



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **150952** (13) **U**  
(51) МПК  
**G01M 13/021** (2019.01)  
**G01M 13/04** (2019.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО  
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ"

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

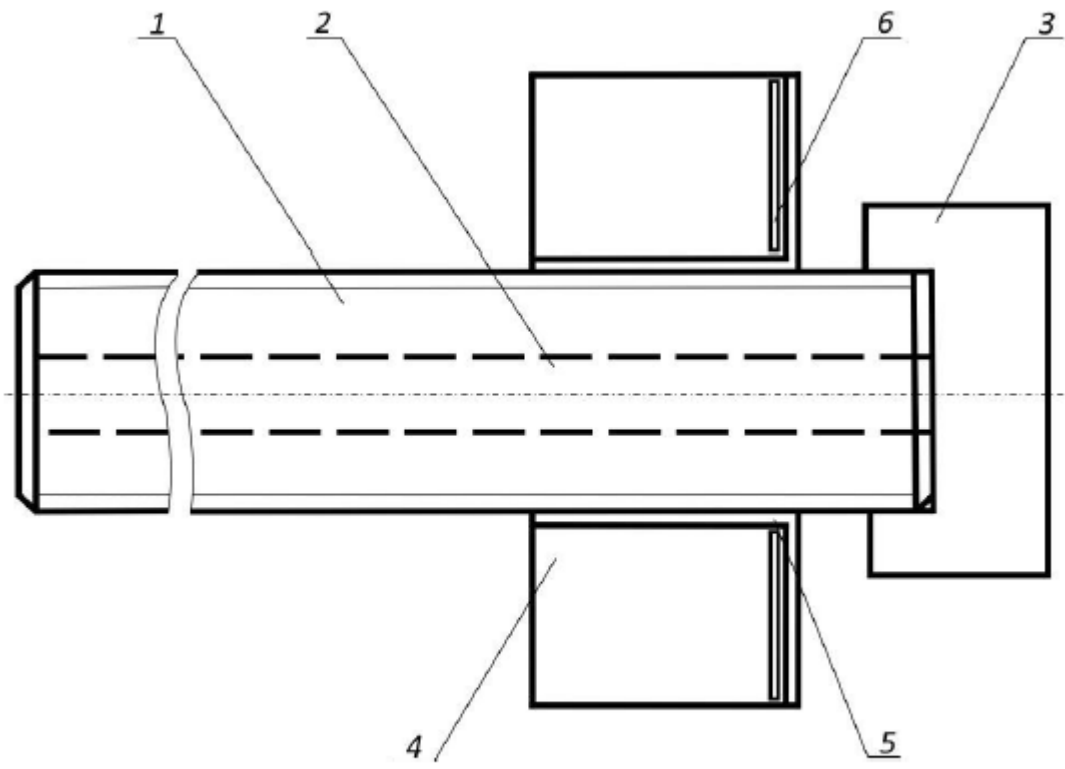
<p>(21) Номер заявки: <b>u 2021 04453</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>02.08.2021</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>19.05.2022</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>18.05.2022, Бюл.№ 20</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Ходаківський Андрій Миколайович (UA), Михалків Сергій Васильович (UA)</b></p> <p>(73) Володілець (володільці): <b>УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ,</b> УкрДУЗТ, НДЧ, площа Фейєрбаха, 7, м. Харків-50, 61050 (UA)</p> <p>(74) Представник: <b>(РЕКТОР УНІВЕРСИТЕТУ) ПАНЧЕНКО СЕРГІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ</b></p>
---	---

