



(51) МПК  
*G05F 1/70* (2006.01)  
*H02J 3/18* (2006.01)  
*H02J 3/38* (2006.01)  
*H02P 9/46* (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2010134200/07, 16.08.2010

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
 16.08.2010

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 16.08.2010

(45) Опубликовано: 20.04.2012 Бюл. № 11

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2337465 C1, 27.10.2008. RU 2332779 C1, 27.08.2008. RU 47595 U1, 27.08.2005. GB 2142451 A, 18.01.1985. US 4677364 A, 30.06.1987. JP 4022195 A, 12.12.2007. EP 0749196 A2, 18.12.1996. WO 9505697 A1, 23.02.1995.

Адрес для переписки:

426069, г.Ижевск, ул. Студенческая, 11,  
 ФГОУ ВПО "Ижевская государственная  
 сельскохозяйственная академия"

(72) Автор(ы):

**Носков Виталий Александрович (RU),  
 Пантелеева Лариса Анатольевна (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное  
 образовательное учреждение высшего  
 профессионального образования "Ижевская  
 государственная сельскохозяйственная  
 академия" (RU)**

**(54) СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ АСИНХРОННОГО  
 ГЕНЕРАТОРА С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ ПРИ РАБОТЕ ПАРАЛЛЕЛЬНО С  
 СЕТЬЮ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области электротехники и может быть использовано в серийно выпускаемых асинхронных двигателях с короткозамкнутым ротором, используемых в качестве генераторов энергетических установок для преобразования механической энергии в электрическую. Технический результат - повышение эффективности работы асинхронного генератора, которая оценивается по его коэффициенту мощности. В способе повышение коэффициента мощности осуществляют перераспределение реактивной и активной составляющих тока внутри каждой фазы асинхронного генератора с короткозамкнутым ротором при его работе параллельно с сетью. Реактивная составляющая тока фазы уменьшается путем уменьшения линейного напряжения сети

относительно номинального линейного напряжения генератора на одну ступень из расчета:  $U_{\text{лин.сети}} = U_{\text{лин.ген.}} / \sqrt{3}$ , тем

самым создается возможность увеличения нагрузки генератора и повышения его коэффициента мощности. Активная составляющая тока фазы увеличивается в пределах номинального значения тока фазы при работе асинхронного генератора путем увеличения мощности, подводимой к валу асинхронного генератора со стороны его приводного двигателя энергетической установки для преобразования механической энергии в электрическую. В результате перераспределения реактивной и активной составляющих тока в пределах номинального тока фазы повышается коэффициент мощности асинхронного генератора. 2 табл.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

*G05F 1/70* (2006.01)*H02J 3/18* (2006.01)*H02J 3/38* (2006.01)*H02P 9/46* (2006.01)**(12) ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2010134200/07, 16.08.2010**(24) Effective date for property rights:  
**16.08.2010**

Priority:

(22) Date of filing: **16.08.2010**(45) Date of publication: **20.04.2012 Bull. 11**

Mail address:

**426069, g.Izhevsk, ul. Studencheskaja, 11, FGOU  
VPO "Izhevskaja gosudarstvennaja  
sel'skokhozjajstvennaja akademija"**

(72) Inventor(s):

**Noskov Vitalij Aleksandrovich (RU),  
Panteleva Larisa Anatol'evna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe obrazovatel'noe  
uchrezhdenie vysshego professional'nogo  
obrazovanija "Izhevskaja gosudarstvennaja  
sel'skokhozjajstvennaja akademija" (RU)**

**(54) METHOD TO INCREASE POWER RATIO OF ASYNCHRONOUS GENERATOR WITH SHORT-CIRCUITED ROTOR DURING OPERATION IN PARALLEL WITH GRID**

(57) Abstract:

FIELD: electricity.

SUBSTANCE: in the method to increase a power ratio reactive and active components of current are redistributed inside each phase of an asynchronous generator with a short-circuited rotor during its operation in parallel with the grid. The reactive component of the phase current is reduced by lowering the linear voltage of the grid relative to the rated linear voltage of the generator by one stage based on the following:

$U_{lin.grid} = U_{lin.gen.} / \sqrt{3}$ , therefore it becomes

possible to increase the generator load and its power ratio. The active component of the phase current increases within the limits of the rated value of phase current during operation of an asynchronous generator by increasing power supplied to a shaft of the asynchronous generator at the side of its drive engine of a power plant to convert mechanical energy into electrical one.

EFFECT: increased power ratio of an asynchronous generator.

2 tbl

Изобретение относится к электротехнике, в частности к серийно выпускаемым асинхронным двигателям с короткозамкнутым ротором, используемым в качестве генераторов энергетических установок для преобразования механической энергии в электрическую.

Асинхронные генераторы промышленностью не выпускаются, выпускаются серийно только асинхронные двигатели. Однако генераторный режим представляет определенный научный и практический интерес при использовании его в энергетических установках для преобразования механической энергии в электрическую.

При переводе асинхронного двигателя в режим генератора необходимо рассмотреть изменение его характеристик.

