



УКРАЇНА

(19) UA (11) 94714 (13) C2
(51) МПК (2011.01)
B64D 15/00
B64D 41/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СХЕМА ЕЛЕКТРИЧНОГО ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ НА ЛІТАЛЬНОМУ АПАРАТІ ДЛЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО УСТАТКУВАННЯ, ЯКЕ ВКЛЮЧАЄ ПРОТИОБЛІДНОВАЛЬНУ СХЕМУ

1

2

(21) а200801143

(22) 30.01.2008

(24) 10.06.2011

(31) 0752986

(32) 31.01.2007

(33) FR

(46) 10.06.2011, Бюл.№ 11, 2011 р.

(72) БУДІАФ РАШІД, FR, ШТУЦ АНТУАН ЖАН-БАПТИСТ, FR

(73) ІСПАНО СЮІЗА, FR

(56) UA 73844 C2; 15.09.2005

RU 2093426 C1; 20.10.1997

US 6992403 B1; 31.01.2006

US 2566618 A; 04.09.1951

FR 2281273 A1; 05.03.1976

US 6769874 B2; 03.08.2004

(57) 1. Схема електричного енергопостачання на літальному апараті, що містить мережу (17) для розподілу електрики на борту літального апарата і живлення електричного устаткування (5b), яке знаходиться у двигуні літального апарата або в оточенні згаданого двигуна, яка **відрізняється** тим, що електричне устаткування містить навантаження (5b) гондоли, сполучені з шиною (35) розподілу напруги постійного струму, при цьому згадана шина (35) сполучена зі схемою (34) перетворювача напруги, що живиться згаданою мережею (17) розподілу, схема електроживлення включає генератор (27) енергопостачання, вбудований у двигун літального апарата для живлення протиобліднувальної схеми (5a), а протиобліднувальна схема (5a) містить щонайменше один електричний опір (61) для розсіювання електрики, яка, по можливості, повертається в шину (35) розподілу напруги постійного струму щонайменше деякими з навантажень гондоли.

2. Схема енергопостачання за п.1, яка **відрізняється** тим, що згадана протиобліднувальна схема (5a) сполучена безпосередньо із згаданим генератором (27) енергопостачання для отримання напруги змінного струму.

3. Схема енергопостачання за п.1, яка **відрізняється** тим, що генератор (27) енергопостачання є спеціалізованим генератором з фазним ротором.

4. Схема енергопостачання за п.1, яка **відрізняється** тим, що вона включає генератор (28) з постійними магнітами, механічно зв'язаний із згаданим генератором (27) енергопостачання, причому згаданий генератор (28) з постійними магнітами виконаний з можливістю живлення щонайменше одного блока (30) управління двигуном для електронного регулювання цього двигуна.

5. Схема енергопостачання за п.4, яка **відрізняється** тим, що згаданий щонайменше один блок (30) управління двигуном сполучений із згаданим генератором (28) з постійними магнітами для отримання напруги змінного струму.

6. Схема енергопостачання за п.4, яка **відрізняється** тим, що згаданий генератор (28) з постійними магнітами живить велику кількість блоків (30) управління двигуном, причому живлення цих блоків здійснюється безпосередньо через схеми (32) сполучення.

7. Схема енергопостачання за п.4, яка **відрізняється** тим, що генератор (27) енергопостачання є машиною з фазним ротором, причому згаданий генератор (28) з постійними магнітами відповідає ступеню з постійними магнітами згаданої машини з фазним ротором.

8. Схема енергопостачання за п.1, яка **відрізняється** тим, що вона включає:

- вхід (32), сполучений з мережею (17) розподілу електрики, для отримання напруги змінного струму, при цьому згаданий перетворювач (34) напруги сполучений із згаданим входом (32) для перетворення напруги змінного струму, що подається мережею (17) розподілу електрики, у напругу постійного струму, і

- перемикач (33) для подачі напруги, яка подається згаданим перетворювачем (34) в шину (35) розподілу напруги постійного струму.

