

Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ ПІДШИПНИКІВ МАТОЧИН КОЛІС В
УМОВАХ СТАНЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ СУБ'ЄКТА
ПІДПРИЄМНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ОНОШКО КОСТЯНТИН ІВАНОВИЧ МІСТО ЖМЕРИНКА

Графічна частина
до магістерської кваліфікаційної роботи
зі спеціальності 274 – Автомобільний транспорт
08-29.МКР.003.00.000

Керівник роботи к.е.н., ст.викл.

Огневий В.О.

Розробив студент гр. 1АТ-17м

Бурда О.В.

Вінниця ВНТУ 2019

Метою дослідження є створення методу діагностування підшипників маточин коліс автомобіля, на основі оцінки технічного стану підшипника по комплексному параметру в умовах станції технічного обслуговування.

Відповідно до поставленої мети в роботі вирішуються наступні завдання:

- розробка математичної моделі вібраційних процесів і електричного опору в трибоспряженнях двохрядного підшипника маточини колеса з можливістю моделювання локальних дефектів, і стану мастильного шару;
- розробка комплексного діагностичного параметра;
- розробка алгоритму діагностування підшипника із застосуванням комплексного діагностичного параметра;
- розробка пристрою діагностування підшипників маточин коліс і методики діагностування підшипника для автосервісного підприємства.

Об'єкт дослідження є підшипники маточин коліс легкового автомобіля.

Предмет дослідження – метод діагностування підшипника автомобіля із застосуванням комплексного параметра, що враховує характеристики електрофлуктуаційних і вібраційних процесів трибоспряжень, з використанням інтелектуальної системи виявлення наявності локальних дефектів і хвилястості поверхонь кочення, а також стану мастильного матеріалу.

Наукова новизна отриманих результатів. Дістали подальшого розвитку:

- математична модель електрофлуктуаційних і вібраційних процесів в трибоспряженнях підшипника маточини колеса автомобіля, які базуються на залежностях провідності і механічної взаємодії контактуючих тіл, що відрізняються можливістю параметризації локальних дефектів і станом мастильного шару;
- метод комплексного діагностування підшипника із застосуванням комплексного параметра, що враховує характеристики електрофлуктуаційних і вібраційних процесів підшипника.

Практична значимість отриманих результатів

Розроблено пристрій діагностування підшипників маточин коліс автомобілів, що дозволяє визначати наявність локальних дефектів, а також стан мастильного матеріалу підшипника автомобіля; складена методика оцінки технічного стану підшипників маточин коліс автомобіля для використання на підприємствах автосервісу.

Розподіл кількості ДТП за видами технічних несправностей АТЗ

| Несправність | Кількість ДТП,% |
|--|-----------------|
| Гальмівна система | 47,1 |
| Рульове керування | 16,4 |
| Шини | 13,9 |
| Прилади освітлення і сигналізації | 7,4 |
| Ходова частина | 6,2 |
| Дзеркала заднього огляду, склоочисники, дефекти скла | 1,9 |
| Зчіпного пристрою | 1,5 |
| Інші | 5,6 |

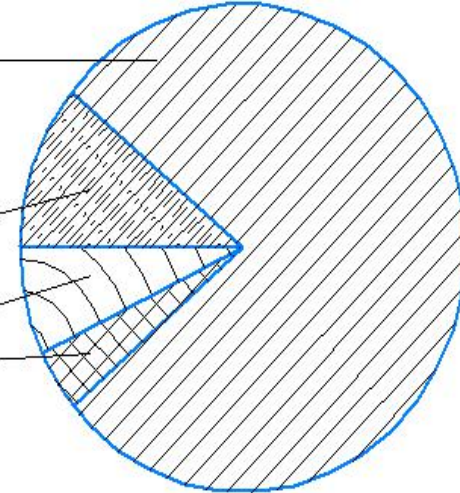
Причини виходу з ладу підшипників маточин коліс

80% – помилки установки і регулювання
 – великий зазор, навантаження
 – пошкодження при установці, регулюванні

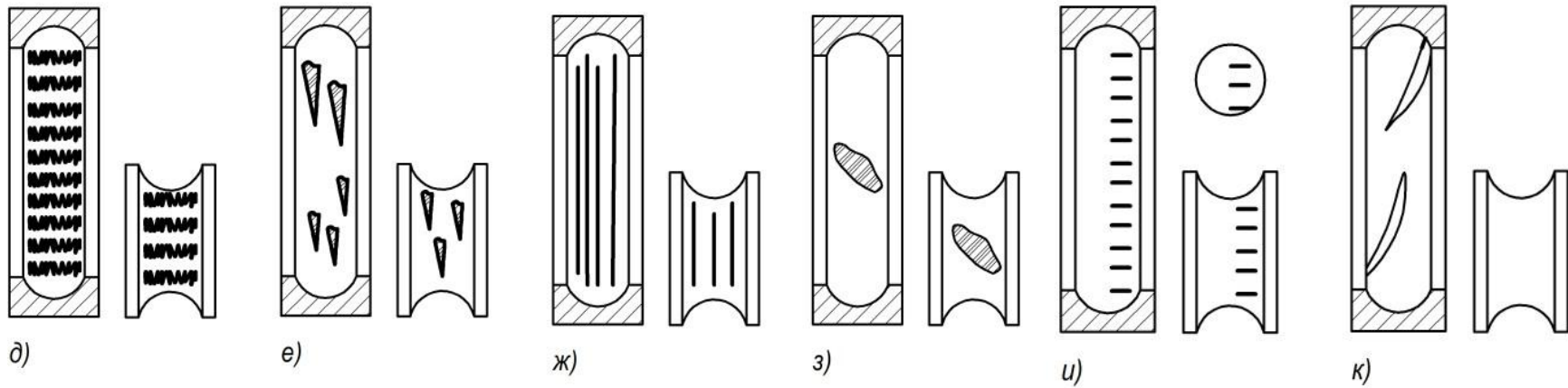
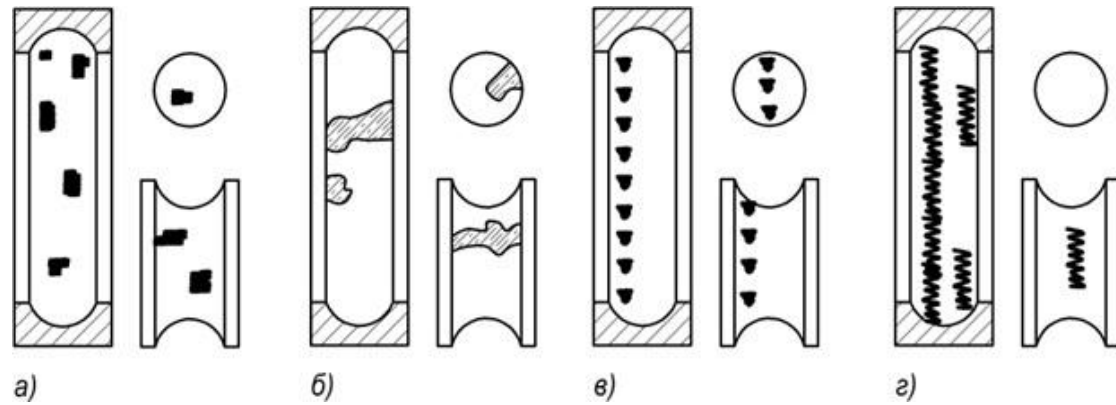
8% – пошкодження ущільнень при установці

