

УДК 623.44

## ОБЪЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ОДНОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

**Копейкина Т.В.**

*Камышинский технологический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный технический университет», Камышин, e-mail: kopeikina.tania@yandex.ru*

В настоящей статье приведен принцип передачи силовой электроэнергии с помощью однопроводных электропередач, предложенный Николой Тесла. Рассмотрен вклад в развитие однопроводных резонансных систем электропередачи внес российский ученый С. В. Авраменко. Наряду с созданием резонансных систем, эффективность которых подтверждена официальной наукой, ему принадлежит идея так называемой «вилки Авраменко» — однопроводной системы передачи, не требующей заземления и традиционных резонансных контуров с катушками. Содержится информация о объективности применения однопроводных систем передачи электрической энергии в системе электроснабжения. Отражены также возможные ниши применения однопроводных линий электропередачи в силовой электроэнергетике. Проведена работа по анализу существующих схем для однопроводной передачи электрической энергии. В результате проведенных исследований сделан вывод о необходимости более глубокого изучения данного вопроса.

**Ключевые слова:** линии электропередачи, однопроводная система, электрическая энергия, передача, провод

## OBJECTIVITY USE OF SINGLE-WIRE TRANSMISSION SYSTEMS OF ELECTRIC ENERGY

**Kopeikina T.V.**

*Kamyshin Technological Institute (branch) of Volgograd State Technical University, Kamyshin, e-mail: kopeikina.tania@yandex.ru*

In this paper, we present the principle of power transmission of electricity through a single-wire power transmission proposed by Nicola Tesla. The contribution to the development of resonant single-wire transmission systems introduced by the Russian scientist S. V. Avramenko. Along with the creation of resonant systems, the effectiveness of which is confirmed by official science, he originated the idea of the so-called “Avramenko plug” is a single wire transmission system not requiring grounding, and a traditional resonant circuits with coils. Contains information about the objectivity of the application of single-wire transmission systems of electric energy in the power system. Also reflects the possible niches of application of single-wire power transmission lines in the power industry. Carried out work on the analysis of existing schemes for single-wire transmission of electrical energy. As a result of the conducted research the conclusion about the need for more in-depth study of this issue.

**Key words:** transmission lines, single-wire system electric energy, transmission, wire

Современные методы передачи электрической силовой энергии основаны на передаче активной мощности с помощью токов проводимости в замкнутой цепи. Электромагнитная энергия распространяется вдоль линий электропередачи (ЛЭП) в виде бегущих волн электромагнитного поля. Провода линий, изготовленные из меди или алюминия, являются проводящими каналами (направляющими), вдоль которых движется поток электромагнитной энергии от генератора к приемнику энергии и обратно к генератору. Максимальная передаваемая мощность трехфазных ЛЭП переменного тока частотой 50 Гц ограничивается потерями на активном сопротивлении каналов передачи электроэнергии (проводов и земли), максимальным напряжением по трассе ЛЭП, воздействующим на электрическую изоляцию воздушной линии (ВЛ) и электрооборудования, подключенного к ВЛ. Современный подход к обеспечению электромагнитной

устойчивости ЛЭП высокого напряжения заключается в жестком регулировании параметров передачи энергии по линиям переменного тока с помощью управляемых шунтирующих реакторов (УШР) с целью устранения емкостного эффекта в ЛЭП (повышения напряжения на ВЛ при передаче мощностей, меньших натуральной).

### Цель исследования

Считалось, что ЛЭП не могут быть однопроводными, так как для работы любого электрического прибора необходимо наличие положительных и отрицательных электрических зарядов и как минимум двух проводов, по которым эти заряды передаются от генератора к потребителю электроэнергии.

В середине XX века для экономии проводов и для электроснабжения электротракторов применялась двухпроводная система передачи электроэнергии с использованием земли в качестве второго провода. Переда-

чу электроэнергии по одному проводу, не используя при этом заземление второго полюса источника энергии, продемонстрировал Никола Тесла еще в 1892 году в Лондон. Тесла предложил метод передачи активной мощности с помощью реактивного емкостного тока с использованием резонансных свойств однопроводной линии. Через год в Филадельфии [2] Тесла в присутствии специалистов повторил демонстрацию возможности передачи электрической энергии по одному проводу.

Лишь спустя сто лет после знаменитой демонстрации установки Теслы появились сведения о первых попытках воспроизвести их на современном оборудовании, о которых сообщалось в статье. Эксперименты проводились в июле 1990 года в лаборатории Московского энергетического института. В присутствии специалистов их проводил инженер Станислав Викторович Авраменко. От машинного генератора (8 кГц, 100 кВт) по проводу длиной 2,75 м передавалась мощность 1,3 кВт по одному вольфрамовому проводу диаметром 20 микрон. Нагрузкой служили лампы накаливания.

