

УДК 621.311

**ТЕХНОЛОГИЯ И МЕТОДЫ БЕСКОНТАКТНОЙ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ
TECHNOLOGY AND METHODS OF CONTACTLESS ENERGY
TRANSMISSION**

Д.А. Бабак, А.С. Гребень

Научный руководитель – В.В. Кравченко, к.э.н., доцент

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

D. Babak, A. Greben

Supervisor – V. Kravchenko, Candidate of Economic Sciences, Docent

Belarusian national technical university, Minsk

Аннотация: Доклад посвящён инновациям в области энергетики, с акцентом на технологии беспроводной передачи энергии. Рассмотрены основные виды методов передачи: электромагнитная индукция (традиционный и резонансный типы), связь электрического поля, а также методы на основе электромагнитных волн (микроволновые и лазерные). Приводится обзор возможностей беспроводной передачи энергии в различных областях, включая зарядку аккумуляторных устройств. Отдельное внимание уделено перспективам производства солнечной энергии в космосе с передачей её на Землю.

Abstract: The report is devoted to innovations in the field of energy, with an emphasis on wireless energy transmission technologies. The main types of transmission methods are considered: electromagnetic induction (traditional and resonant types), electric field coupling, as well as methods based on electromagnetic waves (microwave and laser). An overview of the possibilities of wireless energy transmission in various areas is given, including charging battery devices. Special attention is paid to the prospects for producing solar energy in space with its transmission to Earth.

Ключевые слова: беспроводная передача энергии, первичная катушка, магнитный поток, передача энергии, антенна, волновой метод, магнитная индукция, прием сигнала, солнечная энергия, лазерный свет.

Keywords: wireless power transmission, primary coil, magnetic flux, power transmission, antenna, wave method, magnetic induction, signal reception, solar energy, laser light.

Введение

Беспроводная передача энергии – это технология передачи электрической энергии без использования проводов.

Первичная энергия (от источника питания или другого источника) передается в пространстве от передающей антенны и принимается приемной антенной для фактического использования.

Беспроводная технология передачи электроэнергии привлекает внимание благодаря своим значительным преимуществам.

Основная часть

Во многих промышленных и производственных отраслях электроэнергия передается с помощью технических средств по электрическим кабелям.

Развитие технологии беспроводной передачи энергии устраняет этот недостаток. Это связано с тем, что может быть разработана технология, которая позволит техническому оборудованию предприятий получать электрическую энергию без контакта с источником энергии.

В частности, в последнее десятилетие была разработана технология беспроводной передачи энергии на короткие расстояния, позволяющая бесконтактно заряжать устройства со встроенным и аккумуляторными батареями (АКБ). Однако если эта технология передачи энергии станет практичной на большие расстояния, контактная передача энергии для накопителей станет менее желательной и практичной, а техническое оборудование промышленности сможет получать постоянный поток энергии без дополнительных затрат на ее транспортировку.

Основной задачей для повышения эффективности электромобилестроения является создание способов постоянного хранения и получения энергии, что требует развития бесконтактной передачи энергии. Тот факт, что батарею не нужно подзаряжать, является еще одним важным преимуществом электромобилей, которые в последние годы достиг литехнологического прогресса.

Особо следует отметить необходимость использования Интернет вещей (IoT), который за последние 15 лет претерпел технологический и технический прогресс. Эта технология интегрирована в различные технологии и конструкции, такие как устройства, здания и предметы первой необходимости, где датчики определяют местоположение и состояние объектов и связываются с ними через интернет, глобальную компьютерную сеть. Если этими технологиями можно будет управлять без проводов, то эффективность их работы значительно возрастет.

В настоящее время ведутся исследования в области получения энергии из космоса, которые предполагают сбор солнечной энергии на орбите геостационарного спутника, получение солнечной энергии в течение всего срока службы и передачу ее по беспроводной связи на Землю для выработки электроэнергии.

