

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕЛЕКТРОСТАТИЧЕН ГЕНЕРАТОР

Георги Павлов, Явор Исаев, Мартина Томчева
g_pavlov61@abv.bg, jzi1986@bv.bg

**ВТУ „Тодор Каблешков”, София, ул. Гео Милев № 158
БЪЛГАРИЯ**

***Ключови думи:** алтернативни източници на енергия, електростатични генератори, електростатична индукция*

***Резюме.** В доклада е изследвана възможността за производство на електрическа енергия посредством нетрадиционни енергийни източници (електростатични генератори задвижвани от възобновяеми енергийни източници(ВЕИ)). Те работят на принципа на трансформиране на механичната енергия в електрическа. Генерирането на заряд принципно се осъществява по два начина: тробоскопичен ефект или електростатична индукция.*

В настоящия доклад е показана една разработка на електростатичен генератор(ЕСГ). На базата на предварително конструиран и изследван умален модел на електростатичен генератор е направено проектиране на такъв генератор за по-голяма мощност. Конструкцията и използваните материали са избрани с цел създаване на възможност за оптимално изследване на основните параметри и характеристики на устройството и неговия КПД.

Основната цел е след успешно проектиране, изграждане и изпитване на генератора да се анализират възможностите за приложението му в сферата на енергетиката, транспорта и образованието.

ВЪВЕДЕНИЕ В ПРОБЛЕМА

Познаването на статичното електричество датира от най-ранните цивилизации, но в продължение на хилядолетия остава само интересен и загадъчен феномен без теория, която да обясни неговото поведение и често се бърка с магнетизма. До края на 17 век учените са разработили практически средства за генериране на електрическа енергия чрез триене, но развитието на електростатичните машини започва сериозно от 18-ти век.

Електростатичните генератори работят на принципа на преобразуване на механична енергия в електрическа. Генерирането на заряд се осъществява по два начина: тробоскопичен ефект или електростатична индукция. Електростатични генератори като Van de Graff генераторът и разновидности на Pelletron намират приложение в сферата на научните лабораторни изследвания. Електростатичните генератори в зависимост от начина на генериране на тока може да се разделят на две категории:

- Триещи се повърхности използващи тробоскопичния ефект (електрическа енергия произведена чрез контакт или триене);

- Машини използващи електростатична индукция.

Електростатичните генератори имат основна роля в изследванията за структурата на материята, които започват в края на 19-ти век. Те показват, че са необходими генератори способни да произведат по-високо напрежение. Van de Graff генератора започва да се разработва през 1929 г. в Масачузетския технологичен институт. Първият модел е конструиран и представен през октомври 1929 г. В основата на разработката стои идеята да се използва изолационен пояс за провеждане на електрическия заряд на повърхността на изолиран кух терминал. Представената идея не е нова, но конструктивното изпълнение представлява иновация в сравнение с остарелите генератори. При първата машина в процеса на наелектризиране се използва копринено кълбо вместо колан. През 1931 г. тази разработка с възможности за производство на напрежение до 1,000,000 V е патентована и след това представена. [3]

През този период са проектирани мощни генератори работещи в контейнери с газ под налягане, позволяващи да се възпроизвежда голям заряд без йонизация. Вариации на Van de Graaff генератор са разработени за научни изследвания по физика в периода от 1945 до 1960г. Френският изследовател Noel Felici разработва серия от мощни електростатични генератори, базирани на електрическо възбуждане и използване на цилиндри, въртящи се с висока скорост във водород поставен в контейнери под налягане.