7% – пошкодження ущільнень при експлуатації

5% – інші причини



Класифікація дефектів підшипників маточин коліс



а) втомні руйнування поверхонь, б) викришування поверхні, в) абразивний знос, г) атмосферна корозія, д) брінелірування, е) електропошкодження, ж) тертя, з) задири поверхні, и) ушкодження при складанні, к) несоосність кілець

Класифікація методів діагностування підшипників

Методи діагностування підшипників

По прямим параметрам

Структурні параметри деталей

- зважування деталей
- вимірювання лінійних розмірів
- вивчення характеристик поверхневого шару

Дефектоскопічні

- оптичний
- електромагнітний
- капілярний
- рентгенографічний
- магнітнопорошковий

Структурні параметри зібраного підшипника

- вимірювання зазорів
- вимірювання биття кілець

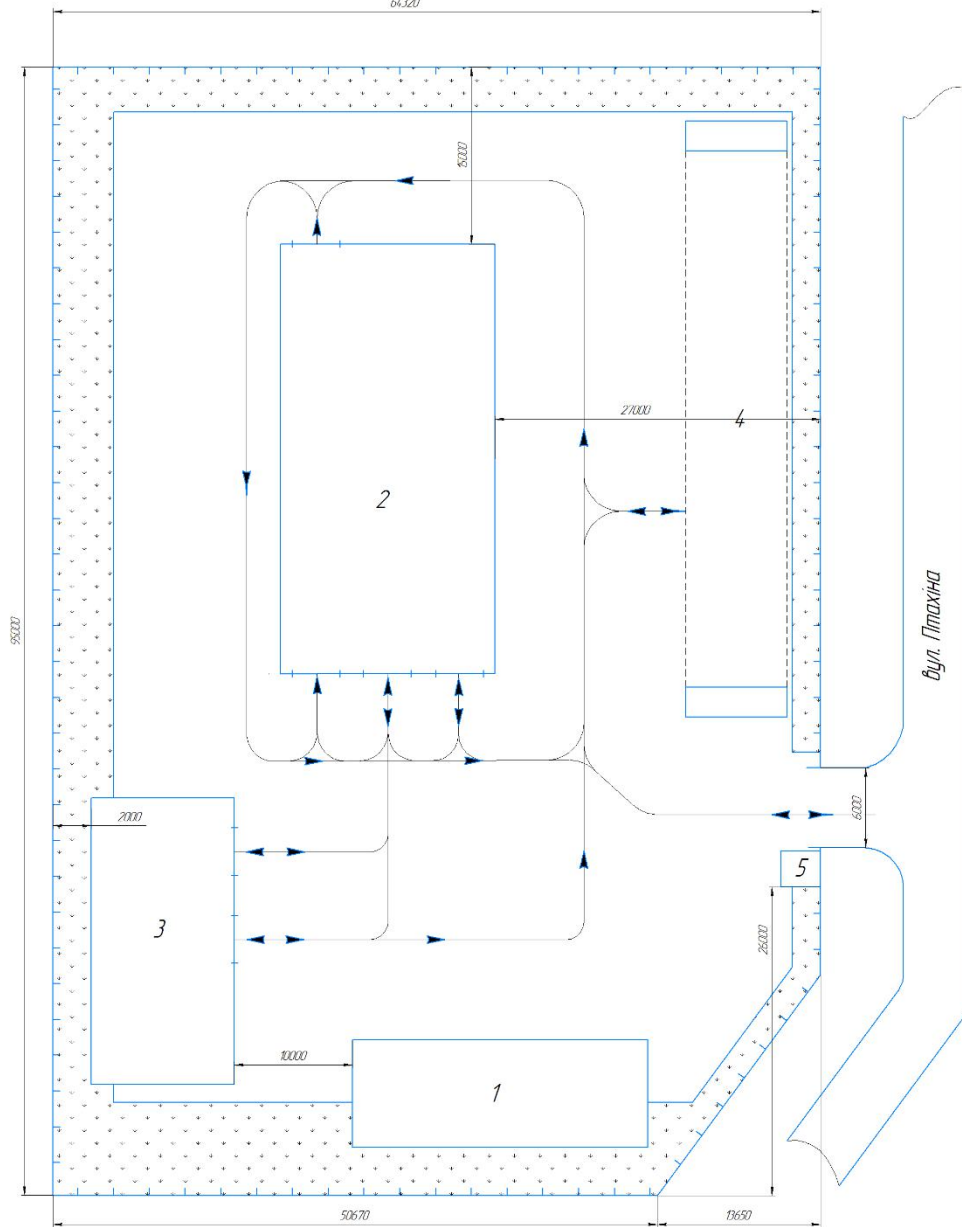
По відносним параметрам

Механо-молекулярні параметри, характеризуючі продукти зношення

- концентрація металевих продуктів зношення в трибоспряженнях
- фізико-хімічні властивості відпрацьованого мастила
- радіаційний

Параметри характеризуючі роботу підшипника

- суб'єктивна оцінка шуму і легкості обертання
- механічні методи
- теплові
- кінематичні
- віброакустичні
- електричні



