

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

Графічний матеріал до
магістерської кваліфікаційної роботи
на тему:

**Підвищення ефективності діагностування технічного стану
передньої підвіски та рульового керування автомобілів в умовах
комунальної установи "Авторемонтна база закладів охорони здоров'я"
місто Вінниця**
спеціальність 274 – «Автомобільний транспорт»

Розробив: ст. гр. 1АТ-18м
Люльчак С. О.

Керівник: к.т.н., доц.
Кашканов В. А.

Вінниця – 2019 р.

Мета роботи – надання практичних рекомендацій щодо підвищення ефективності діагностування технічного стану передньої підвіски та рульового керування автомобілів в умовах комунальної установи «Авторемонтна база закладів охорони здоров'я» місто Вінниця.

Завдання дослідження

- виконати аналіз діяльності та стану виробничо-технічної бази комунальної установи «Авторемонтна база закладів охорони здоров'я» м. Вінниця;
- виконати аналіз типових несправностей та діагностичних параметрів рульового керування та передньої підвіски автомобілів;
- виконати математичне моделювання показників надійності передніх підвісок та рульового керування автомобілів;
- надати рекомендації щодо підвищення ефективності діагностування технічного стану передньої підвіски та рульового керування автомобілів в умовах підприємства;
- розробити заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях при виконанні робіт з діагностування автомобілів на підприємстві.

Методи досліджень

При розв'язанні поставлених задач використовувались методи досліджень, основані на застосуванні системного аналізу, математичного моделювання, теорії надійності, теорії ймовірності.

Об'єкт дослідження – діагностування технічного стану передньої підвіски та рульового керування автомобіля

Предмет дослідження – визначення діагностичних параметрів передніх підвісок та рульового керування автомобілів

Наукова новизна одержаних результатів

Набув подальшого розвитку метод визначення оптимальної періодичності технічних обслуговувань вузлів автомобіля з використанням критерію мінімального ризику

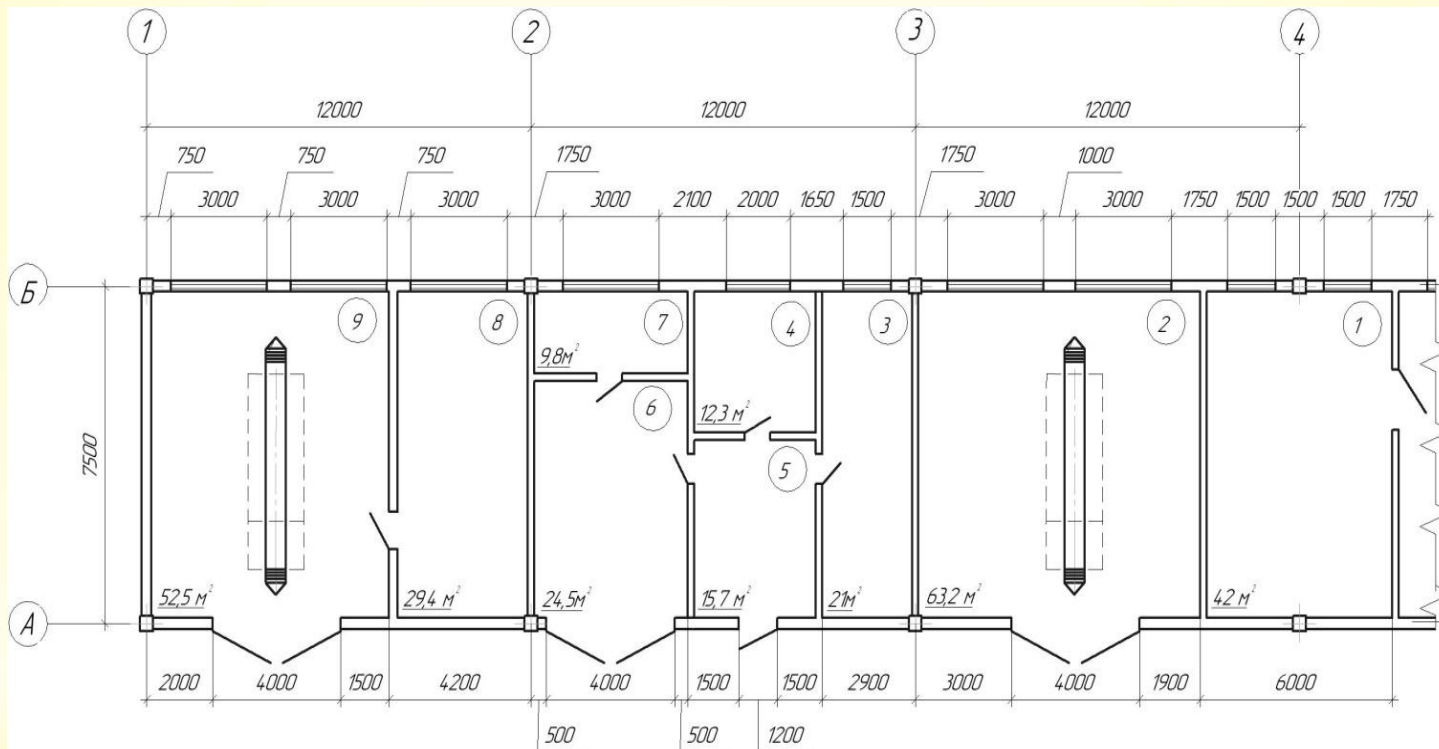
Практичне значення одержаних результатів

Результати наукового дослідження можуть використовуватися на підприємствах автомобільного транспорту для підвищення ефективності робіт з діагностування технічного стану передньої підвіски та рульового керування автомобілів.

