

АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ

УДК 629.119

DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2021.4\(35\).153-161](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2021.4(35).153-161)

М.В. Красота, доц., канд. техн. наук, **І.Ф. Василенко**, доц., канд. техн. наук, **С.О. Магопєць**, доц., канд. техн. наук, **О.В. Бєвз**, доц., канд. техн. наук, **Р.А. Осін**, доц., канд. техн. наук, **О.В. Крилов**, асист.

Центральнoукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна

e-mail: krasotamv@ukr.net

Ідентифікація несправностей опор амортизаційних стійок легкових автомобілів

В статті розглянуті особливості конструкцій опор амортизаційних стійок легкових передньопривідних автомобілів. Визначено основні несправності, які можуть набувати опори амортизаційних стійок в процесі експлуатації, а саме зношування опорного підшипника, а також, вихід з ладу гумового демпфуючого елемента. Приведено аналіз чинників, які інтенсифікують процес зношування опорного підшипника. Розглянуто ознаки виходу з ладу опорного підшипника та гумового демпфуючого елемента опори амортизаційної стійки. Запропоновано метод інструментального діагностування опор амортизаційних стійок.

амортизаційна стійка, опора стійки, опорний підшипник, діагностування підвіски

Постановка проблеми. Основною функцією підвіски автомобіля є згладжування коливань кузова, що викликаються нерівностями дорожнього полотна та мають вплив на безпечність руху автомобіля, комфорт водія та пасажирів, а також вибір швидкісного режиму руху. Покращення умов експлуатації автомобіля шляхом зниження рівня коливань підресорених мас автомобіля зменшує втому водія, збільшує ресурс його агрегатів та систем, а також підвищує безпеку дорожнього руху. Тому, підтримання характеристик підвіски, встановлених підприємством виробником, своєчасне виявлення її несправностей, а також забезпечення прийнятної рівня шуму та вібраційної навантаженості є актуальною задачею в галузі експлуатації автомобільного транспорту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Однією з наймасовіших типів підвісок, що використовуються в конструкціях сучасних легкових автомобілів, є підвіски типу «МакФерсон», що являють собою амортизаційну стійку у зборі з поворотним кулаком, на який монтується маточина колеса і направляючий елемент у вигляді штампованого важеля, з'єднаного через кульовий шарнір (шарову опору), а також, рульові тяги, які також приєднуються через кульовий шарнір (наконечник рульової тяги) [1].

Стійка «МакФерсон» приєднується до кузова за допомогою поворотного гумово-металевого шарніру – верхньої опори [2]. В сучасних автомобілях зменшення передачі динамічних навантажень від дорожнього полотна на кузов забезпечується пружними елементами підвіски такими як, власне пружини, ресори, пневмокамери, а також, гумовими та гумово-металевими елементами, такими як сайлентблоки, відбійники та верхні опори [3].

Дослідженню вібрацій легкових автомобілів присвячено ряд наукових праць, які мають як теоретичний, так і прикладний характер. Дослідження в такому напрямку викладені в ряді наукових праць.

Зокрема в роботах Шаїхова [4, 5] була запропонована методика проектування і розрахунку верхньої опори амортизаційної стійки передньої підвіски легкового автомобіля за умов зниження, а також розглядалися питання матеріалів та форми демпфуючих елементів з точки зору зниження вібрацій, що передаються на кузов автомобіля.

В роботі [6] виконаний теоретичний аналіз умов роботи підвіски при русі автомобіля, в роботах [7, 8, 9] розглянуті питання конструювання та розрахунку елементів підвісок автомобіля в напрямку підвищення плавності ходу та комфорту, проте в цих роботах не розглядаються питання визначення технічного стану таких елементів амортизаційної стійки як верхня опора.

В роботі [10] розглядаються питання діагностування шарових опор підвісок віброактивними методом, однак по діагностуванні верхніх опор амортизаційної стійки рекомендацій не надається.

Аналіз наукових публікацій показав, що на теперішній час недостатня увага приділяється вивченню умов роботи пружних елементів підвіски типу «МакФерсон», зокрема верхньої опори амортизаційної стійки. Недостатньо вивчено вплив умов експлуатації на роботу верхньої опори на зміну її технічного стану, відсутні однозначні висновки по проявам зміни технічного стану верхніх опор, а також, по методам визначення технічного стану опор.