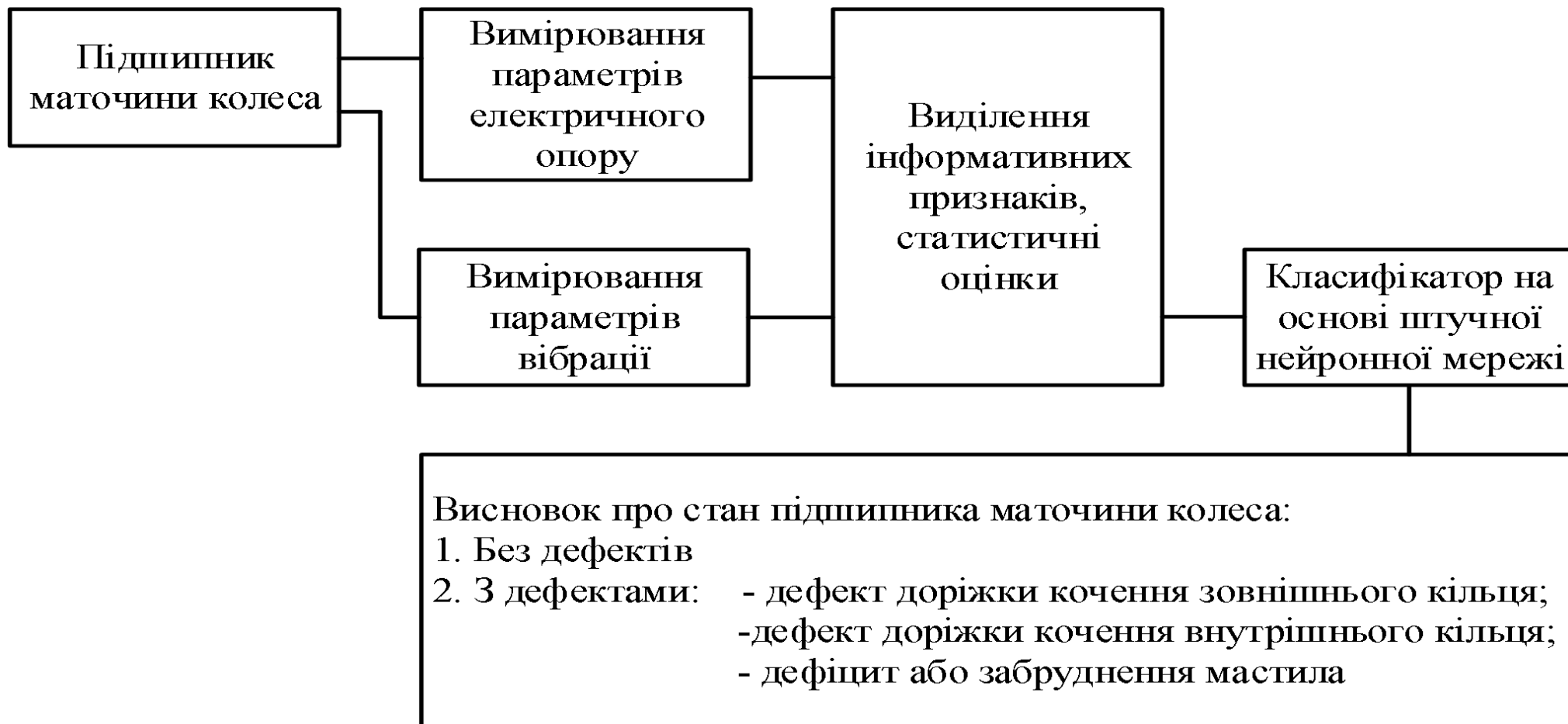
| № по з. | Будівля | Площа, м ² |
|---------|--|-----------------------|
| 1 | Адміністративно-побутовий корпус | 216 |
| 2 | Виробничий корпус | 648 |
| 3 | Додатковий виробничий корпус зі складами | 288 |
| 4 | Стоянка автомобілів | 500 |
| 5 | КПП | 40 |

Показники генерального плану

| Перелік показників | Значення |
|-----------------------|---------------------|
| Площа території | 0,6 га |
| Площа забудови | 1170 м ² |
| Коефіцієнт забудови | 0,2 |
| Коефіцієнт озеленення | 0,18 |

- Умовні позначення
- Огородження території
 - Будови і споруди
 - Напрямок руху
 - Озеленення
 - Стоянка автомобілів

Структурна схема методу діагностування підшипника маточини колеса

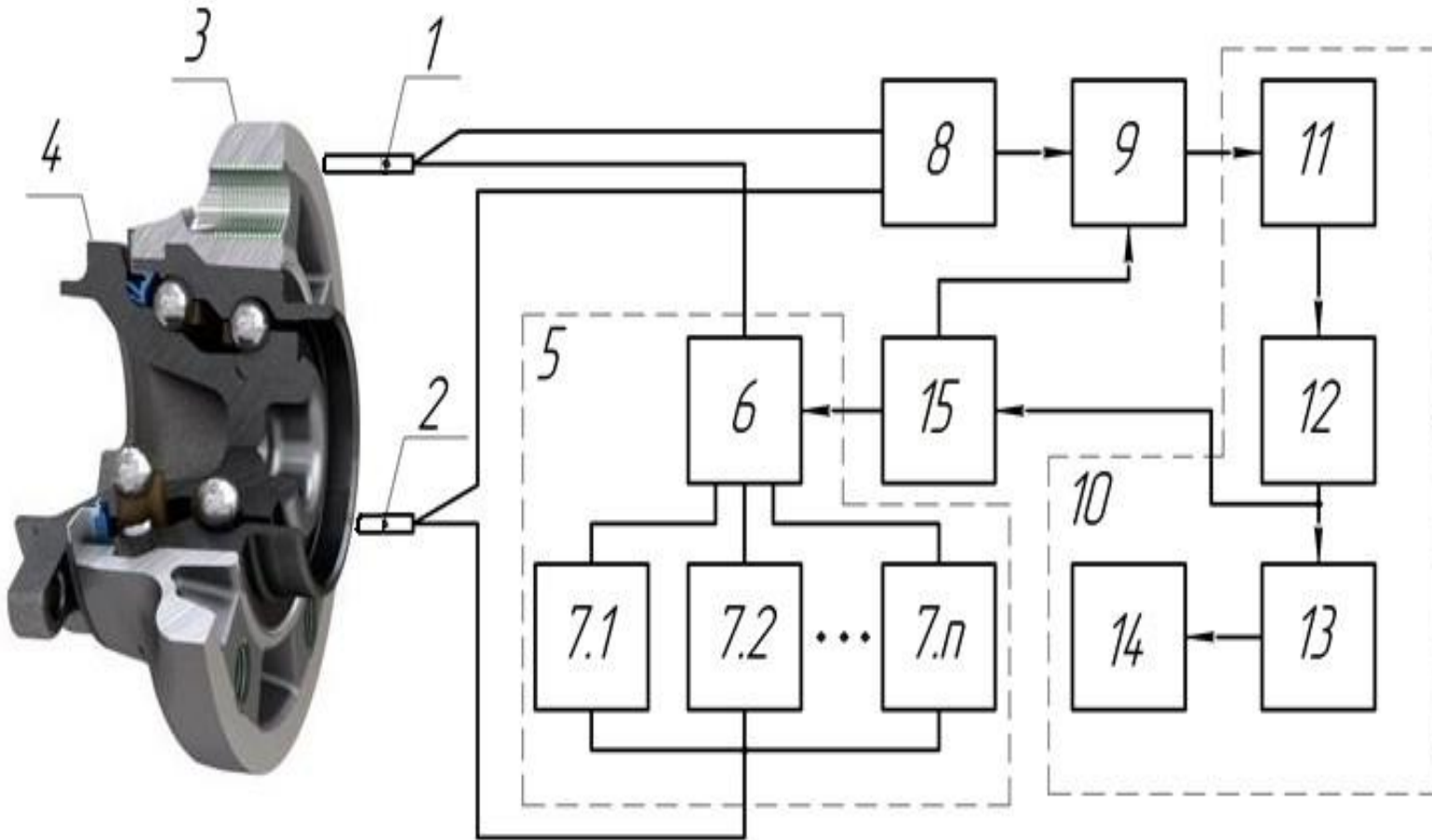


| Тип дефекту | Можливий стан | Інтервали параметрів | Примітки |
|--|---------------|--|---|
| Локальний дефект «впадина» | Присутній | Розмах (Пик-Пик) спектру колової віброприскорення g_E 0,01...1 | ДСТУ ISO 13373-2009 |
| | Відсутній | Розмах (Пик-Пик) спектру колової віброприскорення g_E 1...10 | |
| Стан мастильного матеріалу (режим тертя) | Задовільно | $\lambda > 1$ | Забезпечення змішаного або рідинного режиму тертя |
| | Незадовільно | $\lambda < 1$ | |