Організаційно-структурна схема управління підприємством



Фрагмент головного виробничого корпусу



Несправності рульового керування автомобіля та ймовірні причини їх виникнення

Несправність	Причина
Збільшення вільного ходу рульового колеса	Зношування зчленованих деталей черв'ячного або рейкового механізму. Зношування втулок. Зношування підшипників та їх посадочних місць. Зношування деталей кульових з'єднань рульових тяг. Зношування шарнірів рульових тяг. Порушення регулювання черв'яка з роликом. Зношування підшипників черв'яка. Ослаблення кріплення картера рульового механізму. Збільшення зазорів в підшипниках маточин передніх колії і шворнів. Ослаблення затяжок або поломка пружин наконечників рульових тяг.
Повертання рульового колеса з великим зусиллям (туге) або заїдання в механізмі рульового керування	Неправильне регулювання зачеплення в редукторі рульового механізму. Викривлення тяг. Недостатнє змазування картера редуктора. Заїдання поворотних цапф у шворні.
Нерівномірне підсилення в механізмі рульового керування з гідропідсилювачем	Слабкий натяг ременя приводу насоса. Зниження рівня масла в бачку. Попадання повітря в систему гідравлічного підсилювача. Заїдання золотника або перепускного клапана при забрудненні. Викид масла через запобіжний клапан насоса. Несправний насос гідравлічного підсилювача. Сильно забруднений фільтр заправного бачка. Низька частота обертання колінчастого валу в режимі холостого ходу.
Віддача (зворотні поштовхи на рульовому колесі)	Слабкий натяг або зношування приводного ременя насоса.
Збій в роботі рульового керування	Недостатня кількість робочої рідини в бачку, теча. Наявність повітря в гідросистемі. Знос деталей рульового керування. Порушення регулювання рульового приводу. Велика зношеність шин.
Високий рівень шуму (свистячий звук при крайньому положенні рульового колеса)	Недостатня кількість робочої рідини в бачку. Викид робочої рідини через запобіжний клапан.
Високий рівень вібрації	Наявність повітря в гідросистемі. Механічні пошкодження шин і / або підшипників колеса.

Діагностичні ознаки і несправності рульового керування автомобіля

Діагностична ознака	Можлива несправність
Велике зусилля на рульовому колесі і різкий самоповернення рульового колеса в середнє положення	Великий кут поздовжнього нахилу шворня
Підвищений зусилля на рульовому колесі і відсутність самоповернення	Неправильне регулювання рульового механізму
Дуже легке обертання рульового колеса і воно не повертається у вихідне положення	Великий негативний кут поздовжнього нахилу шворня
На певній швидкості кермо «трясе»	Великий дисбаланс керованих коліс. Порушені кути установки керованих коліс і кути нахилу шворня.
Нерівномірне зусилля на рульовому колесі при повороті (заїдання в одному або декількох місцях)	Порушена робоча поверхня нитки черв'яка. Вм'ятини на ролику. Зруйновано кульки.
Стук, відчутний на рульовому колесі	Зазор в важелі маятника. Зазори в шарнірах рульових тяг. Великий зазор в сполученні «ролик-черв'як». Великий зазор в підшипниках рульового механізму. Ослаблено кріплення деталей рульового механізму.
Зачіпання керованих коліс за бризковики при найбільшому повороті в одну зі сторін	Неправильне регулювання рульової трапеції. Кутове зміщення переднього моста.
Рульове колесо займає неправильне положення (спиці розташовані не горизонтально)	Неправильно встановлено рульове колесо на валу. Кутове зміщення переднього моста.

Взаємозв'язок прояву несправностей підвіски, рульового керування та ходової частини автомобіля

Ознаки несправностей	Можлива причина
Розгойдування автомобіля під час здійснення поворотів і при гальмуванні	<p>Послаблене кріплення стабілізатора поперечної стійкості. Несправні амортизатори. Зламані або «просіли» гвинтові пружини / ресори підвіски. Зношені компоненти рульового приводу або підвіски, або кульові опори і / або гумометалеві втулки. Автомобіль перевантажений.</p>
Сторонні шуми, які виходять із передньої частини автомобіля	<p>Неправильно накачані шини. Відбулася втрата мастила кульових опор або компонентів рульового приводу. Ослабло кріплення рульового механізму, компонентів рульового приводу і підвіски. Зношені опори амортизаторів. Пошкоджено амортизатор. Пошкоджено ресори. Ослабли гайки кріплення коліс. Зношені або пошкоджені шліци задніх півосей. Надмірний осьової люфт заднього моста.</p>
Під час гальмування знижується керованість автомобіля	<p>Зношені підшипники маточин передніх коліс. Зламані або «просіли» гвинтові пружини / ресори підвіски. Деформація гальмівних дисків / барабанів.</p>
Автомобіль надмірно просів	<p>Перевантаження. Зношені амортизатори стійок. Зламані або «просіли» гвинтові пружини підвіски.</p>