Майже вся інформація по визначенню технічного стану опор амортизаційних стійок зводиться до органолептичного методу, який вимагає високих фахових компетенцій від працівників автосервісу, що часто є причиною постановки недостовірного діагнозу технічного стану опор.

Постановка завдання. Метою даної публікації є систематизація інформації з існуючих конструкцій верхніх опор, особливостей навантажень елементів опор залежно від їх конструкцій, аналіз факторів, що впливають на зношування опор та їх можливих дефектів, а також надання рекомендацій щодо виконання діагностики.

Викладення основного матеріалу. Верхня опора амортизаційної стійки є відповідальним елементом підвіски, який наділений демпфуючими властивостями та забезпечує еластичність з'єднання амортизаційної стійки з кузовом.

Верхня опора амортизаційної стійки підвісок являє собою вузол (нерозбірний або збірний), в основі якого знаходиться гумово-металевий шарнір, який сприймає частину ваги кузова і виконує поглинання вібрацій, що передаються від стійки на кузов. Від технічного стану верхньої опори багато в чому залежить як довговічність і комфортабельність пасажирів та водія автомобіля, частково безпека руху і керованість, тому що опора визначає положення амортизаційної стійки відносно кузова, а також легкість повертання стійки при виконанні маневрування.

Верхня опора конструктивно може мати декілька виконань. Умовно опори можливо поділити на два типи – нерозбірні та збірні.

Нерозбірні опори амортизаторів представляють собою вузол, який складається з гумової подушки – демпфера, яка привулканізована до зовнішнього корпусу та внутрішнього корпусу опори, Зовнішній корпус опори може мати від двох до чотирьох болтів, якими виконується кріплення до стакану кузова. Існують також конструкції, де фіксація верхньої опори до кузова за допомогою болтів взагалі не виконується. Така опора має гумову подушку, всередину якої завулканізований опорний підшипник. В даних конструкціях опора не кріпиться до кузова, вона просто тримається за рахунок

пружності пружини та ваги автомобіля. Оскільки стійка досить глибоко вставлена в посадочне місце, то майже повністю виключається можливість випадіння амортизаційної стійки з посадочного місця.

У внутрішньому корпусі опори запресовано підшипник, який зафіксовано завальцюванням втулки.

Також, нерозбірні опори залежно від способу встановлення пружин амортизаційної стійки поділяються на два типи: без чаші для пружин та з чашею.

В першому випадку опорна чаша пружини є окремою деталлю, яка встановлюється на штоку амортизатора і притискається пружиною до підшипника. При другому типі конструкції чаша пружини жорстко кріпиться до опори, також в ній може бути передбачена гумова вставка під витки пружини.

Збірні опори амортизаторів, як правило складаються з окремих деталей, наприклад, в деяких опорах підшипник є окремою складовою частиною, яка встановлюється між чашкою пружини і внутрішньою втулкою.

Експлуатаційні властивості та ресурс опори визначають як правило два основних елементи – гумовий демпфер та тип підшипника.

Підшипник опори служить для забезпечення повертання амортизатора в опорі відносно кузова автомобіля. Конструктивно вузол являє собою підшипник кочення (рідше ковзання). Підшипник в процесі руху автомобіля сприймає як осьові так і радіальні навантаження.

В опорах найчастіше використовуються радіально-упорні підшипники, однак, в бюджетних автомобілях зустрічаються і звичайні радіальні підшипники.

Залежно від особливостей конструкції, складові частини опори по різному сприймають навантаження в процесі руху автомобіля.

Наприклад, в конструкціях, які застосовуються на автомобілях VW Golf з I по III покоління, а також ВАЗ та інш., гайка штока стягує жорстко між собою деталі: шток, верхню чашку пружини і нижню обойму опорного підшипника. В такій конструкції, шток стійки обертається відносно стакана кузова разом з пружиною, стійкою і керованим колесом, однак в таких конструкціях демпфер виконаний досить жорстким і значна частина вібрацій передається на кузов.

Для покращення віброізоляції кузова від підвіски, застосовуються опори з розвантаженим демпфером штока амортизаційної стійки. В такій конструкції чашка пружини підвіски упирається в стакан кузова через опорний підшипник. Опорний підшипник дозволяє чашці з пружиною і стійці з керованим колесом вільно повертатися відносно стакана кузова. Шток амортизаційної стійки в цій опорі жорстко закріплений гайкою в еластичному демпфері штока, що пов'язує шток з кузовом. На штоку при цьому мають місце лише невеликі навантаження: вертикальні — від зусиль стиснення-розтягу амортизатора стійки, і бокові, якими шток діє на ущільнення амортизатора. Ці зусилля набагато менші, ніж сили на штоку опор першого типу конструкції. Тому, демпфер штока в цій опорі виконаний більш еластичним і, таким чином, забезпечується краща віброізоляція кузова від підвіски.

