

# Параметрический электрогенератор Менде

Ф. Ф. Менде

Харьков, Украина, fedormende@gmail.com

## Аннотация

С энергетической точки зрения самым выгодным способом передачи больших объёмов электроэнергии на большие расстояния является передача её на постоянном токе. Однако до настоящего времени не существует таких генераторов постоянного тока, которые способны генерировать необходимый уровень мощности при заданных напряжениях. В статье эта проблема решена. В основу решения проблемы положен закон ёмкостной параметрической индукции.

Ключевые слова: ток, напряжение, ёмкость, ёмкостная параметрическая индукция, генератор постоянного тока, трансформатор постоянного напряжения, водяной насос.

## 1. Введение

Энергетические электрические системы включают генератор электрической энергии (далее генератор) и линию электропередачи (ЛЭП). Поскольку передачу электроэнергии на большие расстояния осуществляют при помощи высоковольтных ЛЭП, а генераторы имеют низкое выходное напряжение, промежуточным звеном между генератором и ЛЭП является высоковольтный повышающий трансформатор. Все указанные элементы имеют энергетические потери, и их учёт показывает, что в эти потери могут доходить до 10% процентов. Следовательно, очень важным является вопрос снижения этих потерь.

В основном, ЛЭП используются для передачи переменного тока, однако линии постоянного тока имеют меньшие потери на ёмкостную и индуктивную составляющие. Поэтому ЛЭП на постоянном токе строят в том случае, когда нужно передавать особо большие объёмы электроэнергии. В СССР было построено несколько линий электропередачи постоянного тока: Высоковольтная линия постоянного тока Москва-Кашира - Проект «Эльба»; Высоковольтная линия постоянного тока Волгоград-Донбасс; Высоковольтная линия постоянного тока Экибастуз-Центр и др.

Существенной проблемой создания энергетических систем на постоянном токе является отсутствие высоковольтных генераторов, которые непосредственно генерируют постоянное напряжение заданной величины с необходимым уровнем мощности. Поэтому приходится вначале вырабатывать электроэнергию на переменном токе при низких

напряжениях, затем, используя высоковольтные трансформаторы, повышать напряжение и далее при помощи высоковольтных выпрямителей вырабатывать постоянный ток. Все эти промежуточные звенья имеют энергетические потери, что является основной проблемой таких систем. К тому же они очень сложны с конструктивной точки зрения.

Из сказанного следует, что важной проблемой современной электроэнергетики является создание высоковольтных генераторов постоянного тока, которые сразу могут генерировать напряжение заданной величины при необходимых уровнях мощности. До настоящего времени такие генераторы не созданы.

## 2. Принцип действия параметрического генератора постоянного тока

Если имеется конденсатор, емкость которого  $C$ , и этот конденсатор заряжен до разности потенциалов  $U$ , то энергия, накопленная в нём, определяется соотношением

$$W_c = \frac{1}{2}CU^2. \quad (2.1)$$

А заряд  $Q$ , накопленный в емкости, равен

$$Q_{c,U} = CU. \quad (2.2)$$

Из соотношения (2.2) видно, что если в уединённой ёмкости заряд оставить неизменным, то напряжение на ней можно изменять путем изменения самой ёмкости. В этом случае выполняется соотношение

$$Q_{c,U} = CU = C_0U_0 = const,$$

где  $C$  и  $U$  - текущие значения, а  $C_0$  и  $U_0$  - начальные значения этих параметров.

Напряжение на емкости и энергия, накопленная в ней, будут при этом определяться соотношениями [1-4]:

$$U = \frac{C_0U_0}{C} = KU_0, \quad (2.3)$$

$$W_c = \frac{1}{2} \frac{(C_0U_0)^2}{C}. \quad (2.4)$$

Коэффициент

$$K = \frac{C_0}{C} \quad (2.5)$$

Может быть назван коэффициентом умножения (трансформации) постоянного напряжения.