**(54) АВТОНОМНИЙ БЕЗДРОТОВИЙ БОРТОВИЙ ПРИСТРІЙ ВІБРОДІАГНОСТУВАННЯ КОЛІСНО-РЕДУКТОРНОГО БЛОКА ЕЛЕКТРОПОЇЗДА**

**(57) Реферат:**

Автономний бездротовий бортовий пристрій вібродіагностування колісно-редукторного блока електропоїзда містить мікроконтролер, акселерометр, електромагнітний генератор. Додатково містить шпильку, яку вкручують одним боком у отвір кришки підшипника шестірні, причому на шпильці прикріплений датчик циліндричної форми, всередині пластикового корпусу якого знаходиться сталевая трубка з диском. Сталева трубка має внутрішнє різьблення із параметрами шпильки, а електронна плата дископодібної форми датчика із отвором посередині кріпиться на диску, який з'єднаний зі сталююю трубою. Усі компоненти датчика залиті компаундом або силіконом, на електронній платі розміщені мікромеханічний триосевий акселерометр, мікроконтролер з вбудованим модулем бездротового зв'язку, індуктивний електромагнітний генератор містить котушку ізольованого мідного дроту, розміщену на осердді постійного магніту, й генерує електричну енергію завдяки взаємодії магнітного поля з головками болтів кріплення гумовокордної муфти впродовж обертання для функціонування активних компонентів електронної плати, зокрема мікроконтролера, який використовує періодичні коливання амплітуди індуктивного електромагнітного генератора для розрахунку частоти обертання елементів підшипника кочення, зубчатого колеса й шестірні, з можливістю накопичувати та передавати інформацію про їх технічний стан до пункту технічного обслуговування електропоїзда. Каналом передачі інформації слугує стандартизований бездротовий протокол, який вбудований у мікроконтролер.

UA 150952 U



Фиг. 1

Корисна модель належить до пристроїв для випробувань редукторів, зокрема до вібраційного діагностування підшипників кочення та зубчастого зачеплення колісно-редукторних блоків електропоїздів.

5 Корисна модель використовується для вібраційного діагностування підшипників кочення, зубчастого зачеплення колісно-редукторних блоків електропоїздів безпосередньо впродовж руху й може бути використана протягом експлуатації інших транспортних засобів.

Аналогом корисної моделі, що заявляється, є пристрій, описаний в статті "Self-powered autonomous wireless sensor node using vibration energy harvesting" (Torah R., Glynne-Jones P., Tudor M., O'Donnell T., Roy S., Beeby S. Self-powered autonomous wireless sensor node using vibration energy harvesting. Measurement Science and Technology. 2008. - Vol. 19(12). 125202. <https://doi.org/10.1088/0957-0233/19/12/125202>). Відомий пристрій складається з консольного електромагнітного генератора, маси, магнітів, мідної котушки, акселерометра, мікроконтролера, та призначений для вимірювання бездротовим способом вібрації обладнання, яке генерує вібрацію в нормальному режимі роботи.

15 Загальними спільними ознаками відомого пристрою та пристрою, що заявляється, є використання мікроконтролера для вимірювання вібрації, акселерометра для перетворення вібрації в електричний сигнал, електромагнітного генератора як джерела живлення активних компонентів електронної плати.

Недоліками аналога є: відсутність можливості безперервного вимірювання вібрації контрольованого вузла, що знижує достовірність виявлення інформаційних ознак вірогідних пошкоджень, а також використання різних алгоритмів аналізу сигналів, які натеper потребують більшу кількість електричної енергії ніж ту, яку генератор пристрою здатен генерувати з вібрації; нездатність пристрою забезпечувати автономність контролю вібрації у часі без пристрою, що приймає інформацію від нього бездротовим способом;

25 викривлення загальної зареєстрованої вібрації унаслідок коливання маси електромагнітного генератора, яке може взаємодіяти з коливальними масами об'єкта, що потребують реєстрації.

В основу корисної моделі поставлена задача створення автономного бездротового бортового пристрою вібродіагностування колісно-редукторного блока електропоїзда для збільшення достовірності визначення технічного стану підшипників кочення й зубчастого зачеплення.

Поставлена задача вирішується тим, що автономний бездротовий бортовий пристрій вібродіагностування колісно-редукторного блока електропоїзда містить мікроконтролер, акселерометр, електромагнітний генератор. Додатково містить шпильку, яку вкручують одним боком у отвір кришки підшипника шестірні, причому на шпильці прикріплений датчик циліндричної форми, всередині пластикового корпусу якого знаходиться сталева трубка з диском. Сталева трубка має внутрішнє різьблення із параметрами шпильки, а електронна плата дископодібної форми датчика із отвором посередині кріпиться на диску, який з'єднаний зі сталюною трубкою. Усі компоненти датчика залиті компаундом або силіконом, на електронній платі розміщені мікромеханічний триосевий акселерометр, мікроконтролер з вбудованим модулем бездротового зв'язку, індуктивний електромагнітний генератор містить котушку ізольованого мідного дроту розміщену на осерді постійного магніту й генерує електричну енергію завдяки взаємодії магнітного поля з головками болтів кріплення гумовокордної муфти впродовж обертання для функціонування активних компонентів електронної плати, зокрема мікроконтролера, який використовує періодичні коливання амплітуди індуктивного електромагнітного генератора для розрахунку частоти обертання елементів підшипника кочення, зубчатого колеса й шестірні, з можливістю накопичувати та передавати інформацію про їх технічний стан до пункту технічного обслуговування електропоїзда. Каналом передачі інформації слугує стандартизований бездротовий протокол, який вбудований у мікроконтролер.

