



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **126111** (13) **U**
(51) МПК
G01B 7/14 (2006.01)
G01B 11/14 (2006.01)
G01R 27/26 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

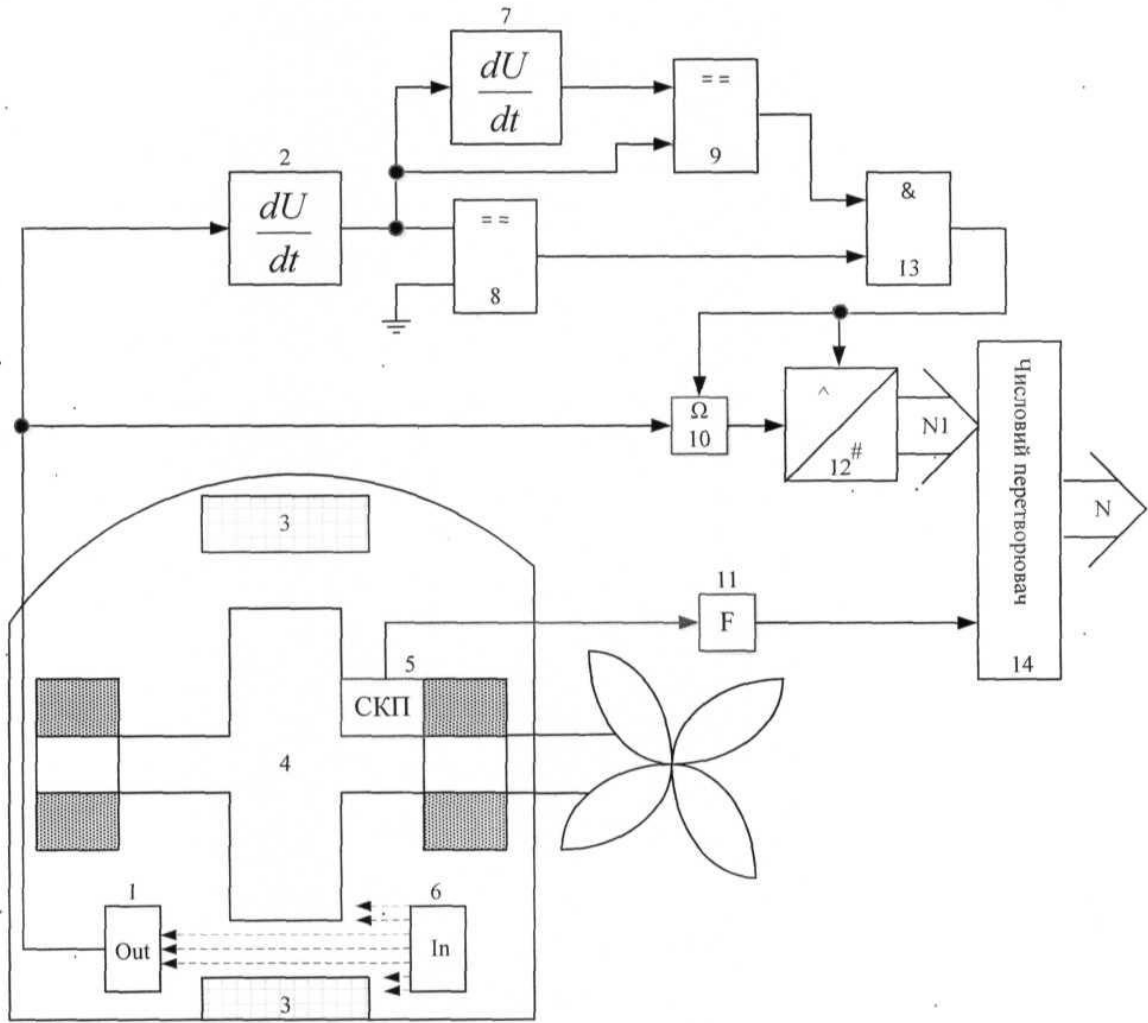
<p>(21) Номер заявки: u 2017 12220</p> <p>(22) Дата подання заявки: 11.12.2017</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 11.06.2018</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 11.06.2018, Бюл.№ 11</p>	<p>(72) Винахідник(и): Граняк Валерій Федорович (UA), Пономаренко Василь Олександрович (UA), Кухарчук Василь Васильович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)</p>
--	--