Как уже упоминалось выше, беспроводная передача энергии обладает огромным потенциалом и привлекает большое внимание, поскольку прогнозируется, что эта технология заложит основу для будущего развития мировой энергетики [1].

Существует пять методов беспроводной передачи энергии:

- метод, использующие электромагнитную индукцию или обычные;
- метод с использованием магнитно-резонансных устройств или магнитно-резонансные типы);
- метод с использованием связи электрических полей;
- метод с использованием электромагнитных волн или (микроволновые);
- метод электромагнитных волн (лазерный);
- Беспроводная передача энергии с помощью электромагнитной индукции использует закон электромагнитной индукции, открытый Майклом Фарадеем, британским химиком и физиком XIX века.

Закон электромагнитной индукции гласит, что при пропускании магнитного потока (пучка линий, указывающих на силу и направление магнитного поля) через катушку или другое кольцо из проводящей проволоки возникает электрический ток (индукционный ток). При прохождении тока через катушку возникает магнитный поток (закон правого витка), что позволяет передавать энергию по двум катушкам. Когда источник переменного тока подключен к первичной обмотке со стороны питания, можно заметить, что переменный ток и напряжение периодически меняются, поэтому генерируемый магнитный поток также периодически меняется.

Когда генерируемый магнитный поток проходит через вторичную катушку, во вторичной катушке генерируется ток, соответствующий изменению магнитного потока. Таким образом, эта электромагнитная индукционная бесконтактная система передает энергию от первичной катушки к вторичной катушке через магнитный поток.

Однако эта электромагнитная индукционная (обычная) бесконтактная система передачи энергии имеет тот недостаток, что эффективность значительно снижается при увеличении расстояния между двумя катушками.

Магнитный поток, излучаемый первичной катушкой, рассеивается по мере увеличения расстояния от катушки, в результате чего образуется большое количество «рассеянного потока», который не достигает вторичной катушки.

Существует множество способов повысить эффективность, но в простых системах расстояние равно диаметру катушки, и даже при оптимизации эффективность составляет всего около 10 % или меньше.

Wireless Power Consortium (WPC), отраслевая ассоциация, специализирующаяся на технологиях беспроводной передачи энергии с использованием электромагнитной индукции, создала стандарт Qi в 2010 году, и стандарт Qi позволил производителям разрабатывать технологии беспроводной передачи энергии, которые ранее были запатентованы и несовместимы друг с другом. Теперь технология беспроводной передачи энергии доступна независимо от производителя.

Электронные устройства многих производителей теперь оснащены функциями зарядки по стандарту Qi.

Беспроводной магнитно-резонансный метод передачи энергии значительно устраняет недостатки эффективности традиционных методов, описанных выше.

Этот метод использует резонанс магнитного поля, создаваемого между двумя катушками (передающей и приемной) с одинаковой резонансной частотой.

Когда приемная катушка помещается в магнитное поле, создаваемое передающей катушкой, приемная катушка резонирует и генерирует новое магнитное поле, которое возбуждает резонанс передающей катушки.

Таким образом, передающая и приемная катушки улавливают магнитные поля друг друга и усиливают резонанс друг друга, создавая сильно связанное (резонансное) состояние.

Используя эту систему, группа MIT смогла зажечь лампочку мощностью 60 Вт, передав энергию от катушки диаметром около 60 см на расстояние 2 м. Фактический КПД составил около 50 процентов.

Еще один метод бесконтактной передачи энергии - использование полевой связи. Этот метод использует принцип беспроводной передачи энергии, основанный на емкостной связи.

Электрические и магнитные поля обладают очень похожими свойствами. Явление электромагнитной индукции соответствует индукции тока магнитным полем, а явление возбуждения напряжения электрическим полем - емкостной связи.

Емкостная связь – это явление, при котором, когда положительный заряд добавляется путем пропускания тока через один из двух противоположных электродов, положительный заряд притягивается, а отрицательный собирается на другом электроде. Это создает иллюзию, что ток течет в направлении, противоположном движению отрицательного заряда.