Суть корисної моделі пояснюють креслення.

50 На фіг. 1 зображений автономний бездротовий бортовий пристрій вібродіагностування колісно-редукторного блока електропоїзда.

На фіг. 2 зображено розміщення автономного бездротового бортового пристрою вібродіагностування колісно-редукторного блока електропоїзда на тяговому редукторі електропоїзда.

55 На фіг. 3 зображена структурна схема автономного бездротового бортового пристрою вібродіагностування колісно-редукторного блока електропоїзда.

Конструкція автономного бездротового бортового пристрою вібродіагностування колісно-редукторного блока електропоїзда складається зі шпильки, яка вкручується одним боком у отвір кришки підшипника шестірні, причому на шпильці прикріплений датчик циліндричної форми, всередині пластикового корпусу якого знаходиться сталева трубка з диском, причому сталева

трубка має внутрішнє різьблення із параметрами шпильки, а електронна плата дископодібної форми датчика із отвором посередині кріпиться на диску, який з'єднаний зі сталюю трубою, причому усі компоненти датчика залиті компаундом або силіконом, на електронній платі розміщені мікромеханічний триосевий акселерометр, мікроконтролер з вбудованим модулем бездротового зв'язку, індуктивний електромагнітний генератор складається з котушки ізольованого мідного дроту, розміщеної на осерді постійного магніту, й генерує електричну енергію завдяки взаємодії магнітного поля з головками болтів кріплення гумовокордної муфти впродовж обертання для функціонування активних компонентів електронної плати, зокрема мікроконтролера, який використовує періодичні коливання амплітуди індуктивного електромагнітного генератора для розрахунку частоти обертання елементів підшипника кочення, зубчатого колеса й шестірні, накопичує та передає інформацію про їх технічний стан до пункту технічного обслуговування електропоїзда, причому каналом передачі інформації слугує стандартизований бездротовий протокол, який вбудований у мікроконтролер.

Шпилька 1, яка вкручується одним боком у отвір кришки підшипника шестірні 7 (замість заводського сапуна). Шпилька має суцільний повздовжній отвір 2. На другому боці шпильки 1 встановлено гайку 3 спеціальної конструкції для збереження функції сапуна кришки підшипника. На шпильці 1 прикріплений датчик циліндричної форми 4, усередині пластикового корпусу якого знаходиться сталева трубка з диском 5. Сталева трубка має внутрішнє різьблення із параметрами шпильки 1.

Електронна плата дископодібної форми 6 датчика 4 із отвором посередині кріпиться на диску, який з'єднаний зі сталюю трубою. При цьому усі компоненти датчика залиті компаундом або силіконом для збереження герметичності електронних компонентів. На електронній платі фіг. 3 розміщено: мікромеханічний триосевий акселерометр 11, мікроконтролер 14 із вбудованим модулем бездротового зв'язку 15, індуктивний модуль живлення 13, що забезпечує живлення активних компонентів електронної плати електричною енергією від індуктивного електромагнітного генератора 12. Індуктивний електромагнітний генератор являє собою котушку ізольованого мідного дроту, розміщену на осерді постійного магніту.

Запропонований пристрій працює наступним чином. Болти, які кріплять гумовокордну муфту 8 до вала шестірні тягового редуктора під час руху електропоїзда здійснюють обертання відносно автономного бездротового бортового пристрою вібродіагностування колісно-редукторного блока електропоїзда (фіг. 2). Головки болтів 10, що виступають у бік датчика, який налаштований за висотою, взаємодіють із магнітним полем постійного магніту індуктивного електромагнітного генератора. Електричний струм, який генерується в котушці при зміні магнітного потоку осердя, проходить через випрямляч змінного струму, обмежувач амплітуди та первинний накопичувач електричної енергії індуктивного модуля живлення 13. Номінальна напруга живлення активних компонентів формується індуктивним перетворювачем постійного струму, що також входить до складу індуктивного модуля живлення 13 (фіг. 3).

