

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

**«ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДУ ДІАГНОСТУВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО СТАНУ  
ШИН ЗА ЖОРСТКІСНИМ ПАРАМЕТРОМ В УМОВАХ СТАНЦІЇ ТЕХНІЧНОГО  
ОБСЛУГОВУВАННЯ «БОШ АВТОСЕРВІС АВТОДРОМ» МІСТО КАЛИНІВКА»**

Графічна частина  
магістерської кваліфікаційної роботи

Розробив: студент гр. 1АТ-17м

Б.В. Рикун

Керівник: к.е.н., доц. кафедри АТМ

Т.В. Макарова

Вінниця ВНТУ 2019

## МЕТА ТА ЗАДАЧІ РОБОТИ

**Метою** магістерської випускної роботи є підвищення безпеки руху легкового автомобіля шляхом поліпшення діагностування експлуатаційної властивості автомобіля – курсової стійкості руху.

*Об'єкт дослідження* – процес кочення еластичного рушія легкового автомобіля.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішуються наступні **задачі**:

- ✓ визначення та аналітичне дослідження факторів які мають вплив на КСР;
- ✓ проведення експерименту для визначення найбільш впливового фактору (навантаження на колесо або внутрішній тиск);
- ✓ вибір обладнання для діагностування експлуатаційного стану шин легкового автомобіля для визначення показників курсової стійкості легкового автомобіля;

# ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА СТІЙКІСТЬ РУХУ



# ЗРІВНЯННЯ ПЕРЕВАГ І НЕДОЛІКІВ РІЗНИХ ВИДІВ ШИН



# ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА

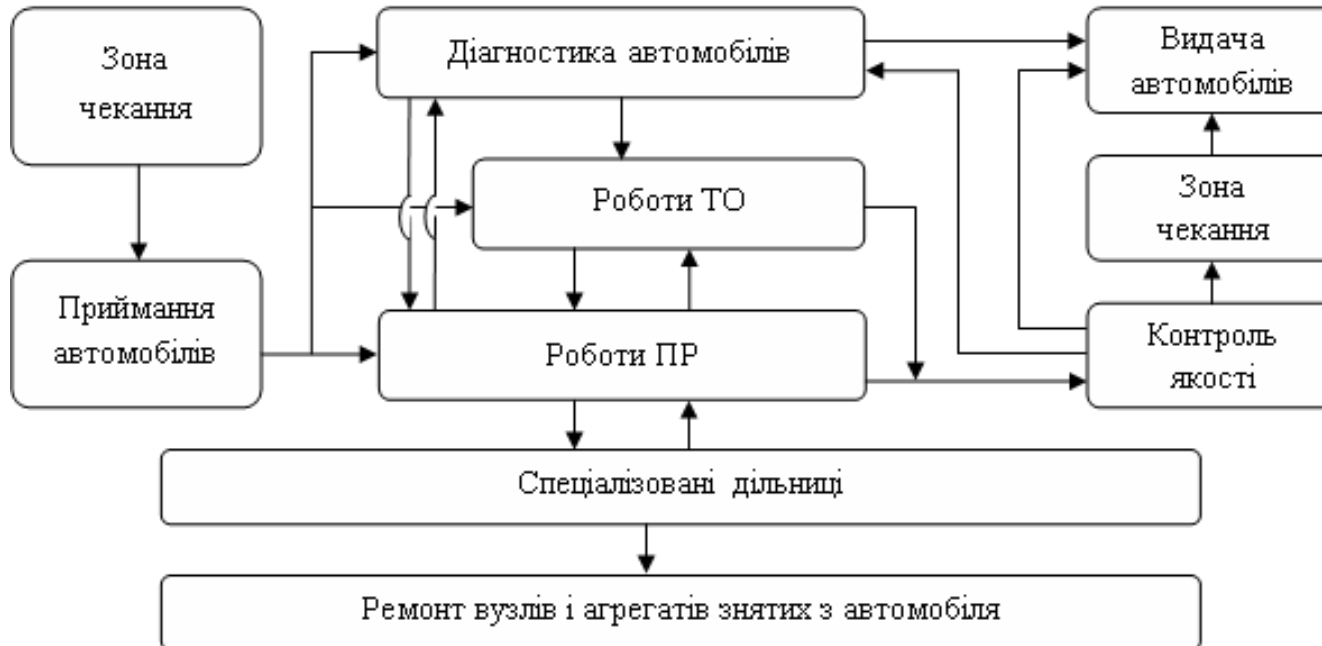
## Зовнішній вигляд СТО



## Діагностичні роботи :

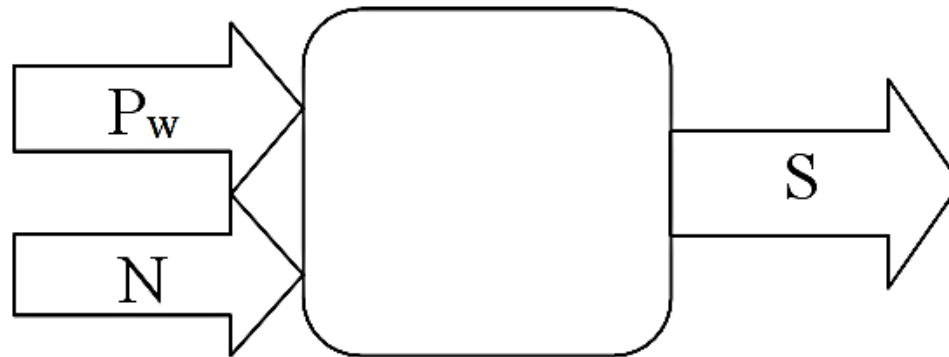
- комп'ютерне діагностування та ремонт автомобіля;
- діагностика та ремонт ходової частини автомобіля;
- діагностування та регулювання кутів встановлення коліс (розвал сходження);
- передпродажне діагностування автомобілів.

## Схема технологічного процесу ТО і ПР автомобілів на СТО



# МОДЕЛІ ДЛЯ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ТИСКУ ПОВІТРЯ І НАВАНТАЖЕННЯ ШИНИ НА ПЛОЩУ КОНТАКТА

Модель експерименту



Лінійна модель дисперсійного аналізу

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

де  $y_{ij}$  – значення функції відгуку (площі контакту), що отримане в результаті проведення досліду з  $i$ -им,  $j$ -им рівнями, відповідно, факторів А і В;

$\mu$  – загальний ефект у всіх дослідах (дійсне середнє сукупності, з якої отримана вибірка);

$\alpha_i$  – ефект рядка, дисперсія, що отримана за рахунок зміни фактора А (навантаження на колесо);

$\beta_j$  – ефект колонки, дисперсія, що отримана під впливом зміни фактора В (тиск повітря);

$\varepsilon_{ijk}$  – дисперсія, що викликана помилкою експериментального дослідження.

# АВТОМОБІЛЬ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ

Skoda Octavia A5 2012



Шина встановлена на автомобілі,  
Continental Sport Contact 2



Домкрат



Колесо, вивішене за допомогою домкрата



# РЕЗУЛЬТАТИ ВИМІРЮВАННЯ

## Таблиця дисперсійного аналізу

№ з/п	Джерело мінливості	Число ступенів свободи	Сума квадратів	Середній квадрат	Розрахунковий критерій	Табличний критерій Фішера
1	Фактор А	$n - 1 = 4 - 1 = 3$	124984	$124984 : 3 = 41661$	2,36	4,76
2	Фактор В	$n - 1 = 3$	2766172	$2766172:3=922057$	52,29	4,76
3	Помилка	$(n - 1)(n - 2) = 3 \cdot 2 = 6$	105814	$105814 : 6 = 17635$		
	Разом:	$(n2 - 1) = 16 - 1 = 15$	2996970			

На основі аналізу даних таблиці можна зробити наступні висновки:

- тиск повітря (фактор А), при його зміні від 0,18 до 0,21 МПа, на величину площі контакту впливає не значуще; критерій Фішера  $F_p < F_T$  при отриманій величині помилки;
- навантаження на колесо впливає на площу контакту значуще; критерій Фішера  $F_p > F_T$ .



## МАТРИЦЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ ТА ОТРИМАНІ ПОКАЗНИКИ

<u>Тиск повітря</u> в <u>шині</u> (МПа)	$P_{w1}$		$P_{w2}$		$P_{w3}$		$P_{w4}$	
	1,8		1,9		2,0		2,1	
<u>Навантаження</u> на <u>косолецо</u> (число пас.)								
0	5567 <sup>1</sup>		5152 <sup>1</sup>	3	4737 <sup>1</sup>	1	4594 <sup>1</sup>	
1	5699 <sup>1</sup>		5237 <sup>1</sup>	5	4826 <sup>1</sup>		4672 <sup>1</sup>	4
2	5872 <sup>1</sup>	0	5383 <sup>1</sup>		4916 <sup>1</sup>	6	4758 <sup>1</sup>	
3	5964 <sup>1</sup>	2	5516 <sup>1</sup>		5006 <sup>1</sup>		4824 <sup>1</sup>	

## АНАЛІЗ ОТРИМАНИХ ПОКАЗНИКІВ

Якщо різниця між середніми значеннями рівнів більш відповідного найменшого значимого рангу, то відмінність між середніми значуща

$$E_1 = \bar{B}_4 - \bar{B}_1 = 158 - (-149) = 307 > 240 - \text{відмінність значуща.}$$

$$E_2 = \bar{B}_4 - \bar{B}_2 = 158 - (-62) = 220 < 236 - \text{відмінність незначуща.}$$

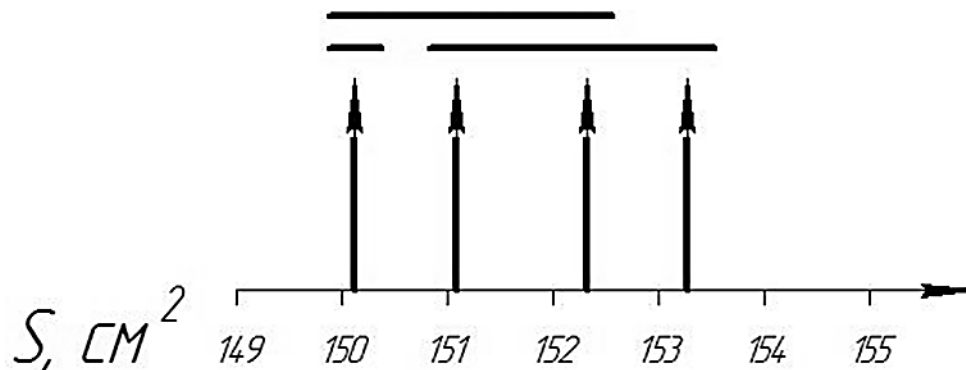
$$E_3 = \bar{B}_4 - \bar{B}_3 = 158 - 62 = 96 < 228 - \text{відмінність незначуща.}$$

$$E_4 = \bar{B}_3 - \bar{B}_1 = 62 - (-149) = 211 < 236 - \text{відмінність незначуща.}$$

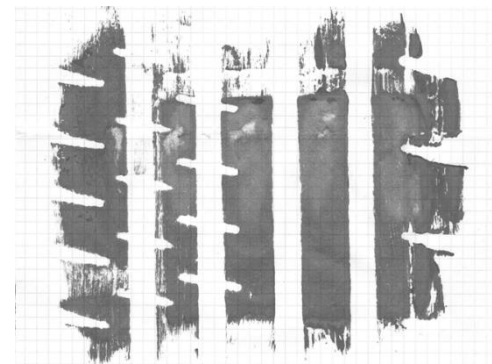
$$E_5 = \bar{B}_3 - \bar{B}_2 = 62 - (-62) = 124 < 228 - \text{відмінність незначуща.}$$

$$E_6 = \bar{B}_2 - \bar{B}_1 = -62 - (-149) = 87 < 228 - \text{відмінність незначуща.}$$

Аналіз за критерієм Дункана



Відбиток плями контакту



# МЕТОД ДІАГНОСТУВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО СТАНУ ШИН

## Радіальний прогин

$$r = \frac{Q}{2\pi \sqrt{2RD}(P_w + P_0)} + \sqrt{\left[ \frac{Q}{2\pi \sqrt{2RD}(P_w + P_0)} \right]^2 + \frac{\Psi_1 h Q}{\Psi \Psi_2 \pi E \sqrt{2RD}}},$$

де  $\Psi_1$  – коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу тисків по площі контакту

$\Psi_2$  – коефіцієнт жорсткості зв'язку поперечної деформації шини;

$\Psi$  - коефіцієнт насиченості рисунка протектору;

$h$  - висота рисунка протектору;

$E$  - модуль пружності матеріалу протектору;

$Q$  - навантаження на колесо;

$P_0$  - показник жорсткості каркасу;