Эта емкостная связь может быть использована для передачи энергии между двумя удаленными электродами.

Подготавливаются два электрода и размещаются на определенном расстоянии друг от друга. Когда источник переменного тока подключен к одному электроду электродной пары, а лампа накаливания подключена к другому электроду в качестве нагрузки, мощность передается между электродами через емкостную связь и лампа накаливания загорается.

По сравнению с методом электромагнитной индукции, метод связи электрического поля, как ожидается, будет относительно дешевой и легкой системой беспроводной передачи энергии. Это объясняется тем, что для него не нужны дорогостоящие провода для передачи тока с малыми потерями, необходимого для метода электромагнитной индукции, и не нужны дорогие и тяжелые магнитные материалы для создания сильного магнитного потока.

Однако диэлектрическая проницаемость, определяющая передачу электрического поля, на пять порядков меньше диэлектрической проницаемости, определяющей передачу магнитного поля, что делает метод связи полей непригодным для беспроводной передачи энергии на относительно большие расстояния. Он считается подходящим для применения на коротких расстояниях, например, при размещении устройства, принимающего энергию, сверху.

Метод электромагнитных волн – это технология, используемая для беспроводной передачи энергии на большие расстояния. Используются два типа электромагнитных волн: микроволны (радиоволны) и лазерное излучение [2].

Для передачи энергии системы электромагнитной индукции и полевой связи должны находиться относительно близко друг к другу. Эффективность передачи магнитно-резонансного метода, который является усовершенствованием метода электромагнитной индукции, также снижается на расстояниях, превышающих диаметр катушки.

Поэтому для передачи энергии на расстояние в несколько метров в помещении требуются большие антенны диаметром 1-2 м. Были предложены идеи встраивания или приклеивания таких антенн к стенам или полу.

Однако существует также потребность в передаче энергии на расстояния, превышающие несколько метров. Например, в случае использования солнечной энергии в космосе энергия, вырабатываемая с высокой эффективностью устройствами солнечной энергии, размещенными на геостационарных спутниках, передается на Землю непрерывно и бесперебойно в течение всего рабочего периода, независимо от того, какое время суток на Земле.

В этом примере электромагнитная система беспроводной передачи энергии сначала использует энергию, вырабатываемую солнечными батареями на спутнике, для генерации высокочастотного тока в генераторе, который затем распространяется через антенну в виде электромагнитных волн. Электромагнитные волны принимаются приемной антенной (ректенной) на земле и накапливаются в аккумуляторе.

Беспроводная передача энергии на большие расстояния с использованием электромагнитных волн, как ожидается, будет развиваться не только для выработки солнечной энергии в космосе, но и как технология передачи энергии в районы, пострадавшие от стихийных бедствий, на отдаленные острова, в горные районы, под водой и другие места, где невозможно проложить кабели.

В качестве примера применения беспроводной передачи энергии в ближайшем будущем рассмотрим космическую солнечную технологию, которая изучается в последние годы.

Как уже упоминалось выше, космическая солнечная технология – это технология, которая концентрирует солнечную энергию на орбитах геостационарных спутников на высоте 36 000 км над поверхностью Земли, передает эту энергию на землю с помощью лазеров и микроволн и преобразует ее в электричество и другие виды энергии на земле. На геостационарной спутниковой орбите земная атмосфера не поглощает и не рассеивает энергию, на нее не влияют погода, времена года и продолжительность светового дня, поэтому на единицу площади Земли можно стабильно получать примерно в 10 раз больше энергии. Кроме того, рассматриваемые методы передачи энергии из космоса на Землю в меньшей степени подвержены влиянию атмосферы Земли, поглощающей и рассеивающей энергию.

Если это будет реализовано, то откроется доступ к чистой и неисчерпаемой энергии, независимой от ископаемого топлива.