1. ИЗБОР НА КОНЦЕПЦИЯ ЗА УСТРОЙСТВОТО И КОНСТРУКЦИЯТА НА ЕЛЕКТРОСТАТИЧНИЯ ГЕНЕРАТОР

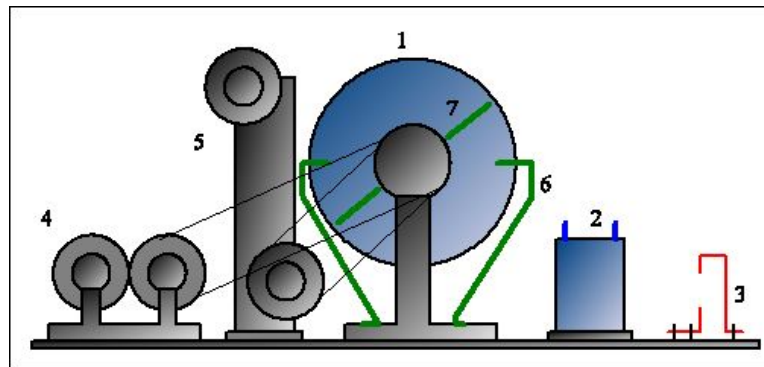
На базата на цялостно и задълбочено проучване на развитието на техниката в тази област и отчитане на предимствата и недостатъците на използваните технологии са определени типът и конструкцията на проектираният от нас генератор. Проектираното от нас съоръжение е от типа генератори базирани на използването на електростатична индукция. То се състои от две повърхности, разположени близо една до друга, въртящи се с еднаква скорост в срещуположни посоки. Вследствие на триенето с въздуха тези повърхности се наелектризират. Всяка повърхност е снабдена с автономен изправител, който служи за разделяне на положителните и отрицателните заряди в две срещуположни полукръга на повърхността. Един спрямо друг двата изправителя са дефазирани на 180 градуса, като последното е необходимо за улеснение при едновременното токоснемане на зарядите от двата диска. Процесът на токоснемане се осъществява при контакт на токоснемателите с полюсите аксиално наредени по двете повърхности. Полюсите са изработени от метал с ниско съпротивление. Токоснемателите са по един общ за двете повърхности за положителните и за отрицателните заряди. Честотата на напрежението е в правопрпорционална зависимост от броя на полюсите и честотата на въртене на повърхностите. На фиг.1. е показан изглед на общото устройство на съоръжението, където се виждат дисковете, механичното задвижване, искровата междина, филтровите групи, част от механичния изправител и проводниците на силовата верига. [3]

2. ОСНОВНА ЦЕЛ И ЗАДАЧИ ПРИ ПРОЕКТИРАНЕТО

На база на получените резултати от проведените изпитания по съставена от нас методика на проектирания и изработен умален модел на ЕСГ бяха направени съществени изводи по отношение на конструктивните особености на основните елементи на устройството. Основната цел, която беше поставена е проектирането на ЕСГ, за постигане на по-голяма мощност при оптимален избор на всички конструктивни материали. Механичната конструкция и електрообзавеждането на ЕСГ трябва да бъдат така проектирани, че да позволяват разширено лабораторно изследване

на основните параметри и характеристики, които определят неговата енергийна ефективност.

За да се постигне тази цел е необходимо да бъдат реализирани няколко основни задачи:



Фиг.1. Общ изглед на ЕСГ

1- стъклени дискове; 2- кондензаторни батерии; 3- искрова междина; 4- механизъм за реверсиране на движението; 5- конзола за присъединяване към източник на въртящ момент; 6- токоснематели; 7- механичен изправител

- Създаване на конструктивна възможност за промяна на параметрите на устройството чрез внасянето на геометрични промени в конструкцията на генератора. Това включва възможността за промяна на разстоянието между движещите се повърхности, предназначени за наелектризиране, както и промяна на посоките на движение на едната или двете повърхности заедно. Създаване на възможности за монтиране на една или повече повърхности стационарно, позиционирани между или встрани от подвижните повърхности, с цел изследване на промяната на големината на електрическите заряди.

- В предходният модел на електростатичен генератор за задвижване на двете повърхнини бяха използвани два електродвигателя, което представлява съществен недостатък и намалява КПД на устройството. В настоящият вариант задвижването на двата диска трябва да се проектира едновидвателно при минимално механично съпротивление, което ще увеличи енергийната ефективност на ЕСГ и ще създаде възможности за използването на екологични източници на енергия, като вятър, вода и др.

- Предвижда се микропроцесорно управление, контрол и защита на основните режими на работа на ЕСГ. За постигане на оптимален режим на работа в енергийно отношение е необходимо прецизно управление на искровите междини във функция от напрежението и честотата. За целта ще бъдат използвани микроконтролери от серия PIC16F, като схемата на управление е показана в т.3 при разглеждане на особеностите при проектиране на генератора.

- Създаване на методика за изпитване на проектирания генератор и възможност за цялостни лабораторни изпитания, като за целта е необходимо да се използва подходяща измервателна техника, която да позволява измерване и запис на параметри в стационарни и преходни режими на работа. Основният параметър представляващ интерес за подобни иновативни системи е КПД. Необходимо е да бъде направена коректна оценка на КПД и той да бъде сравнен с този на генераторите, които към момента се експлоатират в електрическите централи. При постигане на добри показатели се създават възможности за използването на подобен тип генератори в енергийната система или като локален енергоизточник на електроенергия.

Тези изследвания ще дадат възможност за оптимизиране на основните недостатъци свързани с триенето на токоснемателите спрямо полюсите и намаляване на пулсациите на напрежението. Това ще доведе до увеличаване на експлоатационния период на съоръжението, намаляване на обслужването и разходите за поддръжка, намаляване на габарита и себестойността на вражданата апаратура, увеличаване на надеждността.