(54) ОПТИЧНИЙ ЗАСІБ ВИМІРЮВАННЯ ПОВІТРЯНОГО ЗАЗОРУ МІЖ РОТОРОМ ТА СТАТОРОМ ГІДРОАГРЕГАТУ

(57) Реферат:

Оптичний засіб вимірювання повітряного зазору між ротором та статором гідроагрегату містить випромінювач та приймач. Додатково в пристрій введено два диференціатори, сенсор кутового положення, два компаратори, блок аналогової пам'яті, формувач, аналого-цифровий перетворювач, логічний елемент "І" та числовий перетворювач. При цьому вихід приймача з'єднаний з входом першого диференціатора та першим входом блока аналогової пам'яті, вихід першого диференціатора з'єднаний з входом другого диференціатора та першими входами першого та другого компараторів, другий вхід першого компаратора з'єднаний з "землею", вихід другого диференціатора з'єднаний з другим входом другого компаратора, виходи першого та другого компаратора з'єднані, відповідно, з першим та другим входами логічного елемента "І", вихід якого з'єднаний з другим входом блока аналогової пам'яті та другим входом аналого-цифрового перетворювача, вихід блока аналогової пам'яті з'єднаний з першим входом аналого-цифрового перетворювача, вихід якого з'єднаний з першим входом числового перетворювача, вихід сенсора кутового положення з'єднаний з входом формувача, який виходом з'єднаний з другим входом числового перетворювача, вихід числового перетворювача є виходом пристрою.

UA 126111 U



Корисна модель належить до засобів вимірювання вітряного зазору між ротором та статором гідроагрегатів та може бути використана для вимірювання повітряного зазору між ротором та статором інших потужних обертових електричних машин.

5 Відомий пристрій для вимірювання повітряного зазору між статором і ротором в гідроагрегаті, що містить ємнісний датчик, передавальний електрод, екрануючий електрод, заземлюючий електрод та вимірювальний блок, у якому з вимірювального блока на передавальний електрод подається напруга, через електричну ємність, утворену електродами та заземленим полюсом ротора, корпус гідроагрегата, заземлений електрод і корпус вимірювального блока протікає ємнісний струм, при чому відношення напруги до струму є
10 прямо пропорційним величині зазору між ротором та статором. [Патент України № 86524, МПК G01B 7/14, G01R 27/26, опубл. 27.09.2009, бюл. № 8].

Недоліком відомого пристрою є необхідність розміщення електрода безпосередньо у зазор між ротором та статором гідроагрегату, що потребує втручання безпосередньо у конструкцію агрегату та призводить до зменшення запасу відстані між ротором та статором, а також значна
15 чутливість ємнісного сенсора до зовнішніх неінформативних електромагнітних впливів.

Відомий лазерний пристрій для вимірювання повітряного зазору електричної машини (описаний у патенті Російської федерації № 2469264, МПК G01B 11/14, G02K 15/00, опубл. 10.12.2012, бюл. № 34), вибраний як найближчий аналог, що містить лазер (в подальшому випромінювач) який включає у себе першу та другу грані резонатора. Випромінене світло від
20 першої грані резонатора відбивається з поверхні ротора та потрапляє назад у випромінювач через першу грань. Випромінене світло від другої грані резонатора потрапляє на модуль оптичного детектування (в подальшому приймач). Робоча оптична частота випромінювача керується модулем управління оптичної частоти випромінювача. Модуль синхронізації з ротором визначає поточне фазове положення ротора електричної машини. Модуль вимірювання відстані приймає керуючий сигнал від модуля керування оптичною частотою
25 випромінювача, сигнал від засобу оптичного детектування та сигнал модуля синхронізації з ротором. Модуль накопичення та фазового усереднення приймає інформацію про вимірювання відстані до ротора від модуля вимірювання відстані синхронно з інформацією про поточну фазу від модуля синхронізації з ротором.

