



DOI: 10.31388/2220-8674-2023-2-1

УДК 631.3.004.6

Д. П. Журавель, д.т.н.

ORCID: 0000-0002-6100-895X

А. М. Бондар, к.т.н.

ORCID: 0000-0002-4761-9084

Г. І. Дашивець, к.т.н.

ORCID: 0000-0003-2612-6077

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

e-mail: andriy.bondar@tsatu.edu.ua, тел.: 096-936-28-77

ОБГРУНТУВАННЯ ДІАГНОСТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ ПІД ЧАС ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

Анотація. В статті розглянуто питання діагностування основних несправностей рульового керування транспортних засобів в процесі експлуатації. Також з'ясовано, що сучасні транспортні засоби є складними технічними системами та характеризуються безліччю параметрів, що визначають технічні та експлуатаційні показники даної системи. По відношенню до транспортного засобу такими елементами системи є агрегати, вузли, механізми та деталі.

Усі елементи рульового керування транспортного засобу мають різні характеристики стійкості до втрати працездатного стану, на які впливають як внутрішні конструктивні фактори, що залежать від призначення та властивостей елемента, так і сукупність зовнішніх факторів, що визначають умови його експлуатації.

Наведена методика визначення люфту рульового керування за допомогою механічного (К-524) та електронного (ІСЛ-401) люфтомірів.

Ключові слова: транспортний засіб, рульове керування, технічне обслуговування, надійність, експлуатація.

Постановка проблеми. Під час експлуатації, під впливом ударних навантажень, тертя та інших факторів, технічний стан елементів рульового керування змінюється: люфт з'являється у з'єднаннях, що сприяє збільшенню інтенсивності зносу деталей. Знос або неправильне затягування та регулювання призводить до збільшення сили тертя в рульовому механізмі. Все це впливає не тільки на довговічність деталей, але і на керуваність транспортного засобу та безпеку руху [1-5].

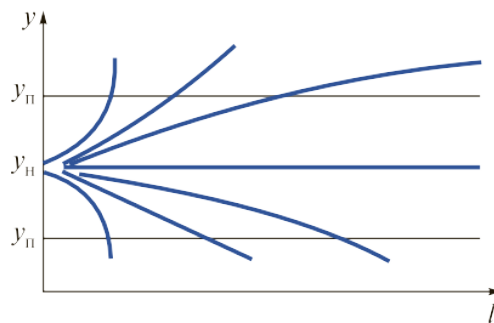


Рисунок 1. Можливі форми залежності показника технічного стану від пробігу l : y_n , y_n - граничне та початкове значення показника відповідно

Аналіз останніх досліджень. В наслідок аналізу принципу роботи рульового керування транспортного засобу було з'ясовано, що для значної частини вузлів та деталей процес зміни технічного стану, залежно від часу чи пробігу, носить плавний, монотонний характер, що призводить до виникнення поступових відмов. Тому характер залежності може бути різним (рис. 1) [6-11].

Дані закономірності дозволяють визначити середні наробітки до моменту досягнення граничного або заданого стану параметра.

Знання законів, що описують випадкові процеси, дозволяє більш точно планувати моменти проведення та трудомісткість робіт з діагностування та ТО, визначати необхідну кількість запасних частин та вирішувати інші технологічні та організаційні питання.

Формулювання мети статті. Метою статті є визначення діагностичних параметрів рульового керування транспортного засобу під час технічного обслуговування.

Основна частина. В процесі експлуатації транспортних засобів виникають процеси, які призводять до зміни технічного стану, а інколи і до появи несправностей. До основних несправностей рульового керування належать [3, 12-15]:

Збільшення вільного ходу. Основні причини:

- ослаблення болтів рульового механізму, гайки кульових важелів;
- збільшення зазорів у кульових з'єднаннях, підшипниках передніх коліс, у з'єднанні ролика та черв'яка, між віссю важеля маятника та втулками, у підшипнику черв'яка, між упором рейки та гайки;

люфт в клепанях з'єднаннях.