Исследования технологии использования солнечной энергии в космосе продолжаются, и для передачи энергии используются два типа электромагнитных волн: микроволны и лазерное излучение [3].

Преимущества:

- они практически неподвержены влиянию погодных явлений благодаря выбору оптимальной частоты;
- короткие длины волн позволяют относительно легко миниатюризировать оборудование и системы;
- возможность использования наземного фотоэлектрического оборудования в качестве места приема света.

Недостатки:

- микроволны имеют большую длину волны, чем лазерное излучение,

поэтому требуются крупномасштабные системы как в космосе, так и на земле;

- чувствительны к облакам, дождю и атмосферным воздействиям;
- требуются соответствующие меры безопасности для предотвращения повреждения человеческого тела (глаз).

Космическая микроволновая фотоэлектрическая технология использует в качестве антенны для передачи энергии «решетчатую антенну», состоящую из массива антенных элементов. Контролируя время излучения микроволн каждым элементом антенны и комбинируя их в пространстве, можно формировать лучи любой формы и распространять их в любом направлении.

Однако, поскольку эти антенные решетки имеют огромные размеры, трудно сохранить идеально плоскую структуру. Чтобы достичь точности управления направлением $0,001^\circ$, необходимой для передачи энергии на приемную антенну в конкретной точке на земле, необходимо также разработать высокоточную технологию электрической коррекции направления луча.

Космическая фотоэлектрическая технология с использованием лазерных лучей использует высокоэффективные лазеры, возбуждающие лазеры путем прямого облучения солнечным светом специальных кристаллов, в дополнение к традиционному методу лазерной генерации энергии, использующему электричество, вырабатываемое солнечными батареями. В настоящее время ведутся разработки по использованию колебательной системы для освоения космоса.

Кроме того, ведутся исследования не рефракционных лучей, таких как пучки Бесселя с малым разбросом лучей для точного наведения лазерных лучей на цели на земле, и адаптивной оптики для устранения колебаний света, проходящего через атмосферу.

Также ведутся исследования солнечных элементов с высокой эффективностью преобразования при определенных длинах волн лазерного импульса для высокоэффективного преобразования излучаемого лазерного света в энергию, а также методов хранения энергии в различных формах, таких как водород и аммиак, и преобразования ее в электричество при необходимости, вместо прямого преобразования лазерного света в электричество в солнечных элементах. Исследования также продолжаются.

Заключение

Беспроводная передача энергии – это технология, обеспечивающая передачу энергии без использования кабелей и обладающая значительными преимуществами.

Существует пять типов методов беспроводной передачи энергии: электромагнитная индукция (обычная), электромагнитная индукция (магнитный резонанс), полевая связь, электромагнитная волна (микроволновый режим) и электромагнитная волна (лазер).

Технология производства солнечной энергии в космосе рассматривается в качестве примера ближайшего будущего беспроводной передачи энергии с использованием микроволнового и лазерного методов. Поэтому особое внимание следует уделить использованию в нашей стране перспективных

технологий беспроводной передачи энергии с потенциально значительной экономической и энергетической эффективностью.

Литература

1. Как передавать энергию без проводов [Электронный ресурс] / Как передавать энергию без проводов. – Режим доступа: <https://ledshop.ru/kak-peredavat-energiu-bez-provodov/>. – Дата доступа: 15.10.2024.
2. Исследовательский проект на тему: «Беспроводная передача энергии» [Электронный ресурс] / Исследовательский проект на тему: «Беспроводная передача энергии». – Режим доступа: <https://nsportal.ru/ap/library/nauchno-tekhnicheskoe-tvorchestvo/2019/11/29/issledovatel'skiy-proekt-na-temu/>. – Дата доступа: 14.10.2024.
3. Беспроводная передача электрического тока [Электронный ресурс] / Беспроводная передача электрического тока. – Режим доступа: <https://school-science.ru/22/11/59051/>. – Дата доступа: 15.10.2024.