

Автономен асинхронен генератор – обосновка, изработка и изпитания

Георги Р. Георгиев

Autonomous asynchronous generator – justification, development and testing Regardless of the supremacy of the synchronous generator compared to the asynchronous one (as to efficiency quotient, rigidity of voltage frequency) in the majority of cases, in the practice there are conditions in which the asynchronous generator competes and may even surpass the synchronous one. Therefore a real model of such generator has been reviewed, developed and tested hereunder.

An attempt has been made to achieve the minimum price and to justify the opportunity for its manufacture.

Key words: asynchronous generator, voltage, frequency, autonomous generator, characteristics.

ВЪВЕДЕНИЕ

Основният принцип, на който се подчиняват електричните машини е тяхната обратимост. Но всеки вид от тях е намерил (по технико-икономически съображения) разпространение главно в един от основните режими – като генератор, или като електродвигател. Има области на приложение (конкретни изисквания), които променят съотношението “предимства – недостатъци” за двата режима. Тогава се налага използването на другия, нека го наречем “нетрадиционен” режим на работа.

Типичен пример е обектът на тази разработка – асинхронната машина. Поради издръжливост, надеждност, масогабаритни и стойностни показатели, тя е разпространена в широката практика преди всичко като двигател. Обратно - синхронната машина е разпространена предимно като генератор и това се е наложило (въпреки че тя отстъпва на асинхронната по цена и надеждност), поради малко по-високия коефициент на полезно действие (к.п.д.). Той, в съчетание с огромните мощности на синхронните генератори и с непрекъснатия им режим на работа (24 часа в денонощието, 365 дни в годината), а също и с независимостта на честотата на генерираното напрежение от натоварването (докато машината е в синхронизъм), определят икономическата изгода от използването им в електроцентралите.

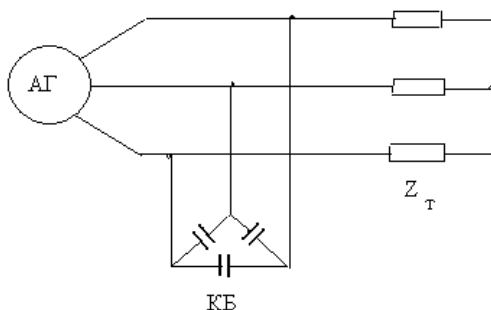
Когато обаче става въпрос за производство на електроенергия с по-малка мощност, при това за ограничено време, то икономическата обосновка се преобръща и сочи предимство на асинхронната машина. Ако към това се прибави и непретенциозността на голяма част от битовите и селскостопански потребители (отоплителни, осветителни уреди и пр.) към честотата на електроенергията, предимството става подчертано. И обяснява дълголетното производство на автономни асинхронни генератори от водещи фирми като “Филипс”, “Ямаха”, а напоследък и много други. Широкото разпространение на асинхронните машини, както и по-ниската им цена (в пъти) от синхронните, улеснява процеса на практическо приложение на асинхронните генератори.

Освен за производство на нова мотор-генераторна група с асинхронна машина (и двигател с вътрешно горене) съществува възможност за изработката на такава група и с “материали на клиента”, т.е. като се използват налични в потребителя асинхронни машини (бе споменати за масовото разпространение на асинхронните двигатели, а те в големи периоди от време бездействат), което би било изгодно за него. А и би повишило и използваемостта на наличната техника.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Работата на асинхронния генератор (АГ) е принципно известна. Известна е и нуждата от кондензаторни батерии - КБ за възбуждането и за нормалната работа на

генератора. Тези елементи са показани на принципната схема от фиг. 1.,



Фиг.1. Принципна схема АГ

Може да се посочи принципната възможност (с голяма област за използване), вместо трифазен, АГ да бъде еднофазен. В такъв случай като източник на реактивна енергия е рационално да се използват пусковите кондензатори, с които е комплектуван всеки еднофазен асинхронен двигател.

Уместно е и да се подчертаят особено големите възможности за ефективно приложение на автономните асинхронни генератори в селското стопанство. От една страна цените на стандартните по-мощни дизел-генератори със синхронни машини са доста високи (десетки хиляди Евро), а от друга страна там са налице много бездействащи през голяма част от годината асинхронни машини от една страна и трактори (или бракувани техника с изправни двигатели с вътрешно горене) – от друга. Те безпроблемно биха могли да се съвместят (след елементарни монтажни операции) и да произвеждат при нужда и на всяко едно място (дори на полето) електроенергия. Така биха се реализирали сериозни икономии от средства за закупуване на дизел – генератори, и от повишаване степента на използване на техниката. Не става въпрос за цялостно заместване на дизел – генераторите, а за частично такова – там, където такова е възможно и оправдано икономически.