Важке обертання рульового колеса. Основні причини:

- деформація частин рульового керування;
- неправильна установка кутів передніх коліс;
- порушення зазору у з'єднанні ролика з черв'яком;
- надмірне зусилля загвинчування регулюючої гайки осі важеля маятника;



- низький тиск у шинах передніх коліс;
- відсутність оливи в рульовому механізмі картера;
- пошкодження частин кульових шарнірів, підшипника верхньої опори стійки, деталей телескопічної підвіски.

Шум у рульовому управлінні. Основні причини:

- підвищені зазори у передніх підшипниках коліс, між віссю важеля маятника та втулками, в з'єднанні ролика з черв'яком або в підшипниках черв'яка (для механізмів рульового керування лише типу «Черв'як»), в кульових шарнірах рульових шарнірів, між упором рейки і гайкою (для рульових механізмів лише типу «Рейка»);
- ослаблення гайки шарових шарнірів, болтів кріплення механізму рульового керування або болта кріплення нижнього фланця пружної муфти на валу зчеплення (для рульових механізмів лише типу «Рейка»);
- ослаблення регулюючої гайки осі важеля маятника.

Самостійно виникаючі кутові коливання передніх коліс. Основні причини:

- ослаблення гайок шарових шарнірів, болтів кріплення механізму рульового керування або кронштейна важеля маятника;
- порушення зазору в з'єднанні ролика з черв'яком.

Погана стабільність автомобіля. Основні причини:

- порушення встановлення кутів передніх коліс;
- збільшення зазорів у підшипниках передніх коліс, в кульових шарнірах, ослаблення ущільнювачів в кульових шарнірах, збільшення зазору у з'єднанні валика та черв'яка (для механізмів рульового керування тільки типу «Черв'як»);
- кріплення картера рульового механізму або кронштейна важеля маятника;
- деформація обертових кулаків або важелів підвіски.

Витік оливи з картера. Основні причини:

- знос ущільнювачів валу рульової сошки або черв'яка (для механізмів рульового керування тільки типу «Черв'як»);
- ослаблення болтів кріплення кришки картера рульового механізму;
- пошкодження герметичності прокладок.

Несправності рульового керування з гідравлічним підсилювачем в цілому ідентичні несправностям звичайного рульового керування, однак через наявність додаткових частин, виникають несправності, що характеризують експлуатацію гідравлічного приводу:

- ускладнене керування транспортним засобом, у зв'язку з ослабленням гідравлічного ремня підсилювача, низьким рівнем робочої рідини в резервуарі підсилювача, несправностями насоса або клапана насоса;



- збільшений люфт через знос головного або проміжного валу рульової колони або пошкодження механізму рульового керування;
- підвищений шум під час роботи рульового керування, яке може бути викликано відхиленням регулювань у механізмі рульового керування або несправністю насоса.

Нормативні вимоги до рульового керування

Вимоги до елементів керування транспортними засобами регулюються Правилами ЕЕК ООН № 79.

Загальна реакція на керування в регламентованих умовах тестування не повинна перевищувати граничних значень, встановлених виробником в нормативній документації, і за відсутності таких даних він не повинен перевищувати 10° для автомобілів та вантажних автомобілів, створених на їх основі; 25° для вантажних автомобілів.

Загальна реакція на рульове керування - це кут обертання керма з положення, що відповідає початку повертання керованих коліс в одному напрямку, до положення, що відповідає початку їх повернення до зворотного положення, відповідного прямолінійному руху транспортного засобу.

Початок повертання керованих коліс – кут повертання керованих коліс на $0,06 \pm 0,01^\circ$, виміряний з положення прямолінійного руху.

При визначенні загального люфта необхідно дотримуватись наступних умов:

- шини контрольованих коліс повинні бути чистими і сухими;
- контрольовані колеса повинні знаходитися в нейтральному положенні на сухій плоскій горизонтальній поверхні;
- випробування транспортних засобів, оснащених підсилювачем рульового керування, проводяться з працюючим двигуном.

