

- 30.06.1999 //Изобретения, полезные модели, промышленные образцы /Дзярж. пат. ведамства Рэсп. Беларусь. – 1999. – № 2. – С. 151-152.
6. Магазин комплексной взаимной индуктивности Р5017. Техническое описание и инструкция по эксплуатации /М-во приборостроения, средств автоматизации и систем управления СССР. – 3-д «ТЭП», 1975. – 22 с.
7. Абаринов Е.Г., Изотов П.П. Линеаризация выходной характеристики дифманометрических преобразователей //Метрологическое обеспечение качества – 2000: Материалы межд. науч.-практ. конф.– Минск: Тесей, 2000. – С. 165-171.

АНТЕННОЕ ПРИСОЕДИНЕНИЕ ДЛЯ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ СВЯЗИ ПО ЛИНИЯМ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

И.В. Осипенко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», Республика Беларусь

Традиционная схема присоединения аппаратуры высокочастотной связи к высоковольтной линии электропередач (ЛЭП) включает: высокочастотный заградитель (ВЗ), конденсатор связи (КС), фильтр присоединения (Ф) и технологическую аппаратуру. Такая схема хорошо отработана в электроэнергетике, имеет приемлемые электротехнические параметры. Существенный недостаток ее состоит в необходимости присоединения через КС непосредственно к фазным проводам высокого напряжения и, как следствие, высокая цена КС. В литературе [1] ранее рассматривался вопрос о возможности снятия ВЧ-сигнала посредством антенн присоединения, находящихся в непосредственной близости к ЛЭП и возбуждаемых электромагнитным полем, окружающим канал связи. Такая схема не нашла применения, по нашему мнению, по следующим основным причинам: а) вследствие несовершенства электронной аппаратуры 50-60 годов необходимо было иметь минимальное затухание схемы присоединения; б) неудачным был выбор конструкции антенны присоединения в виде разомкнутого вибратора; в) для ВЧ-связи использовалась нижняя часть частотного диапазона (до 500 кГц).

Вследствие возникшего «частотного голода» для решения новых технологических задач электроэнергетики в мире осуществляется переход к использованию для каналов ВЧ-связи частот до 1000 кГц. Использование новой электронной базы, помехоустойчивых методов кодирования информации снизили требование по мощности сигнала ВЧ-связи.

Нами рассмотрена схема антенного присоединения, основой которой является рамочная антенна, размещенная рядом с ЛЭП (рис. 1а). Электродинамический анализ выполнен на основе решения интегрального уравнения Поклингтона для электрических полей на поверхности проводников:

$$-E(x) + Z(x) \cdot I(x) = E^{cm}(x), \quad (1)$$

где $E(x)$ – поле токов антенны $I(x)$ на ее проводниках с погонным импедансом $Z(x)$; $E^{cm}(x)$ – стороннее поле ЛЭП с учетом полей, отражаемых от земли.

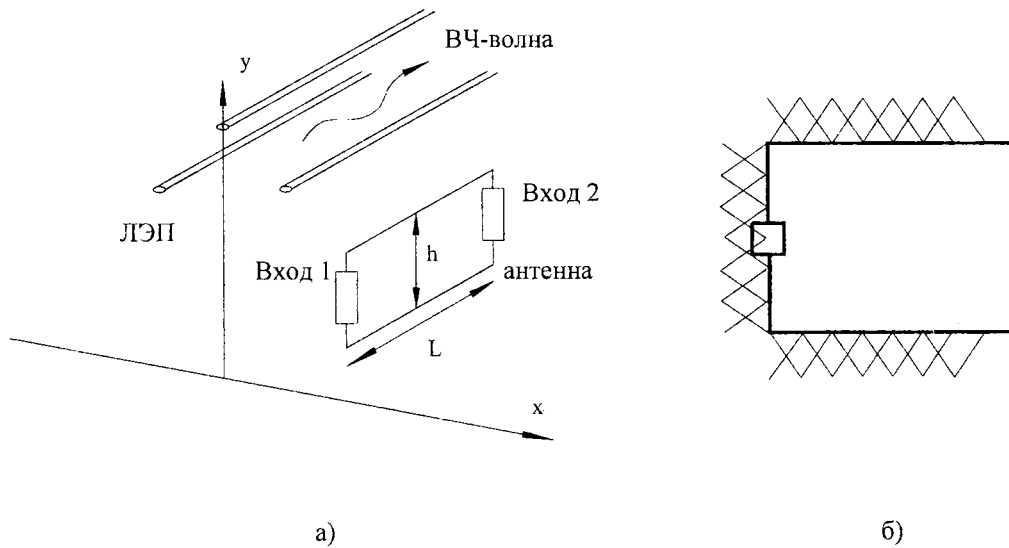


Рис. 1. Схема антенного присоединения: а) расположение антенны относительно ЛЭП; б) представление тока $I(x)$ в кусочно-синусоидальном базисе