9. Літальний апарат, який включає схему електричного енергопостачання за будь-яким з пп.1-8.

(19) UA (11) 94714 (13) C2

Винахід стосується подачі електрики на електричне устаткування в двигуні літального апарата і/або в оточенні.

Більш конкретно, областю застосування винаходу є двигуни літаків, зокрема, газотурбінні двигуни. Крім цього, винахід застосовується також у двигунах вертольотів.

Термін "електричне устаткування в двигуні літального апарату або в його оточенні" вживається в даному описі, охоплюючи не тільки електричне устаткування, яке використовується для забезпечення роботи двигуна, але і електричне устаткування, зв'язане з гондолою двигуна, наприклад, таке, як протиобліднювальні або антиобліднювальні електричні схеми, такі, як схеми для антиобліднювальної системи гондоли (АСГ) або виконавчих механізмів, призначених для використання в системі відкриття капота двигуна з реверсом тяги (СВКДРТ), або електромеханічних виконавчих механізмів, призначених для використання в електричній схемі системи управління включенням реверсу тяги (СУВРТ) для газотурбінного літакового двигуна, або навіть схеми, зв'язані з крилом, несучим двигун, наприклад, такі, як протиобліднювальні або антиобліднювальні електричні схеми крил літаків.

Традиційна схема отримання і розподілу електрики з газотурбінного літакового двигуна показана на Фіг.3.

Два генератори 111a, 111b (або більша їх кількість, що передбачається в цілях надмірності або оптимізації генерації електрики, залежно від міркувань застосування) встановлено на допоміжному редукторі 113, який механічно зв'язаний з валом турбіни двигуна. Генератори 111a, 111b, як правило, є стартерами-генераторами (С/Г), що містять синхронний генератор, який зв'язаний із збудженням і який подає напругу змінного струму на частоті, яка змінюється залежно від швидкості двигуна, вузол збудження і синхронний генератор, керований з можливістю роботи в режимі синхронного електродвигуна під час запуску турбіни.

Напруги змінного струму, що подаються генераторами 111a, 111b, передаються по лініях 115a, 115b в електричну мережу 117 для розподілу електрики на борту літака, яка називається "бортовою мережею". Схема 119 бортової мережі, сполучена з лініями 115a, 115b, подає змінний струм (AC) з регульованою напругою змінного струму, яка, як правило, знаходиться на рівні 115 вольт змінного струму (115V AC) або 230V AC, по одній або декількох шинах розподілу. Схема 119 також живить перетворювач 121 напруги, який подає регульовану напругу постійного струму (DC), яка, як правило, знаходиться на рівні 270 вольт постійного струму (V DC) або $\pm 270V$ DC по одній або декількох шинах. Напруги, що подаються схемами 119 і 121, живлять різні електричні навантаження на борту літака, які знаходяться головним чином в зоні його фюзеляжу.

Зв'язаний з двигуном повністю автономний блок 143 управління двигуном (БУД) живиться за допомогою генератора 127, такого, як генератор з постійними магнітами або генератор змінного струму з постійними магнітами (ГЗСПМ), встанов-

лений на редукторі 113. БУД 143 також сполучений з однією із схем 119, 121, наприклад, із схемою 119 джерела регульованої напруги змінного струму, гарантуючи її електроживлення до тих пір, поки двигун не досягне швидкості, яка виявиться достатньою для забезпечення подачі необхідної електрики за допомогою ГЗСПМ 127, або у разі відмови ГЗСПМ. БУД 143 споживає одержувану електрику для забезпечення роботи своїх компонентів і для збудження різних елементів двигуна, таких, як датчики або зонди, виконавчі механізми або клапани рульового управління, які вимагають електричної потужності в обмежених кількостях.