Вихід з ладу підшипника опори амортизаційної стійки відбувається з наступних причин. Опорний підшипник амортизаційної стійки працює в умовах жорстких навантажень. Інтенсивність зношування підшипника підвищується при їзді по поганому дорожньому покриттю, входженню в поворот на великій швидкості, експлуатації автомобіля в агресивних кліматичних умовах. Також, ситуація може погіршуватися через те, що конструктивно у багатьох підшипниках відсутні захисні щитки від потрапляння пилу та вологи. Отже, в мастилi підшипника може накопичуватися абразивний матеріал, який прискорює зношування його робочих

поверхонь.

При значному зношенні елементів підшипника порушуються кути встановлення коліс, що позначається на безпеці та зношуванні інших деталей та вузлів підвіски.

При роботі підвіски опорний підшипник не обертається, а лише повертається відносно вихідного положення при виконанні автомобілем маневру. Таким чином, близько 75...80% всього часу експлуатації елементи підшипника знаходяться в одному положенні, а отже, їх зношування відбувається в результаті дії динамічних навантажень від дорожнього полотна, при цьому сам знос розподілений нерівномірно. При русі по нерівностях відбувається передача енергії ударів на кільця та елементи підшипників, відбувається пластична деформація деталей підшипника. Потрапляння абразиву також прискорює зношування підшипника.

Отже, якщо визначати основні фактори, що визначають вихід з ладу підшипників опори амортизаційної стійки, то їх можливо встановити в такому порядку:

1. Природне механічне зношування робочих поверхонь та елементів кочення підшипників (кульок або роликів). Ресурс підшипників при нормальній експлуатації, як правило складає 80...120 тис. км.

2. Інтенсифікація механічного зношування внаслідок підвищених динамічних навантажень через агресивну манеру водіння автомобіля. В цьому випадку водій на підвищених швидкостях їздить по дорозі та різко входить в повороти, при цьому різко збільшуються прискорення руху амортизаційної стійки, що в свою чергу викликає підвищене зношування підшипника опори.

3. Середовище, в якому експлуатується автомобіль. Залежно від кліматичних умов та вологості повітря, а також рівня запилюваності вихід з ладу підшипників опори амортизаційної стійки може відбутися набагато раніше, ніж це гарантується виробником.

4. Якість мащення підшипника. Для того, щоб знизити інтенсивність зношування поверхонь підшипника використовується консистентне мастило. Якість самого мастила визначає, багато в чому, строк експлуатації підшипника. Дуже часто виробник закладає недостатню кількість мастила, іноді зустрічається «однобічне» закладування, тобто мастило нерівномірно розподілене по підшипнику. У зв'язку з тим, що підшипник не обертається на повні оберти, а, буквально, повертається на певний кут, то таке нерівномірне закладування мастила може призвести до сухого тертя елементів підшипника і його підвищеного зношування. Також, в разі застосування виробником в опорах відкритого підшипника (без захисних щитків) активність потрапляння вологи та пилу буде вищою.

Вихід з ладу демпфуючих гумових елементів характеризується наступними ознаками. При експлуатації автомобіля відбувається зношування деталей опори, демпфуючі гумові елементи подушки можуть втрачати еластичність, розтріскуватися та відшаровуватися від металевих деталей, до яких вони навулканізовані. Можливе, також, розтягування гумового елемента опори, що призводить до контакту опори з верхньою чашкою пружини та супроводжується одиночними глухими ударами.

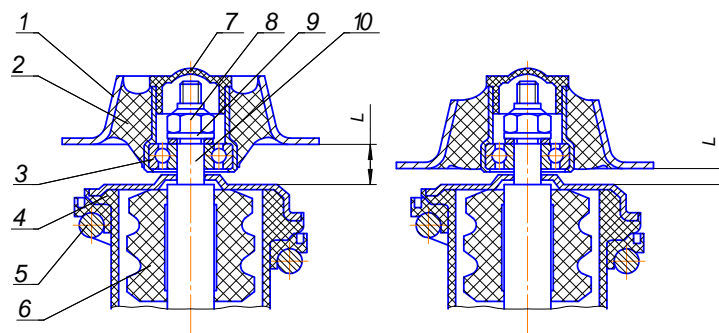
Розтріскування гумового елемента можливо спостерігати візуально (рис. 1). При наявності тріщин або надривів опору слід негайно замінити.