Решение (1) находится известным в теории антенн методом Галеркина с использованием кусочно-синусоидального базиса. Результаты расчетов для геометрии ЛЭП-110 представлены на рис. 2. Вход 1 считался первым по ходу распространения ВЧ-сигнала в ЛЭП, а вход 2 – вторым. Ниже представлены численные результаты для антенны длиной $L=150$ м, ширина рамки $h=3$ м, высота подвеса провода над землей – $0,5$ м, расстояние от плоскости антенны до нейтрального фазного провода ЛЭП – 10 м. Заметны направленные свойства антенного присоединения, которые могут быть использованы для селекции сигналов, распространяющихся во встречных направлениях. На резонансной частоте ($l/\lambda \approx 0,49$) токи в антенне могут достичь значений порядка $0,1$ А при мощности ВЧ-сигнала в ЛЭП 10 Вт. При этом потери на присоединение не превышают 10 дБ. Снижение этих потерь может быть достигнуто простым увеличением ширины антенны h и использованием второй рамки, устанавливаемой по другую сторону ЛЭП и встречным ее включением.

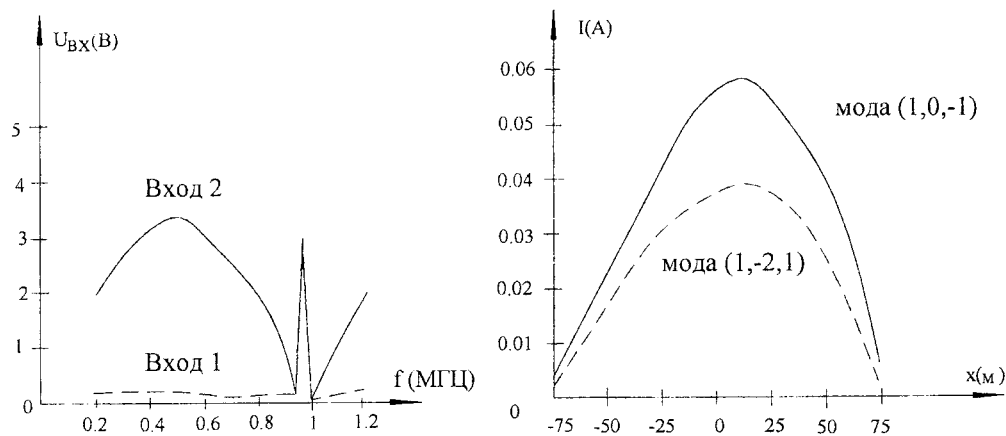


Рис. 2. Характеристики антенны присоединения: а) напряжение на входах; б) распределение тока

Таким образом, рамочная антенна в качестве элемента присоединения имеет ряд преимуществ:

- безопасность при работе по причине отсутствия гальванического контакта с ЛЭП;
- выраженную направленность, позволяющую разделить сигналы различных направлений, а в передающем режиме – изменять направление посылки сигнала по ЛЭП путем коммутации входов;
- низкие потери на присоединение в режиме резонансного возбуждения;
- является перспективным элементом в высокочастотной части диапазона ВЧ-связи.

Л и т е р а т у р а

1. Быховский Я.Л., Кафиева К.Я. Высокочастотная связь в энергосистемах. – М.: Энергия, 1974. – 152 с.
2. Гизенко В.В., Осипенко И.В., Федоренко О.В. Электродинамический анализ параметров двухпроводной линии //Сборник материалов международной МНТК студентов, аспирантов и магистрантов. – Гомель, 2001. - С. 113-115.

МОДЕМ ДЛЯ ВЧ-СВЯЗИ ПО ЛЭП

И.В. Осипенко, О.В. Федоренко, Б.А. Верига

*Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П.О. Сухого», Республика Беларусь*

Проблема недостатка выделенных каналов высокочастотной связи по линиям электропередач обусловлена следующими причинами: расширением функций диспетчерского управления в электроэнергетике; неосвоенностью верхней части частотного диапазона и несовершенством аппаратуры связи, требующей значительного разноса по частотам соседних каналов. Такая ситуация имеет место в Гомельских электрических сетях на ЛЭП-110 ПС «Гомсельмаш», на ЛЭП-110 и ЛЭП-330 на ПС «Гомель 330 кВ». Для исключения взаимовлияния соседних каналов связи друг на друга при используемых методах кодирования (модуляции) требуется разнос частот каналов до 10 % от рабочей частоты. На упомянутых ЛЭП это требование зачастую нарушается.

Обеспечить более высокое переходное затухание между соседними каналами путем использования высокодобротных фильтров затруднительно, эта возможность полностью исчерпана. Эффективным следует считать использование метода кодирования информации, при котором спектр полезного сигнала оптимально быстро затухает. В [1] поставлена задача поиска оптимальной базисной функции, имеющей минимальную энергию вне заданного отрезка времени при минимуме энергии вне требуемой полосы частот. В этом случае входной сигнал, представленный в виде разложения таких функций модулятором, будет иметь спектр, ограниченный в требуемом «прямоугольнике» частот. Вместо не имеющей аналитического представления оптимальной функции [1] нами использована базисная функция, имеющая в координатах нормированного времени вид:

$$f(t) = \frac{\sin(2N\pi t)}{N \cdot 2^m \cdot \sin(2\pi t)} [1 - \cos(2\pi t)]^m, \quad t \in [0,1] \quad (1)$$