Результати розпізнання технічного стану підшипника маточини колеса

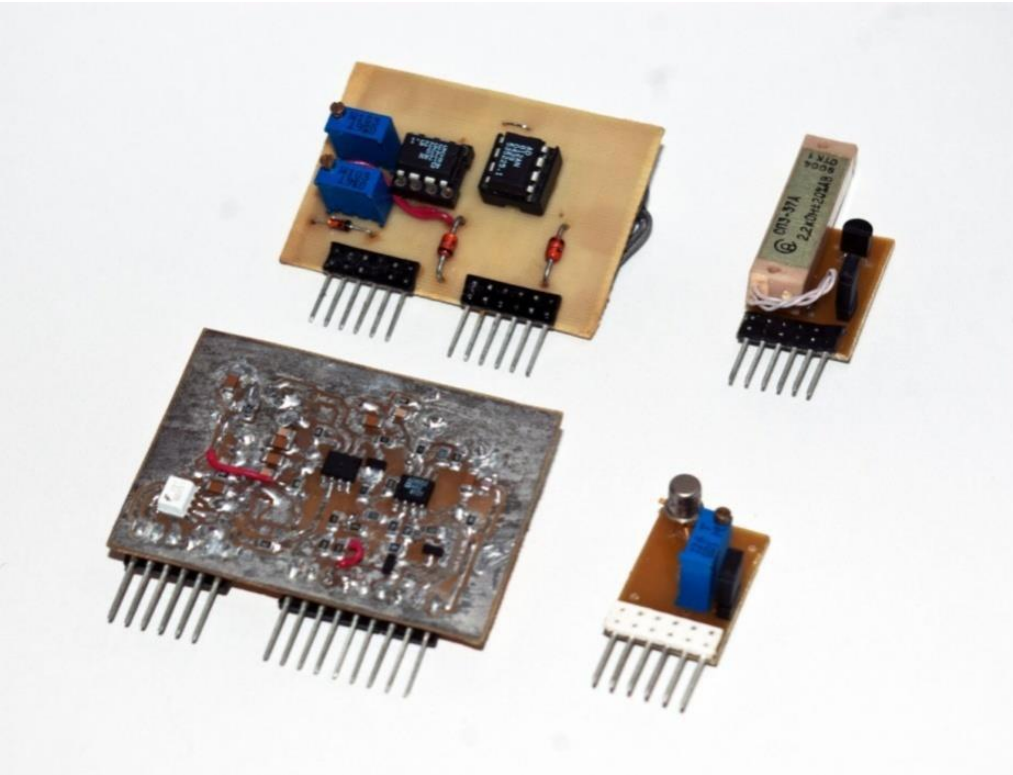
| Тимчасове вікно, с | Ймовірність безпомилкової класифікації | | |
|--------------------|--|----------------------------|----------------|
| | Без дефекту | Локальний дефект «впадина» | Дефект мащення |
| 1 | 100% | 88% | 81% |
| 5 | 100% | 98% | 98% |
| 10 | 100% | 100% | 100% |