Математичне моделювання показників надійності передніх підвісок автомобілів

Ймовірність аварійної відмови елементів підвіски:

$$P_{ab} = \frac{1}{\sigma_Z \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot \int_{Z_{z0}}^{\infty} \exp\left(-\frac{(y - M_{II})^2}{2\sigma_Z^2}\right) dy$$

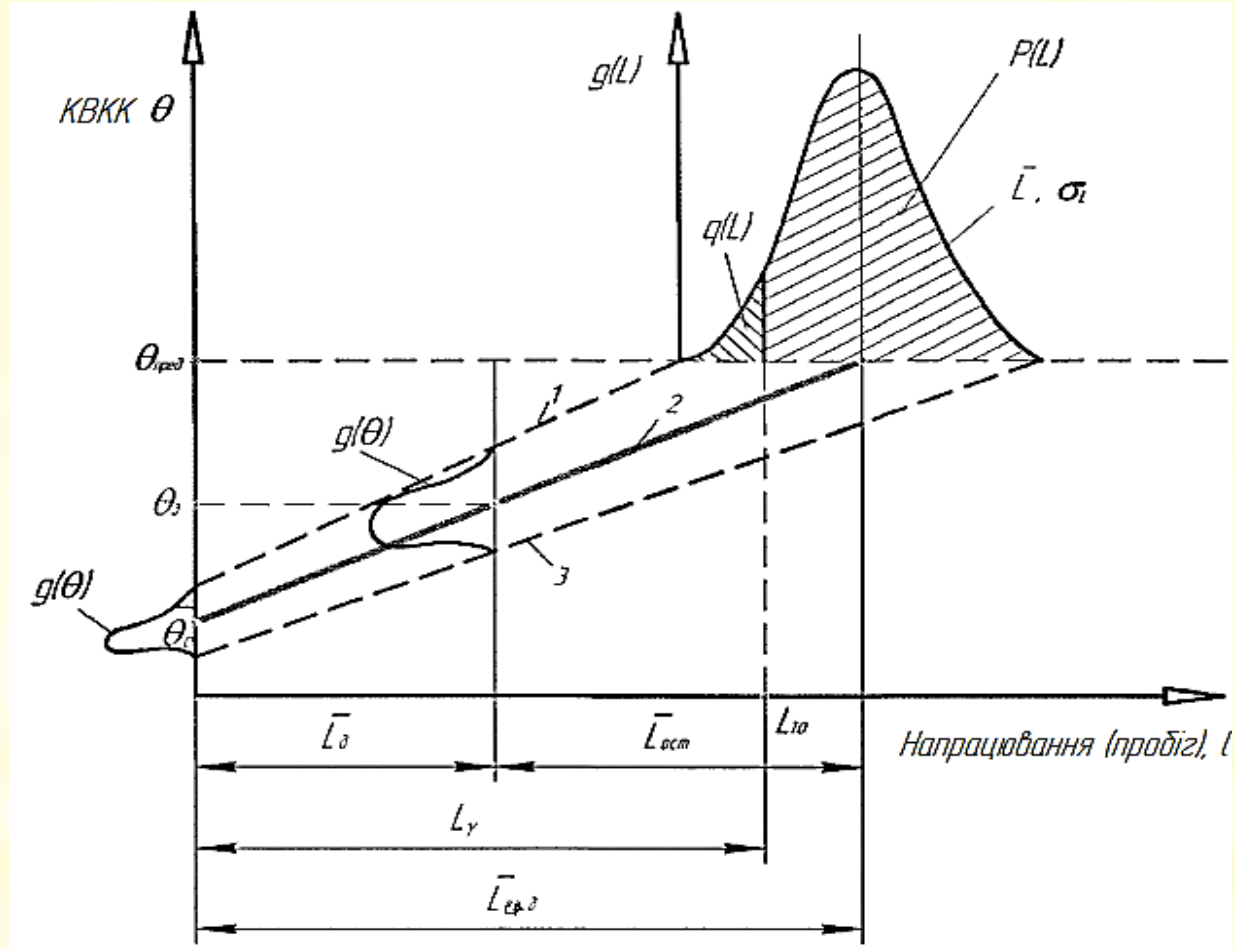
Апостеріорна ймовірність відсутності відмови:

$$P\left(\frac{H_2}{A}\right) = \frac{e^{-(\lambda_0 + \lambda_1)(l + l_n)} e^{-Z^0(l)\left(1 + \frac{l_n}{l}\right)}}{\left(1 - e^{-(\lambda_0 + \lambda_1)(l + l_n)}\right)\left(1 - e^{-\lambda_0(l + l_n)}\right) + e^{-(\lambda_0 + \lambda_1)(l + l_n)} e^{-Z^0(l)\left(1 + \frac{l_n}{l}\right)}}$$