Під час руху електропоїзда електричної енергії, яку генерує електромагнітний генератор достатньо для живлення електронної плати. Мікроконтролер обліковує періодичний сигнал індуктивного електромагнітного генератора, який перетворений у цифрову форму формувачем тахосигналу для розрахунку частоти обертання елементів підшипника кочення, зубчастого колеса та шестірні. Мікроконтролер здійснює безперервну обробку інформації з акселерометра з використанням алгоритмів аналізу сигналів у часовій формі та розрахованої частоти обертання (фіг. 3). При виявленні ознак можливих пошкоджень за даними алгоритмами, інформація про них фіксується в пам'яті мікроконтролера 14 та передається вбудованим модулем бездротового зв'язку 15 в пункт технічного обслуговування електропоїзда до відповідної сервісної служби.

Технічний результат корисної моделі: безперервне вимірювання вібрації контрольованого вузла, що підвищує достовірність виявлення інформаційних ознак вірогідних пошкоджень. Забезпечення автономності обробки та збереження інформації з акселерометра в пам'яті мікроконтролера в період між запитами сервісної служби в місцях технічного обслуговування електропоїздів. Відсутність коливальних мас в конструкції електромагнітного генератора, що унеможливує викривлення загальної зареєстрованої вібрації. Використання принципу взаємодії магнітного поля постійного магніту електромагнітного генератора з головками болтів кріплення гумовокордної муфти впродовж обертання для генерування електричної енергії.

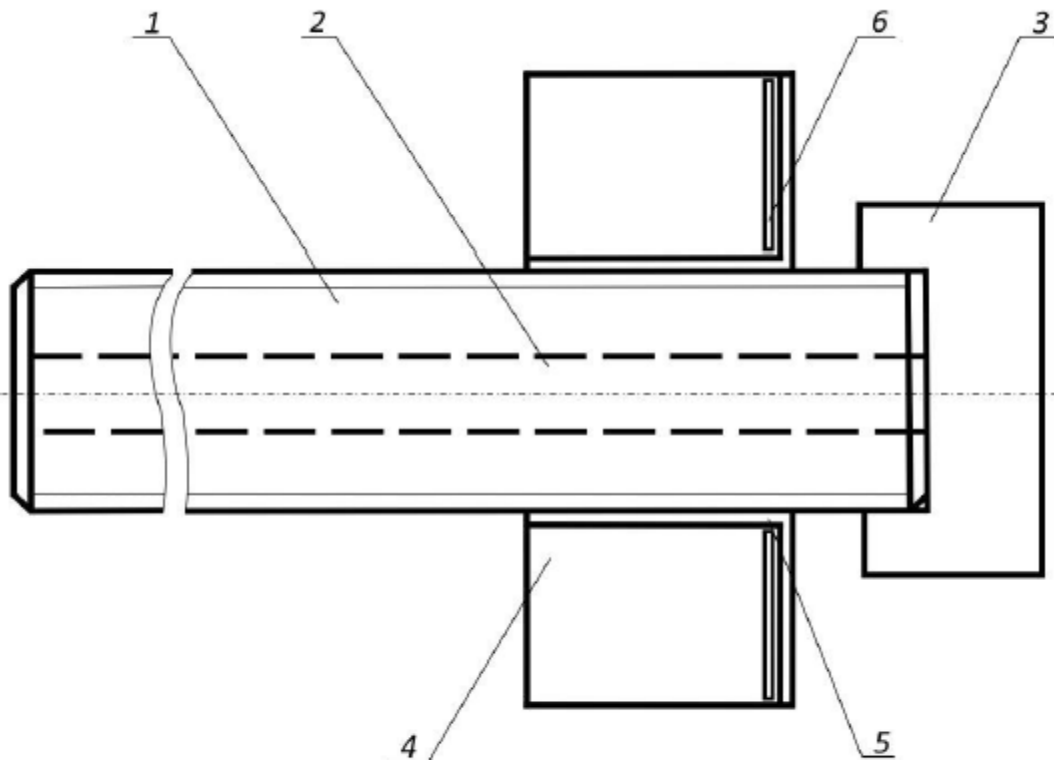
Корисна модель забезпечує підвищення ефективності вібраційного діагностування зубчастого зачеплення й підшипників кочення завдяки збільшенню достовірності визначення технічного стану, підвищення експлуатаційних якостей пристрою, підвищення безпеки руху на

залізничному транспорті, експлуатаційної надійності перевезень, зниження витрат на обслуговування рухомого складу.