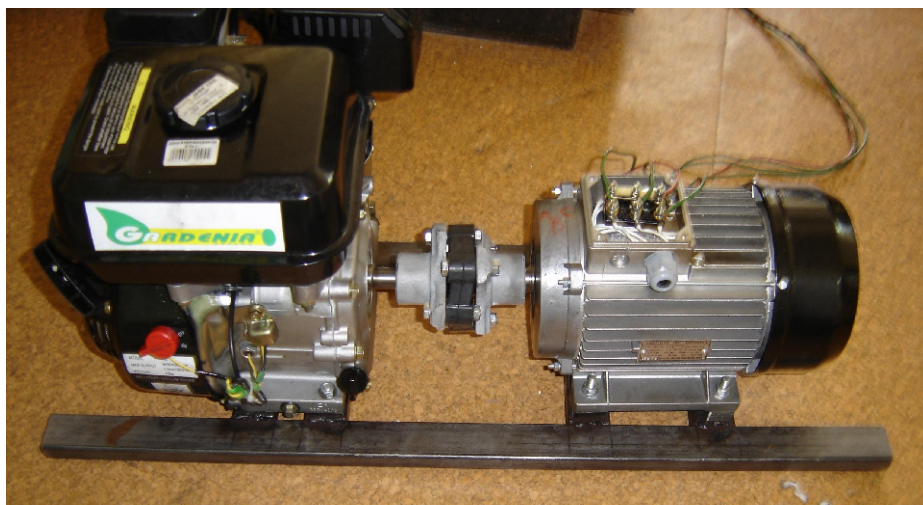
Възможно е и дори, един двигател с вътрешно горене, да бъде комплектуван с две асинхронни машини (еднофазна и трифазна), които да бъдат взаимозаменяеми, в зависимост от нуждите и консуматорите.

Изложеното позволява да се заключи, че е реално и без големи затруднения, да се достигне до внедряване в производството на инженерна разработка на действащ образец на АГ, с определена (и сериозна) област на практическо приложение. След изработване и изследване на такъв образец и определяне на негова реална и минимизирана цена, преди тръгване към евентуално производство е необходим проучвателен пазарен мениджмънт от специалисти и икономисти. Изгледите за положителни резултати и следващо от тях ориентиране към започване на производство на този етап изглеждат много добри.

След тази обосновка, бе преминато към подбор и закупуване на основните необходими възли и материали за изработката на автономен електроизточник с асинхронен генератор. По основно икономически съображения бе избрана трифазна асинхронна машина, обдуваем тип (А О) с мощност 3 kW. и честота на въртене на въртящото магнитно поле $[2] \ 3000 \text{ min}^{-1}$ (при честота на захранването 50 Hz).

Така избраните мощност и честота на въртене вече са в основата на избора на необходимия двигател с вътрешно горене. На този етап (отново с оглед възможно

по-ниска цена) е предпочетен бензинов такъв. Изхождайки от вече приетата базова мощност от 3 kW., след корегирането и с к.п.д. на АМ се получава необходима входяща механична мощност около 3,8 kW. В съответствие с практиката на водещите фирми производители [4, 5] се предвижда коефициент на сигурност от порядъка на 1,5 – 1,8. Това означава, че мощността на необходимия ДВГ трябва да бъде между 5,7 и 6,8 kW. (от 7,5 до 9 к.с.). След запознаване с гамата и цените на предлагани от различни фирми на пазара двигатели с вътрешно горене, мотивирано главно от стремеж към по-ниска цена, бе предпочетен двигател марка "GARDENIA", италиански лиценз (според продавача) с параметри: мощност 6,5 к.с. (4,8 kW.), и честота на въртене 3000 min^{-1} , работен обем 196 cm^3 и допълнителни технико – експлоатационни данни съгласно техническия паспорт. Бе оразмерен и изработен по поръчка съединител за двете машини и бе пристъпено към компоноване на мотор-генераторната група. Общият вид на получения образец личи на снимката от фиг.2



Фиг.2 Общ вид на моторгенератора

Последният основен елемент, който трябва да бъде избран за базовото комплектуване на системата е кондензаторната батерия. От литературата [1] е известна методиката за оразмеряването и. От нея за капацитета на всяка фаза (при максимален товарен ток около 4A (за мощност около 900вата на фаза) се получава:

$$C = \frac{4.220}{220^2 \cdot 3.14} = \frac{4}{220 \cdot 3.14} = 57 \mu\text{F}$$

Най-близката стойност на кондензатори за напрежение 450 волта, открита на пазара бе 50 μF и тя бе приета. Но експерименти бяха правени и за някои други стойности на капацитета, с цел проверка възможностите на системата.

