

Электретный источник тока с секторными электродами

Сычик В.А., Ермакова О.А.

Белорусский национальный технический университет

Электретная структура является источником квазипостоянного электрического поля и используется как главный элемент, с помощью которого на внешних электродах генератора формируется электрическое напряжение. При синтезе электретных генераторов электроэнергии используются те электреты, которые имеют внутреннюю остаточную поляризацию и свободный заряд. Одним из известных методов генерации электрической энергии с помощью электретных структур является способ, предусматривающий изменение электрического поля электрета, действующего на металлические электроды, вследствие введения в зазор между поверхностью электрета и электродом металлической пластины. Также используется методика генерирования тока электретом путем воздействия на внешнее электрическое поле электрета и электрический заряд его электродов.

Указанные методы генерирования тока с помощью электретных структур не позволяют получать значительные величины тока и мощности в выходной цепи.

Разработанный нами генератор электрической энергии с секторными электродами содержит сложную электретную структуру, включающую дисковый статор с электродами и дисковый ротор с электретами. Структура генератора - на рис.1.

Генератор электрического тока состоит из входящего в систему генерирования металлического дискового ротора 1, закрепленного на валу 2, с установленными на нем парами разнополярных электретов 3 (рис. 1а), и из дискового электрического статора 4 системы генерирования, на котором размещены металлические электроды 5 внешней индуктивной цепи в виде трансформатора 6 (рис. 1б).

Электреты с разноименными зарядами попарно размещены на поверхности металлического ротора, который посредством вала соединен с приводным двигателем и заземлен. Площадь электрета определяется размерами дискового ротора. Важным условием является то, чтобы ширина каждого сегментного элек-

трета соответствовала ширине свободной части ротора между двумя однополярными сегментными электретами (рис.1а – $l_1 = l_2$).

Структурная схема электретного генератора электрической энергии с секторными электродами: а) сечение металлического статора, б) сборочный чертеж генератора

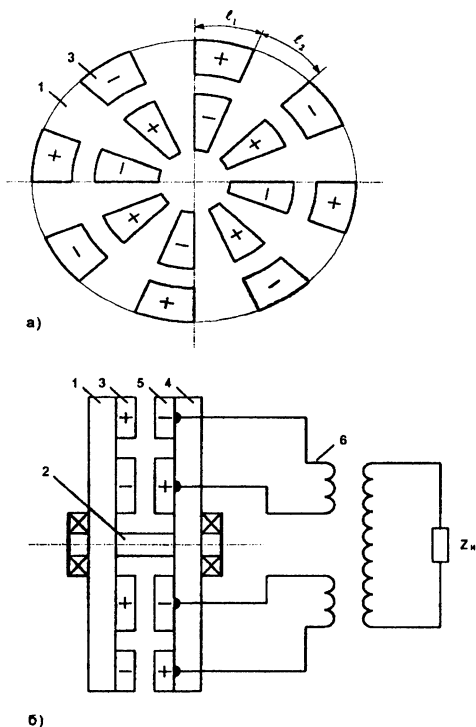


Рис.1: 1-металлический дисковый ротор; 2-вал генератора; 3-электреты; 4-диэлектрический статор; 5-металлические электроды; 6-внешняя индуктивная цепь

Толщина электретов L и зазор l между ними и металличе-

скими электродами выбирается из условия обеспечения максимальной ЭДС в каждой паре металлических электродов по коэффициенту D :

$$D = S/(\epsilon \cdot l/L + 1), \quad (1)$$

где D - коэффициент, зависящий от геометрии системы электрет-электрод и диэлектрической проницаемости электрета; S - площадь электретов, равная соответствующей площади металлических электродов.

Толщина электретов выбирается $L = 0.5-1$ мм, а зазор $l = 0.1-0.2$ мм.