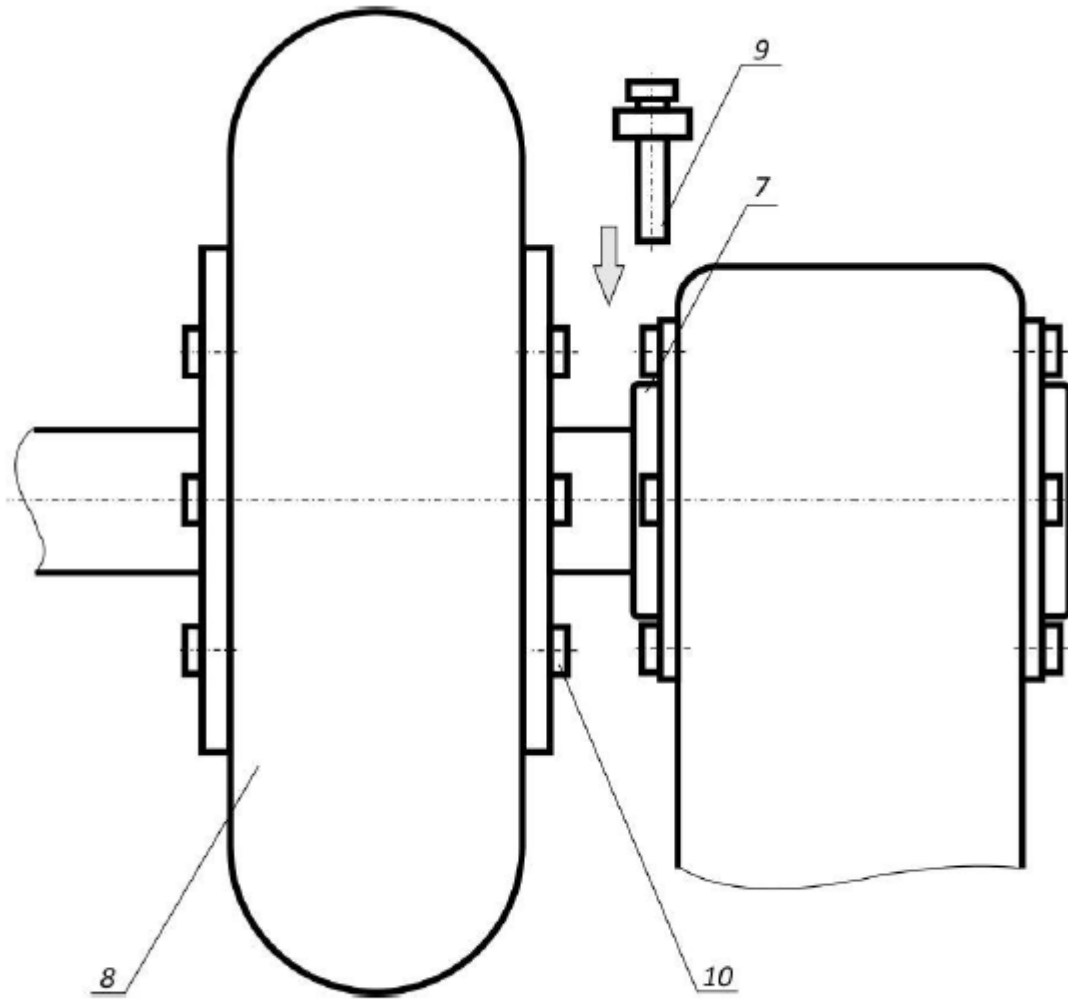
ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