В даний час існує тенденція до все більшої і більшої заміни гідравлічної енергії електричною енергією для приведення в дію різних елементів електричного устаткування у двигуні літального апарата або в його оточенні. Наприклад, деякі літаки оснащені реверсами 147 тяги з електричним приводом. Таким чином, схема включає перетворювачі 133 напруги змінного струму у напругу постійного струму, що мають входи, сполучені з бортовою мережею 117 безпосередньо через лінії 145, 149, 151 електроживлення, що мають виходи, сполучені з такими реверсами 147 тяги, а також із статичним устаткуванням, таким, як схеми 153, 155 для видалення льоду з гондоли двигуна і крила, несучого двигун.

Подача електрики з мережі на борту літального апарата до різних навантажень зовні фюзеляжу за допомогою ліній електроживлення, які повинні бути виконані дуже надійними і повинні бути ізольованими лініями, вага і об'єм яких значні, обумовлюють ризик того, що розміри стануть чинником визначальним або навіть забороняючим, якщо кількість живленого устаткування збільшується, а сама подача є джерелом електричних втрат, якими не можна нехтувати.

Задача винаходу полягає в тому, щоб розробити схему електричного енергопостачання, яка не характеризується згаданим недоліком і яка гарантує живлення великої кількості одиниць електричного устаткування в двигуні літального апарата і/або в його оточенні.

Ця задача вирішується за допомогою схеми електричного енергопостачання на літальному апараті, яка містить мережу для розподілу електрики на борту літального апарата і живлення електричного устаткування, що знаходиться в двигуні літального апарата або в оточенні згаданого двигуна, причому згадане електричне устаткування містить навантаження гондоли, сполучені з шиною розподілу напруги постійного струму, при цьому згадана шина сполучена зі схемою перетворювача напруги, живленою згаданою розподільною мережею, і згадана схема енергопостачання додатково містить генератор енергопостачання, вбудований у двигун літального апарата для живлення протиобліднювальної схеми, а згадана протиобліднювальна схема містить щонайменше один електричний опір для розсіювання електрики, який, по можливості, повертається у шину розподілу напруги постійного струму щонайменше деякими з навантажень гондоли.

Таким чином, схема згідно з винаходом, за-

безпечена можливість зменшити довжину кабелю для передачі електрики в протиобліднювальну схему. Крім того, кабель, що передає електрику з мережі розподілу електрики на борту літака, може мати малий діаметр. Це дає можливість оптимізувати вагу і об'єм кабелів. Крім цього, протиобліднювальна схема не накладає ніяких регулювальних обмежень, і тому генератор енергопостачання може мати конфігурацію, яка проста, є стійкою до зовнішніх дій, компактна і обумовлює малу вагу. Крім цього, немає необхідності мати електричний опір, що призначається виключно для розсіювання електрики, яка може бути повернена в шину розподілу напруги постійного струму електричними виконавчими механізмами в гондолі. Це додатково зменшує вагу і гарантує економію електрики.

Згадана протиобліднювальна схема переважно сполучена безпосередньо із згаданим генератором енергопостачання для отримання напруги змінного струму.

Таким чином, схема згідно з винаходом гарантує, що протиобліднювальна схема (яка є чисто резистивною) отримує напругу змінного струму без перетворення напруги змінного струму в напругу постійного струму, що гарантує зменшення втрат потужності, а також зменшення габаритів і ваги схеми.

Згідно з іншим аспектом даного винаходу, згаданий генератор енергопостачання є спеціалізованим генератором з фазним ротором.

Тому генератор енергопостачання виявляється простим і стійким до зовнішніх дій.

Схема енергопостачання переважно включає генератор з постійними магнітами (генератор змінного струму з постійними магнітами ГЗСПМ), механічно зв'язаний із згаданим генератором енергопостачання, причому згаданий генератор з постійними магнітами виконаний з можливістю живлення щонайменше одного блока управління двигуном (БУД) для електронного регулювання цього двигуна.

Таким чином, генератор з постійними магнітами (ГЗСПМ), що живить блок управління двигуном (БУД) для електронного регулювання двигуна, з'єднаний з генератором, що живить протиобліднювальну схему.