#### Результаты исследования

Основу устройства для однопроводной передачи энергии «вилки Авраменко» представляет собой два последовательно включенных полупроводниковых диода (рис.1). Если вилку присоединить к проводу, находящемуся под переменным напряжением, то через некоторое время в разряднике наблюдается серия искр. Временной интервал от подключения до разряда зависит от величины емкости, величины напряжения, частоты пульсации и размера зазора разрядника. Включение в линию передачи резистора номиналом 2-5 МОм не вызывает существенных изменений в работе схемы [1]. Эффективность устройства зависит от материала обмоток генератора, поэтому необходимо проверить целесообразность изготовления обмоток из проводов медных, никелевых, железных, свинцовых и т. д.

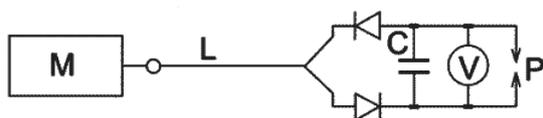


Рис. 1. Однопроводная передача энергии по схеме С.В. Авраменко

На выходе трансформатора Авраменко получается обычный переменный ток, который попал туда из обычной же электросети,

только с полной асимметрией выходного напряжения: один конец вторичной обмотки остается под нулевым потенциалом, а вся синусоида подаваемого тока находится на другом ее конце. А в трансформаторе Авраменко подсоединяется к «нагруженному» электроду всего один провод и электричество идет по нему.

С помощью «вилки Авраменко» удалось накачивать энергией некую емкость, из которой потом энергию перемещают по незамкнутой цепи, то есть по одному проводу. Причем течет она не внутри этого провода, а как бы вдоль него. По словам самого Авраменко, «поле перемещается вдоль провода как по волноводу». Из теории электричества известно, что токи смещения закону Джоуля – Ленца не подчиняются. Стало быть, сечение этого провода значения не имеет, он может быть тоньше волоса, его задача – лишь указывать направление. Кроме того, провод не нагревается, и потеря энергии почти нет.

В системе Авраменко ток проводимости из сети выпрямляется, преобразуется в реактивный ток нужной частоты, который передается по одному проводнику на любое расстояние, а там вновь преобразуется в обычный ток проводимости, заставляющий гореть лампы, крутиться моторы, работать лазеры и нагревать электроприборы.

Разработан и второй вариант однопроводной электроэнергии. В этой схеме не используется «вилка Авраменко». Вместо «вилки Авраменко» используется обычная мостовая схема. Эта мостовая схема оказалась значительно эффективней, чем «вилка Авраменко». Кроме этого, были внесены и другие изменения в схему Авраменко. Данная схема приведена на рис.2. В состав передающего узла входят генератор и трансформатор. Схема приемного узла показана на рис.2 справа от трансформатора. На схеме, изображенной на рис.2, цифрами обозначены: 1 — генератор, 2 — расширитель спектра, 3 — «антенна».

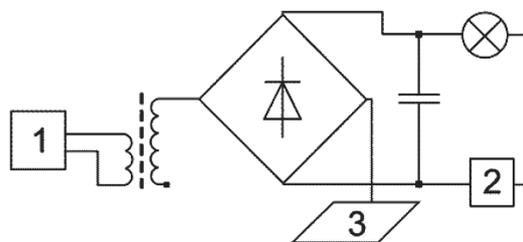


Рис. 2. Однопроводная передача энергии по новой схеме

Ключевыми моментами в повышении эффективности второй схемы, по сравнению со схемой Авраменко, является исполь-

зование стандартной мостовой схемы, а не ее половины, а также наличие расширителя 2 спектра. Наличие в схеме расширителя спектра приводит к тому, что нагрузка не препятствует полному заряду конденсатора. Включение в линию передачи резистора или использование в качестве линии передачи проводника с большим удельным сопротивлением существенно не влияет на степень накала спирали лампы. В нашей схеме однопроводной передачи энергии имеется два самостоятельных контура, спектры частот в которых различны. В первом контуре узкополосный спектр частот, во втором — широкополосный. В первом контуре цепь замыкается на свободный конец вторичной обмотки трансформатора через антенну 3. Второй контур образован конденсатором, расширителем спектра и лампой накаливания.

Известно, что газоразрядные лампы светятся в сильном электрическом поле. В поле от «вилки Авраменко» они загораются без пусковых устройств и светятся максимально ярко. Практическую значимость этого трудно переоценить, ибо цена пускового устройства современной лампы дневного света (люминесцентной) составляет не менее 80% от всей ее стоимости. Но самое удивительное — «сгоревшие» лампы светятся, как новые.