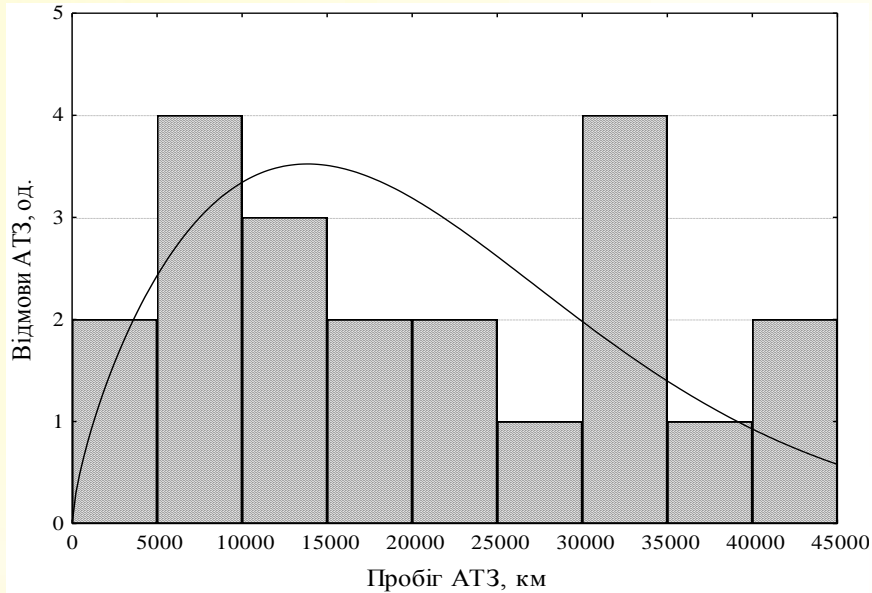
Математична модель встановлення напрацювання автомобіля до досягнення граничного значення КВКК:

$$f(l) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \left| \frac{1}{v} (a + a_1 l + a_2 l^2) \right|} \exp \left\{ -\frac{(l - \bar{l}_0)^2}{2 \left(\frac{1}{v} \sqrt{a + a_1 l + a_2 l^2} \right)^2} \right\}$$

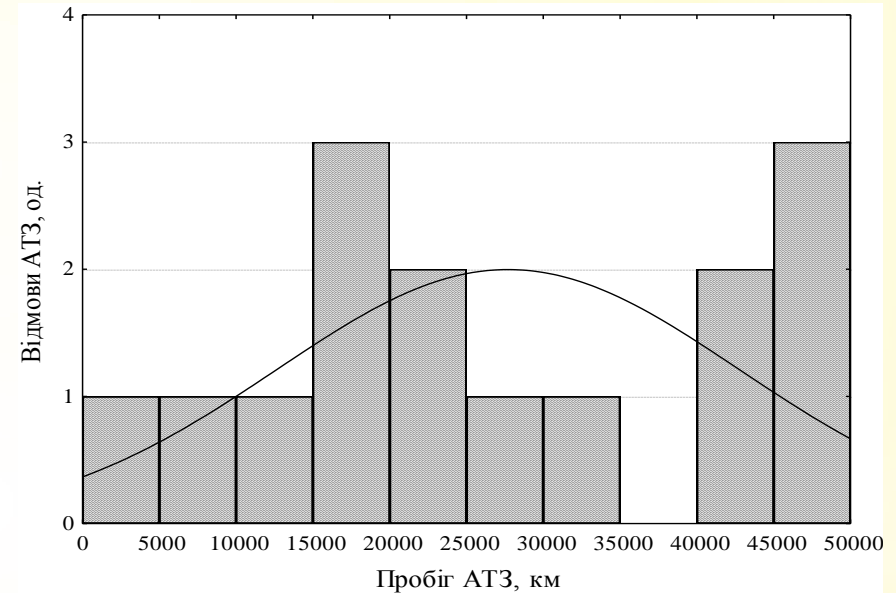
Загальна закономірність зміни значень кутів встановлення керованих коліс в залежності від напрацювання автомобіля



Гістограми розподілу пробігів автомобілів на відмови через втрату працездатності їх підвісок

