

где $y_{ik}, i=1,3, k=1,3$ – собственные и взаимные проводимости узлов, зависящие от векторов веса ребра $(r_{ik}; x_{ik}; g_{ik}; b_{ik})$.

Узел 1 является балансирующим по мощности, т. е. известен комплекс напряжения \underline{U}_1 , и неизвестна мощность \underline{S}_1 . В узлах 2 и 3 считаем напряжения $\underline{U}_2, \underline{U}_3$ неизвестным, а нагрузки $\underline{S}_2, \underline{S}_3$ заданными постоянными мощностями.

В начале методами [3] из последних двух уравнений системы (1) выводим

$$\begin{cases} a_1 U_2^4 + b_1 U_3^4 + c_1 U_2^2 U_3^2 + d_1 U_2^2 + e_1 U_3^2 + f_1 = 0; \\ b_2 U_3^4 + c_2 U_2^2 U_3^2 + e_2 U_3^2 + f_2 = 0. \end{cases} \quad (2)$$

Будем искать модули неизвестных величин, а затем их аргументы. Путем несложных алгебраических преобразований нахождение модулей неизвестных напряжений сводится к решению нескольких уравнений второго или третьего порядка от одной действительной переменной. Строго говоря, U_2 легко вычисляем из второго уравнения системы (2) после нахождения U_3 из уравнения с одной действительной переменной четвертого порядка, полученного из (2). Последнее уравнение решается по методу Феррари [5], который понижает порядок уравнения с получением двух квадратных и одного кубического уравнения. В свою очередь корни кубического уравнения находятся по формулам Кардано.

Теперь исключим при помощи второго уравнения из третьего уравнения системы (2) произведение $\underline{U}_1 \underline{U}_2$

$$\bar{y}_{12}(\underline{S}_2 - \bar{y}_{21} \underline{U}_1 \bar{U}_2 - \bar{y}_{22} \underline{U}_2 \bar{U}_2) + \bar{y}_{33} \bar{y}_{23} \underline{U}_3 \bar{U}_3 = \underline{S}_3 \bar{y}_{23}$$

Расписав мнимую и действительную часть нового уравнения, находим неизвестный аргумент ψ_2 . Аналогично находится аргумент ψ_3 из второго уравнения системы (2).

И наконец, комплекс мощности \underline{S}_1 очевидным образом вычисляется из первого уравнения системы (1).

Если положить $\underline{S}_2 = 0$, то полученные точные решения системы (1) позволяют определять напряжение в любой точке ЛЭП при заданном установившемся режиме.

В заключении отметим, что указанный аналитический способ нахождения неизвестных параметров позволяет получить необходимые и достаточные условия существования установившегося режима рассматриваемой сети, а также указать число теоретически возможных установившихся режимов.

Литература.

1. Прокуроров Н. С. Общий метод решения системы нелинейных уравнений установившегося режима электроэнергетической системы. *Электромеханика*. №9. 1988. С. 13 – 16.
2. Прокуроров Н. С. Аналитическое решение уравнений установившегося режима электроэнергетической системы. *Электромеханика*. №8. 1995. С. 57 – 60.
3. Томкевич А. П., Янушкевич О. А. О точном решении системы уравнений узловых напряжений в форме баланса мощности. *Вестник БГПА*. №1. 2002. С. 63 – 65.
4. Идельчик В.И. Расчеты и оптимизация режимов электрических сетей и систем. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 288 с.
5. Курош А. Г. Курс высшей алгебры – М.: Наука, 1968. – 431 с.

ИСТОЧНИК ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРЕТНОГО ГЕНЕРАТОРА С ВРАЩАЮЩИМСЯ ЭКРАНОМ

О.А. Ермакова

Научный руководитель – В.А. Сычик
Белорусский национальный технический
университет

Обзор литературы показал, что имеются общие сведения о возможности использования электретных структур при создании источников электроэнергии. Однако не приводятся решения

по разработке эффективных источников электрической энергии на базе электретов, практически нет информации о методах и средствах преобразования поля электретов в электрическую энергию для статических режимов

Нами проведено исследование механизма функционирования электретов как источников электрического поля и разработан электретный генератор электрической энергии, функционирующий по принципу преобразования электрического поля электрета в электрический ток.

