

БЕСПРОВОДНАЯ ПЕРЕДАЧА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Цель работы – исследование беспроводной передачи электроэнергии с помощью бегущих магнитных волн.

Основная идея передачи электроэнергии с помощью бегущих волн – создание магнитного поля, напряженность которого изменяется по закону

$H(x, t) = H_m \sin\left(\frac{2\pi}{a}x - v \cdot t\right)$, где x – некоторая линейная координата. Таким образом,

приемный круговой виток с центром в некоторой точке $x = x_0$ будет пронизываться переменным магнитным полем, и в нем будет индуцироваться ЭДС. Создать такое поле можно с помощью двух катушек сдвинутых друг относительно друга в направлении движения волны. Каждая катушка выполнена, как показано на рис. 1, расстояние между ними $a/4$, токи в катушках $i_1 = \sqrt{2}I \sin(\omega t)$, $i_2 = \sqrt{2}I \sin(\omega t - \pi/2)$. Для расчета магнитного поля в такой системе вначале рассмотрим поле, создаваемое в точке (x_0, y_0, z_0) проводником длиной l с током I , как показано на рис. 2. По закону Био-Савара-Лапласа

$$d\vec{B} = \frac{\mu\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\vec{l} \times \vec{r}}{r^3},$$

где $\vec{r} = (x_0 - x_i)\vec{i} + (y_0 - y)\vec{j} + z_0\vec{k}$, $r = |\vec{r}|$, $d\vec{l} = dy\vec{j}$. Произведя необходимые

преобразования, найдем $dB_z = \frac{\mu\mu_0 I}{4\pi} \frac{(x_0 - x_i)}{r^3} dy$. Проинтегрировав полученное выражение

по длине проводника, получим

$$B_z = \frac{\mu\mu_0 I}{4\pi} \frac{x_0 - x_i}{\sqrt{(x_0 - x_i)^2 + z_0^2}} \left(\frac{l - y_0}{\sqrt{(x_0 - x_i)^2 + (l - y_0)^2 + z_0^2}} + \frac{y_0}{\sqrt{(x_0 - x_i)^2 + y_0^2 + z_0^2}} \right).$$

При $y_0 = l/2$ формула напряженности примет вид

$$H_z = \frac{I}{4\pi} \frac{x_0 - x_i}{\sqrt{(x_0 - x_i)^2 + z_0^2}} \frac{l}{\sqrt{(x_0 - x_i)^2 + (l/2)^2 + z_0^2}}.$$

Для того чтобы найти напряженность поля, создаваемого катушками, пренебрежем частью обмотки, соединяющей продольные проводники, а также примем диаметр проводников равным нулю. Тогда напряженность поля в точке (x_0, y_0, z_0) можно найти как сумму напряженностей создаваемых отдельными продольными проводниками катушек.

По полученным формулам была создана математическая модель такой системы проводников в программе MatLAB и произведен расчет распределения напряженности магнитного поля по координате x . Результаты расчета напряженности магнитного поля при токе $I = 1$ А, длине проводников $l = 220$ мм, расстоянии между проводниками $d = 3$ мм, периоде катушки $a = 28$ мм, количестве последовательно соединенных элементов $m = 6$ на высоте $z_0 = 7$ мм для разных моментов времени приведены на рис. 3. Из рисунка видно, что волна напряженности движется вдоль оси x и быстро спадает на краю участка.

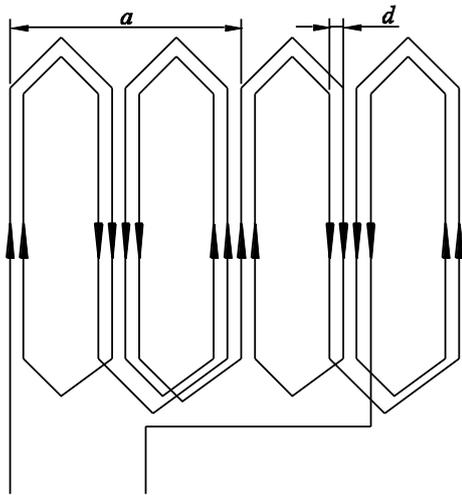


Рис. 1

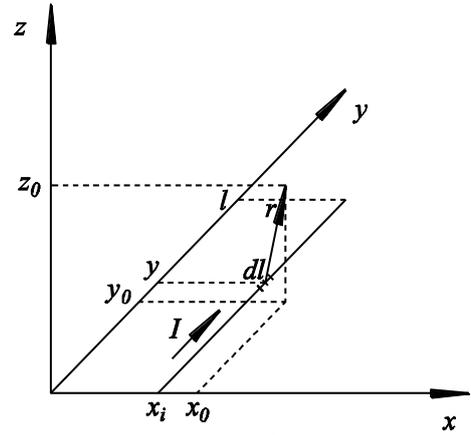


Рис. 2

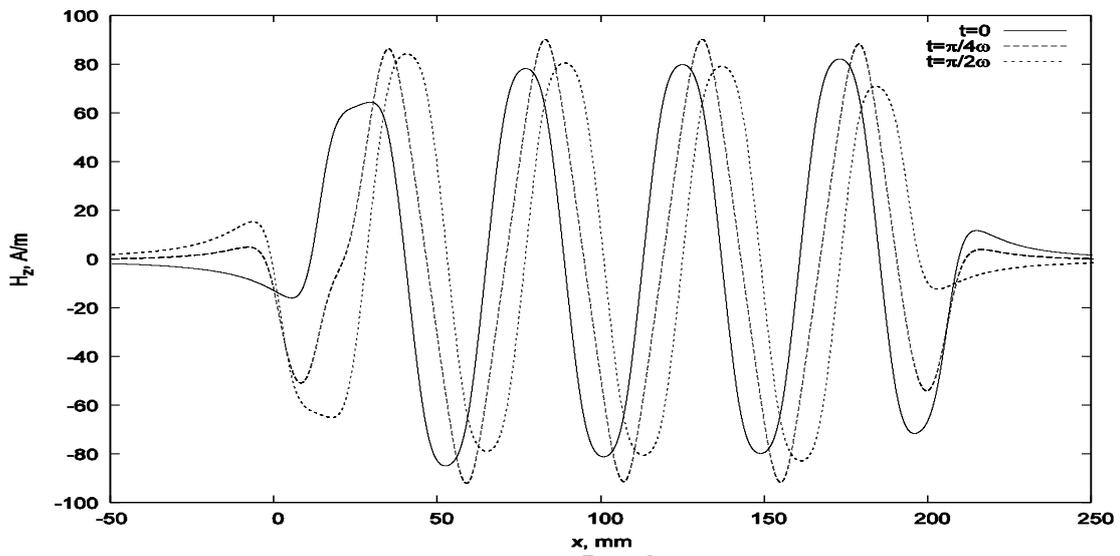


Рис. 3

В качестве приемника электроэнергии может использоваться катушка с последовательно включенным конденсатором для получения резонанса на несущей частоте. Далее высокочастотное напряжение подается на вход выпрямителя, от которого питается нагрузка.

Для улучшения КПД передачи электроэнергии необходимо оптимизировать такие параметры как частота тока передающей стороны и геометрические размеры. Такую оптимизацию можно выполнить с помощью экспериментальных методов на физической модели.