Пристрій виміру опору трибоспряження підшипника маточини колеса

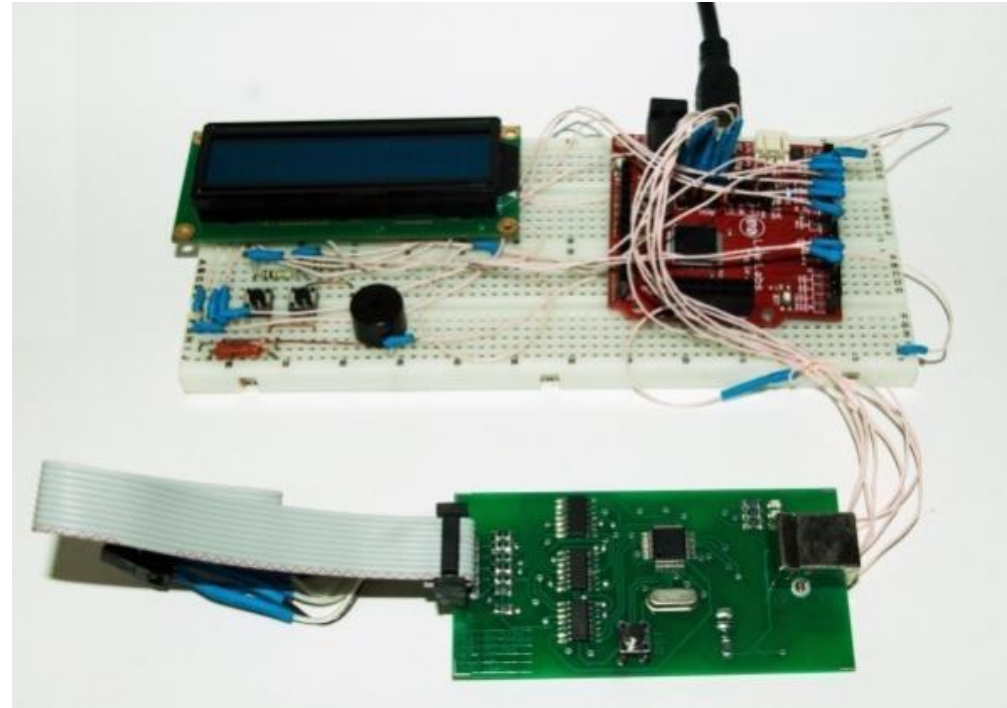


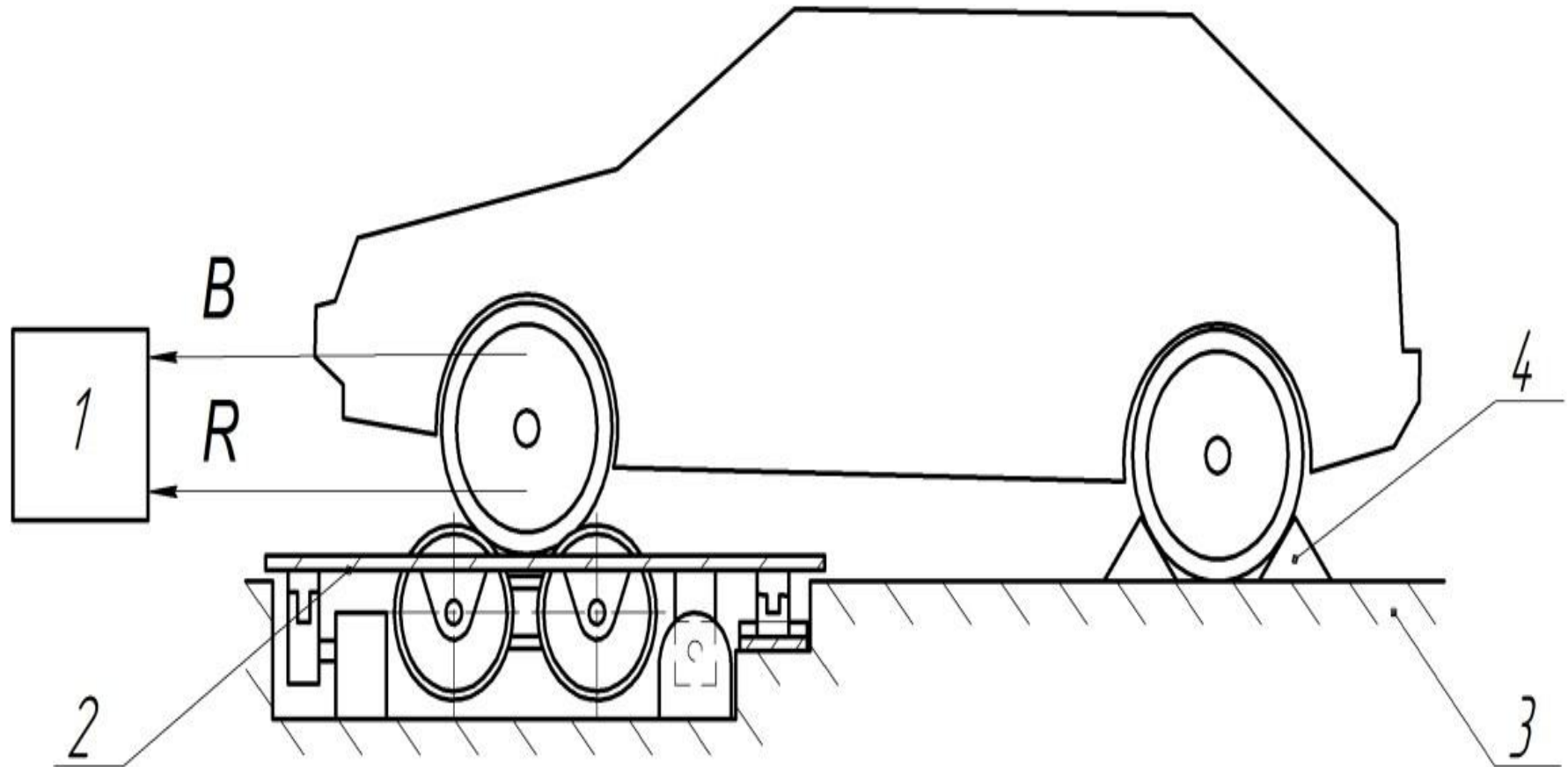
1,2 – струмозйомники, 3 – зовнішнє кільце підшипника, 4 – внутрішнє кільце підшипника, 5 – джерело електричної енергії, 6 – комутатор, 7 – джерело струму, 8 – диференційний підсилювач, 9 – підсилювач зі змінним коефіцієнтом підсилення, 10 – блок вимірювання діагностичного параметру, 11 – УВХ, 12 – АЦП, 13 – дешифратор, 14 – лічильний пристрій, 15 – пристрій управління

Загальний вигляд модуля вимірювання опору

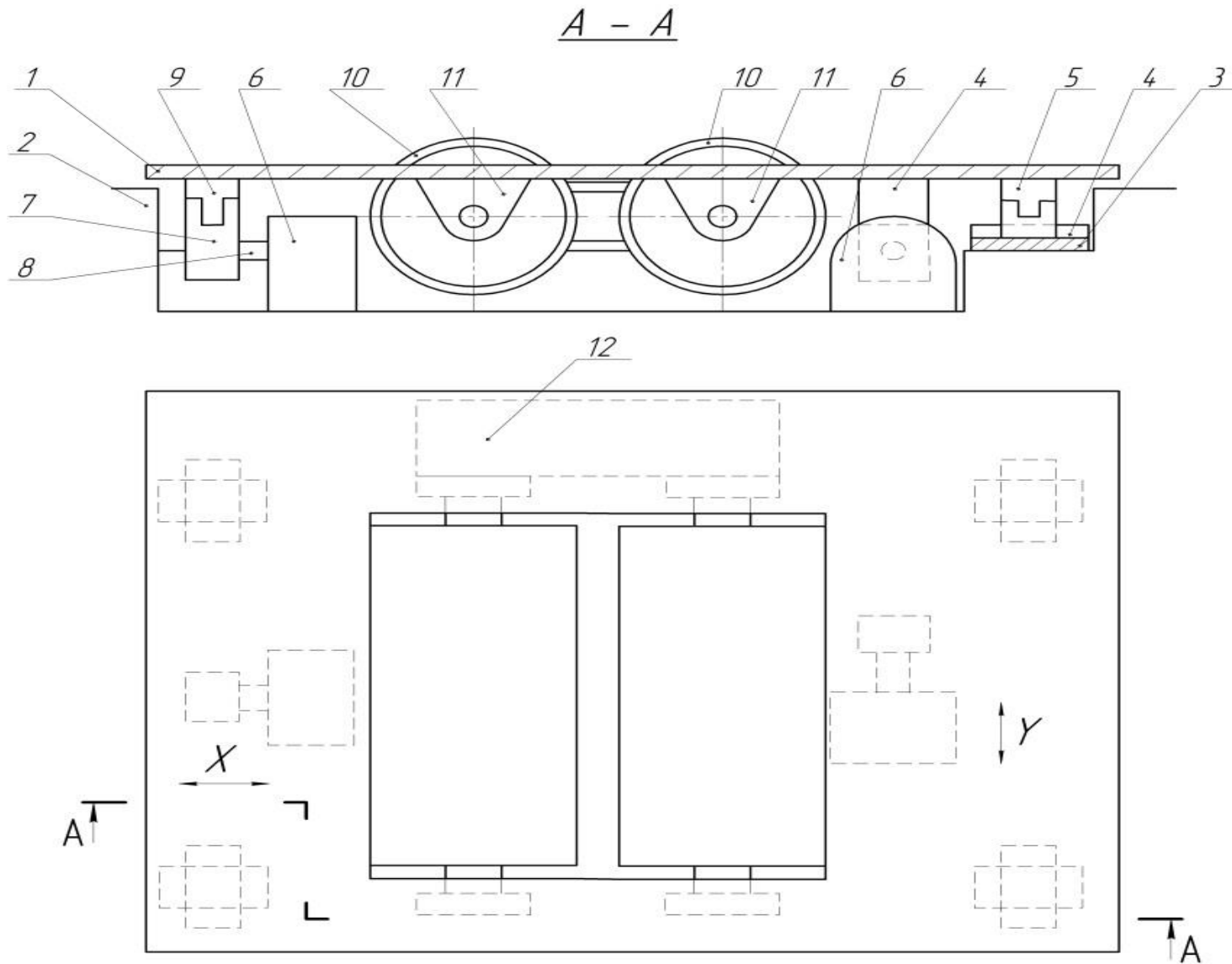


Зовнішній вигляд макета модуля



Зовнішній вигляд стенду діагностики підшипника маточини колеса

1 – блок збору і аналізу інформації, 2 – рухома опора з біговими барабанами,
3 – основа, 4 – колісні упори



