



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **108174** (13) **U**  
(51) МПК (2016.01)  
**F02B 63/00**  
**F02D 29/06** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

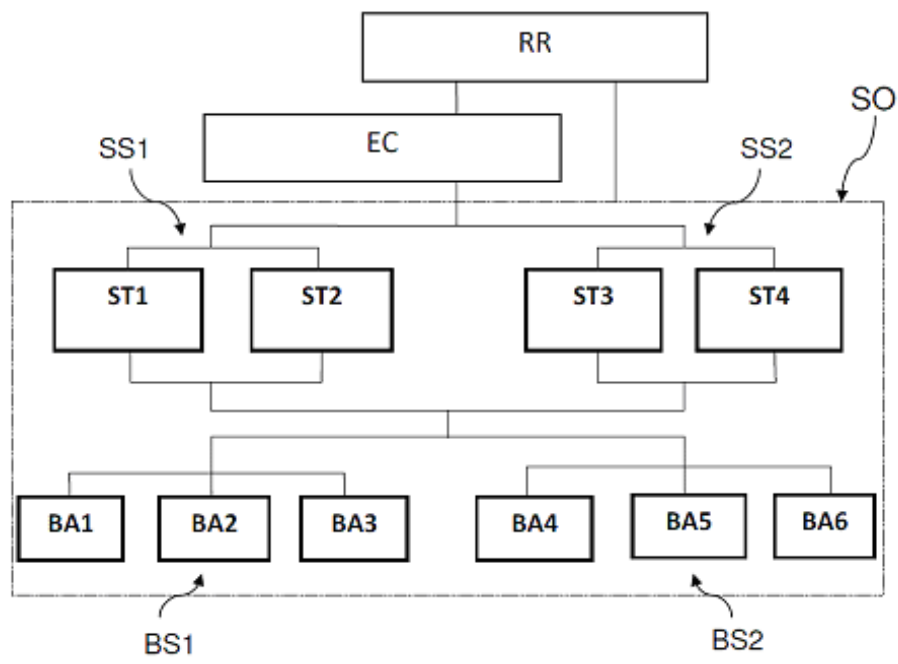
**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

<b>(21)</b> Номер заявки: <b>u 2015 12185</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и):
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>09.12.2015</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>ЦЕППЕЛІН ЦЗ С.Р.О.</b> , Zeppelin s. r. o.; Lipova 72, 251 70 Modletice, Czech Republic (CZ)
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>11.07.2016</b>	<b>(74)</b> Представник: <b>Михайлюк Ганна Валентинівна, реєстр. №184</b>
<b>(31)</b> Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: <b>2014-30441</b>	
<b>(32)</b> Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: <b>13.12.2014</b>	
<b>(33)</b> Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку: <b>CZ</b>	
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>11.07.2016, Бюл.№ 13</b>	

**(54) ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРНА УСТАНОВКА, ЩО МІСТИТЬ ВИСОКОНАДІЙНИЙ ЛАНЦЮГ СТАРТЕРА****(57) Реферат:**

Дизель-генераторна установка, що містить генераторний агрегат (EC), який містить двигун внутрішнього згоряння та синхронний генератор, причому генераторний агрегат (EC) з'єднаний з ланцюгом (SO) стартера, що містить щонайменше два вузли (SS1, SS2) стартерів, кожний з яких містить щонайменше два електричні стартери (ST1, ST2, ST3, ST4), при цьому кожний вузол (SS1, SS2) стартерів з'єднаний з агрегатом (BS1, BS2) акумуляторних батарей, при цьому будь-який вузол (SS1, SS2) стартерів виконаний з можливістю з'єднання з будь-яким агрегатом (BS1, BS2) акумуляторних батарей, і при цьому кожний агрегат (BS1, BS2) акумуляторних батарей утворений щонайменше двома паралельно з'єднаними акумуляторними батареями (BA1, BA2, BA3, BA4, BA5, BA6).

**UA 108174 U**



Корисна модель належить до дизель-генераторної установки з високою вихідною електричною потужністю і високою надійністю, яка особливо корисна як резервне джерело живлення у випадку виходу з ладу комунальних або локальних електромереж, усюди, де необхідна висока надійність дизель-генераторної установки, наприклад, на атомній електростанції. Зокрема, корисна модель належить до топології ланцюга стартера для двигуна синхронного генератора такої установки, яка забезпечує виняткову надійність роботи дизель-генераторної установки за електричної вихідної потужності щонайменше 2500 кВт.