Пробните пускания доказаха работоспособността на групата. След което бе преминато първоначално към самовъзбуждане на АГ. Без проблеми той се самовъзбуди до напрежения на празен ход в диапазона 220 – 250 – 300 V (в зависимост от честотата на въртене и стойността на кондензаторите). След това бе преминало към експериментално натоварване на АГ. Използван бе активен товар. Измервани бяха основните величини – генерирано напрежение, неговата честота и товарният ток на системата. Част от резултатите от експериментите са показани в табл.1. Някои основни кометари могат да се сведат до следното:

Таблица.1

C= 50 μF -тр.			C= 25 μF - тр.			C= 50 μF - зв.			C = 75 μF - зв.		
U_{ϕ} [V]	$I_{\text{ТОВ}}$ [A]	f [Hz]	U_{ϕ} [V]	$I_{\text{ТОВ}}$ [A]	f [Hz]	U_{ϕ} [V]	$I_{\text{ТОВ}}$ [A]	f [Hz]	U_{ϕ} [V]	$I_{\text{ТОВ}}$ [A]	F [Hz]
230	0	47	230	0	46	230	0	49	230	0	46
230	1	45	230	1	46	230	1,1	49	230	1	46
230	2	44	230	2	46	230	2	49,5	230	1,9	45,5
220	3	44	230	3,1	48	230	3	49,5	220	3	46
			225	3,7	46	220	3,9	50	215	3,9	45

Ако се съсредоточим (с оглед ограничения обем) само върху номиналния режим с капацитет 50 μF и свързване на кондензаторите в звезда, то е очевидно, че той осигурява електроенергия с очакваната мощност, със стандартното напрежение около 220-230 волта и стандартна честота – около 50 херца. Колебанията около тези стойности са незначителни, приемливи за всеки консуматор. Те при нужда могат да се избегнат, което обаче би оскъпило системата и затова не представлява интерес в този момент.

Макар и като неоптимални варианти, по-скоро разкриващи допълнителни възможности и качества на изпитвания асинхронен генератор, в таблицата са отразени и част от другите изпитани режими на работа. Би могло да се заключи, че в голяма степен те също ще удовлетворят изискванията на много консуматори. За тях може да се каже, че ако въртящият двигател с вътрешно горене е с по-голяма мощност (по-горе бе споменато, че практиката на производителите на мотор-генератори е мощността на ДВГ да е близо два пъти по-голяма от тази на генератора, а тук в стремеж към по-ниска цена, съотношението е около 15 и резерви съществуват), то честотата на генерираното напрежение ще се поддържа по-висока и близка до стандартните 50Hz . Макар че и честота между 45 и 50 Hz в много случаи е удовлетворителна. Тези режими на работа показват и допълнителни възможности за регулиране (настройване) на работните величини и характеристики.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основа литературните проучвания са доказани и практически реализирани възможностите за създаване на автономен АГ, с преимуществена област на приложение захранване на предимно битови консуматори с малки мощности. Изследвани са основните му работни режими и са снети характеристиките им. Те показват много добри възможности за използването на автономния асинхронен генератор. С това е доказана и неговата реална работоспособност. Предстоящо е окончателното дизайнерско оформяне като изделие и получаване на евентуална търговска цена, с оглед опит за производството му. И конкурентно способност на пазара.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Волдек, А.И., Електрически машини, София, Техника, 1971.

[2] Георгиев Г.Р. Г.С.Георгиев,Е.Н. Павлиянов, Д.Р.Иванов , Определяне напрежението на автономен асинхронен генератор посредством планиран експеримент, София, "Селскостопанска техника", 1999, кн.1

[3] Проспект "HONDA" - Paris, 77312 MARNE – LA – VALLEE,Cedex 2, tel. 60 05 90 12

[4] Prospekt "YAMAHA" –75018 Paris, Boulevard Ney, tel. 01 42 388 129

За контакти:

Доц.д-р Георги Р.Георгиев, "ТИЕ", Русенски университет "Ангел Кънчев", Тел.: 082 888 412, E-mail: grashkov@ru.acad.bg.

Докладът е рецензиран.