Число пар противоположных электретов для получения синусоидального напряжения составляет четное число 8, 10, 12... и определяется размерами металлического дискового ротора и величиной поверхностного заряда электрета σ . Площадь каждого из противоположных электретов, как показали результаты эксперимента, должна быть одинаковой $S_1 = S_2 = S$.

Заземление ротора исключает искажение формы кривой напряжения, вследствие возможности появления на нем вихревых токов при действии на этот ротор индуцированных на металлических электродах зарядов.

При запуске двигателя дисковый ротор системы генерирования посредством вала приходит во вращение с угловой скоростью ω . На каждом из металлических электродов индуцируется под действием поля электретов заряд, изменяющийся во времени. В каждой паре металлических электродов, связанных с парой электретов, индуцируемые переменные заряды имеют обратную полярность. В результате через каждую изолированную секцию первичной обмотки трансформатора течет переменный ток

$$I_c = 2 \cdot D \cdot \omega \cdot \sigma \cdot \cos \omega \cdot t, \quad (2)$$

который создает в этой секции ЭДС самоиндукции:

$$E = -L \cdot dI/dt = 2 \cdot D \cdot L \cdot \omega^2 \cdot \sigma \cdot \sin \omega \cdot t, \quad (3)$$

где L - индуктивность секции, σ - поверхностный заряд.

Во вторичной обмотке ЭДС составит

$$E_2 = d\psi/dt = N \cdot d\psi_1/dt = NU_{21}. \quad (4)$$

Здесь $\psi = \sum \psi_i$, $U_{2i} = d\psi_i/dt$ - составляющая суммарной ЭДС вторичной обмотки E_2 от каждой секции первичной обмотки; ψ_1 - приращение магнитного потока в сердечнике, вызванное про-

теканием электрического тока I в каждой секции с числом витков W_c от ЭДС секции E_c ; N – число секций первичной обмотки трансформатора, т.е. число пар электрет-электрод.

Как следует из (4), ЭДС вторичной обмотки определяется результирующим действием ЭДС всех изолированных и согласованно включенных секций – E_c .

Степень повышения КПД синтезированного устройства в сравнении с прототипом определяется в предположении, что создаваемые во внешней цепи токи устройством-прототипом и предлагаемым генератором при условии равенства потребляемых мощностей от приводного двигателя одинаковы. С учетом того, что электрическая мощность электретного генератора $P_1=U_1 \cdot I$, а прототипа – $P_0=U_0 \cdot I$, имеем степень повышения КПД:

$$\Delta \eta = \eta_1/\eta_0 = P_1/P : P_0/P = P_1/P_0 = U_1 \cdot I / U_0 \cdot I \approx U_1 / U_0 \quad (5)$$

Экспериментально созданный генератор электрического тока содержит насаженный на вал двигателя дисковый ротор, выполненный из электротехнической стали диаметром 200 мм, толщиной $d = 5$ мм; восемь пар сегментных противопололярных электретов из полиметилметакрилата, каждый из которых площадью $S = 7 \text{ см}^2$ и толщиной 1 мм. Статор системы генерирования, диаметром 200 мм и толщиной 6 мм, также содержит восемь пар сегментных металлических электродов $S = 7 \text{ см}^2$ и толщиной 5 мм. σ электретов равен $2 \cdot 10^{-4}$ Кл, $L = 50$ мГн, циклическая частота вращения двигателя $f = 50$ Гц, зазор между электретами ротора и электродами статора – 0.1 мм.

Расчет показал, что степень повышения КПД такого генератора составит

$$\Delta \eta \approx 7 \text{ раз.}$$

Созданный электретный генератор с секторными электродами обладает высоким КПД и может эффективно использоваться как источник электрической энергии в автономных электронных аппаратах.

Литература

1. Авт. свид. СССР 978329, МКИ⁴, НОЗ К 3/45. Способ генерирования тока электретом / Сычик В.А.
2. Электреты / Под ред. Сесслера Г. - М.:Мир, 1983. - 487 с.