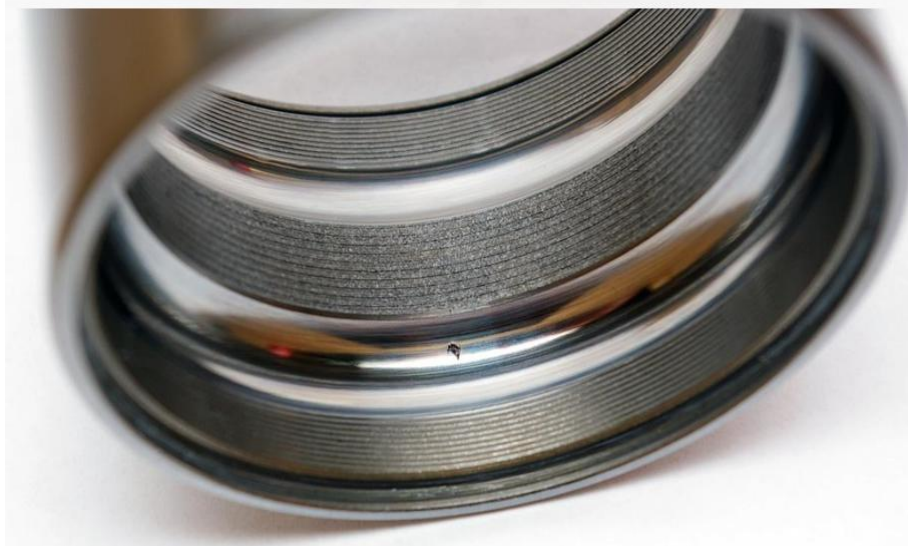
1 – стіл, 2 – основа, 3-5,9 – елементи зубчатої рейки, 6-8 – елементи пневмоциліндра, 10 – опорно-бігові барабани, 11 – стійка, 12 - електропривід

Експериментална установа

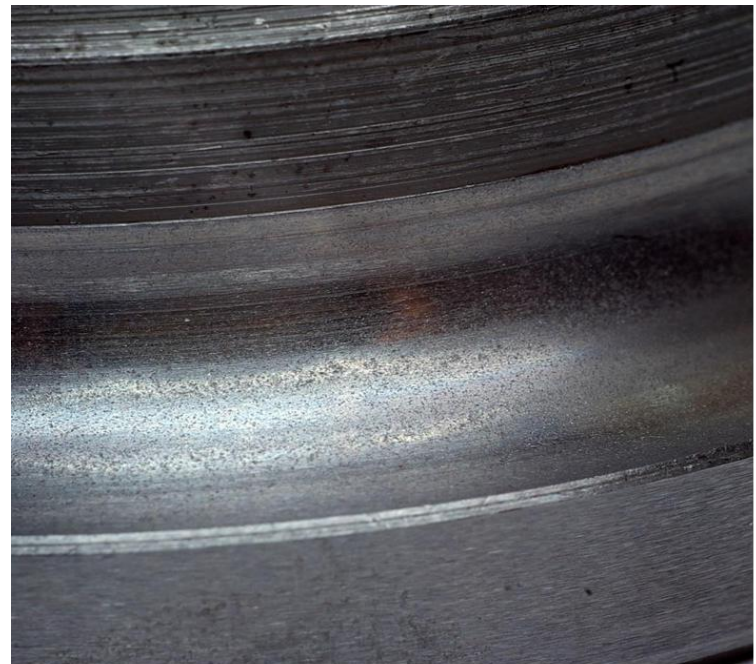


| № зразка | Наявність лок. деф. | Наявність хвилястості | Пошкодження ущільнення | Параметри дефекту | Примітка |
|----------|---------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | - | - | - | - | новий з мастилом |
| 2 | - | - | - | - | новий з мастилом |
| 3 | - | - | - | - | новий з мастилом |
| 4 | - | - | - | - | новий з мастилом |
| 5 | - | - | - | - | новий з мастилом |
| 6 | + | - | + | a=31 мкм b=42 мкм h=20 мкм | Лок. деф. Виду «впадина», наявність пошкоджень ущільнення |
| 7 | + | - | - | a=11 мкм b=38 мкм h=15 мкм | Лок. деф. Виду «впадина», наявність корозії |
| 8 | + | + | - | a=22 мкм b=12 мкм h=21 мкм | Лок. деф. Виду «впадина», наявність абразивного зносу |
| 9 | + | - | - | a=51 мкм b=13 мкм h=5 мкм | Лок. деф. Виду «впадина», втомне викришування |
| 10 | + | + | - | a=20 мкм b=42 мкм h=3 мкм | Лок. деф. Виду «впадина», наявність абразивного зносу |
| 11 | - | + | - | H _{max} - 10,9 мкм | пошкодження при збиранні |
| 12 | - | + | + | H _{max} - 40,1 мкм | наявність абразивного зносу |
| 13 | - | + | - | H _{max} - 19 мкм | наявність абразивного зношування бринелювання |
| 14 | - | + | - | H _{max} - 20 мкм | наявність абр. зносу |
| 15 | - | + | - | H _{max} - 12,1 мкм | Наявність абразивного зносу |
| 16 | - | - | + | | наявність пошкодження ущільнення, наявність абразивного зносу |
| 17 | - | - | + | | присутність пошкоджень ущільнення, наявність абразивного зносу |
| 18 | - | - | + | | присутність пошкодження ущільнення, наявність абразивного зносу |
| 19 | - | - | + | | присутність пошкодження ущільнення, наявність абразивного зносу |
| 20 | - | - | + | | присутність пошкодження ущільнення, наявність абразивного зносу |

