



УКРАЇНА

(19) UA (11) 95048 (13) C2

(51) МПК
H02K 21/38 (2006.01)
H02K 21/48 (2006.01)
H02P 9/10 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ІНДУКТОРНИЙ ДУГОВИЙ ЕЛЕКТРОГЕНЕРАТОР

1

2

(21) a201012001
(22) 11.10.2010
(24) 25.06.2011
(46) 25.06.2011, Бюл.№ 12, 2011 р.
(72) ТРЕГУБ МИКОЛА ІЛАРІОНОВИЧ, КОЗИРСЬКИЙ ВОЛОДИМИР ВІКТОРОВИЧ
(73) ТРЕГУБ МИКОЛА ІЛАРІОНОВИЧ, КОЗИРСЬКИЙ ВОЛОДИМИР ВІКТОРОВИЧ
(56) EP 0905867 A2, 31.03.1999
DE 19848790 A1, 29.04.1999
UA 6009 U, 15.04.2005
UA 25813 U, 27.08.2007
UA 44612 U, 12.10.2009
UA 32851 U, 10.06.2008
SU 129725 A1, 1960
RU 65312 U1, 27.07.2007
(57) Індукторний дуговий електрогенератор, що містить нерухомий статор, який складається з корпусу та магнітопроводу із постійними магнітами й

обмотками на ньому, та кільцеподібний ротор з феромагнітними зубцями, який відрізняється тим, що в магнітопроводі статора спинка виконана дугоподібною, а стрижні встановлені радіально і по обидва боки кожного із стрижнів однойменними полюсами закріплені постійні магніти, кількість яких на один більше, ніж стрижнів, якірні обмотки розміщені на кожному стрижні над магнітами з боку повітряного зазору, а обмотки збудження - на тих же стрижнях і встановлені нижче від магнітів з боку спинки магнітопроводу, ширина феромагнітних зубців ротора та проміжки між ними мають розмір, який відповідає розміру дуги між центральними осями сусідніх стрижнів статора у повітряному зазорі, при цьому виводи кожної якірної обмотки підключені до автоматичного комутаційного пристрою, а корпус статора встановлений на регуляторах повітряного зазору, які виконані гвинтовими.

Винахід належить до електротехніки, зокрема до електричних синхронних генераторів індукторного типу, які можуть використовуватися в різних галузях народного господарства для перетворення механічної енергії в електричну, наприклад, у вітроелектричних установках.

Відомі різні типи і інструкції генераторів для перетворення механічної енергії в електричну [Іванов-Смоленский А.В. Электрические машины: Учебник для вузов / А.В. Иванов-Смоленский, М.: Энергия, 1980 - 928с.]. За принципом роботи це можуть бути електрогенератори постійного струму, або синхронні та асинхронні електричні машини змінного струму. Однак синхронні електрогенератори потребують сталої та досить високої частоти обертання механічного приводу і суттєвих затрат приводної потужності на збудження магнітного поля ротора. Крім того струм в обмотку ротора подається через обертові контактні кільця та нерухомі металографітові щітки, які потребують постійного догляду. Подібні недоліки мають також асинхронні електричні машини та генератори

постійного струму. Тому для спеціальних типів електрогенераторних установок використовують безконтактні електричні машини, наприклад, [Бут Д.А. Бесконтактные электрические машины / Д.А. Бут - М.: Высш. шк., 1990. - 416с.] та електричні генератори з постійними магнітами [Балагуров В.А. Электрические генераторы с постоянными магнитами / В.А. Балагуров, Ф.Ф. Галатеев. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 280с.]. Одним із варіантів безконтактного електричного генератора з постійними магнітами та обмоткою збудження є відома конструкція [Безконтактный комбинированный электрогенератор. UA, пат. на корисну модель, №44612 МПК (2009) H02K21/00, опубл. 12.10.2009, бюл. №19]. В такому генераторі поєднані переваги застосування постійних магнітів та нерухомої безконтактної обмотки збудження. Але для використання, наприклад, на вітроелектричних установках в таких генераторах не повністю задовольняються вимоги максимальної простоти і надійності та високої енергетичної ефективності перетворення механічної енергії з великими змінами крутного мо-