Эффективность использования асинхронной машины оценивается по коэффициенту мощности, определяемому отношением активной мощности к полной (результатирующей) мощности или равнозначно отношением активной составляющей тока к полному току фазы.

Асинхронная машина, подключенная к электрической сети, при работе как в режиме двигателя, так и в режиме генератора потребляет реактивную намагничивающую мощность, необходимую для создания магнитного поля машины, а также активную мощность для совершения работы (преобразования электрической энергии в механическую или механической в электрическую в зависимости от режима работы машины) [1]. При этом реактивная мощность и соответствующая ей реактивная составляющая тока дополнительно (нежелательно) нагружают как электрическую питающую сеть, так и фазную обмотку асинхронной машины. Поэтому для повышения эффективности работы асинхронной машины стремятся скомпенсировать реактивную мощность, а следовательно, и реактивную составляющую тока.

Известен способ повышения коэффициента мощности асинхронной машины, подключенной к электрической сети, путем компенсации реактивной мощности с помощью конденсаторов, присоединенных параллельно фазам машины. Каждая фаза асинхронной машины содержит индуктивные сопротивления. Реактивная мощность, потребляемая конденсатором, находится в противофазе с реактивной мощностью, потребляемой индуктивными сопротивлениями фазы, поэтому происходит компенсация общей реактивной мощности, потребляемой из сети. Такой способ компенсации реактивной мощности рассмотрен в учебнике [2].

Но этот известный способ позволяет скомпенсировать только ту составляющую реактивной мощности, которая передается по электрической сети от источника до потребителя, он не позволяет уменьшить реактивную мощность и реактивную составляющую тока внутри каждой фазы асинхронной машины и тем самым не позволяет увеличить коэффициент мощности асинхронного генератора.

Цель настоящего изобретения состоит в увеличении коэффициента мощности асинхронного генератора с короткозамкнутым ротором при работе параллельно с сетью.

Поставленная цель достигается посредством перераспределения реактивной и активной составляющих тока внутри каждой фазы асинхронного генератора и основывается на следующем.

Для серийно выпускаемых асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором, которые используются в качестве генераторов энергетических установок, нами установлены теоретические зависимости реактивной и активной составляющих тока

фазы.

Реактивная составляющая тока фазы зависит в основном прямо пропорционально от напряжения сети. Активная составляющая тока фазы зависит прямо пропорционально как от напряжения сети, так и от скольжения ротора, следовательно, путем воздействия на отношение напряжения сети к номинальному напряжению генератора и скольжение ротора в режиме генератора имеется возможность влиять на перераспределение активной и реактивной составляющих тока фазы.

Предлагаемый способ повышения коэффициента мощности асинхронного генератора с короткозамкнутым ротором при работе параллельно с сетью реализуется следующим образом.

Первое, что необходимо сделать в предлагаемом способе - это уменьшить реактивную составляющую тока фазы путем уменьшения напряжения сети относительно номинального напряжения генератора. С учетом имеющихся стандартных величин напряжений рекомендуется уменьшить линейное напряжение сети относительно номинального линейного напряжения генератора на одну ступень из расчета:  $U_{\text{линь.сети}} = U_{\text{линь.ген.}} / \sqrt{3}$ . Тем самым при работе генератора уменьшается

реактивная составляющая тока фазы вследствие уменьшения напряжения сети по отношению к номинальному напряжению асинхронного генератора.

Далее при работе асинхронного генератора параллельно с сетью увеличивается активная составляющая тока фазы до номинального значения путем увеличения активной мощности, подводимой к валу асинхронного генератора со стороны приводного двигателя генератора. В результате перераспределения реактивной и активной составляющих тока в пределах номинального тока фазы значительно повышает коэффициент мощности асинхронного генератора с короткозамкнутым ротором при работе параллельно с сетью. Процесс контролируется по увеличению частоты вращения и скольжения ротора, а также по загрузке асинхронного генератора до номинальной величины тока фазы.

Этот способ был экспериментально подтвержден на лабораторной установке, содержащей:

1) асинхронный двигатель типа АИМЛ71В4УЗ, работающий в качестве генератора и имеющий следующие номинальные значения:

- мощность 0,75 кВт,
- напряжение 380/220 В,
- ток 1,9/3,3 А,
- частота вращения ротора 1395 мин<sup>-1</sup>,
- коэффициент полезного действия 74%,
- коэффициент мощности 0,75,

2) приводной двигатель постоянного тока типа П21У4, имеющий следующие номинальные данные:

- мощность 1,0 кВт,
- напряжение 220 В,
- ток 6,14 А,
- частота вращения якоря 2200 мин<sup>-1</sup>,
- коэффициент полезного действия 74%.

При проведении экспериментов были проведены сравнительные испытания генератора при разных фазных напряжениях сети: при напряжении 220 В, равном

номинальному напряжению генератора, и при пониженных напряжениях сети 200, 180, 160, 140, 110 В.

Проводились измерения тока фазы  $I_{\phi}$ , мощности на выходе генератора  $P_{\text{вых}}$ , частоты вращения  $n$ , угла отклонения балансирующего механизма  $\alpha$ , по которому рассчитывался момент на валу асинхронного генератора.