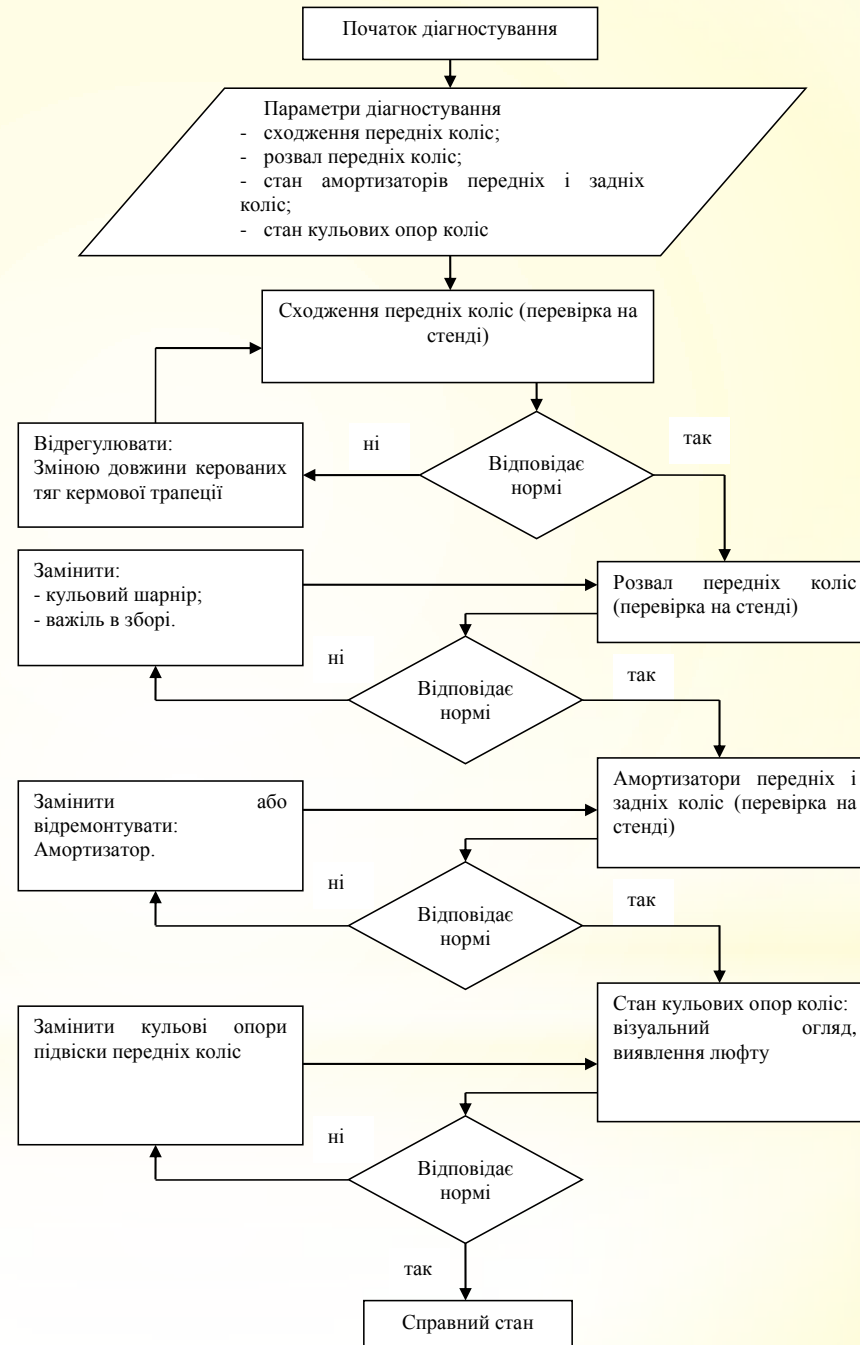


Для автомобілів "Пежо Боксер"

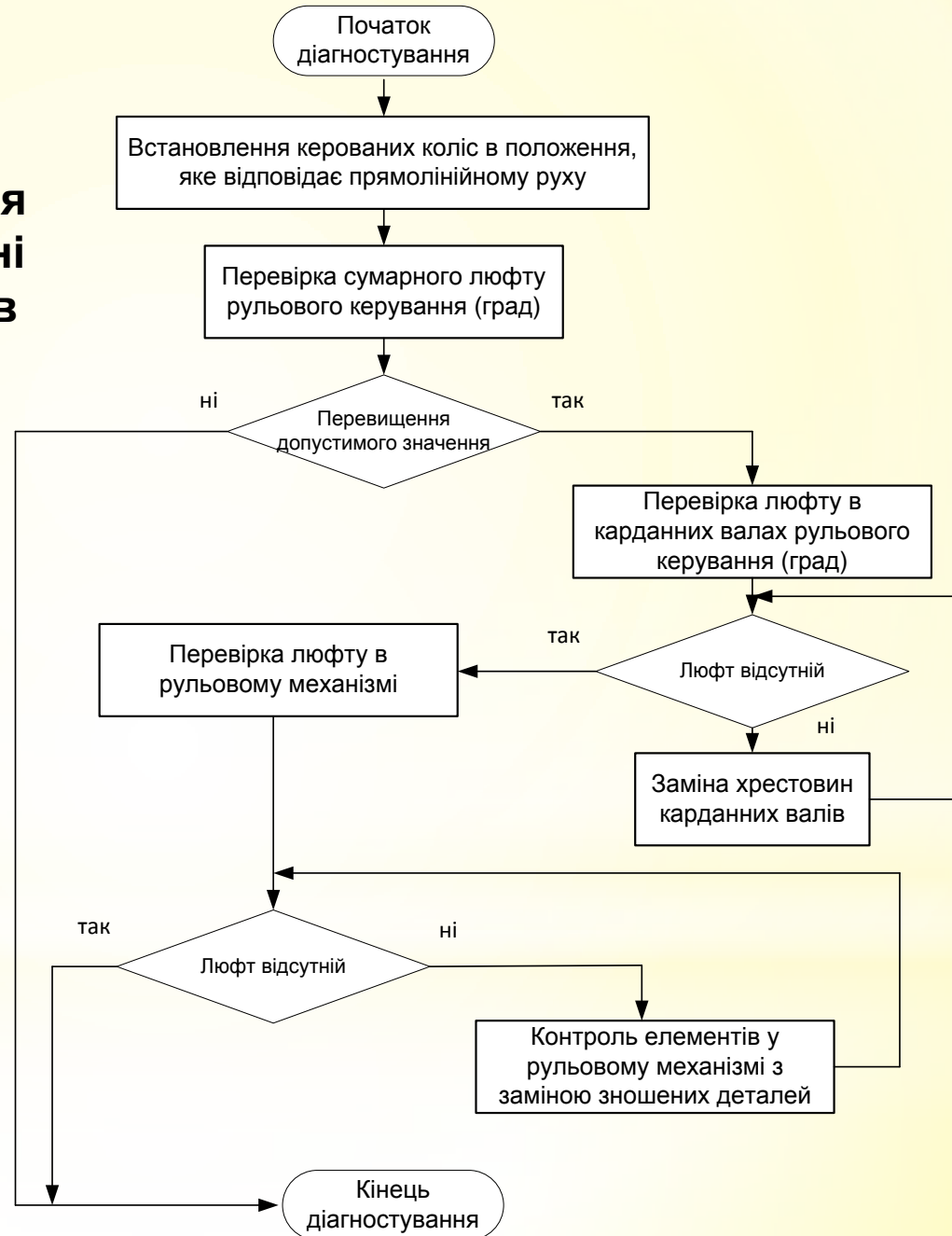


Для автомобілів "Тойота"