Недоліком відомого пристрою є достатньо складна реалізацію оптичного каналу, що необґрунтовано підвищує його собівартість та зменшує надійність експлуатації а також недостатня точність, обумовлена наявністю у результатах вимірювання похибки, що виникає у
30 наслідок вібраційного зміщення випромінювача.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення засобу оптичного засобу вимірювання повітряного зазору між ротором та статором гідроагрегату, що, не потребуючи
35 втручання безпосередньо у конструкцію агрегату та маючи відносно просту реалізацію оптичного каналу, характеризувався б високою експлуатаційною надійністю та підвищеною точністю за рахунок інваріантності до вібраційних коливань.

Поставлена задача вирішується тим, що оптичний засіб вимірювання повітряного зазору між
40 ротором та статором гідроагрегату, що містить випромінювач та приймач, згідно з корисною моделлю, додатково містить два диференціатори, сенсор кутового положення, два компаратори, блок аналогової пам'яті, формувач, аналого-цифровий перетворювач, логічний елемент "І" та числовий перетворювач, причому вихід приймача з'єднаний з входом першого диференціатора та першим входом блока аналогової пам'яті, вихід першого диференціатора з'єднаний з входом другого диференціатора та першими входами першого та другого
45 компараторів, другий вхід першого компаратора з'єднаний з "землею", вихід другого диференціатора з'єднаний з другим входом другого компаратора, виходи першого та другого компаратора з'єднані, відповідно, з першим та другим входами логічного елемента "І", вихід логічного елемента "І" з'єднаний з другим входом блока аналогової пам'яті та другим входом
50 аналого-цифрового перетворювача, вихід блока аналогової пам'яті з'єднаний з першим входом аналого-цифрового перетворювача, а вихід аналого-цифрового перетворювача з'єднаний з першим входом числового перетворювача, вихід сенсора кутового положення з'єднаний з входом формувача, а вихід формувача з'єднаний з другим входом числового перетворювача, вихід числового перетворювача є виходом оптичного засобу вимірювання повітряного зазору
55 між ротором та статором гідроагрегату.

На кресленні представлено структурну схему пристрою.

Пристрій містить: 1 - приймач, 2, 7 - відповідно, перший та другий диференціатори, 5 - сенсор кутового положення, 6 - випромінювач, 8-9 - відповідно, перший та другий компаратори, 10 - блок аналогової пам'яті, 11 - формувач, 12 - аналого-цифровий перетворювач, 13 - логічний
60 елемент "І", 14 - числовий перетворювач, цифрами 3 та 4 позначено, відповідно, статор та

ротор гідроагрегату, причому вихід приймача 1 з'єднаний з входом першого диференціатора 2 та першим входом блока аналогової пам'яті 10, вихід першого диференціатора 2 з'єднаний з входом другого диференціатора 7 та першими входами першого 8 та другого 9 компараторів, другий вхід першого компаратора 8 з'єднаний з "землею", вихід другого диференціатора 7 з'єднаний з другим входом другого компаратора 9, виходи першого 8 та другого 9 компараторів з'єднані, відповідно, з першим та другим входами логічного елемента "І" 13, вихід логічного елемента "І" 13 з'єднаний з другим входом блока аналогової пам'яті 10 та другим входом аналого-цифрового перетворювача 12, вихід блока аналогової пам'яті 10 з'єднаний з першим входом аналого-цифрового перетворювача 12, а вихід аналого-цифрового перетворювача 12 з'єднаний з першим входом числового перетворювача 14, вихід сенсора кутового положення 5 з'єднаний з входом формувача 11, а вихід формувача 11 з'єднаний з другим входом числового перетворювача 14, вихід числового перетворювача 14 є виходом оптичного засобу вимірювання повітряного зазору між ротором та статором гідроагрегату.

Пристрій працює наступним чином.

З виходу випромінювача 6 відбувається випромінювання електромагнітного променя оптичного діапазону прямокутної форми, висота якого є значно більшою за ширину та перевищує висоту повітряного зазору між ротором 4 та статором 3 щонайменше у двічі, що дозволяє забезпечити інваріантність інтенсивності тієї частини електромагнітного променя, що проходить через повітряний зазор між ротором 4 та статором 3. Оскільки повітряний зазор між ротором 4 та статором 3 є прозорим для оптичного випромінювання, а ротор 4 та статор 3 - ні, по у повітряному зазорі відбувається вирізання частини променя, площа якого буде пропорційною миттєвій величині повітряного зазору між ротором 4 та статором 3 у певному, фіксованому місці, що знаходиться між випромінювачем та приймачем. Вирізана частина променя попадає на поверхню приймача 1, що перетворює інтенсивність падаючого на нього променя у пропорційну їй вихідну напругу. Оскільки сумарна інтенсивність падаючої на приймач 1 хвилі буде пропорційною площі променя, а площа променя пропорційною миттєвій величині повітряного зазору між ротором 4 та статором 3, то напруга на виході приймача 1 буде прямо пропорційною миттєвій величині повітряного зазору між ротором 4 та статором 3.