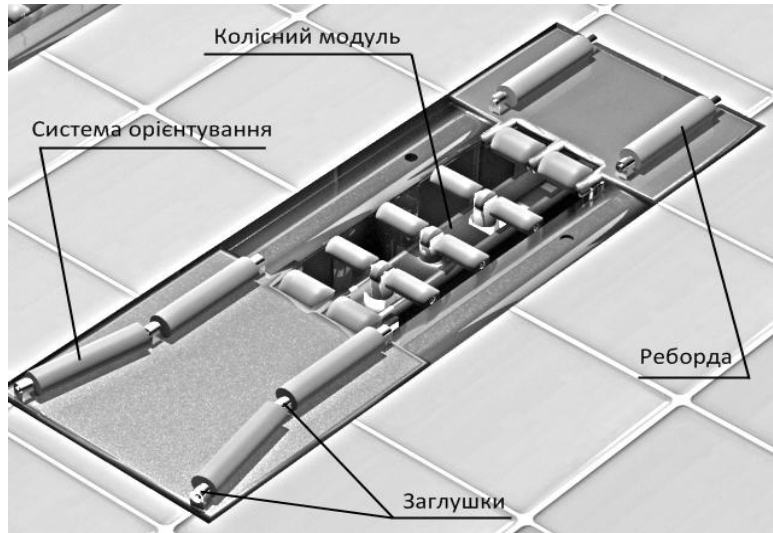
$P_w$  - тиск повітря в шині;

$D$  – зовнішній діаметр шин;

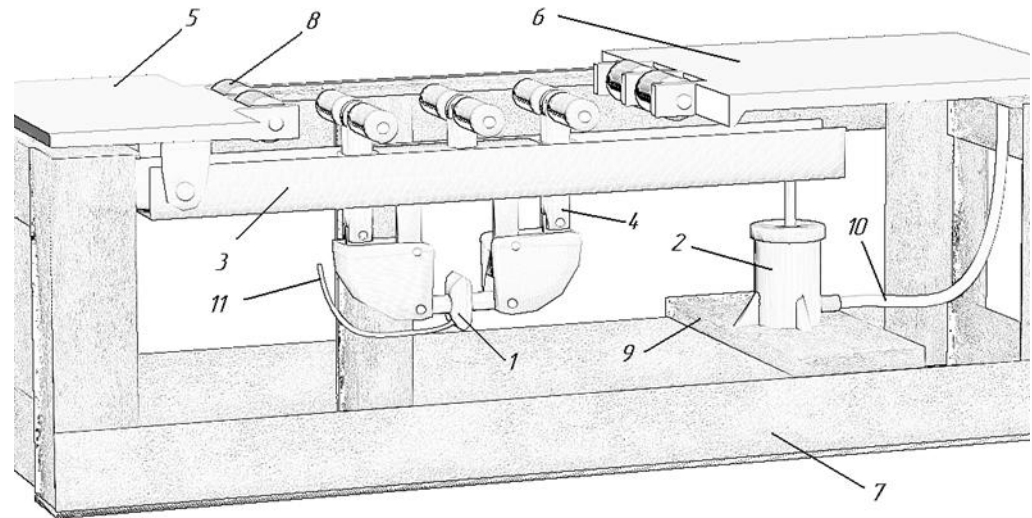
$R$  – радіус кривизни протектора.