Схема трансформатора напряжения, реализующая рассмотренный принцип, представлена на рис. 1

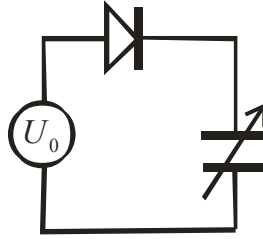


Рис. 1. Схема трансформатора постоянного напряжения

В данной схеме к переменному конденсатору посредством диода подключён источник постоянного напряжения  $U_0$

Приращение напряжения, которое может обеспечить такой трансформатор, определяется из соотношения

$$\Delta U_c = \left( \frac{C_0}{C} - 1 \right) U_0 \quad (2.6)$$

Как следует из соотношений (2.3) и (2.4) при уменьшении ёмкости конденсатора на нём увеличивается не только напряжение, но и энергия, накопленная в нём.

Следует отметить, что такой трансформатор может работать только в режиме повышения напряжения, т.к. при попытке получить уменьшение напряжения на конденсаторе это сделать не удастся по той причине, что диод обеспечивает прямое подключение источника напряжения к конденсатору и поэтому напряжение на конденсаторе уменьшиться не может.

Приращение энергии, накопленной в конденсаторе, при изменении его ёмкости определяется из соотношения

$$\Delta W_c = \frac{1}{2} (C_0 U_0)^2 \left( \frac{1}{C} - \frac{1}{C_0} \right) \quad (2.7)$$

При механическом изменении ёмкости конденсатора, указанное приращение энергии обеспечивает внешний механический источник энергии,

Свойства трансформатора постоянного напряжения можно использовать для создания высоковольтного источника постоянного тока, схема которого приведена на Рис. 2.

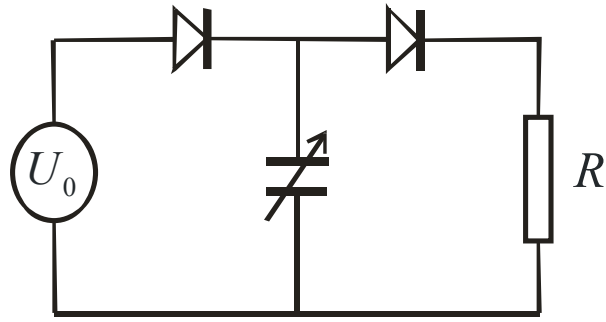


Рис. 2. Схема высоковольтного источника постоянного тока.

В данной схеме присутствует ещё один диод и нагрузочное сопротивление  $R$ .

В исходном состоянии ёмкость конденсатора равна  $C_0$ , а напряжение на нём равно  $U_0$ . В это же время через сопротивление нагрузки течёт ток

$$I_0 = \frac{U_0}{R}$$

При этом энергия, полученная конденсатором от источника напряжения, составляет

$$W_0 = \frac{1}{2} C_0 U_0^2. \quad (2.8)$$

Как только ёмкость конденсатора начнёт уменьшаться, на нём появится дополнительное напряжение, заданное соотношением (2.5). Это дополнительное напряжение через правый диод поступает на нагрузочного сопротивления  $R$ . Дополнительная энергия, выделенная при этом на нагрузочном сопротивлении, определяется соотношением (2.7). Для расчёта КПД такого процесса, нужно сравнить энергию, израсходованную правым источником напряжения на зарядку конденсатора и энергию, выделенную на нагрузочном сопротивлении. В данном случае КПД определяется как отношение соотношений (2.8) и (2.7).

$$КПД = \frac{\Delta W_C}{W_0} = \left( \frac{C_0}{C} - 1 \right) 100\%. \quad (2.9)$$

В следующем цикле происходит увеличение ёмкости конденсатора от значений  $C$  до значений  $C_0$ . Но напряжение на нём не может быть меньше чем  $U_0$ , поэтому левый источник напряжения начинает заряжать увеличивающуюся ёмкость. И к моменту, когда величина ёмкости достигнет значения  $C_0$ , напряжение на ней будет равно  $U_0$ . Во время этого цикла левый источник напряжения повторно израсходует энергию, определяемую соотношением (2.8). При этом полный цикл завершится и система вернётся в исходное состояние.

Принцип действия рассмотренного генератора подобен принципу действия клапанного водяного насоса, схема которого представлена на рис. 3.

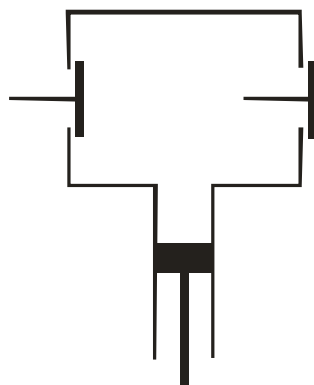


Рис. 3. Схема клапанного водяного насоса

При перемещении поршня вниз левый выпускной клапан открывается, и вода засасывается в полость насоса. При перемещении поршня вверх вода через правый выпускной клапан выбрасывается наружу.