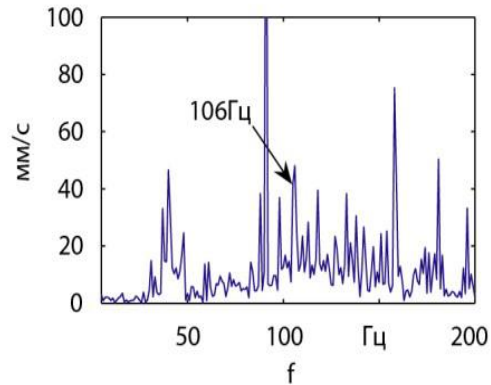
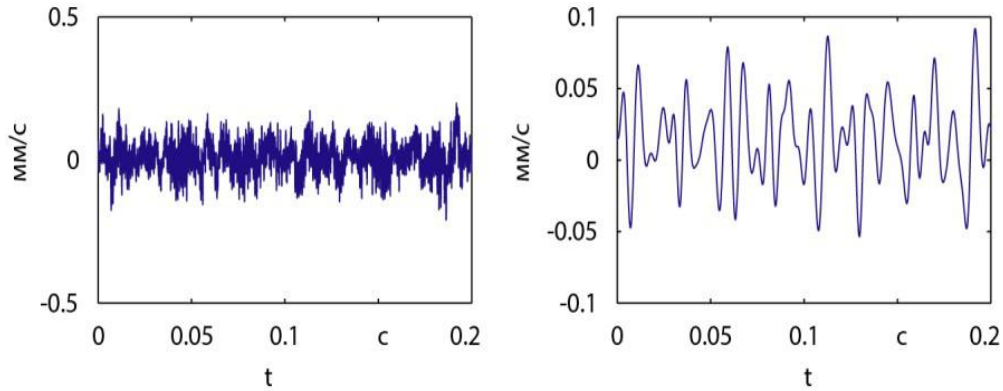
Дефекти на кільцях



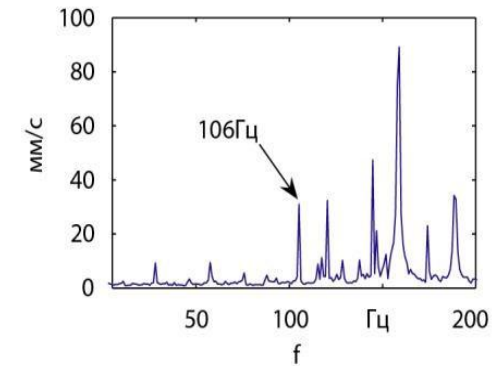
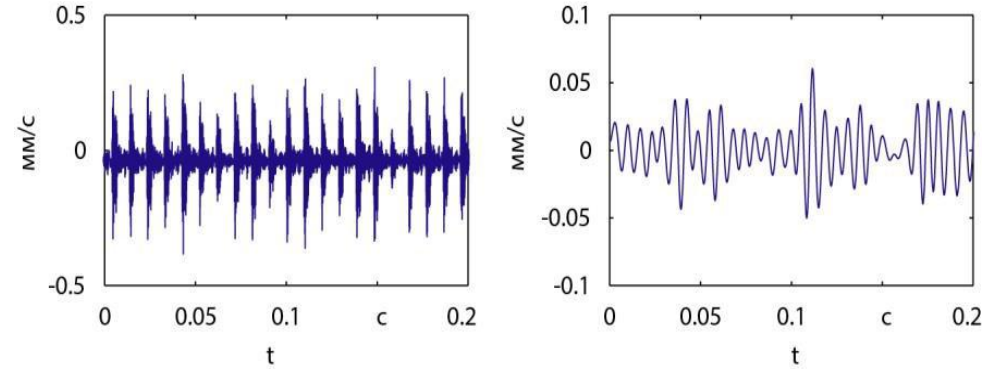
Дефекти при абразивному зношуванні **16**



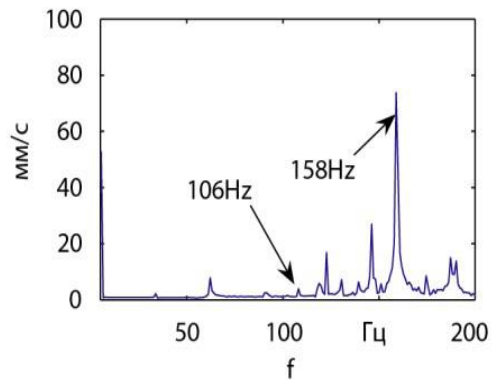
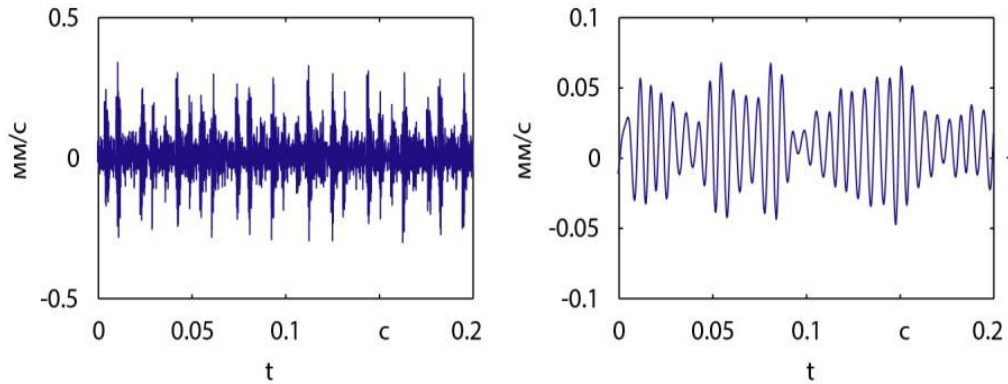
Експериментальні залежності віброшвидкості нового підшипника маточини колеса



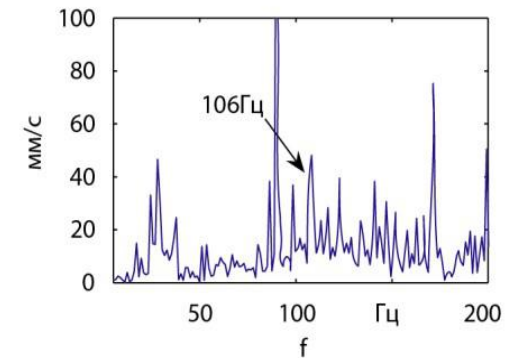
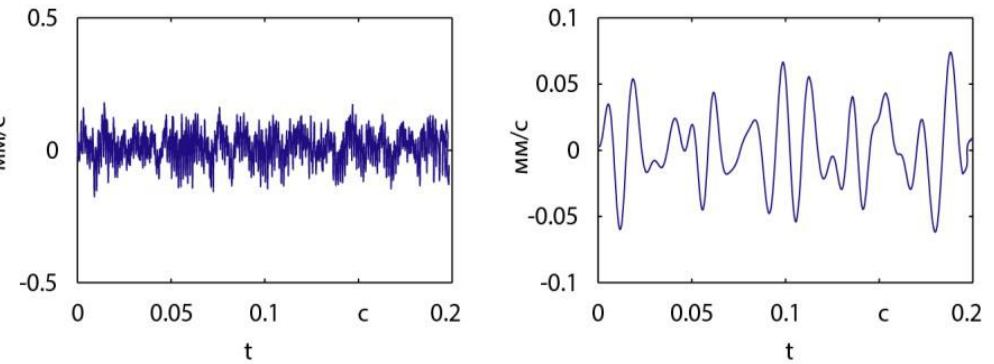
Експериментальні залежності віброшвидкості з локальним дефектом на зовнішньому кільці