Оскільки ротор 3, відповідно до своєї конструкції, має непостійний радіус, що є мінімальним у пазах ротора, та максимальним у роторних полюсах, то значення вихідної напруги на виході приймача 1 також буде змінюватися у часі. Проте, оскільки інформативною являється саме величина повітряного зазору між роторними полюсами та статорною обмоткою (де вона є мінімальною), то вимірювання у інших точках є недоцільним. Тому напруга з виходу приймача 1 надходить на вхід першого диференціатора 2, сигнал на виході якого буде рівним нулю лише в моменти проходження напругою з виходу приймача 1 точок екстремуму (мінімуму, максимуму чи перегину). З виходу першого диференціатора 2 сигнал надходить на перший вхід першого компаратора 8, що налаштований таким чином, щоб сигнал логічної одиниці на його виході з'являвся лише у тому випадку, коли напруга на першому його вході дорівнювала напрузі на його другому вході, що з'єднаний з заземленням. Таким чином, сигнал логічної одиниці на виході першого компаратора 8 з'являється лише в моменти проходження напругою з виходу приймача 1 точок екстремуму.

Оскільки проходження напругою з виходу приймача 1 точки екстремуму є необхідною, але не достатньою умовою мінімуму відстані між ротором та статором, то сигнал з виходу першого диференціатора 2 подається на вхід другого диференціатора 7 та перший вхід другого компаратора 9. У момент проходження напругою з виходу приймача 1 точки мінімуму значення напруги на виході другого диференціатора 7 буде меншим нуля, а отже, меншим напруги з виходу першого диференціатора 2. У такому випадку сигнал на першому вході другого компаратора 9 буде більшим за сигнал на його другому вході. При цьому другий компаратор 9 налаштований таким чином, щоб при перевищенні рівня напруги на першому вході відносно другого формувати на своєму виході сигнал логічної одиниці. Таким чином, при проходженні напругою з виходу приймача 1 точки мінімуму на виходах першого 8 та другого 9 компараторів встановиться рівень логічної одиниці, що не матиме місця у інших, відмінних від мінімальних значеннях напруги з виходу приймача 1.

Сигнали з виходів першого 8 та другого 9 компараторів подаються, відповідно, на перший та другий входи логічного елемента "І" 13, на виході якого при досягненні величиною зазору між ротором 4 та статором 3 мінімального значення з'являється сигнал логічної одиниці, що подається на другі входи блок аналогової пам'яті 10 та аналого-цифрового перетворювача 12. При подачі сигналу логічної одиниці на другий вхід блока аналогової пам'яті 10 відбувається запам'ятовування рівня напруги, що відповідає мінімуму відстані між ротором 4 та статором 3, оскільки перший вхід блока аналогової пам'яті 10 з'єднаний з виходом приймача 1. Одночасно з