Згаданий щонайменше один блок управління двигуном (БУД) переважно сполучений із згаданим генератором з постійними магнітами для отримання напруги змінного струму. Це гарантує спрощення схеми.

Згаданий генератор з постійними магнітами переважно живить велику кількість блоків управління двигуном, причому живлення цих блоків здійснюється, наприклад, через засіб сполучення.

Згідно з ознакою даного винаходу, генератор енергопостачання є машиною з фазним ротором, а згаданий генератор з постійними магнітами відповідає ступеню з постійними магнітами згаданої машини з фазним ротором. Таким чином, з'являється можливість заощадити на щонайменше одному вихідному валу допоміжного редуктора.

Схема енергопостачання переважно включає:

- вхід, сполучений з мережею розподілу електрики, для отримання напруги змінного струму, при цьому згаданий перетворювач напруги сполучений

із згаданим входом для перетворення напруги змінного струму, що подається мережею розподілу електрики, у напругу постійного струму, і

- перемикач для подачі напруги, що подається згаданим перетворювачем, в шину розподілу напруги постійного струму.

Таким чином, схема дає можливість мати захищений електричний вузол, що знаходиться в оточенні двигуна, для живлення навантажень, вбудованих у двигун або розташованих в його оточенні, при цьому для гарантії наявності електрики в електричній мережі двигуна є лише одна ланка, що зв'язує з електричною мережею на борту літального апарата. Крім того, перетворювач може мати розміри, відповідні всьому електричному устаткуванню, за винятком протиобліднювального устаткування, що приводить до зменшення габаритів перетворювача.

Винахід також забезпечує створення літального апарату, що включає вищеописану схему енергопостачання.

Винахід очевидний з нижченаведеного опису, що приводиться як необмежувальний приклад з посиланнями на прикладні креслення, на яких:

Фіг.1 - істотно спрощений вигляд системи згідно з винаходом для електричного енергопостачання устаткування і управління ним у двигуні літального апарата і в його оточенні;

Фіг.2 - більш докладний вигляд устаткування пристрою електричного енергопостачання згідно з Фіг.1; і

Фіг.3 - описане вище, істотно спрощене представлення відомої схеми для вироблення і розподілу електрики на літальному апараті.

Докладний опис варіантів здійснення винаходу

На Фіг.1 представлена принципова схема електричного енергопостачання і управління комплектом 5 елементів електричного устаткування 5a і 5b у двигуні літального апарата і в його оточенні, зокрема, у зв'язку з газотурбінним літаковим двигуном.

Схема згідно з Фіг.1 містить щонайменше один генератор 11, такий, як стартер-генератор (С/Г), встановлений на допоміжному редукторі (позначеному позицією 13), який механічно зв'язаний з валом турбіни двигуна (не показаний). Напруга змінного струму, що подається генератором (генераторами) 11 типу С/Г, передається по одній або декількох лініях 15 в електричну мережу 17 для розподілу електрики на борту літака, що називається "бортовою мережею". Схема 19 бортової мережі подає в одну або декілька шин розподілу напругу змінного струму, яка, як правило, знаходиться на рівні 115V AC або 230V AC і має частоту, яка змінюється залежно від швидкості обертання вала турбіни. Схема 19 також може здійснювати живлення перетворювача 21 напруги, який подає регульовану напругу постійного струму, який, як правило, знаходиться на рівні 270V DC або $\pm 270V$ DC по одній або декількох шинах. Напруги, що виробляються схемами 19 і 21, живлять різні електричні навантаження в зоні фюзеляжу літака.

Згідно з винаходом схема енергопостачання містить зв'язаний з двигуном (позначений позицією 23) генератор 27 енергопостачання, вбудований у

літаковий двигун для живлення схеми для антиобліднювальної системи гондоли (АСГ) двигуна, яка позначається позицією 5а, яку також називають протиобліднювальною, або схеми для видалення льоду з крила, несучого двигун.