По опытным данным были рассчитаны скольжение ротора  $S$ , момент на валу асинхронного генератора  $M_{\text{вх}}$ , мощность на валу  $P_{\text{вх}}$ , активная и реактивная составляющая токов  $I_{\text{ак}}$ ,  $I_{\text{реак}}$ , а также коэффициент мощности асинхронного генератора  $\cos\varphi$ .

Ниже в таблицах 1 и 2 для сравнения приведены опытные и расчетные данные, снятые при напряжении сети 220 и 110 В.

Таблица 1

Опытные и расчетные данные по испытанию асинхронного генератора при напряжении сети 220 В

Опытные данные				Расчетные данные					
$I_{\phi}$ , А	$P_{\text{вых}}$ , Вт	$n$ , мин <sup>-1</sup>	$\alpha$ , град.	$S$ , отн.ед.	$M_{\text{вх}}$ , Нм	$P_{\text{вх}}$ , Вт	$I_{\text{ак}}$ , А	$I_{\text{реак}}$ , А	$\cos\varphi$ , отн.ед.
1,80	0	1500	1,0	0	0,09	14,3	0	1,80	0
1,90	144	1514	14	-0,009	1,26	200,4	0,22	1,88	0,11
2,02	348	1526	28	-0,017	2,48	392,3	0,53	1,93	0,26
2,08	452	1534	36	-0,023	3,07	493,8	0,69	1,96	0,33
2,14	513	1541	42	-0,027	3,50	564,7	0,78	2,00	0,36
2,19	596	1548	51	-0,032	4,06	658,8	0,91	2,01	0,41
2,28	680	1558	60	-0,038	4,50	751,0	1,03	2,03	0,45

Таблица 2

Опытные и расчетные данные по испытанию асинхронного генератора при пониженном напряжении сети 110 В по отношению к номинальному напряжению генератора

Опытные данные				Расчетные данные					
$I_{\phi}$ , А	$P_{\text{вых}}$ , Вт	$n$ , мин <sup>-1</sup>	$\alpha$ , град.	$S$ , отн.ед.	$M_{\text{вх}}$ , Нм	$P_{\text{вх}}$ , Вт	$I_{\text{ак}}$ , А	$I_{\text{реак}}$ , А	$\cos\varphi$ , отн.ед.
0,62	0	1500	1,0	0	0,09	14,1	0	0,62	0
0,78	130	1538	13	-0,025	1,17	188,4	0,40	0,67	0,51
0,97	225	1553	20	-0,035	1,79	291,0	0,68	0,70	0,70
1,19	300	1580	26	-0,053	2,29	378,8	0,91	0,77	0,76
1,33	345	1600	30	-0,067	2,61	437,3	1,05	0,82	0,79
1,67	450	1640	38	-0,093	3,22	552,9	1,35	0,97	0,81
2,20	590	1692	52	-0,128	4,12	730,0	1,78	1,27	0,81

При рассмотрении данных таблиц 1 и 2 видно следующее:

1. При напряжении сети, равном номинальному напряжению генератора 220 В, при скольжении  $S=0$  реактивная составляющая тока имеет значения 1,8 А, что составляет 94,7% от номинального значения тока фазы, это ограничивает нагрузку генератора.

2. При снижении напряжения сети в 2 раза реактивная составляющая тока фазы при скольжении  $S=0$  приобрела значение 0,62 А, что составляет всего 32,6%, это дает возможность значительно увеличить нагрузку генератора.

3. При снижении напряжения сети относительно номинального напряжения генератора произошло перераспределение реактивной и активной составляющих тока фазы в пределах номинального значения, значительно повысился коэффициент мощности, тем самым подтвердилось достижение поставленной цели при предлагаемом способе повышения коэффициента мощности асинхронного генератора с короткозамкнутым ротором при работе параллельно с сетью.

Источник информации

1. Вольдек, А.И. Электрические машины. - М.: Энергия, 1974.
2. Бессонов, Л.А. Теоретические основы электротехники. - М.: Высшая школа, 1961.

### Формула изобретения

5       Способ повышения коэффициента мощности асинхронного генератора с короткозамкнутым ротором при работе параллельно с сетью, отличающийся тем, что, с целью повышения эффективности его работы, проводится перераспределение реактивной и активной составляющих тока внутри каждой фазы асинхронного  
10 генератора; реактивная составляющая тока фазы уменьшается путем уменьшения линейного напряжения сети относительно номинального линейного напряжения генератора на одну ступень из расчета:  $U_{\text{лин.сети}} = U_{\text{лин.ген.}} / \sqrt{3}$ , тем самым создается возможность увеличения нагрузки генератора; активная составляющая тока фазы  
15 увеличивается в пределах номинального значения тока фазы при работе асинхронного генератора путем увеличения мощности, подводимой к валу асинхронного генератора со стороны его приводного двигателя энергетической установки для преобразования механической энергии в электрическую.

20

25

30

35

40

45

50