5

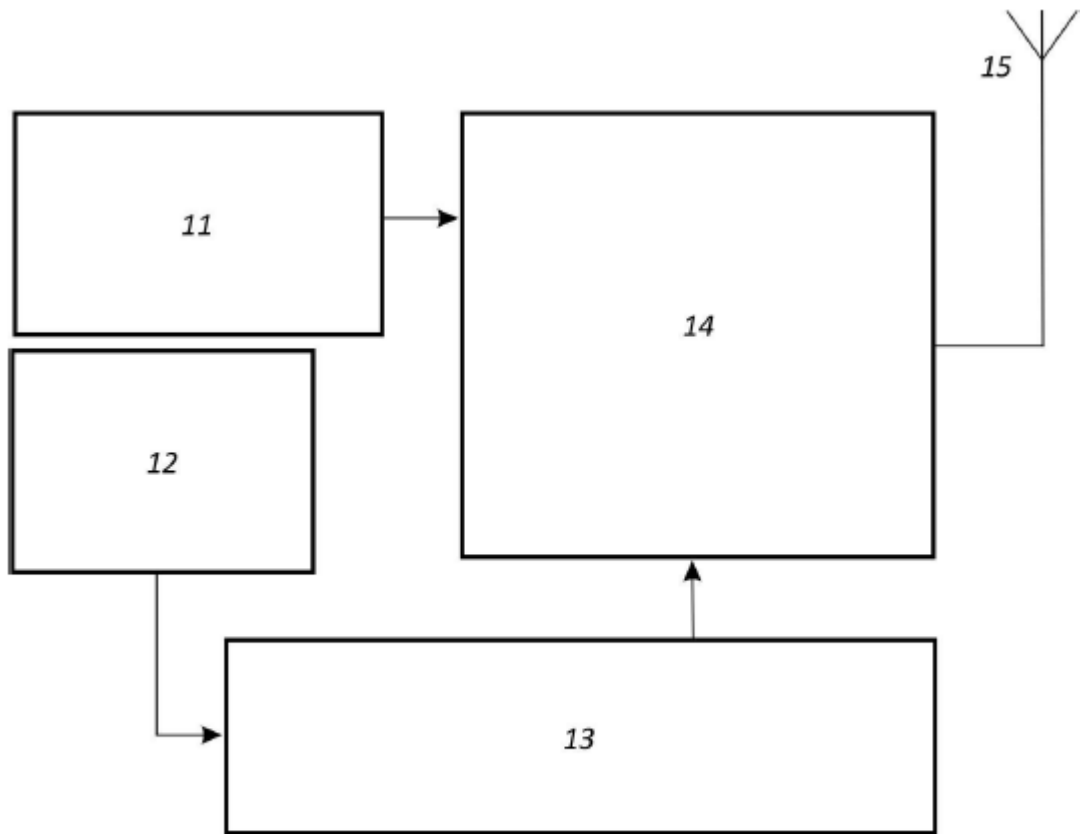
Автономний бездротовий бортовий пристрій вібродіагностування колісно-редукторного блока електропоїзда, що містить мікроконтролер, акселерометр, електромагнітний генератор, який **відрізняється** тим, що додатково містить шпильку, яку вкручують одним боком у отвір кришки підшипника шестірні, причому на шпильці прикріплений датчик циліндричної форми, всередині 10 пластикового корпусу якого знаходиться сталевая трубка з диском, причому сталевая трубка має внутрішнє різьблення із параметрами шпильки, а електронна плата дископодібної форми датчика із отвором посередині кріпиться на диску, який з'єднаний зі сталююю трубкою, причому усі компоненти датчика залиті компаундом або силіконом, на електронній платі розміщені 15 мікромеханічний триосевий акселерометр, мікроконтролер з вбудованим модулем бездротового зв'язку, індуктивний електромагнітний генератор містить котушку ізольованого мідного дроту, розміщену на осерді постійного магніту, й генерує електричну енергію завдяки взаємодії магнітного поля з головками болтів кріплення гумовокордної муфти впродовж обертання для функціонування активних компонентів електронної плати, зокрема мікроконтролера, який 20 використовує періодичні коливання амплітуди індуктивного електромагнітного генератора для розрахунку частоти обертання елементів підшипника кочення, зубчатого колеса й шестірні, з можливістю накопичувати та передавати інформацію про їх технічний стан до пункту технічного обслуговування електропоїзда, причому каналом передачі інформації слугує стандартизований бездротовий протокол, який вбудований у мікроконтролер.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фіг. 3