Роль клапанов в схеме описанного генератора играют диоды, а роль цилиндра сдвигающимся поршнем выполняет переменный конденсатор.

Из этого следует, что основной проблемой создания предлагаемого генератора является разработка конденсатора, ёмкость которого изменяется механическим способом. При этом конденсатор должен иметь большие значения начальной и конечной ёмкости и с большим отношением этих значений. Этот вопрос можно решить путём использования технологии создания керамических конденсаторов, когда в качестве диэлектрика между обкладками конденсатора используется титанат бария, имеющий очень большую диэлектрическую проницаемость. Конструкция генератора, в котором используется указанный принцип, показана на рис. 4

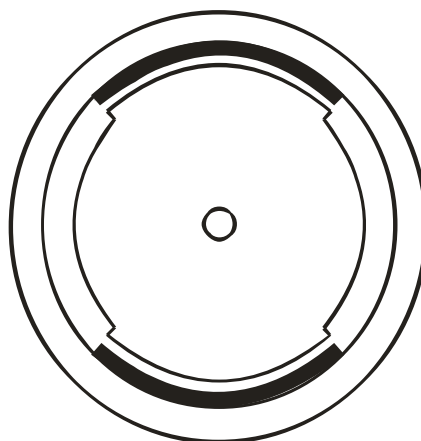


Рис. 4. Механическая схема генератора, в которой вкладыши из титаната бария расположены на внутренней поверхности статора.

В приведенной конструкции имеется фигурный ротор, а вкладыши из титаната бария расположены на внутренней поверхности цилиндрического статора.

Рассчитаем практическую конструкцию генератора со следующими параметрами: напряжение источника напряжения  $U_0=200$  В; диаметр ротора  $D=0.5$  м; зазор между вкладышами титаната бария и статором  $d=10$  мкм; толщина вкладышей 25 мм; глубина выточек на роторе 25 мм; скорость вращения ротора  $n=500 \frac{1}{c}$  (такая скорость вращения характерна для газовых турбин); длина генератора  $L=1$  м.

Мощность, вырабатываемая генератором составит

$$P = \frac{\pi \epsilon n K D L U_0^2}{2d}. \quad (2.10)$$

При записи этой формулы учтён тот факт, что за один оборот ротора происходит два цикла изменения ёмкости между ротором и статором.

Подстановка заданных параметров в формулу (2.10) даёт мощность 34 кВт.

КПД генератор, вычисленное по формуле (2.9), составляет 50000%. Это означает, что практически вся механическая энергия, затраченная на вращение ротора генератора, превращается в электрическую энергию.

Выходное напряжение, которое вырабатывает генератор, вычисленное по формуле (3.3) составит 1 МВ. Такое напряжение будет развиваться между статором и ротором, когда ёмкость между ними будет минимальна. Чтобы при этом избежать электрического пробоя, внутренняя полость генератора должна быть заполнена воздухом или другим газом под высоким давлением.

Оптимальным режимом работы такого генератора является случай, когда постоянная времени RC цепи, которую составляет сопротивление нагрузки и максимальная ёмкость между ротором и статором, будет меньше половины периода вращения ротора. Тогда за указанное время ёмкость успеет разрядиться через сопротивление, отдав всю свою энергию нагрузке.

Ни один из существующих генераторов не может обеспечить такой высокий КПД и такое высокое напряжение без использования повышающих трансформаторов и выпрямителей.

Очень большим преимуществом такого генератора является большая простота конструкции.

Вид генератора в разрезе показан на рис. 5.