Характер электрических полей и токов, отвечающих распределению заряда в диэлектрике, и его изменения определяются на базе электретной структуры (рис.1) [1].

Электретная структура

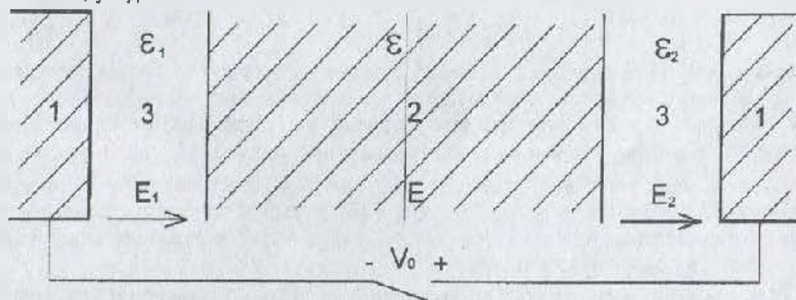


Рис.1 - 1-диэлектрические слои, 2-электрет, 3-зазор

В центральном слое имеются квазипостоянные реальные заряды с объемной $\rho(x)$ и поверхностной $\sigma(x)$ плотностью, однородно распределенные в поперечных направлениях. Помимо этого допускается поляризация с однородным поперечным распределением [1,2].

Электретная структура является источником квазистоящего электрического поля и используется как главный элемент, с помощью которого на внешних электродах генератора формируется электрическое напряжение. При синтезе электретных генераторов электрической энергии используются электреты, имеющие остаточную поляризацию и свободный заряд [3].

Для получения достаточной для использования в промышленных целях электроэнергии на базе внешних полей электретов нами разработана методика получения электроэнергии с помощью электретных структур, которая реализуется на основе структуры, включающей электрет с электродами и внешнюю цепь, содержащую полярный диэлектрик с жестко связанными электродами, соединенными посредством коммутатора с двумя разнополярными электродами электрета (рис.2) [4].

В конструкции электрогенератора электреты изготовлены из полиметилметакрилата в виде дисков, толщиной 3 мм и рабочей площадью $S = 10 \text{ см}^2$, полем $E = 2 \cdot 10^4 \text{ В/см}$. Металлические электроды наносились напылением никеля, толщиной 1 мкм, таким образом, чтобы свободные поверхности электретов несли противоположные заряды. Электроды закорачиваются и соединяются с землей (корпусом). В промежуток между электродами соосно с ними помещается полярный диэлектрик, например, сегнетоэлектрик титанат стронция с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 200$, временем релаксации $\tau_0 = 10^{-7}$, обладающий одинаковым с электретами сечением. Диэлектрик имеет на поверхностях, обращенных к электретами, металлические электроды неравномерной толщины: тонкие в средней части и толстые по краям. В зазорах между электретами и полярным диэлектриком размещен металлический заземленный экран, два сектора которого при вращении вокруг оси экрана периодически входят в эти зазоры, экранируя полярный диэлектрик от действия поля электретов. Размер дюралюминиевых секторов выбирается таким образом, чтобы в течение оборота он полпериода экранировал полярный диэлектрик, а остальные полпериода – поле электрета [3,4]. При выведенных из зазора секторах экрана электрическое поле электрета $E = 4\pi\sigma/\epsilon\epsilon_0$, являющееся однородным в зазоре, в течение времени t_1 воздействует на полярный диэлектрик с подключенной внешней цепью. В результате полярный диэлектрик поляризуется и во внешней цепи протекает ток $I_{(t)} = \Delta P/\Delta t \approx P/t_1 = \epsilon_0(\epsilon - 1)E/t_1$, где P – вектор поляризации диэлектрика. В трансформаторе появляется напряжение (ЭДС самоиндукции) $U = \omega L I_{\text{max}} \cos \omega t$, где L – индуктивность; $I_{\text{max}} = \sqrt{2}I_{(t)}$; $\omega = 2\pi f$; f – частота, n – число оборотов секторов экрана в секунду.