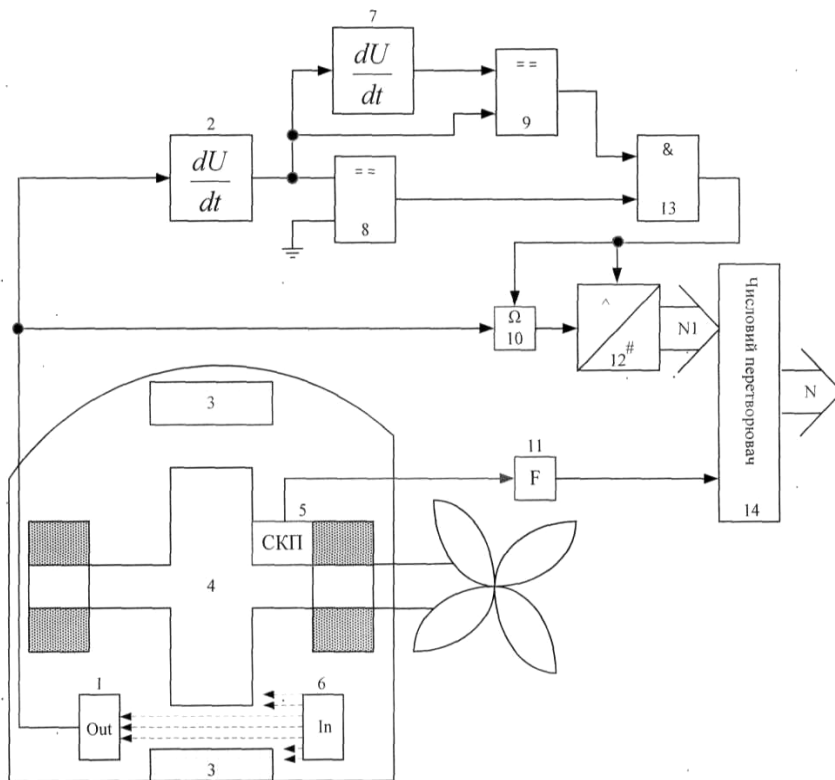
цим сигнал логічної одиниці на другому вході аналого-цифрового перетворювача 12 запускає процес аналого-цифрового перетворення сигналу з виходу блока аналогової пам'яті 10, що надходить на перший вхід аналого-цифрового перетворювача 12. Отримане в результаті аналого-цифрового перетворення числове значення, пропорційне напрузі з виходу блока аналогової пам'яті 10 надходить на перший вхід числового перетворювача 14.

Оскільки мінімуми значення зазору між ротором 4 та статором 3 мають місце при проходженні між випромінювачем 6 та приймачем 1 кожного полюса ротора 4, то є важливим не лише вимірювати величину зазору між кожним із полюсів, а й ідентифікувати вимірне значення з конкретним полюсом ротора 4. Для цієї мети використовується сенсор кутового положення 5, що просторово синхронізований з випромінювачем 6 та приймачем 1. На виході сенсора кутового положення 5 формується сигнал високого рівня при проходженні повз нього кожного наступного полюса статора 4 та подовженого сигналу високого рівня при проходженні повз нього першого полюсу. Зазначений сигнал надходить на вхід формувача 11, де по передньому фронту сигналу високої рівня на його вході формується короткий одиничний імпульс, а при надходженні подовженого сигналу високого рівня - довгий одиничний імпульс, що надходить на вхід числового перетворювача 14 та слугує міткою полюса ротора.

У числовому перетворювачі 14 відбувається розрахунок величини повітряного зазору між ротором 4 та статором 3 на основі запрограмованого рівняння перетворення з прив'язкою величини повітряного зазору між ротором 4 та статором 3 до номеру полюса ротора 4. Результати вимірювання виводяться на перший вихід числового перетворювача 14.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Оптичний засіб вимірювання повітряного зазору між ротором та статором гідроагрегату, який містить випромінювач та приймач, який **відрізняється** тим, що в нього введено два диференціатори, сенсор кутового положення, два компаратори, блок аналогової пам'яті, формувач, аналого-цифровий перетворювач, логічний елемент І та числовий перетворювач, причому вихід приймача з'єднаний з входом першого диференціатора та першим входом блока аналогової пам'яті, вихід першого диференціатора з'єднаний з входом другого диференціатора та першими входами першого та другого компараторів, другий вхід першого компаратора з'єднаний з "землею", вихід другого диференціатора з'єднаний з другим входом другого компаратора, виходи першого та другого компаратора з'єднані, відповідно, з першим та другим входами логічного елемента І, вихід якого з'єднаний з другим входом блока аналогової пам'яті та другим входом аналого-цифрового перетворювача, вихід блока аналогової пам'яті з'єднаний з першим входом аналого-цифрового перетворювача, вихід якого з'єднаний з першим входом числового перетворювача, вихід сенсора кутового положення з'єднаний з входом формувача, який виходом з'єднаний з другим входом числового перетворювача, вихід числового перетворювача є виходом пристрою.



Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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