Изучение свойств поля передающей линии в схеме Авраменко обнаружило необычайно высокую интенсивность даже на расстоянии 200 м от линии передачи энергии по одному проводу. Однопроводная ЛЭП обладает рядом преимуществ. Содержание меди и алюминия в проводах может быть снижено в 10 раз, и провода не имеет смысла воровать. Реактивное электричество очень трудно украсть и использовать неспециалисту. Потери энергии в ЛЭП очень малы, и электроэнергию можно передавать на большое расстояние. При передаче ее обычным способом 10-15% энергии теряется на нагрев проводов (джоулево тепло). Для однопроводной же передачи можно брать настолько тонкий провод, насколько это позволяют соображения прочности, скажем, 2-4 мм в диаметре. Если в современных цепях плотность передаваемого тока не превышает 6-7 А/мм<sup>2</sup>, то по однопроводной она достигает 428 А/мм<sup>2</sup> при мощности в 10 кВт. Причем провод не нагревается, а джоулевы потери уменьшаются почти в сто раз. Во столько же раз, соответственно, уменьшается расход меди на провода. Мало того, провода могут быть сделаны из обычной стали: ведь их электропроводимость значения не имеет, их задача — указывать направление тока. Что это значит? А это значит — происходит колоссальная экономия на

опорах и проводах линий электропередач, а также контактных линий электротранспорта. Их можно сделать значительно менее гро-моздкими и материалоемкими. В однопроводной линии не может быть коротких замыканий, следовательно, однопроводный кабель не станет источником пожара в доме. Кроме того, стоимость однопроводной ЛЭП ниже, чем трехфазной. В стандартных ЛЭП и существующих электроприборах используют активный ток, поэтому для согласования старого и нового метода передачи электроэнергии в начале и в конце однопроводной ЛЭП устанавливают преобразователи активного тока в реактивный. Доказано, что однопроводное электричество можно передавать не только по медному проводу. Выходящий из трансформатора Авраменко и батареи конденсаторов, где генерируются мощные статические заряды, стальной провод ныряет в лоток с водой, за которым идет графитовая нить, затем в лоток с грунтом (лотки, разумеется, изолированы). В линии специально устроены разрывы, в них возникают дуговые разряды между проводом и водой, землей, графитом. По проводу ползает однопроводная троллей (макет троллейбусной, например), отбирающая энергию для находящихся тут же потребителей. В конце линии подключена лампочка. Ток проходит по всем этим проводникам и зажигает ее.

Это доказывает, что можно постоянно и без больших потерь передавать энергию по любым токопроводящим изолированным веществам. Например — по трубопроводам, оптоволоконным линиям (по волокну передается информация, а ток — по металлической оплетке кабеля) и т.п. А раз так — то можно изобрести массу машин и устройств, использующих это явление.

### Выводы

Таким образом, нельзя не отметить безусловную экономическую эффективность однопроводных линий электропередачи при автономном питании малых населенных пунктов или автономных объектов. В настоящее время в России 70 % территорий с населением 10 млн. человек не имеет централизованного электрообеспечения, в 44 из 70 энергосистем есть дефицит мощности, который приводит к перерывам в электроснабжении. Около 30 % из 280 тыс. фермерских хозяйств и 20 % садово-огородных участков созданы на свободных и новых участках земли, не имеющих электрических сетей. Задача сегодняшнего дня заключается в том, чтобы обеспечить их электроэнергией. Электроснабжение должно быть надежным, приемлемым по стоимости и экологи-

чески безопасным. Традиционные методы электрификации отдаленных потребителей – строительство линий электропередач или использование дизельных электростанций – не всегда удовлетворяют указанным критериям. Расширение электрических сетей при достаточно большом удалении, например фермерских хозяйств от энергосистемы, является экономически неприемлемым решением. Системы электроснабжения в сельских районах характеризуются неэффективным обслуживанием, большими потерями в линиях электропередач и низкой надежностью. Все это приводит к существенным проблемам в удовлетворении потребности в электроэнергии сельских жителей. Для электрификации отдаленных районов возможно использование однопроводной системы передачи электроэнергии, поскольку для ее строительства и эксплуатации требуются существенно меньшие капиталовложения. В то же время потери при передаче электроэнергии снижаются в сотни раз. Для преобразования реактивного зарядного тока линии, используемого в однопроводной системе для передачи мощности, в активный ток проводимости в

низковольтных сетях возможно применение диодно-конденсаторного блока и тиристорного ключа, которые не нуждаются в регулярном обслуживании.

Применение однопроводной передачи электроэнергии справедливо указывают, что с помощью однопроводной системы возможно также обеспечить электроснабжение вновь возводимых нефте- и газодобывающих станций без строительства ЛЭП. Электроэнергию можно передавать по трубопроводам, предназначенным для транспортировки добываемого сырья, применяя в качестве проводящей среды либо металл изолированного трубопровода, либо нанесенного на внутреннюю поверхность проводящего покрытия, если материал трубопровода является диэлектриком.

#### Список литературы

1. Журнал: Электротехнический рынок. №4 (64-66) Июль-Август 2015.
2. Технические аспекты применения компактных управляемых воздушных линий электропередачи. Копейкина Т.В.Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. 4. С. 581-585.
3. Сборник научных трудов НГТУ. – 2011. – № 2(64) – 123–134. Об однопроводной системе передачи силовой электрической энергии, К.П. Кадомская, С.А. Кандаков, Д.М. Лебедев