В галузі резервних (аварійних) джерел живлення типове рішення представлене дизель-генератором, який, імовірно, не перевершити в очікуваному майбутньому. Дизель-генераторна установка об'єднує в собі двигун внутрішнього згоряння і синхронний генератор, які доповнені охолоджувачем і паливним баком, і зазвичай являють собою єдиний конструктивний елемент. Суттєвою і дуже важливою з точки зору своєї надійності частиною дизель-генераторної установки є стартер. Як правило, для того, щоб двигун внутрішнього згоряння приводив у дію силовий генератор, використовуються пневматичні або електричні стартери, в деяких випадках здвоєні для надійності, при цьому кожен стартер містить окрему стартерну акумуляторну батарею. Ця конструкція допускає будь-яку відмову у ланцюзі стартера, через який резервне джерело живлення може вийти з ладу. Тому надійність запуску двигуна внутрішнього згоряння є одним з найбільш важливих питань, які слід розглядати у ході проектування дизель-генераторної установки, призначеної для використання як резервного або аварійного джерела живлення.

Задача даної корисної моделі полягає в підвищенні надійності запуску двигуна внутрішнього згоряння дизель-генераторної установки і, у зв'язку з цим, в покращенні надійності установки, зокрема під час використання установки як резервного джерела. Надійний запуск повинен бути забезпечений у випадку відмови одного або навіть двох стартерів і не повинен залежати від зовнішнього середовища (стисненого повітря), як зазвичай буває в подібних дизель-генераторах з високою вихідною потужністю. Експлуатаційна надійність дизель-генераторної установки повинна становити не менше 99 %.

Дизель-генераторна установка (ДГУ) відповідно до даної корисної моделі являє собою повністю автономне джерело електроенергії, енергоемність і надійність якого підходять для аварійного живлення всіх пристроїв атомної електростанції, що важливо для атомної безпеки. ДГУ складається з генераторного агрегату із ланцюгом стартера, системи охолодження, елемента перемикачів вихідної потужності, трансформатора, щита управління, вихлопної системи і паливної системи. Генераторний агрегат включає двигун внутрішнього згоряння, підключений до синхронного генератора, електрична потужність якого становить щонайменше 2500 кВт. Ланцюг стартера містить щонайменше два вузли стартерів, при цьому кожен вузол містить щонайменше два електричні стартери. Одного тільки стартера недостатньо для запуску генератора, потрібно щонайменше два стартери. Дослідження оптимізації і надійності показало, що переважний ланцюг стартера може включати чотири стартери, з'єднані в два вузли по два. Кожен вузол стартерів живиться від агрегату акумуляторних батарей, що містить щонайменше дві, переважно три з'єднані паралельно акумуляторні батареї, при цьому кожен агрегат акумуляторних батарей містить власний зарядний пристрій, який живиться від щита управління. Щит управління, окрім іншого, робить можливим з'єднання будь-якого агрегату акумуляторних батарей з будь-яким вузлом стартерів. У переважному варіанті здійснення з чотирма стартерами, розділеними на два вузли, для запуску достатньо будь-яких двох стартерів, тобто одного вузла стартерів або одного стартера від кожного вузла стартерів. У ході стандартного запуску переважно використовувати всі чотири стартери. З погляду надійності всієї ДГУ, надійність ланцюга стартера є найбільш важливим аспектом. Аналіз надійності описаної в даному документі топології ланцюга стартера показав надзвичайно високу надійність ланцюга стартера, що сприятливо впливає на високу надійність ДГУ в цілому.

Подальші деталі та переваги даної корисної моделі стануть зрозумілими з наведеного нижче прикладу, що описує переважний варіант здійснення.

На кресленні схематично показана основна частина дизель-генераторної установки, а саме генераторний агрегат, який містить двигун внутрішнього згоряння з синхронним генератором, яким управляє щит управління. Показана переважна топологія ланцюга стартера: ланцюг стартера складається з двох вузлів (пар) електричних стартерів, при цьому будь-який вузол стартерів виконаний з можливістю з'єднання з будь-яким агрегатом акумуляторних батарей.

Приклад

Дизель-генераторна установка

(ДГУ), частина якої схематично показана на кресленні, містить генераторний агрегат ЕС з ланцюгом SO стартера і щит RR управління. Додатково вона містить пристрій для перемикачів

вихідної потужності, трансформатор, вентиляційну систему охолодження, вихлопну систему і паливну систему (не показано на кресленні).

5 Генераторний агрегат ЕС містить двигун внутрішнього згоряння та синхронний генератор. Він належить до моделі Cat C175 20 з вихідною потужністю 4000 кВа/3200 кВт у резервному режимі. Управління генераторним агрегатом ЕС і ланцюгом стартера здійснюється за допомогою щита RR управління.