На базата на проведеното изследване и анализа на получените резултати ще се проектира и разработи система за безконтактно снемане на зарядите, намаляване на пулсациите чрез промяна на броя полюси, тяхната площ и разположение, корекция на оборотите и др.

3. ПРОЕКТИРАНЕ И ИЗРАБОТВАНЕ НА ЕСГ

Като първа стъпка при проектирането е взето под внимание правилното оразмеряване на валовите и основната повърхност, които трябва да издържат масата на дисковете и вибрациите от въртенето им. В това число се включва и подбора на подходящ тип лагери. При проектиране на окачването и задвижването устройството на конструкцията е изпълнено, така че двата диска да бъдат електрически изолирани един от друг при спазване на необходимото изолационно разстояние между тях. Използваната методика по-отношение на механичното оразмеряване на ЕСГ не е показана в настоящия материал.

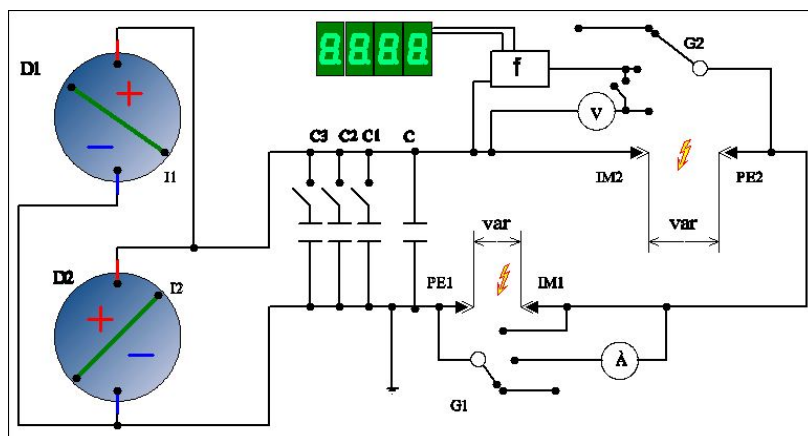
При проектиране на генератора от особено значение е материала, от който са изработени дисковете, тяхната дебелина и диаметър. Колкото по голяма е дебелината на материала толкова по-добри са изолационните му свойства, респективно и възможността за повишаване на изходящото напрежение. За целта дисковете са изработени от стъкло тип триплекс с диаметър 500 mm и дебелина 10 mm, като оразмеряването е реализирано на база направените изследвания и анализи на умаления модел на ЕСГ и изискването за проектиране на съоръжение отдаващо по-голяма мощност. Амплитудата на напрежението зависи от броя на полюсите, а техния брой се определя от диаметъра на дисковете. От направеното подробно литературно проучване по темата не са намерени теоретични зависимости даващи пряка връзка между механичните и електрическите параметри на устройството. Големината на изходящата мощност на проектирания генератор ще бъде точно определена при провеждане на експерименталните изпитания на обекта по предварително изготвена от нас методика.

Дисковете се монтирани върху изолационна хоризонтална повърхност посредством метални стойки. Стойките и плоскостта са оразмерени да издържат на вибрациите и масата на дисковете. Съпътстващата апаратура състояща се от въздушни междини, филтрови групи и механиката е разположени на същата основа. Видът на проводниците изграждащи електрическата схема е съобразен с предполагаемата максимална изходяща мощност на проектирания ЕСГ. На фиг. 2 е показана част от изработената механична конструкция на ЕСГ. [4, 5]