Значення загальної реакції на рульовому керуванні визначається кутом обертання керма між двома фіксованими положеннями в результаті двох або більше вимірювань.

Натягіння приводного ремня насоса підсилювача рульового керування та рівень робочої рідини в резервуарі повинні відповідати вимогам, встановленим виробником транспортного засобу в технічній документації.

У разі органолептичного огляду рульового керування перевіряються такі нормативні вимоги:

- Обертання рульового колеса повинно відбуватися без ривків і заклинювань у всьому діапазоні кута його обертання, непрацездатність підсилювача рульового керування (якщо такий є на транспортному засобі) не дозволена;
- самостійне обертання керма з нейтрального положення в стаціонарному положенні транспортного засобу, з підсилювачем рульового керування та працюючим двигуном заборонено;



- максимальний поворот керма повинен бути обмежений лише пристроями, передбаченими конструкцією транспортного засобу;
- не передбачені конструкцією деталі та вузли рульового керування пересувати відносно один одного або відносно опорної поверхні, не допускається;
- різьбові з'єднання повинні бути затягнуті та зафіксовані методом, передбаченим виробником транспортного засобу;
- використання деталей із слідами залишкової деформації, тріщин та інших дефектів у рульовому механізмі та деталях рульового приводу не дозволяється.
- пошкодження та відсутність кріпильних частин рульової колони та картера рульового механізму, а також збільшення рухливості частин рульового приводу відносно один одного або корпусу, не передбачені виробником транспортного засобу в нормативній документації не припускаються.
- не допускається рухливість рульової колонки у площинах, що проходять через її вісь. Рульова колонка повинна надійно з'єднуватися з деталями, що сполучаються, і не мати пошкоджень. Пристрій фіксації положення рульової колонки з регульованим положенням рульового колеса, а також пристрій, що запобігає несанкціонованому використанню транспортного засобу, повинні бути в робочому стані

Загальна перевірка рульового керування.

Загальну перевірку технічного стану рульового управління необхідно виконувати за сумарною величиною люфта та зусиллям, необхідним для повороту рульового колеса.

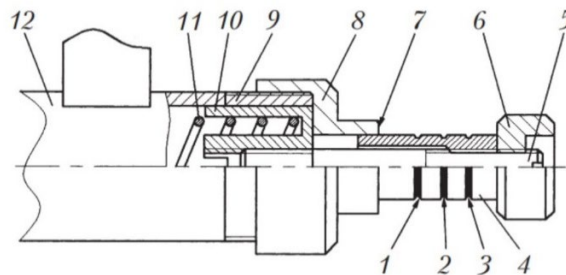
Сумарна величина люфтів рульового колеса складається з величини люфтів у підшипниках маточин передніх коліс та з'єднаннях (шкворневих, шарнірних рульових тяг, важелів та елементів рульового механізму) [3, 16-18].

Інструментальні перевірки рульового керування. При необхідності або діагностуванні виконують загальну перевірку рульового керування за допомогою спеціального обладнання - люфтомірів. Найбільшого поширення набули люфтомір механічний К-524 та електронний ІСЛ-40.

Пересувна каретка з віссю повороту кутомірної шкали виставляється в центр повороту рульового колеса шляхом забезпечення однакових вильотів направляючого стрижня щодо каретки. Цим забезпечується нерухомість вказівної нитки-стрілки при повороті рульового колеса та правильність вимірювання люфта рульового управління.

Пружинний динамометр встановлюється на нижньому розсувному кронштейні за допомогою кронштейна і закріплюється стопорним гвинтом в такому положенні, при якому при встановленні люфтоміру

на обід рульового колеса прикладене до навантажувального пристрою зусилля доводилося б на середину.