Ланцюг SO стартера генераторного агрегату ЕС містить як основні компоненти, електричні стартери ST1, ST2, ST3, ST4 і стартерні акумуляторні батареї BA1, BA2, BA3, BA4, BA5, BA6. Стартери ST1, ST2, ST3, ST4 встановлені у двох вузлах стартерів - SS1 і SS2, при цьому перший вузол SS1 містить два стартери ST1 і ST2, а другий вузол SS2 містить два стартери ST3 і ST4. Переважно, стартери ST1 і ST2 розташовані на одній стороні махового колеса двигуна, а стартери ST3 і ST4 на іншій стороні махового колеса двигуна генераторного агрегату ЕС. Вузол SS1, SS2 стартерів з'єднаний з агрегатом BS1, BS2 акумуляторних батарей, що складаються із трьох акумуляторних батарей BA1, BA2, BA3, BA4, BA5, BA6. Переважно, перший агрегат BS1 акумуляторних батарей складається з трьох 24В акумуляторних батарей BA1, BA2 і BA3, які з'єднані паралельно, і подає живлення на стартери ST1 і ST2, і аналогічним чином другий агрегат BS2 акумуляторних батарей складається з трьох 24В акумуляторних батарей BA4, BA5, BA6, які з'єднані паралельно, і подає живлення на стартери ST3 і ST4. Кожний агрегат BS1, BS2 акумуляторних батарей містить власний зарядний пристрій, який живиться від щита RR управління. У стандартному запуску задіяні всі 4 стартери ST1, ST2, ST3, ST4. Для аварійного запуску генераторного агрегату ЕС буде досить будь-яких двох стартерів ST1, ST2, ST3, ST4, тобто або одного вузла стартера - SS1 або SS2, або по одному стартеру ST1, ST2, ST3, ST4 від кожного вузла SS1, SS2 стартера. Будь-якого одного стартера ST1, ST2, ST3, ST4 недостатньо для запуску двигуна. Це значить, що двигун можна запустити навіть у випадку відмови будь-якого зі стартерів ST1, ST2, ST3, ST4, можливо навіть у випадку відмови будь-яких двох стартерів ST1, ST2, ST3, ST4. Будь-який вузол SS1, SS2 стартера може бути виконаний з можливістю з'єднання з будь-яким агрегатом BS1, BS2 акумуляторних батарей за допомогою щита RR управління.

Щит RR управління використовується для управління генераторним агрегатом ЕС. Він містить процесор управління, перемикач ручного/автоматичного режимів і інші засоби управління, у тому числі відстеження деяких параметрів ДГУ й оцінку деяких умов відмови. За запуск ЕС і реалізацію інших важливих функцій системи відповідає релейна автоматика. Процесор управління управляє активацією стартерів ST1, ST2, ST3, ST4, підзарядкою акумуляторних батарей BA1, BA2, BA3, BA4, BA5, BA6 і станом вихідного замкача. Щит RR управління містить внутрішні акумуляторні батареї, які гарантують 100 % автономність роботи.

ДГУ також містить елемент перемикання вихідної потужності за високої напруги й трансформатор, який з'єднаний з 6-кіловатною шиною та подає живлення на власні ланцюги генераторного агрегату ЕС у випадку відмови джерела живлення. Це сухий трансформатор з мідною обмоткою, по суті, що не піддається руйнуванню.

40 Крім того, ДГУ містить охолоджувач води двигуна, обладнаний чотирма електричними вентиляторами, і систему охолодження внутрішньої частини ємності, у якій вона перебуває.

ДГУ також містить паливну систему, що включає бак і сполучні трубки для з'єднання бака з дизель-генератором. Подача палива забезпечується насосом, який є частиною дизель-генератора, тому необхідності в зовнішньому насосі немає.

45 Увесь блок ДГУ розміщений у трьох ємностях, переважно протисейсмічних ємностях. Перша ємність містить генераторний агрегат, дизельні баки розміщені у другій ємності, а третя ємність захищає системи, необхідні для охолодження двигуна.

Надійність системи ДГУ описана функцією надійності, яку визначає крива надійності. Остання точно визначає вірогідність експлуатаційної ефективності (тобто ймовірність безвідмовної експлуатації) у заданому часовому проміжку. Для електричних систем криву надійності визначає експонентна функція  $R(t) = e^{-\lambda t}$ , де  $\lambda$  – частота відмов системи. Якщо час  $t > 0$ , функція надійності завжди набуває значення менше 1 (або 100 %).

Аналіз надійності ДГУ був виконаний на основі схеми надійності, при цьому підсистеми ДГУ були впорядковані послідовно. У таблиці 1, яка наводиться нижче, показані значення функції надійності для підсистем і всієї системи ДГУ в момент, відповідний до моменту безпосередньо перед періодичною перевіркою.