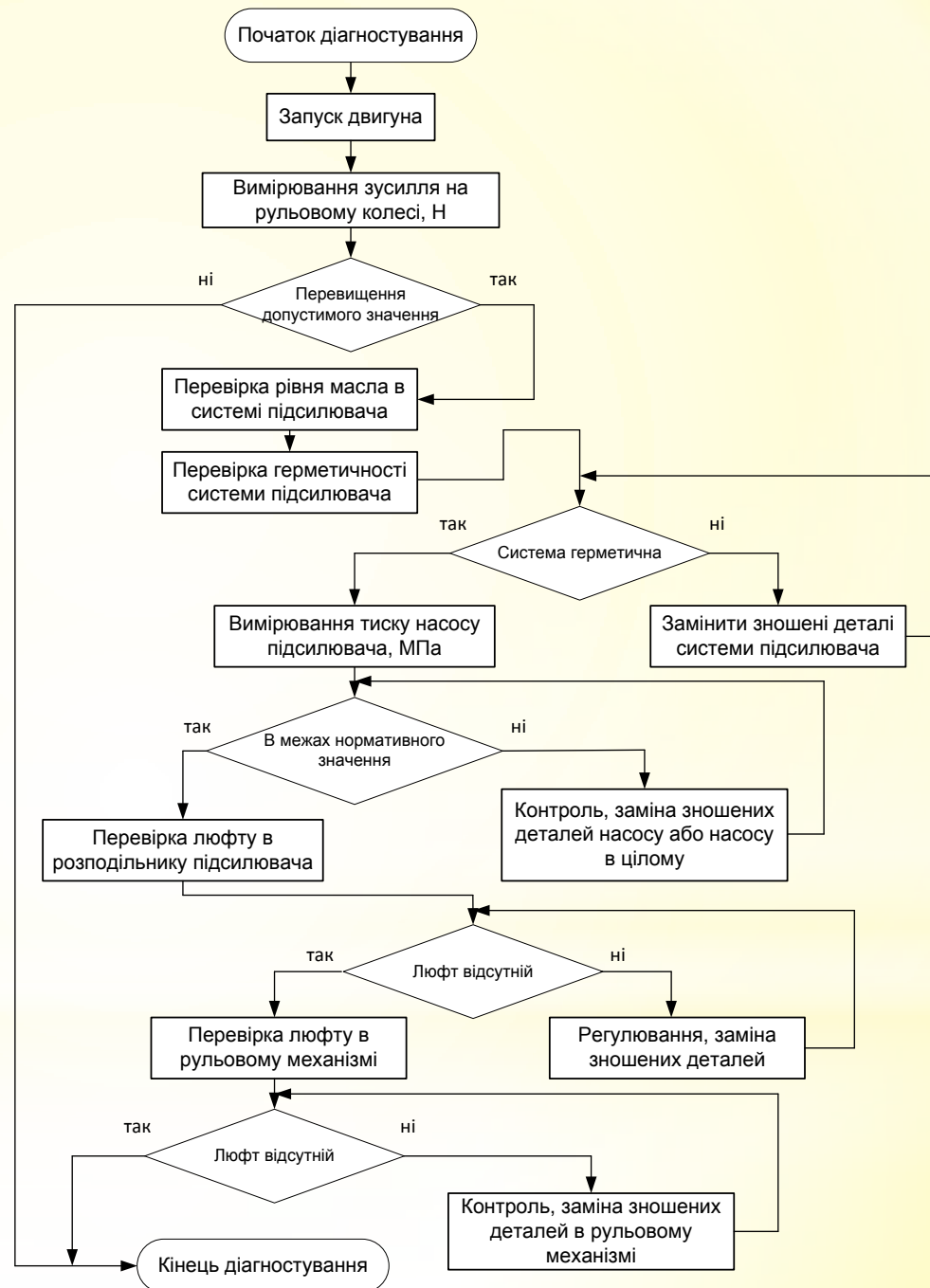
**Функціональна
схема алгоритму
пошуку і усунення
несправностей
передньої підвіски
автомобіля**