1 ... 3 - поділки регламентованих зусиль відповідно 0,75, 1,00 та 1,25 кг; 4 - покажчик; 5 - шпилька; 6 - головка; 7 - край кришки; 8 - кришка; 9 - контргайка; 10 - чашка пружини; 11 - пружина; 12 - корпус
Рисунок 2. Вид у розрізі люфтоміра пружинного К-524

Метод вимірювання сумарного люфта рульового управління, що виконується одним оператором, полягає у визначенні кута повороту рульового колеса за кутовою шкалою люфтоміра між двома фіксованими положеннями, що визначаються застосуванням до навантажувального пристрою по черзі в обох напрямках однакових зусиль, що регламентуються в залежності від маси транспортного засобу.

Електронний люфтомір ІСЛ-401 призначений для вимірювання сумарного люфта рульового керування легкових та вантажних транспортних засобів, методом прямого вимірювання кута повороту рульового колеса щодо керованих коліс. Основна відмінність приладу ІСЛ-401 від механічного люфтоміра - наявність датчика, що фіксує початок повороту колеса, а не зусилля повороту, що визначається динамометром.

Робота люфтоміру ІСЛ-401 заснована на прямому вимірюванні сумарного люфта рульового керування транспортного засобу датчиком кута з відсіканням початку та кінця відліку за сигналами датчика початку повороту керованого колеса.

Вимірювання кута повороту рульового колеса засноване на використанні імпульсного сигналу оптико-механічного датчика в інтервалі спрацьовувань датчика руху керованих коліс при виборі люфта рульового управління в обох напрямках обертання керма (рис. 3).

До складу приладу входять два нерозривні у функціонуванні блоки: основний і датчик моменту обертання колеса, а також засоби, що забезпечують їх роботу.

Зміни індуктивного опору датчика руху колеса при переміщенні штока перетворюються на еквівалентну зміну напруги і через підсилювачі надходять на входи аналого-цифрового перетворювача

мікропроцесора. Відлік кута повороту починається з моменту, коли датчик руху колеса визначає переміщення обода колеса більше 0,1 мм.

При перевірці рульового управління з використанням люфтоміра ІСЛ-401 основний блок приладу встановлюють і фіксують захватом за зовнішню сторону обода рульового колеса транспортного засобу. Датчик моменту обертання встановлюють у колеса так, щоб він спирався контактним вузлом на зовнішню вертикальну площину диска колеса, і підключають до основного блоку за допомогою роз'єму.

Встановлюють датчик моменту обертання рульового колеса в наступному порядку. Утримуючи корпус датчика моменту обертання в горизонтальному положенні, приставляють правий упор до плоскої ділянки поверхні диска керованого колеса, натискаючи на опорну планку в місці її притиску і посуваючи лівий упор до його торкання аналогічної ділянки диска колеса з іншого боку щодо осі повороту колеса. При цьому нижні кінці опор датчика повинні упиратися в підлогу без ковзання. Роз'єднати опорну планку поворотом важеля на роз'ємі у положення «ВІДКР».

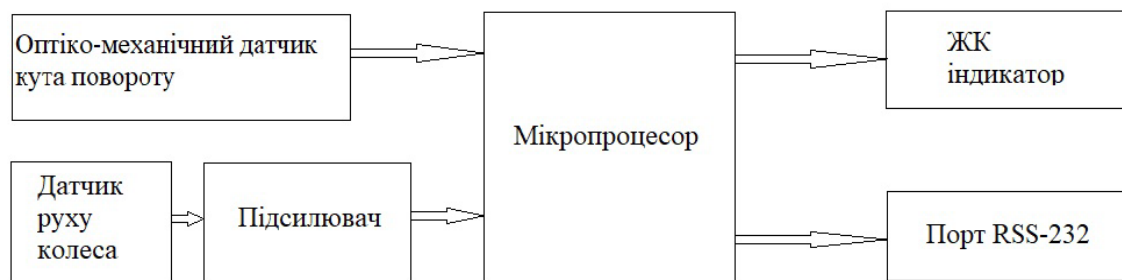


Рисунок 3. Функціональна схема люфтоміра ІСЛ-401

При вимірюванні люфт не допускається, необхідно, щоб упори спиралися на шину колеса, так як це призводить до помилкових результатів вимірів. У місцях торкання упорів диск колеса має бути чистим. Допускається приставляти упори у декоративний ковпак за умови, що він закріплений на диску без люфтів.