(13) C2

(11) 95048

(19) UA

менту і частоти обертання приводу. Відомі також прості й високонадійні синхронні індукторні електрогенератори, які застосовуються в авіації та вітроенергетиці [Неисчерпаемая энергия. Кн. 1. Ветроэлектрогенераторы. / В.С. Кривцов, А.М. Олейников, А.И. Яковлев. - Учебник. Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», Севастополь: Севаст. Нац. тех. ун-т, 2003. - 400с.]. Однією з найбільших переваг індукторних генераторів вважається відсутність магнітних матеріалів та обмоток та роторі. Але генератори індукторного типу мають нижчий коефіцієнт використання магнітного потоку, а відповідно й гірші масогабаритні показники, ніж звичайні синхронні генератори. До того ж всі типи електрогенераторів серійного виконання потребують високої частоти обертання ротора, що на вітроустановках принципово важко забезпечити без значних втрат енергії в механізмах мультиплікації. Тому для зменшення таких енергетичних втрат застосовують безредукторні вітроенергетичні установки, наприклад. [Безредукторна вітроенергетична установка. UA, патент на кор. мод. №32851, F03D 1/00, опубл. 10.06. 2008, бюл. № 11], в якій застосовано ротор великого діаметра та дугоподібний статор. Принциповою перевагою генератора є можливість без передавальних механізмів досягати високих колових швидкостей ротора великого діаметра, а відповідно й більших ЕРС. Крім того дугоподібний статор досить компактний і встановлюється в нижній частині кола обертання лопатей вітродвигуна, що полегшує обслуговування та регулювання. Але у відомих конструкціях дугових індукторних генераторів недостатньо вирішена проблема мінімізації затрат енергії на збудження та можливість широкого діапазону енергоефективного регулювання його напруги й потужності.

Найбільш близьким за технічним принципом та конструкцією (прототипом) є тихохідний електрогенератор [UA, патент на кор. мод. №25813, МПК (2006), H02K21/00, опубл. 27.08.2007, бюл. №13], в якому за рахунок розташування комутаторних феромагнітних осердь на ободі колеса досягається генерування електроенергії без використання мультиплікатора при невеликих обертах. В цьому генераторі робочі якірні обмотки та постійні магніти встановлені нерухомо на статорі, що також є спільною ознакою з пропонованою конструкцією. Однак постійні магніти встановлені різнойменними полюсами до осердя з якірною обмоткою, що послаблює робочий магнітний потік через зовнішні полюсні башмаки. Крім того збудження здійснюється лише постійними магнітами без можливості регулювання. Якірні обмотки виконані також без можливості переключення їх загальної схеми. До того ж виконання повного статора навколо обода робочого колеса великого діаметра технічно складне і матеріалозатратне.

Задачею винаходу є підвищення енергетичної ефективності та розширення діапазону регулювання напруги і потужності електрогенератора.

Поставлена задача досягається тим, що індукторний генератор виконаний з дугоподібним статором, який складається з корпусу та магнітопроводу, в якого радіально встановлені стрижні

одночасно є полюсами постійних магнітів, встановлених між ними, а якірні обмотки статора і обмотка збудження намотані на кожному стрижні відповідно вище і нижче від магнітів. Індукторні феромагнітні зубці ротора встановлені на обертовому ободі вітротурбіни, виготовленому з неферомагнітного матеріалу. Ширина феромагнітних зубців ротора та проміжки між ними мають розмір, який відповідає розміру дуги між центральними осями сусідніх стрижневих полюсів статора у повітряному зазорі. Якірні обмотки статора з відводами встановлені на стрижнях магнітопроводу над магнітами біля повітряного зазору та підключені до електричного комутатора, а обмотки збудження намотані на кожному з тих же стрижнів магнітопроводу, але нижче від магнітів і підключені до регулятора напруги. Корпус дугоподібного статора встановлений на регуляторах повітряного зазору, які виконані гвинтовими.

