

## **МОНИТОРИНГ ПЛЯСКИ ПРОВОДОВ И ГРОЗОТРОСОВ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ**

*П.А. Кузнецов, Д.А. Брыкин, В.Я. Башкевич  
Саратовский государственный технический университет*

Известно [1], что из множества природных метеорологических явлений, воздействующих на воздушные линии электропередачи (ВЛ), особую опасность представляют гололедные, гололедно-снеговые и изморозевые отложения, образующиеся на проводах (проводах и грозотросах) одновременно с действием на них ветра и понижением температуры. Возникающие из-за отложений механические нагрузки в проводах в сочетании с нагрузками от ветра и низких температур могут превышать предельные механические прочности элементов конструкции ВЛ и приводить к многочисленным обрывам проводов и грозотросов, к поломкам траверс и самих опор. По статистике более 50% аварий на ВЛ 35-500 кВ происходят из-за превышения реальными гололедно-ветровыми и температурными нагрузками проектных и реализованных в действующих линиях нагрузок [2].

Превышение механической прочности элементов конструкции ВЛ при воздействии на них статических гололедно-ветровых нагрузок маловероятно. Наиболее аварийно опасными в сравнении со всеми остальными нагрузками на элементы ВЛ являются динамические воздействия пляски проводов, т.к. значение момента суммарной нагрузки на элементы опоры во время пляски проводов может превышать исходную статическую гололедно-ветровую нагрузку в 2-3 и более раз [3].

Следовательно, динамические нагрузки пляски проводов требуют первоочередного учета при создании систем мониторинга состояния ВЛ. Между тем ни одна из известных (эксплуатируемых или проектируемых) систем мониторинга ВЛ не обнаруживает пляску проводов и не измеряет параметры такой пляски.

В литературе [4, 5] описаны способы и устройства обнаружения пляски проводов воздушных линий электропередачи, основанные на измерении параметров электромагнитного поля с помощью антенн (электромагнитных датчиков), располагаемых вблизи контролируемого пролета на электробезопасном расстоянии от проводов. При пляске проводов изменяются амплитуды и фазы наведенных в датчиках сигналов промышленной частоты. При соответствующей обработке по частоте и амплитуде наведенных сигналов судят о наличии механической пляски и ее параметрах.

Основным недостатком таких способов является то, что с их помощью осуществляется регистрация уже установившегося режима пляски проводов, характеризующегося моментом, когда явление пляски достигло своего развития и сопровождается максимальными воздействиями на элементы ВЛ, поэтому при практическом применении этих способов принципиально всегда будет недостаточно времени для проведения соответствующих мероприятий по устранению динамических колебаний, вероятность успешного устранения пляски проводов снижена до условного минимума. Кроме того, практическая реализация этих способов требует сложных аппаратных решений.

Для успешной плавки отложений на линии электропередачи с целью исключения пляски проводов и соответствующих аварий необходимо производить обнаружение сочетания условий появления пляски и первого момента возбуждения динамических колебаний – предвестника пляски проводов. Кроме того, для принятия обоснованного решения о необходимости проведения внеочередного осмотра и восстановления поврежденных элементов ВЛ имеет большое практическое значение и задача измерения параметров пляски проводов, если предотвратить ее не удалось.

Предлагаемый авторами способ обнаружения предвестника пляски провода основан на обнаружении на проводе промежуточного пролета сочетания достаточных условий для возникновения пляски (наличие ветра, имеющего определенную скорость и направленного под определенным углом к оси визирования ВЛ, наличие на проводах отло-

жений гребневидной формы определенной массы) и проявления первого момента возбуждения динамических колебаний пляски. При этом считаем, что проявлением первого момента возбуждения пляски является появление продольного рывка (ускорения) провода вдоль оси провода из-за подъема провода при достижении оптимального угла атаки ветрового потока на крыло отложений, находящихся в центре масс провода (по середине пролета). В последующем это первичное колебание создает в проводе появление такого распределения углов атаки ветра относительно гребневидных отложений, при котором колебания начинают усиливаться и переходить в установившееся состояние за счет поглощения энергии ветра. Таким образом, обнаружение предвестника пляски позволяет достичь максимального преимущества во времени, необходимом для ликвидации условий возникновения динамических колебаний (проведения плавки отложений) и минимизации вероятности разрушения линии.

Измерение и регистрацию параметров пляски авторами предлагается производить после обнаружения предвестника пляски проводов посредством измерения горизонтальных и вертикальных составляющих ускорения провода в месте крепления провода к поддерживающей гирлянде изоляторов в плоскости, перпендикулярной оси визирования линии, что дает возможность оценивать разрушительное воздействие пляски на элементы ВЛ.

Технической реализацией представленных способов обнаружения предвестника пляски и регистрации ее параметров является создание автоматической адаптивной информационно-измерительной телеметрической системы мониторинга пляски проводов, работающей в реальном масштабе времени с привязкой к пространственному положению объекта мониторинга.

В состав функциональной схемы системы мониторинга пляски (рисунок 1) входят обнаружитель предвестника пляски, регистратор пляски проводов, канал телепередачи, устройство обработки сигналов, а также устройство сигнализации и индикации. Рассматриваемая система способна непрерывно контролировать изменения воздействующих на элементы ВЛ динамических нагрузок в процессе плавки отложений, а, следовательно, контролировать и сам процесс плавки. Таким образом, предлагаемая система мониторинга пляски проводов решает задачу проведения автоматической адаптивной плавки отложений.



Рисунок 1 – Функциональная схема системы мониторинга пляски проводов и грозотросов ВЛ с автоматической адаптивной плавкой отложений.

#### Литература:

1. Бургсдорф В.В. Сооружение и эксплуатация линий электропередачи в сильно гололедных районах. - М.-Л.: Госэнергоиздат, 1947. - 195 с.
2. Яковлев Л.В. Техническое состояние элементов ВЛ по данным отказов // Энергетик. 2003. № 4. С. 20-24.
3. Байрамгулов Ю.Ж. Совершенствование сельских воздушных линий 6 – 10 кВ, подверженных динамическим нагрузкам: Дис. докт. техн. наук: 05.20.02 / Башкир. ордена труд. крас. знам. ун-т. – СПб., 1993. – 281с.
4. Авторское свидетельство СССР N 1647728, кл. Н 02G 7/16, 1991.
5. Патент на изобретение РФ № 2016450, МПК Н 02 G 7/14, 1994.