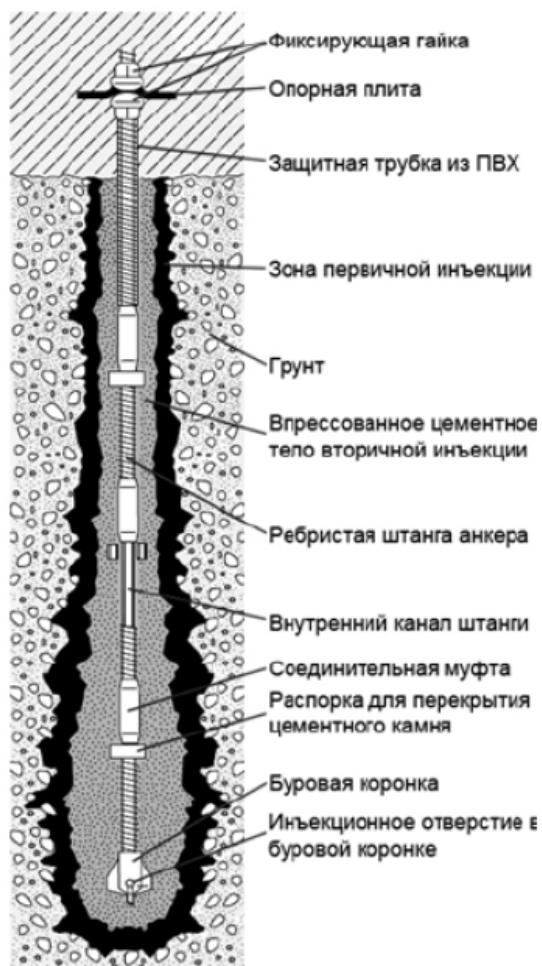
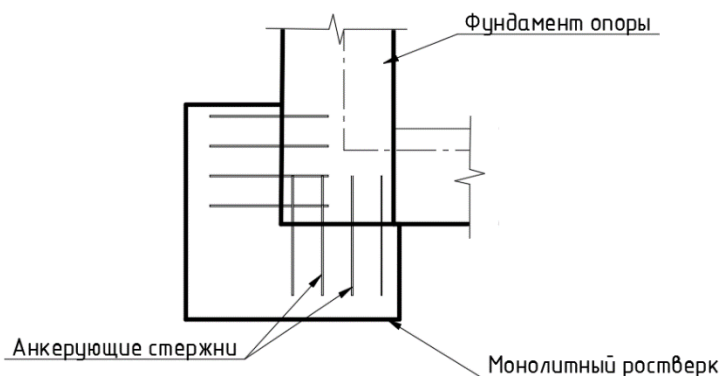


Рис. 7 Закрепление фундамента с помощью буроинъекционных свай



*Рис. 8 Конструкция буроинъекционной сваи*

После погружения свай их головы объединяются монолитным железобетонным ростверком (Рм-1, Рм-2). Существующий фундамент объединяется с новым монолитным ростверком при помощи анкерующих стержней (Рис. 9).



*Рис. 9 Объединение монолитного ростверка с существующим фундаментом опоры*

*Результаты работы:*

- Рассмотрены два варианта восстановления опоры №12 (207) на трассе ВЛ 220 кВ Кондопога – Медвежьегорск и ВЛ 220 кВ Кондопога- Кондопога (Л-214):
  1. Выправка опоры в проектное положение тяговым механизмом и проведение мероприятий по усилению фундамента;
  2. Сохранение опоры в текущем состоянии с ее фиксацией посредством надежного закрепления и стабилизации существующего фундамента.
- По результатам анализа соответствия элементов опоры нормам СНиП II-В.3-72 и ПУЭ-5, было принято решение о возможности сохранения опоры в текущем положении с фиксацией фундамента во избежание последующих подвижек.
- По проекту ремонтных работ разработаны и выданы следующие документы:
  - пояснительная записка;
  - рабочая конструкторская документация по усилению фундамента;
  - проект организации строительства;
  - смета на строительство.

**Выводы:**

Проведение расчетов деформированной конструкции с учетом нагрузок от реальных пролетов на линии, дополнительных усилий в элементах за счет крена оси опоры выявило существующие запасы прочности и позволило предложить наиболее экономичное решение для обеспечения надежности типовой конструкции, получившей в процессе эксплуатации недопустимые отклонения.

НИЛКЭС ООО «ПО «Энергожелезобетонинвест»

Санкт-Петербург, Невский проспект 111/3

+7(812) 309-39-61

mail: [info@nilkes.ru](mailto:info@nilkes.ru)

нилкэс.рф