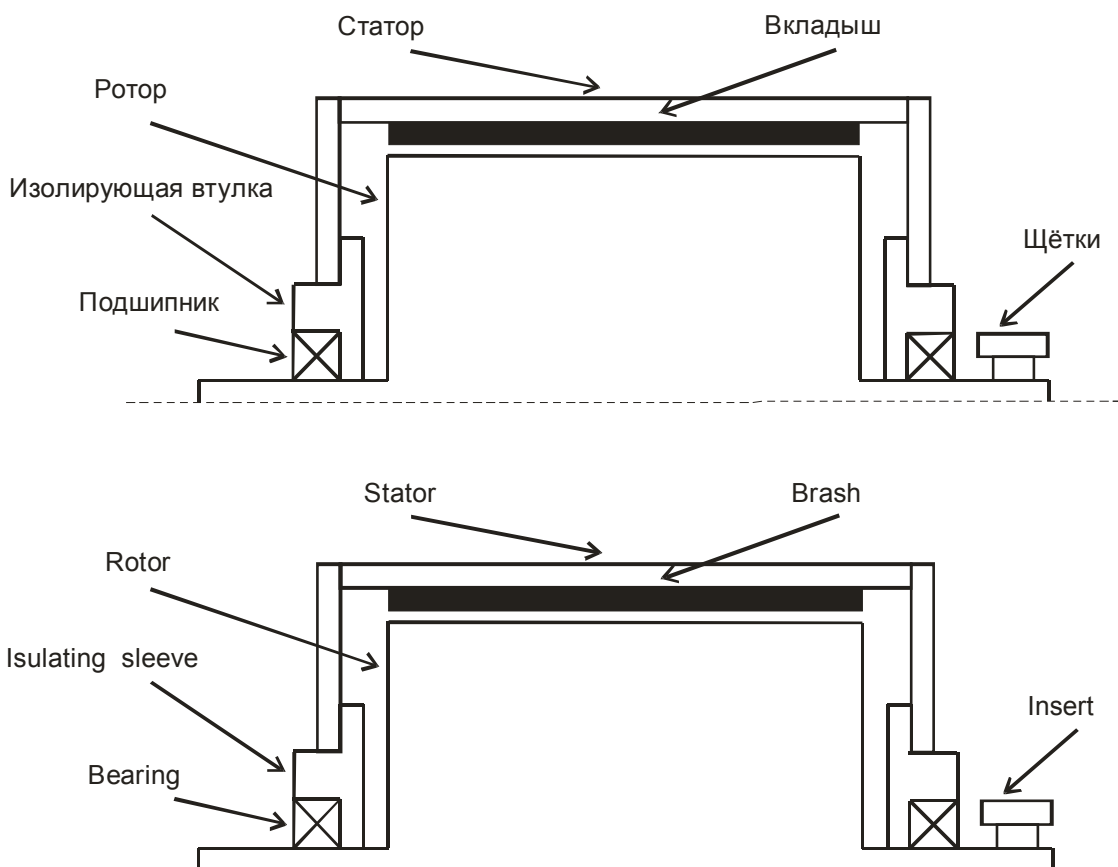


Рис. 5. Вид генератора в разрезе

Между осью ротора и корпусом статора расположена изолирующая втулка. В этой втулке расположен подшипник. Нижним своим краем втулка скользит по оси вала, обеспечивая вакуумное уплотнение между внутренней полостью генератора и атмосферой. На внутренней части статора расположен вкладыш из титаната бария. Электрический контакт между осью ротора и внешними цепями обеспечивают щётки.

### 3. Заключение

В статье рассмотрен принцип действия и приведена конструкция параметрического электрогенератора, дающего возможность генерировать высокое постоянное напряжение при высоком уровне мощности. Название генератора связано с тем, что выработка постоянного напряжения производится путём механического изменения величины ёмкости

конденсатора. Рассмотренный генератор обладает большой простотой по сравнению с существующими генераторами.

## Литература

1. Ф. Ф. Менде, А. С. Дубровин. Особые свойства реактивных элементов и потоков заряженных частиц. Инженерная физика, №11, 2016, с. 13-21.
2. F. F. Mende, New Properties of Reactive Elements and the Problem of Propagation of Electrical Signals in Long Lines, American Journal of Electrical and Electronic Engineering, Vol. 2, No. 5, (2014), p.141-145.
3. F. F. Mende. Induction and Parametric Properties of Radio-Technical Elements and Lines and Property of Charges and Their Flows, AASCIT Journal of Physics Vol.1 , No. 3, Publication Date: May 21, 2015, p. 124-134
4. Ф. Ф. Менде, А. С. Дубровин. Альтернативная идеология электродинамики. М.: Перо, 2016. - 198 с.