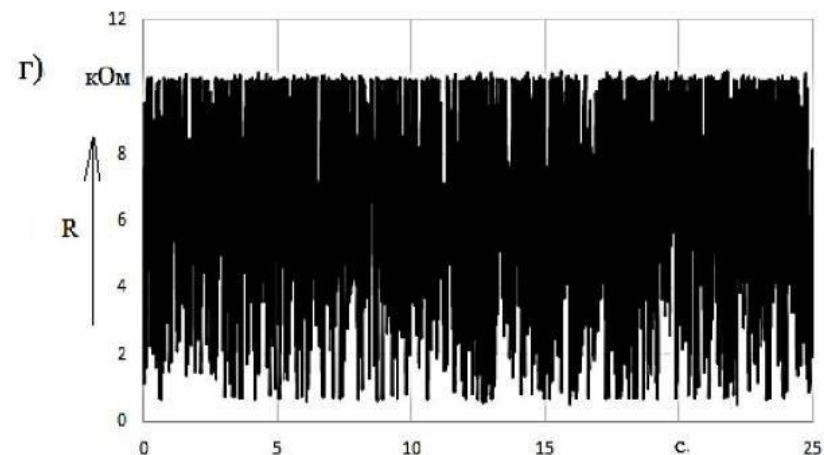
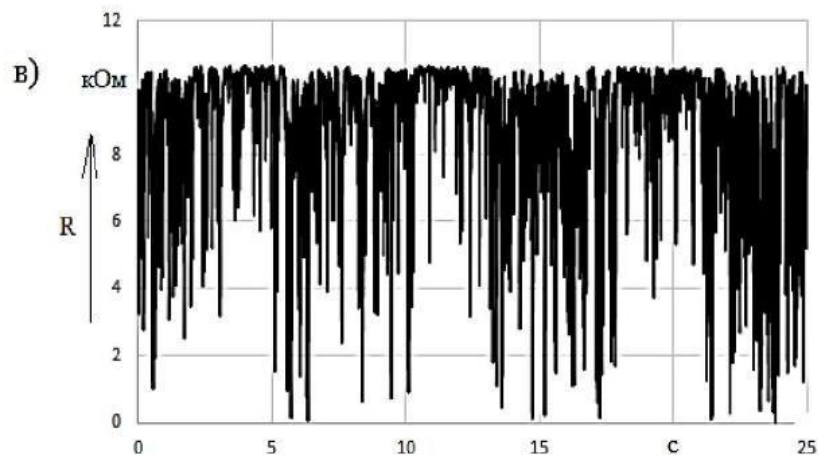
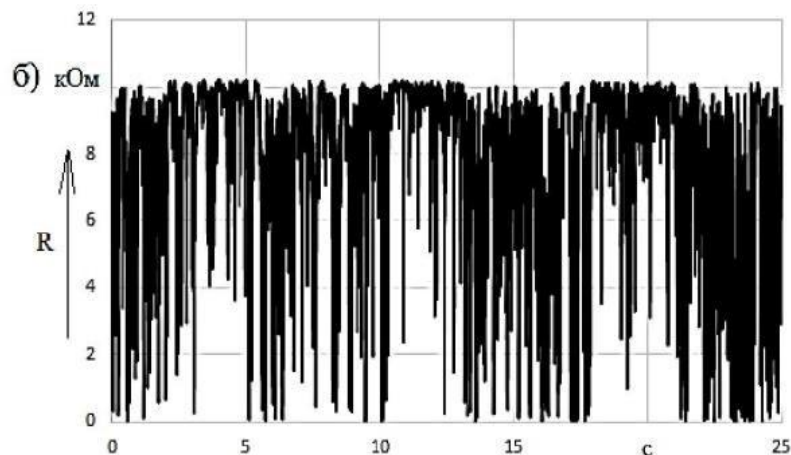
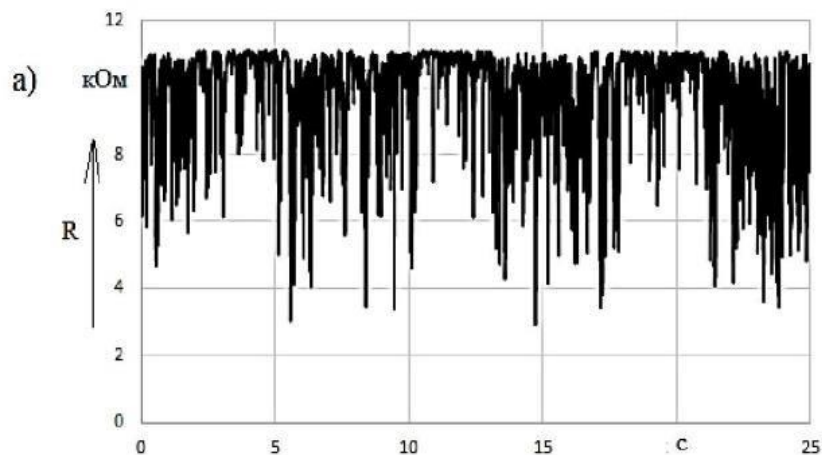


Експериментальні залежності віброшвидкості хвилястості доріжки кочення



Експериментальні залежності віброшвидкості з недостатньою кількістю мастильного матеріалу





а) новий підшипник; б) підшипник з дефектом зовнішнього кільця;
в) підшипник з хвилястістю; г) підшипник з недостатньою кількістю мастила

ВИСНОВКИ

1. Проведений аналіз конструкцій підшипників маточин коліс автомобілів, а також діагностичних операцій по контролю їх технічного стану, показав актуальність розробки комплексного методу діагностування, який поєднує в собі переваги вібраційного і електрофлукуаційного принципів отримання інформації про стан трибоспряжень.

2. Обрані параметри, які є оцінками вібраційних і електрофлукуаційних процесів для створення вектор-параметра, який подається на вхід класифікатора, що дозволяє враховувати спільні варіації параметрів.

3. Визначено межі дефектності підшипника для запропонованого методу.

4. Розроблено методику, пристрій діагностування та програмне забезпечення для діагностування підшипника автомобіля.

5. Розроблений метод діагностування підшипника автомобіля дозволяє комплексно оцінювати технічний стан вузла без його демонтажу, що дозволяє отримати економічний ефект за рахунок паралелізації і інтелектуалізації діагностичної операції.

6. Річний економічний ефект від впровадження методики діагностування підшипника маточини колеса на СТОА СПД «Оношко Костянтин Іванович» складе 41870,66 грн / рік.