# МЕТОД ДІАГНОСТУВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО СТАНУ ШИН

## Структура стану



## Загальний вигляд стану для контролю стану шин

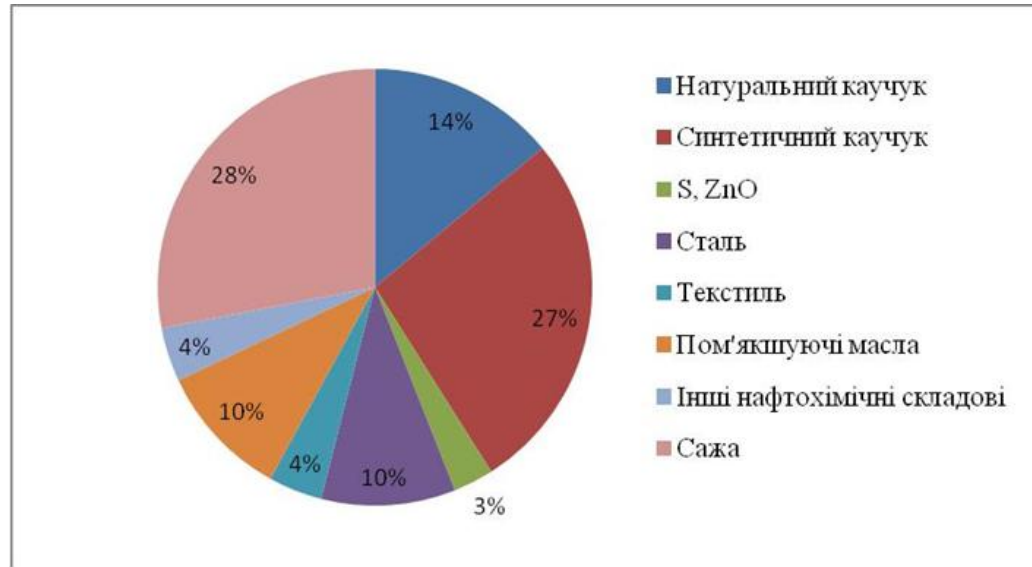


Колісний модуль містить в собі наступні основні елементи:

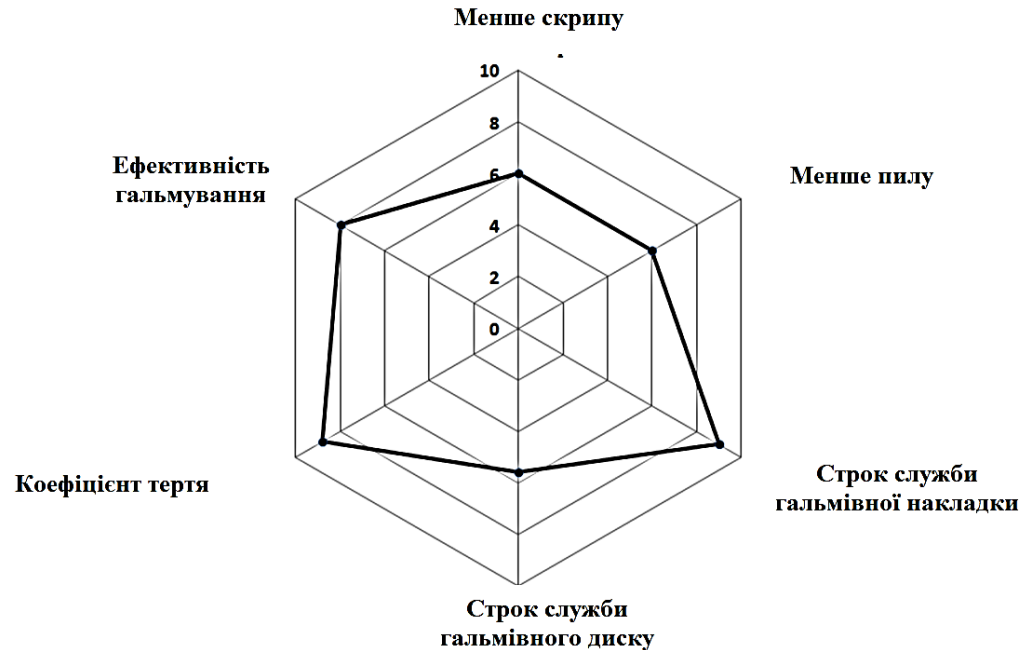
раму 7; дві сталеві плити 5 і 6, що закінчуються осями з роликами 8; сталевого важеля 3; пневматичний циліндр 2; датчик 1; важелі з роликами 4.

# ХІМІЧНИЙ СКЛАД ШИНИ Й ГАЛЬМІВНИХ НАКЛАДОК

Хімічний склад  
автомобільної  
шини



Результат тестів дискових  
колісних механізмів  
автотранспортних засобів з  
напівметалевих  
гальмівними накладками



## ВИСНОВКИ

- ❑ Визначені та аналітично досліджені фактори, які мають вплив на курсову стійкість руху з виокремленням дії структури протектора шини.
- ❑ Проведений експеримент для визначення в якості жорсткісного діагностичного параметру площі контакту шини з опорною поверхнею. За результатами наступного дисперсійного аналізу, означена площа визнана недостатньо чутливим жорсткісним діагностичним параметром.
- ❑ Вибраний діагностичний стенд, що може дозволити виконати діагностування експлуатаційного стану шин за величиною радіального прогину еластичного рушія з наступним визначенням прогнозу зі стійкості руху автомобіля.
- ❑ Сформовано коефіцієнт для оцінки рівня еластичності шини. Виконана оцінка дії на людину і довкілля фрикційного матеріалу протектора шин та гальмівних накладок.