

Динамические параметры воздушных ЛЭП

Роденко С.В.
Институт электроэнергетики НГТУ

2023 / 5–6 июля

Москва / Конгресс-центр ЦМТ



VIII Международная
научно-техническая конференция

«Развитие и повышение надежности
распределительных электрических сетей»

ОРГАНИЗАТОРЫ



История вопроса динамических параметров воздушных ЛЭП при анализе крупных аварий

НИОКР «Проведение расчетно-экспериментального исследования колебательных процессов ВЛ на основе анализа динамического взаимодействия проводов и опор с разработкой измерительного комплекса»



Проведенные в ходе работы расчеты позволили сделать вывод о наличии резонансных явлений в системе провода-опоры при периодическом внешнем ветровом нагружении с частотами, кратными частотам собственных колебаний опор. Возникающие напряжения при этом не имеют больших и опасных значений, но их периодичность может приводить к эффекту накопления внутренних повреждений в материале, более известному как усталость металла. Поэтому рекомендуется проводить расчеты участков ВЛ, особенно если линия находится в определенных ландшафтных условиях с перепадами высот, где возможны срывы воздушных потоков и, как следствие, циклические ветровые нагрузки, приводящие к неучитываемым до сих пор колебаниям опор.

История вопроса динамических параметров воздушных ЛЭП при анализе крупных аварий

НИОКР «Проведение расчетно-экспериментального исследования колебательных процессов ВЛ на основе анализа динамического взаимодействия проводов и опор с разработкой измерительного комплекса»



Измерительный комплекс



Установка датчиков на
металлической опоре



Установка датчиков на ж/б опоре

История вопроса динамических параметров воздушных ЛЭП при анализе крупных аварий

В результате исследования было установлено, что разрушение произошло в результате усталости металла под действием переменных напряжений с амплитудой выше допустимого уровня. Причиной повреждения опоры является наличие изгибающих нагрузок, превышающих проектные значения. Согласно действующим на тот период документам, нагрузка, принятая при проектировании составляет 29 м/с, а по результатам обследования, проведенного ГУ «Омский ЦГМС-Р» скорость ветра в день разрушения была определена как 29-33 м/с (справка №08-03-14 от 09.06.2010)



Частота собственных колебаний является интегральным показателем технического состояния опоры ВЛ. Её мониторинг с помощью анализатора спектра частот ЛЭПТОН-1 позволяет своевременно выявлять дефекты опоры, приводящие к потере устойчивости.



Действующие ГОСТы и СП по динамическим параметрам.

ГОСТ 31937-2011 Здания и сооружения Правила обследования и мониторинга технического состояния.

ГОСТ 34081-2017. Здания и сооружения Определение параметров основного тона собственных колебаний.

СП 413.1325800.2018 Здания и сооружения, подверженные динамическим воздействиям. Правила проектирования.

ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения». Правила обследования и мониторинга технического состояния.

6.2 Общий мониторинг технического состояния зданий и сооружений.

6.2.1 Общий мониторинг технического состояния зданий (сооружений) проводят для выявления объектов, изменение напряженно-деформированного состояния которых требует обследования их технического состояния.

6.2.2 При общем мониторинге, как правило, вместо проведения обследования технического состояния зданий (сооружений) в полном объеме, проводят визуальный осмотр конструкций в целях приблизительной оценки категории технического состояния, измеряют динамические параметры конкретных зданий (сооружений)

ГОСТ 34081-2017 МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ. ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ. Определение параметров основного тона собственных колебаний.

4.4.1 Для определения значений периода, как правило, регистрируют собственные колебания здания, вызванные естественным динамическим природно-техногенным фоном города (при наличии оборудования, чувствительного к уровням естественного динамического воздействия), поэтому в процессе измерений дополнительных воздействий на здание не оказывают.

СП 413.1325800.2018 «Здания и сооружения, подверженные динамическим воздействиям. Правила проектирования»

4.1.11 При близких расчетных значениях частот собственных колебаний элементов конструкций зданий, определенных на стадии проектирования, и составляющих частотного спектра колебаний, возбуждаемых внешними источниками в пределах менее 30 %, следует предусматривать инструментальное обследование колебаний поверхности грунта для исключения резонансов конструкций.

В случаях резонанса на ВЛ происходит ускоренный износ проводов и опор.

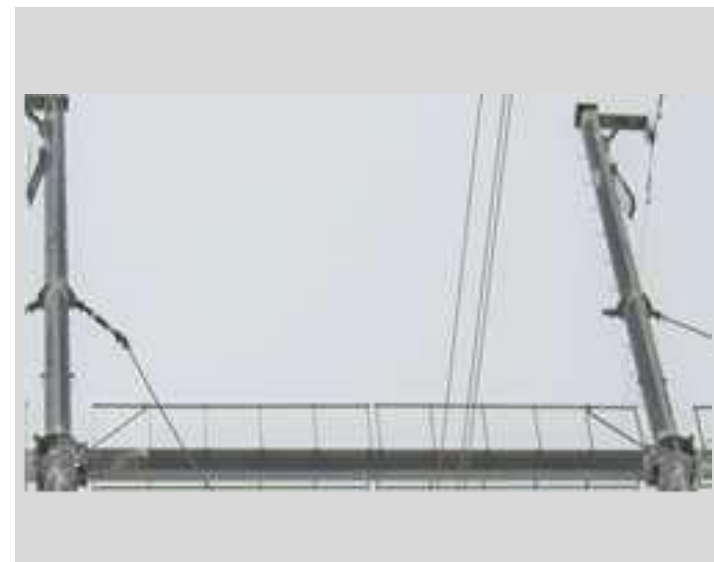
Измерения ЧСК на многогранных опорах связаны с тем, что мы дважды проводили испытания металла двух талрепов ПТР-30-1, которые рвались при ветре, не превышающем максимальный для ветрового района. Испытания показали 28 и 30 Тн на разрыв. Проведенные измерения ЧСК ветровой связи и стойки опоры показали практически равные частоты. Испытания металла тяги поперечной связи тросостоек показали прочность на разрыв 47 Тн.



Установка датчиков на многогранной опоре



Разрушенный талреп ветровой связи



Разрушенная тяга поперечной связи тросостойки

Единственным документом ПАО «РОССЕТИ», упоминающим о динамических параметрах опоры является СТО 34.01-23.1-001-2017 ПАО «РОССЕТИ» ОБЪЕМ И НОРМЫ ИСПЫТАНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ.

36.4.5 П, М. Контроль деревянных деталей опор.

Остаточное сечение здоровой части древесины определяется методом измерения частот собственных колебаний (ЧСК) опоры.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

НИР «Разработка и тестирование методики выявления работоспособности, ранжирования опор и фундаментов, действующих ВЛ по их динамическим параметрам».

1. Разработка и тестирование методики экспресс диагностики динамических параметров, выбранных типов промежуточных опор ВЛ.

2. Разработка проекта стандарта организации, определяющего критерии работоспособности ранжирования фундаментов и опор, действующих ВЛ по их динамическим параметрам, на основании разработанной методики выявления работоспособности и ранжирования фундаментов и опор действующих ВЛ по их динамическим параметрам



Спасибо за внимание!