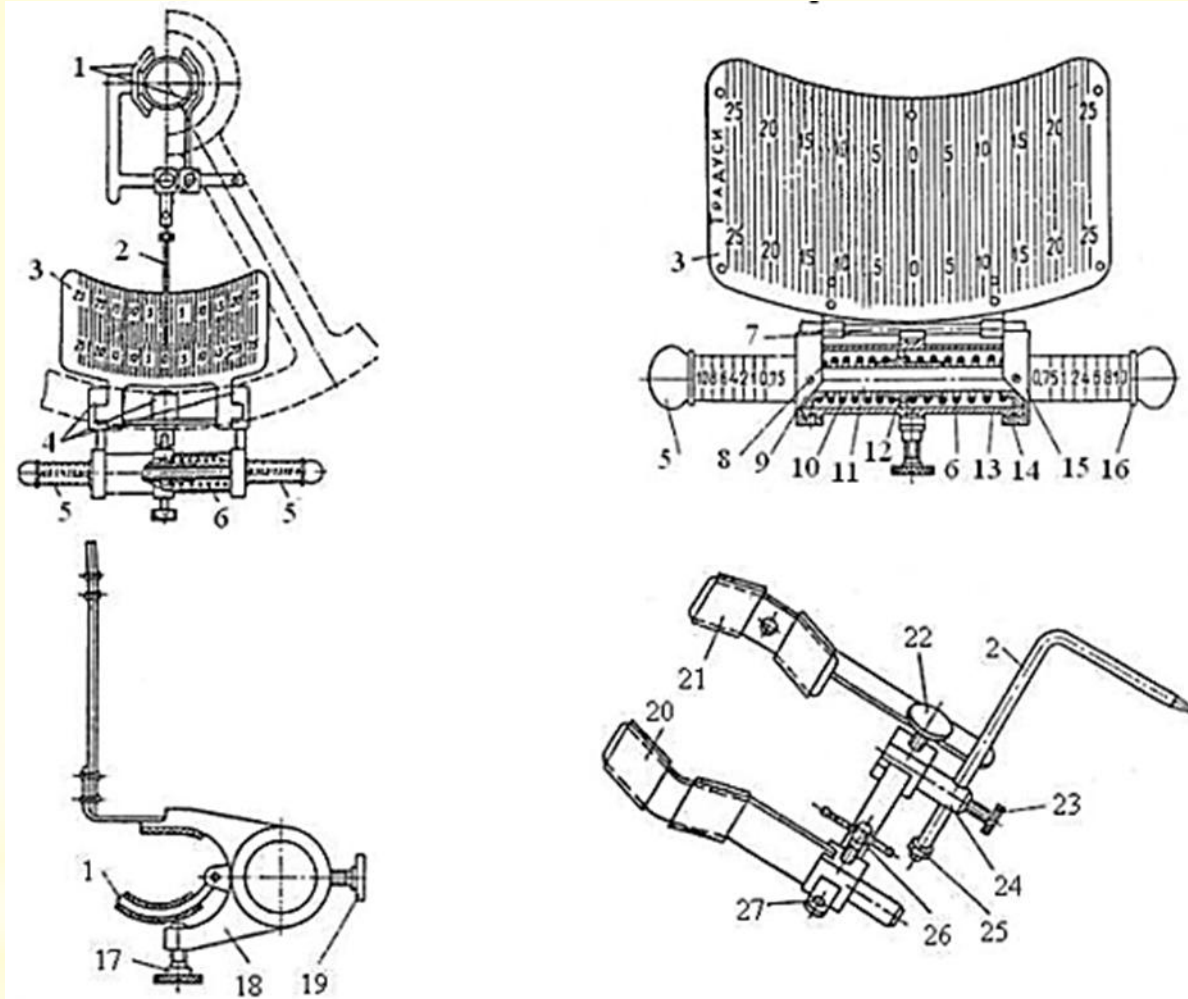
Функціональна схема алгоритму пошуку та усунення несправностей при відхиленні величини сумарного люфту в рульовому керуванні



Функціональна схема алгоритму пошуку та усунення несправностей при відхиленні величини зусилля на рульовому колесі

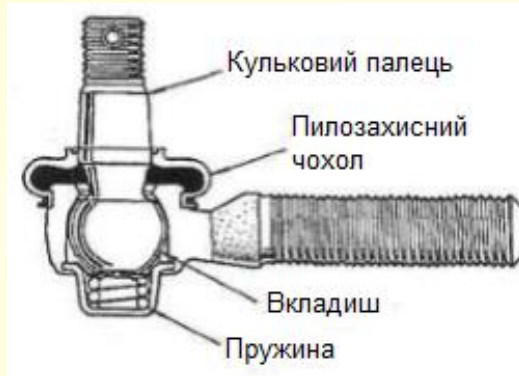


Обладнання для перевірки люфту в рульовому керуванні



- 1 - захоплення рульової колонки; 2 - вказівна стрілка; 3 - шкала люфтоміру; 4 - затискачі кріплення на рульовому колесі; 5 - динамометрична рукоятка зі шкалами зусиль; 6, 10 - тарировані пружини динамометра (до 12 кг); 7 - стрижень; 8 - упорна шайба; 9, 15 - кронштейни динамометра; 11 - вісь; 12 - втулка; 13 - корпус динамометра; 14 - гвинт; 16 - фіксаторне кільце; 17, 19, 22, 23, 26 - гвинти; 18 - хомут; 20 - рухоме захоплення; 21 - нерухоме захоплення; 24 - база; 25 - гайка; 27 - кронштейн стрілки