Це робить можливим укорочення довжини кабелю, що подає електрику в протиобліднювальну схему 5а. Слід відзначити, що кабель, з'єднаний з резистивною протиобліднювальною схемою 5а, має діаметр, який є більшим у порівнянні з діаметрами кабелів, сполучених з іншими елементами електричного устаткування. Таким чином, зменшення довжини кабелю цього типу служить для зменшення ваги і об'єму кабелів, необхідних для передачі електрики до навантажень, які є зовнішніми по відношенню до фюзеляжу. Крім того, оскільки протиобліднювальна схема 5а є чисто резистивною, вона не вимагає ніяких конкретних регулювальних обмежень, і тому генератор 27 енергопостачання, наприклад, генератор того типу, який має спеціалізований фазний ротор, може бути конфігурацією, яка є простою, стійкою до зовнішніх дій, компактною і має малу вагу.

Крім цього, протиобліднювальна схема 5а може бути сполучена безпосередньо з генератором 27 енергопостачання, щоб одержувати напругу змінного струму. Таким чином, немає необхідності мати перетворювач напруги для перетворення напруги змінного струму у напругу постійного струму. Це служить цілям зменшення втрат потужності, а також зменшення габаритів і маси схеми енергопостачання.

Крім того, з генератором 27 енергопостачання також сполучений щонайменше один блок 30 управління двигуном (БУД).

БУД 30 переважно одержує напругу змінного струму з генератора 27 енергопостачання. Цей генератор подає в БУД 30 змінний струм, який можна регулювати або змінювати залежно від швидкості двигуна. Крім того, БУД 30 також може бути сполучений зі схемою 19 напруги змінного струму лінії 16, гарантуючи відповідне енергопостачання цієї схеми до тих пір, поки двигун не досягне швидкості, яка виявиться достатньою для забезпечення подачі необхідної електричної енергії за допомогою генератора 27 енергопостачання. Крім цього, схема 19 також живить комплект 5b електричного устаткування, відповідний навантаженням в гондолі.

На Фіг.2 більш детально показаний варіант здійснення схеми електричного енергопостачання згідно з винаходом.

В даному прикладі схема енергопостачання містить генератор 28 з постійними магнітами (генератор змінного струму з постійними магнітами, ГЗСПМ), механічно зв'язаний з генератором 27 енергопостачання. Генератор 28 з постійними магнітами, який зв'язаний з генератором 27 енергопостачання, призначений для живлення одного або декількох БУД 30. Більш конкретно, генератор 28 з постійними магнітами живить декілька БУД 30 безпосередньо через схеми 31 сполучення.

Як приклад відзначимо можливість економії вихідного вала допоміжного редуктора, для чого генератор 27 енергопостачання виконаний як машина з фазним ротором, а генератор 28 з постій-

ними магнітами відповідає ступеню з постійними магнітами цієї машини з фазним ротором.

Крім того, схема енергопостачання включає шину 35 постійного струму високої напруги (ПСВН) для розподілу напруги постійного струму і захищений пристрій 29 енергопостачання, що створює частину мережі розподілу електрики, зв'язаної з двигуном (позначеним позицією 23).

Пристрій 29 енергопостачання має вхід 32, перемикач 33 і перетворювач 34 напруги змінного струму у напругу постійного струму.

Вхід 32 сполучений з мережею 17 розподілу електрики, а більш конкретно - зі схемою 19, для отримання напруги змінного струму. Перетворювач 34 напруги сполучений з входом 32 в цілях перетворення напруги змінного струму, що подається мережею 17 розподілу електрики, у напругу постійного струму. Крім того, перемикач 33 гарантує подачу напруги з перетворювача 34 у шину 35 розподілу напруги постійного струму.

Таким чином, генератор 27 енергопостачання подає електричну енергію змінного струму у БУД 30, а ця енергія регулюється або змінюється залежно від швидкості двигуна. Крім того, перемикач 33 гарантує з'єднання БУД 30 безпосередньо через пристрої 29 енергопостачання і схеми 31 сполучення зі схемою 19 напруги змінного струму по лінії 16 з метою здійснення правильного енергопостачання до тих пір, поки двигун не досягне швидкості, яка виявиться достатньою для забезпечення подачі необхідної електрики за допомогою генератора 27 енергопостачання.