Люфтомір включають натисканням кнопки «СТАРТ». При цьому лунає звуковий сигнал, а на дисплеї основного блоку висвічується ІСЛ-401. Прилад контролює правильність функціонування датчика у вихідному положенні і, якщо вимоги задоволені, на дисплеї відображається повідомлення «ОБЕРТАЄМО РУЛЬОВЕ КОЛЕСО». Якщо в датчику виявиться несправність, то на дисплеї відображаються повідомлення про несправність.

Повертають рульове колесо в напрямку, вказаному на дисплеї (проти годинникової стрілки), плавно, без ривків до подачі приладом звукового сигналу відповідного положення "Люфт вибраний". При обертанні рульового колеса вліво, із закріпленням на ньому основним



блоком, і при переміщенні рульового колеса датчик дає команду мікропроцесору починати відлік кутової величини люфта. При цьому почується звуковий сигнал, а на дисплеї зміниться напрямок вказівної стрілки «ОБЕРТАЄМО РУЛЬОВЕ КОЛЕСО». За звуковим сигналом треба змінити напрямок обертання рульового колеса в напрямку, вказаному на дисплеї (за годинниковою стрілкою). Через деякий час звуковий сигнал вимкнеться, а на дисплеї з'являться значення поточного люфта в градусах.

Обробка інформації здійснюється мікропроцесором в основному блоці, а результат висвічується на однорядковому дисплеї основного блоку.

Висновки. 1) З'ясовано, що усі елементи транспортного засобу мають різні характеристики стійкості до втрати працездатного стану, на які впливають як внутрішні конструктивні фактори, що залежать від призначення та властивостей, так і сукупність зовнішніх факторів, що визначаються умовами експлуатації транспортного засобу.

2) Наведена методика визначення технічного стану рульового керування транспортного засобу органолептичним методом.

3) Наведена методика визначення люфта в рульовому керуванні транспортних засобів за допомогою механічного (К-524) та електронного (ІСЛ-401) люфтомірів.

Список використаних джерел

1. Бондарь А. Н. Пути повышения качества отслеживания траектории мобильных машин. *Motrol. Commission of motorszation and energetycs in agriculture*. Lublin, 2015. Vol. 17, № 9. P. 3–8.

2. Журавель Д. П., Бондар А. М., Дашивец Г. І. Дослідження адаптивної роботи рульового керування транспортного засобу в швидкісному режимі. *Сучасні наукові дослідження на шляху до Євроінтеграції: матеріали міжнар. наук.-практ. форуму (21-22 червня 2019 р.): у 2-х ч. / ТДАТУ. Мелітополь, 2019. Ч. 1. С. 203–204.*

3. Журавель Д. П., Бондар А. М. Обґрунтування показників експлуатаційної надійності енергетичних засобів. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали II Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 467–473.*

4. Dmytro Zhuravel. Research of lubricant properties of used tractor motor oils. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 11, том 2. 18 с. DOI: 10.31388/2220- 8674-2021-2-5*

5. Бондар А. М. Прогнозування ресурсу трибосистем при використанні сумішевих оливо. *Науковий вісник Таврійського*



державного агротехнологічного університету. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 11, том 1. 19 с. DOI: 10.31388/2220-8674-2021-1-10.

6. Цизь І. Є., Тарасюк В. В. Ремонт сільськогосподарських машин: конспект лекцій. Луцьк: Луцький НТУ, 2014. 181 с.

7. Сідашенко О. І., Науменко О. А. Ремонт машин та обладнання: підручник. Київ: Агроосвіта, 2014. 665 с.

8. Черновол М. І., Власенко М. В., Наливайко В. М. Обладнання ремонтних підприємств. Київ: Урожай, 1996. 272 с.

9. Бутылин В. Г. Анализ и перспективы развития мехатронных систем управления торможением колеса. / В. Г. Бутылин и др. Мехатроника. Механика. Автоматика. Электроника. Информатика. 2000. № 2. С. 33–38.