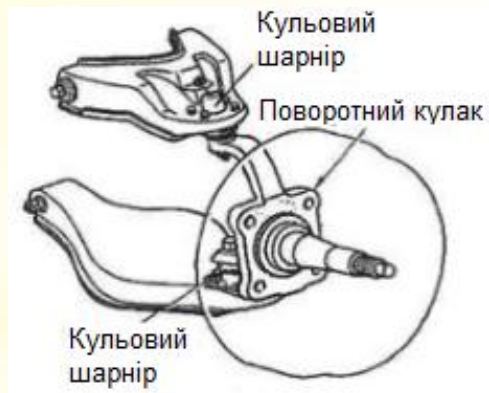
Контроль технічного стану елементів рулевих тяг і шарнірів



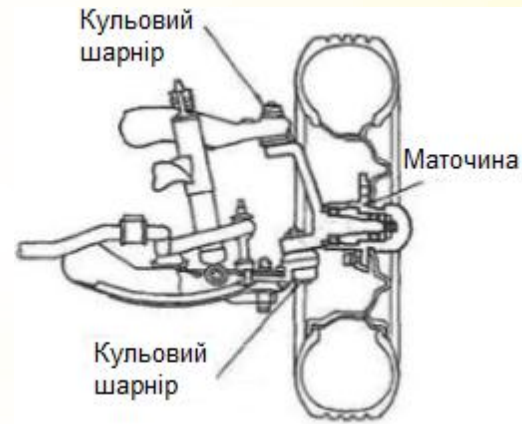
а)



б)



в)



г)

а) пальців; б) поворотних кулаків; в) важеля поворотного кулака; г) загальний вигляд

Основні висновки по роботі

Аналіз стану виробничо-технічної бази комунальної установи "Авторемонтна база закладів охорони здоров'я" місто Вінниця показав, що:
 – загальна кількість постійно обслуговуваних автомобілів становить – 249 од. Найбільша група автомобілів – швидкі допомоги – спеціалізовані фургони на базі мікроавтобусів, яка становить кількість – 189 одиниць, з них тільки 85 швидких допомог придатні до використання;

- найбільша кількість відмов по вузлам обслуговуваних автомобілів приходить на передню підвіску та рульове керування;
- виробничих площ підприємства достатньо для забезпечення нормального технічного обслуговування і ремонту рухомого складу;
- відсутнє обладнання для якісного контролю та технічного обслуговування підвісок і рульового керування автомобілів.

З усіх дорожньо-транспортних пригод, скоєних в результаті поганого технічного стану автомобіля, через несправність механізмів рульового керування відбувається близько 13-15% випадків. Від технічного стану рульового керування залежить безпека руху, експлуатаційні показники автомобіля і умови роботи водія.

Головна причина підвищеного зношування деталей рульового керування та підвіски автомобіля – неправильне регулювання, несвоєчасне змащування вузлів, недостатня кількість змащуючого матеріалу, природний знос деталей і старіння матеріалів.

Всі роботи по виявленню причин несправностей рульового керування та підвіски виконують при діагностиці та технічному обслуговуванні, а усунення несправностей – при ремонті.

Працездатний стан систем підвіски, ходової частини і рульового управління тісно взаємопов'язані. Несправності однієї системи впливають на експлуатаційні властивості інших систем.

Розроблена математична модель дозволяє розраховувати імовірність відсутності відмови, а тому спрогнозувати технічний стан агрегатів автомобіля на період до наступного діагностування. Результати обґрунтовують рішення стосовно можливих позапланових ремонтно-обслуговуючих робіт для забезпечення нормативного ресурсу основних агрегатів чи систем автомобіля.

Розроблена математична модель дозволяє вирішити задачу визначення допустимих і граничних значень кутів встановлення керованих коліс без тривалих експлуатаційних випробувань, а також отримати такі показники надійності передніх підвісок з напрацювання: імовірність безвідмовної роботи; імовірність виникнення відмови; середнє напрацювання на відмову; середнє напрацювання до відмови; інтенсивність виникнення відмов.

На основі отриманих даних про відмови у підвісках автомобілів було розраховано числові характеристики розподілів та побудовано гістограми розподілу пробігів спеціальних автомобілів – швидких допомог на базі мікроавтобусів "Тойота" і "Пежо Боксер" на відмови через втрату працездатності їх підвісок із спробою узгодження їх з законами розподілів.

Значення математичного сподівання пробігів на відмови для автомобілів "Пежо Боксер" складає 23271 км (21 автомобіль) і автомобілів "Тойота" – 27566 км (15 автомобілів).

Розроблено функціональні схеми алгоритмів пошуку та усунення несправностей в передній підвісці та рульовому керуванні автомобілів, які дозволяють оптимізувати кількість контрольних-діагностичних і ремонтно-регулювальних операцій та забезпечують їх виконання з найменшим коефіцієнтом повторюваності, що скорочує витрати на виявлення, локалізацію і усунення несправностей.

Рекомендовано технічні засоби для контролю параметрів рульового керування та надано рекомендації щодо діагностування гідравлічного підсилювача рульового керування.

На основі аналізу умов праці при виконанні робіт з діагностування технічного стану автомобілів було розроблено необхідні організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, рішення щодо забезпечення безпечної роботи, розраховано параметри освітлення у зоні діагностування, визначені заходи електробезпеки.

Розроблено заходи щодо безпеки у надзвичайних ситуаціях, а саме виконано розрахунок транспортного забезпечення евакуації населення.