Схема электретного генератора с вращающимся экраном

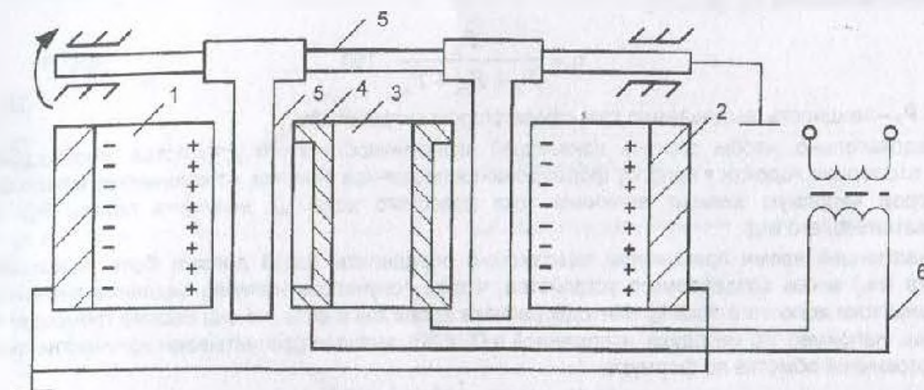


Рис.2 - 1-электреты с металлическими электродами 2; 3-полярный диэлектрик с электродами 4; 5-металлический экран; 6-внешняя цепь с трансформатором

В последующий период времени t_2 в процессе вращения секторов экрана вокруг своей оси они входят в зазор между электретами и полярным диэлектриком. Диэлектрик деполяризуется и во внешней цепи течет ток деполяризации диэлектрика, противоположный по направлению току поляризации: $I_{(-)} = \Delta P / \Delta t \approx P / t_2$, где t_2 - время, в течение которого сектора экрана экранируют полярный диэлектрик от действия электрического поля электретов. Действующее значение токов $I_{(+)}$ и $I_{(-)}$, протекающих во внешней цепи, будет максимальным, если $t_1 = t_2 = \tau_0$. При скорости вращения экрана 10 об/с действующее значение тока во внешней цепи с включенным высокочастотным трансформатором с сердечником из марганеццинкового феррита интенсивностью порядка 1 мГн, составляет $I = 3,42 \cdot 10^{-4}$ А.

Увеличивая размер электретной структуры и наращивая на валу идентичные электретные секции, можно выделять в нагрузку энергию мощностью в сотни Ватт [4].

Настоящая разработка сможет обеспечить электропитанием автономные аппараты и устройства воздушного и наземного базирования, улучшит качество генерации, приема, передачи и преобразования электрических сигналов такими устройствами, откроет возможности создания новых высокоэффективных видов источников энергии.

Литература.

- 1 Электреты / Под ред. Сесслера Г. - М.: Мир, 1983. - 487 с
- 2 Губкин А.Н. Электреты. - М.: Наука, 1978. - 192 с.
- 3 Пат. 35883826 США. кл.17а-111. Способ интегрирования тока электретом. Оpubл. 27.09 71.
4. А. с. 978329 СССР, МКИ⁴, НОЗ К 3/45. Способ генерирования тока электретом / Сычик В.А. Оpubл. в Б.И., 1989

ЗАКОН ТОКА ХОЛОСТОГО ХОДА

**С.А. Парфинович, В.С. Ерашов, А.С. Семёнов,
Р.И. Дейкун, А.А. Гирель**

Научный руководитель – Р.Л. Рыжкович
Республиканский центр технического творчества
учащихся

Несколько лет тому назад в нашем кружке занялись разработкой пускорегулирующей аппаратуры (ПРА) нового типа, предназначенной для работы разрядных источников света. Работа эта увенчалась успехом. Новый тип трансформатора показал настолько необычные свойства, что на эту конструкцию в свое время было даже выдано авторское свидетельство СССР [1]. Потенциально данное устройство оказалось значительно более экономичным чем ПРА дроссельного типа, однако работа по его оптимизации оказалась достаточно непростой.