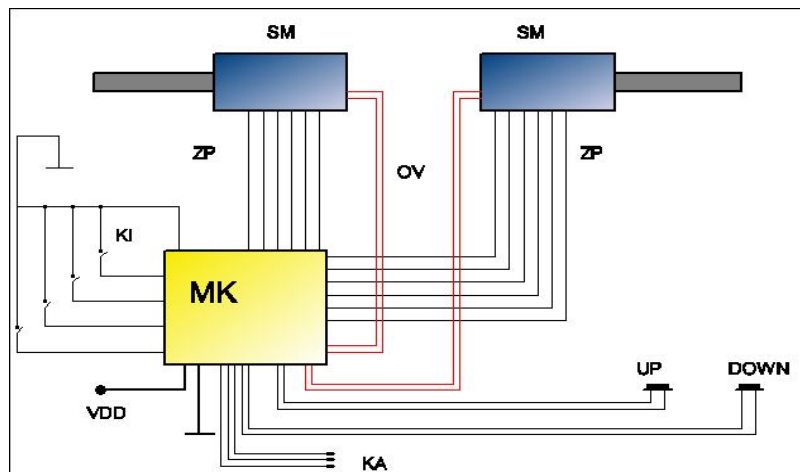
Фиг. 2. Механична конструкция на ЕСГ

На фиг. 3 е показана принципна електрическа силова схема на свързване на основните елементи на ЕСГ, както и част от необходимата контролна апаратура. Големината на изходното напрежение на ЕСГ се определя от разстоянието между електродите в искровата междина. С цел съгласуване режима на работа на двете искрови междини и по-прецизно регулиране на изходната мощност е предвидена възможност за микропроцесорно управление на подвижните електроди в искровити междини. На фиг. 4 е показана схема на управление на искровите междини реализирано на базата на МК тип PIC 16F84 A и стъпкови двигатели SANYO DENKI TYPE 103H6704-0140 3,6V 1A 1,8 DEG. [1, 2]



Фиг.3. Принципна електрическа схема на електростатичния генератор и измервателната апаратура

D1/D2- стъклени дискове; IM1/IM2- искрови междини; C/C1/C2/C3- кондензаторни батерии; I1/I2- механични изправители; PE1/PE2- регулируеми електроди; G1/G2- галетни превключватели



Фиг.4. Схема за управление на ИМ

SM- стъпкови мотори; ZP- захранващи проводници за стъпковите мотори; OV- обратна възка; МК- микроконтролен блок; KI- крайни изключватели; UP- бутон за повишаване на напрежението; DOWN- бутон за намаляване на напрежението; KA- аналогов сигнал от контролната апаратура; VDD- захранване на микроконтролния блок

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приетата стратегия от Европейската комисия „Европа 2020 година” постави сериозни предизвикателства пред света, свързани с екологията, производството на зелена енергия и намаляване консумацията на такава. Изпълнението на тези цели са свързани с повишаване на енергийната ефективност и добива на енергия от ВЕИ. Електростатичните генератори представляват екологични и алтернативни източници на зелена енергия поради някои от безспорните си предимства пред известните до този момент ВЕИ. Те са свързани с проста конструкция, ниско ниво на шум, заемат малки площи, не се влияят от климатичните условия и имат лесна и евтина поддръжка.

Предимствата на ЕСГ са свързани и с факта, че режима на работа на генератора е устойчив и не се влияе от товара, като неговата честота на въртене остава константна величина. Също така константна остава и силата необходима за задвижване на генератора. Поради особености в електрическата схема и спецификата на механичното устройство на генератора няма опасност от пренапрежения и от претоварване.

При постигане на добри показатели се създават възможности за използването на подобен тип генератори в енергийната система или като локален източник на електроенергия. Също така ще се обследват възможностите за приложението му в изпитателни лаборатории, като прибори за изпитване на изолация, симулация на някои природни явления и т.н.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Кенаров Н. PIC Микроконтролери част 1. Изд-во Млад конструктор, Варна, 2003 г.
- [2] Кенаров Н. PIC Микроконтролери част 2. Изд-во Млад конструктор, Варна, 2006 г.
- [3] Незлин М.В., В.Д. Шафранов. Введение в нелинейную физику плазмы. Российский научный центр „Курчатовский институт”, Москва, Российская Федерация, 1976.
- [4] Купалян С. Д. Теоретические основы электротехники, ч. 3. Электромагнитное поле. М., 1970.
- [5] Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Изд-во Высшая школа, 1967.
- [6] Chereva G. Solution of Energy Crisis in Bulgaria - Challenges and Prospects. 15. medzinárodná vedecká konferencia Riešenie krízových situácií v špecifickom prostredí, ŽU, Žilina, 2. – 3. 06. 2010, p. 261-265

STUDY OF ELECTROSTATIC GENERATORS

Georgi Pavlov, Yvor Isaev, Martina Tomcheva
g_pavlov61@abv.bg, jzi1986@bv.bg

*Todor Kableshkov University of Transport
158 Geo Milev str., 1574 Sofia,
BULGARIA*

Key words: *alternative energy sources, electrostatic generators, electrostatic induction.*

Abstract: *The report investigated the possibility of producing electricity through unconventional energy sources (electrostatic generators powered by RES – renewable energy source). They transform mechanical energy in to electrical. The generation charge is carried out in two ways: a tubular effect or electrostatic induction.*

This report shows a development of an electrostatic generator (ESG).

Through pre-designed and tested model is made generator with higher power. Construction and materials are optimized to in order to allow for optimal examination of the basic parameters and characteristics of the device and its efficiency.

The main purpose after successfully design, construction and testing the generator has to be analyzed possibilities for its application field of energy, transportation and education.