Ця конфігурація дозволяє отримати захищений вузол електричного енергопостачання. Генератор 27 енергопостачання подає напругу змінного струму безпосередньо в устаткування 5а для видалення льоду з гондоли двигуна або з крила. На відміну від цього, та частина електричного устаткування, яка відповідає навантаженням 5b гондоли, сполучена з шиною 35 розподілу напруги постійного струму.

Більш конкретно, протиобліднювальна схема (протиобліднювальні схеми) 5а сполучена (сполучені) з генератором 27 енергопостачання безпосередньо через модуль 47а енергопостачання протиобліднювальної схеми (протиобліднювальних схем), який включає перемикач і пристрій захисту, керований центральним блоком 51 управління або БУД 30.

Протиобліднювальна схема також включає щонайменше один електричний опір 61 для розсіювання електрики, яка може бути повернена в шину 35 розподілу напруги постійного струму щонайменше деякими з навантажень 5b гондоли. Можливе повернення електрики в шину 35 розподілу напруги постійного струму позначено позицією 63. Розсіювання цієї електричної енергії електричним опором 61 стає можливим за рахунок з'єднання 65 між шиною 35 розподілу напруги постійного струму і електричним опором 61.

Крім того, шина 35 живить модуль 47b енергопостачання гондоли разом з пристроєм управління, що включає центральний блок 51 управління.

В даному прикладі модулями 47а, 47b енергопостачання управляє центральний блок 51 управління. Він сполучений із зв'язаними датчиками (не

показані), щонайменше з деякими одиницями електричного устаткування, а також сполучений з БУД 30. Модуль 47b енергопостачання гондоли зв'язаний з електричним устаткуванням 5b в гондолі.

Модуль 47b енергопостачання гондоли містить інвертування 53 і комутуючу схему 55. Інвертування 53 служить для подачі напруги змінного струму в електричне устаткування 5b, причому напруга змінного струму виходить з напруги постійного струму, що подається шиною 35, а комутуюча схема 55 служить для включення одиниць електричного устаткування 5b. Центральний блок 51 управління управляє модулем 47b, а зокрема - комутуючою схемою 55, забезпечуючи включення кожного елемента устаткування 5b залежно від інформації, одержуваної з БУД 30 і/або датчиків, зв'язаних з устаткуванням 5b.

Слід відзначити, що схема енергопостачання може включати два генератори 27 енергопостачання і, можливо, дві шини 35 розподілу напруги постійного струму, наприклад шини постійного струму високої напруги (ПСВН).

Таким чином, використання двох генераторів дає можливість пом'якшити відмову одного генератора, зберігаючи при цьому енергопос-

тачання, яке виявляється захищеним за допомогою з'єднання 16 з мережею на борту літака, а також робить можливим сумісне використання електричної енергії, що подається.

Напруга постійного струму, яка подається по шині 35 (або, можливо, по шини 35), може бути регульованою напругою, наприклад регульованою до досягнення номінального значення 270V DC або $\pm 270V$ DC, при цьому регулювання забезпечується схемою перетворювача напруги змінного струму у напругу постійного струму. В одному варіанті напруга постійного струму, що подається безпосередньо через шину (шини) 35, не вимагає регулювання, і тоді прийнятний діапазон зміни відносно номінального значення, зокрема, залежний від змін напруг, що подаються схемою 19.

Винахід також забезпечує створення літального апарата, який включає схему електричного енергопостачання, містить мережу 17 розподілу електрики на борту літального апарата, що живить електричне устаткування 5b, яке знаходиться у двигуні літального апарата або в оточенні двигуна, і генератор 27 енергопостачання, вбудований у двигун літального апарата для енергопостачання протиобліднувальної схеми 5a.