Схематичне зображення запропонованого індукторного дугового електрогенератора показано на кресленні. Дугоподібний статор складається з штампованого магнітопроводу 1, в якому спинка 2 виконана дугоподібною, а стрижні 3 - секторної форми відносно центра обертання ротора 4. По обидва боки кожного із стрижнів одноіменними полюсами закріплені постійні магніти 5, кількість яких на один більше, ніж стрижнів. На кожному стрижні також встановлені якірні обмотки 6, розташовані над постійними магнітами 5 з боку повітряного зазору δ ротора 4, а обмотки збудження 7 закріплені на тих же стрижнях під магнітами біля спинки магнітопроводу. Корпус статора 8 встановлений на регуляторах 9, які виконані гвинтовими, повітряного зазору δ . Ротор генератора 4 складається з обертового кільцеподібного обода 10, виготовленого з неферомагнітного матеріалу та закріплених на ньому феромагнітних осердь-зубців 11, ширина яких і проміжки між ними мають розмір, який відповідає розміру дуги між центральними осями стрижнів статора 3 у повітряному зазорі. Виводи якірних обмоток 6 на різних полюсах, позначені (а-х, в-у), та обмоток збудження 7 приєднані відповідно до автоматичного комутаційного пристрою 12, наприклад мікропроцесорного комутатора, та регулятора напруги 13.

Принцип роботи електрогенератора запропонованої конструкції полягає в тому, що при нерухомому роторі 4 в обмотках 6 відсутня електрорушійна сила (ЕРС), а комутатор 12 тримає послідовно сполученими всі ці обмотки на однойменних полюсах для забезпечення максимальної кількості активних витків, а відповідно і найбільшої ЕРС на початку руху. Струм в обмотках збудження 7 в цей час також відсутній. Оскільки в магнітопроводі стрижні 3 без зазорів сполучені через спинки 2 між собою, то основний магнітний потік від постійних магнітів 5 замикається між різнойменними полюсами через стрижні і спинки, що максимально послаблює силу магнітного притягування феромагнітних осердь ротора і полегшує його пуск. Це дуже важливо, наприклад у вітроелектрогенераторах для пуску при малих швидкостях вітру. При появі мінімально необхідного крутного моменту ротор починає обертатися і за рахунок частини

магнітного потоку постійних магнітів через сусідні стрижні, зазори та феромагнітні осердя ротора 11 в якірних обмотках 6 індукуються сумарна ЕРС бо всі однойменні обмотки включені послідовно. Від мікропроцесорного комутатора 12 через регулятор напруги 13 в обмотки збудження 7 починає надходити струм збудження, створюючи у стрижнях 3 магнітний потік тієї ж полярності, що й від постійних магнітів. Тоді магнітний потік постійних магнітів витісняється із спинок і сумарний робочий магнітний потік проходить через стрижні, повітряні зазори та феромагнітне осердя ротора, що викликає збільшення ЕРС і потужності генератора. При подальшому зростанні частоти обертів і крутого моменту ротора комутатор 12 переключує спочатку секції обмоток, а далі переключує схему сполучення обмоток 6 з послідовної на паралельну з відповідною кількістю паралельних груп. Таким чином підтримується задана регульована напруга і збільшується потужність за рахунок зростання струму в паралельно включених обмотках. Кількість ступенів зміни рівнів потужності залежить від загальної кількості полюсних стрижнів, чи якірних обмоток на них.

Запропонований індукторний дуговий електрогенератор на відміну від прототипів має технічні можливості подавати в обмотку збудження не про-

сто випрямлений струм, а відповідні зміщені імпульси струму, що дозволяє мінімізувати магнітні потоки розсіювання при одночасному збільшенні ЕРС.

Приклад виконання запропонованої конструкції електрогенератора. Запропонований дуговий індукторний електрогенератор виготовлений з приводом від лопатевого ротора вітроустановки, виконаної, як описано [UA, патент на кор. мод. №32851, F03D 1/00, опубл. 10.06.2008, бюл. №11].

Феромагнітні осердя-зубці ротора виготовлені з коротких пакетів електротехнічної сталі та закріплені на алюмінієвому ободі інерційного кільця діаметром 2 м. Дугоподібний статор закріплений на поворотній стійці вітродвигуна, пакет листів магнітопроводу виготовлений з електротехнічної сталі, а обмотки з мідного емальованого дроту. Корпус кріплення магнітопроводу виготовлений з немагнітної нержавіючої сталі, встановлений на поворотній стійці на регульовальних гвинтах. Мікропроцесорний комутатор з регулятором напруги виконаний на базі серійних програмованих блоків.

Аналогічно запропонований електрогенератор може встановлюватися також на вітроустановках з вертикальною віссю або на гідравлічних тихохідних турбінах.