Таблиця 1

Функція R надійності для підсистем ДГУ

Підсистема ДГУ	R
Щит управління	0,99996
Генераторний агрегат (двигун внутрішнього згоряння + генератор)	0,99923
Ланцюг стартера	0,99998
Елемент перемикачності потужності	0,99996
Допоміжний замикач	0,99999
Охолоджувальні вентилятори (4 х)	0,99994
Уся ДГУ	0,99909

Аналіз надійності включав усю інформацію, відому про окремі підсистеми. Результати, наведені в таблиці 1, представляють так звану нижню межу з урахуванням найгірших альтернатив і ризиків при експлуатації ДГУ як резервного джерела. Аналіз надійності ланцюга стартера відповідно до даної корисної моделі показав надзвичайно високу надійність цього ланцюга стартера ( $R=0,99998$ ), що значно перевищує значення надійності, яке зазвичай необхідне ( $R=0,99$ ), що й сприяє підвищенню надійності всієї ДГУ ( $R=0,99909$ ).

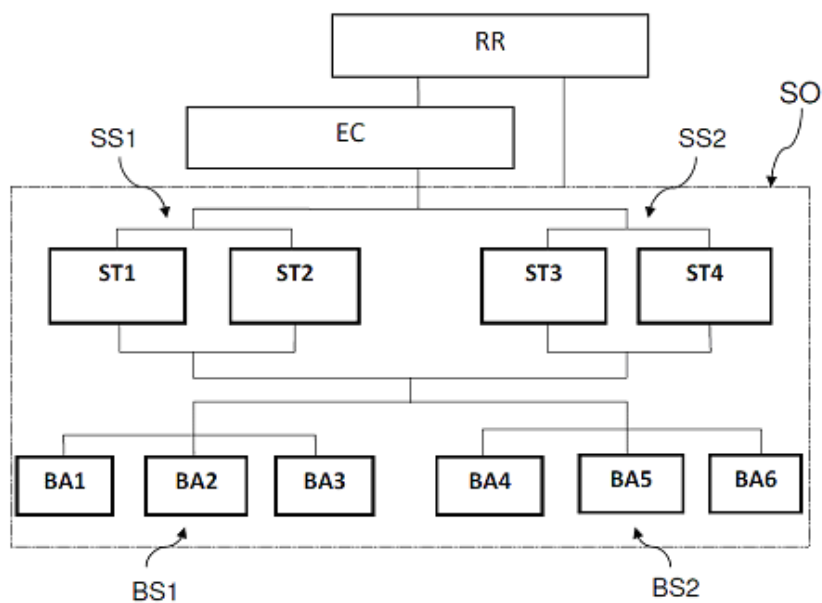
Дизель-генераторні установки можна використовувати, головним чином, як резервне джерело електроенергії для подачі живлення на всі пристрої головного ланцюга атомної електростанції у випадку відмови комунальних або локальних електромереж. Унікальна топологія ланцюга стартера забезпечує всій установці надзвичайно високу надійність для того, щоб дизель-генераторна установка відповідала критеріям атомної безпеки й була придатною для використання як резервного джерела живлення для атомних електростанцій.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Дизель-генераторна установка, що містить генераторний агрегат (EC), який містить двигун внутрішнього згоряння та синхронний генератор, яка **відрізняється** тим, що генераторний агрегат (EC) з'єднаний з ланцюгом (SO) стартера, що містить щонайменше два вузли (SS1, SS2) стартерів, кожний з яких містить щонайменше два електричні стартери (ST1, ST2, ST3, ST4), при цьому кожний вузол (SS1, SS2) стартерів з'єднаний з агрегатом (BS1, BS2) акумуляторних батарей, при цьому будь-який вузол (SS1, SS2) стартерів виконаний з можливістю з'єднання з будь-яким агрегатом (BS1, BS2) акумуляторних батарей, і при цьому кожний агрегат (BS1, BS2) акумуляторних батарей утворений щонайменше двома паралельно з'єднаними акумуляторними батареями (BA1, BA2, BA3, BA4, BA5, BA6).

2. Дизель-генераторна установка за п. 1, яка **відрізняється** тим, що два стартери (ST1, ST2), що утворюють перший вузол (SS1) стартерів, розташовані на одній стороні махового колеса двигуна генераторного агрегату (EC), а два стартери (ST3, ST4), що утворюють другий вузол (SS2) стартерів, розташовані на іншій стороні махового колеса двигуна генераторного агрегату (EC).

3. Дизель-генераторна установка за п. 1 або п. 2, яка **відрізняється** тим, що додатково містить щит (RR) управління для управління генераторним агрегатом (EC), зокрема, для управління ланцюгом (SO) стартера і особливо для активації електричних стартерів (ST1, ST2, ST3, ST4) і підзарядки акумуляторних батарей (BA1, BA2, BA3, BA4, BA5, BA6).



Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601