10. Boltianskyi B., Sklyar R., Dereza S., Grigorenko S., Syrotyuk S., Jakubowski T. The Process of Operation of a Mobile Straw Spreading Unit with a Rotating Finger Body-Experimental Research. *Processes*, 2021, 9(7), 1144; <https://doi.org/10.3390/pr9071144>

11. Komar A. S. Fertilization of poultry manure by granulation. *Innovative Technologies for Growing, Storage and Processing of Horticulture and Crop Production: Abstracts of the 5th International Scientific and Practical Conference*. 2019. Pp. 18–20.

12. Skliar O. Measures to improve energy efficiency of agricultural production. *Social function of science, teaching and learning: Abstracts of XIII International Scientific and Practical Conference*. Bordeaux. 2020. Pp. 478–480.

13. Grigorenko S. Technical means for mechanization of technological processes on livestock farms. *Theory, practice and science: Abstracts of V International Scientific and Practical Conference*. Tokyo, Japan 2021. Pp. 255–257.

14. Skliar O. Modeling the reliability of units and units of irrigation systems. *Multidisciplinary academic research. Abstracts of I International Scientific and Practical Conference*. Amsterdam, Netherlands 2021. P.83–86.

15. Serebryakova N. Safety measures during operation of biogas plant. *OSHAgro – 2021: Збірник тез I Міжн. наук.-практ. конф.* Київ: НУБіП, 2021. С. 22–24.

16. Neparko T. Increasing the performance of the park of equipment with Telematics. *Інформаційні технології в енергетиці та АПК: матер. X-ої Міжн. наук.-практ. конф.* ЛНАУ, 2021. С. 51–54.

17. Samoichuk K., Petrychenko S., Bondar A., Hutsol T., Kuboń M., Niemiec M., Mykhailova L., Gródek-Szostak Z., Sorokin D. Modeling of Diesel Engine Fuel Systems Reliability When Operating on Biofuels. *Energies*, 2022, 15, 1795. <https://doi.org/10.3390/en15051795>.

18. Kapłan, M.; Klimek, K.; Maj, G.; Bondar, A.;



LemeshchenkoLagoda, V.;Boltianskyi, B.; Boltianska, L.;Syrotyuk, H.; Syrotyuk, S.; et al.Method of Evaluation of MaterialsWear of Cylinder-Piston Group of Diesel Engines in the Biodiesel Fuel Environment. *Energies*, 2022, 15, 3416.

Стаття надійшла до редакції 20.03.2023 р.

D. Zhuravel, A. Bondar, H. Dashyvets
Dmytro Motornyi Tavsria State Agrotechnological University

JUSTIFICATION OF VEHICLE STEERING DIAGNOSTIC PARAMETERS DURING MAINTENANCE

Summary

Modern vehicles are complex technical systems designed to carry out transport activities and are characterized by many parameters that determine the technical and operational performance of this system. A system is understood as an ordered collection of interoperable elements designed to perform specified functions. In relation to the vehicle, such elements are aggregates, assemblies, mechanisms and parts.

All elements of the car (units, assemblies, mechanisms, parts) have different characteristics of resistance to loss of serviceable condition, which are influenced by both internal structural factors that depend on the purpose and properties of the element, and a set of external factors, defined as the operating conditions of the car.

The performance of the car's components is determined by its technical condition. The technical condition is a set of properties of the object that change during operation, characterized at a certain moment by the features established by the technical documentation. The technical condition of the vehicle and its elements is determined by quantitative indicators of structural parameters.

The ability to directly measure the structural parameters of many products without partial or complete disassembly of the unit is often limited. For these products, when determining the technical condition, they use indirect values, the so-called diagnostic parameters, which are related to the design parameters and provide certain information about them.

During the operation of the vehicle, the indicators of its technical condition change from the initial ones corresponding to the new product to the maximum allowable ones, and then to the maximum ones. The value corresponds to the limit state in which its further use for the intended purpose is unacceptable or impractical.

Key words: vehicle, steering, maintenance, reliability, operation.