Рисунок 1 – Опори з пошкодженим гумовим елементом

Джерело: розроблено авторами

При розтягуванні гумового елемента опори (рис. 2) стійка починає просаджуватися в напрямку кришки капоту, також збільшується амплітуда коливання кузова, що супроводжується глухими ударами при наїзді на нерівності дорожнього полотна. На рис. 2 *a* схематично показано положення корпусу опори при нормальному стану демпфера та при розтягнутому – рис. 2 *б*. При розтягнутому демпфері відстань між корпусом опори та чашкою пружини L значно зменшується, що призводить до надмірного виступання штоку та ударів корпусу опори по чашці пружини при русі по нерівностях.



a – в нормальному стані; *б* – з розтягнутим гумовим елементом;

1 – корпус опори; 2 – демпфуючий елемент; 3 – підшипник; 4 – чашка пружини; 5 – пружина; 6 – відбійник; 7 – захисний ковпачок; 8 – гайка штока амортизатора; 9 – шайба; 10 – шток амортизатора;

Рисунок 2 – Опора амортизаційної стійки

Джерело: розроблено авторами

Вихід з ладу підшипника амортизаційної стійки характеризується наступними ознаками.

При зношуванні підшипника рівень шуму та зниження комфорту водіння значно вищий ніж при зношуванні гумового елемента. Ознаками підвищеного зносу підшипників є наступні фактори — наявність стуку при повороті руля (може також відчуватися на рульовому колесі), а також погіршення керованості автомобілем. Також, зношування підшипника може проявлятися у вигляді скрипів, та посмикувань в процесі повертання рульового колеса. Особливо відчутно проявляється ускладнене повертання рульового колеса на автомобілях без підсилювача рульового керування.

При зношуванні підшипник починає люфтити, стукати, а шток амортизатора відхиляється від своєї осі. В процесі руху автомобіля по дрібним нерівностям при зношеному підшипнику також відчувається стукіт з боку підвіски, який іноді складно ідентифікувати, так як він аналогічний стукам при зношуванні інших деталей підвіски чи рульового керування.

Для ідентифікації несправностей опор амортизаційних стійок необхідно використовувати достовірні методи, адже від результату діагностування залежить вартість ремонту підвіски автомобіля та обсяг розбирально-складальних операцій. На теперішній час окремих методик перевірки опор амортизаційних стійок не існує. В умовах сервісних підприємств опори перевіряють органолептичним методом, тобто зовнішнім оглядом визначаються наявність тріщини та розривів. Стан підшипника перевіряють поклавши одну руку на опору, та розгойдуючи автомобіль в поздовжньому та поперечному напрямку відносно кузова автомобіля. При цьому намагаються відчутти удари, які можуть виникати в опорах.

Однак, такі методи не завжди можуть бути достовірними, тому що вимагають високої кваліфікації та значного досвіду діагноста. Також, при такому методі досить часто стукіт в опорі ідентифікується не вірно, тому що при розхитуванні автомобіля

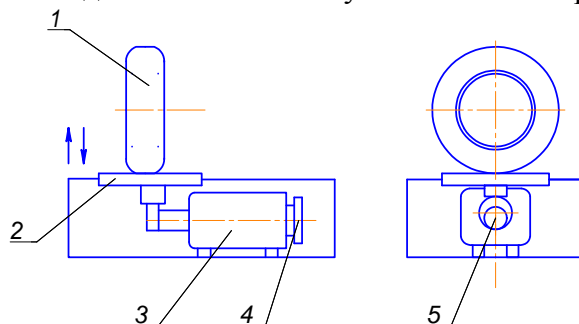
можуть виникати удари в інших з'єднаннях підвіски, зокрема, в самому амортизаторі або в рульовому приводі, що буде відчуватися на опорі.

Отже, для точної діагностики доцільно використовувати інструментальні методи контролю технічного стану.

Для відтворення роботи опори необхідно імітувати умови руху автомобіля по нерівному дорожньому полотну. Для вирішення цього завдання доцільно використовувати вібростенди для діагностування підвіски.

Стенди такого типу мають два майданчики, на які встановлюється автомобіль передніми та задніми колесами. На кожному майданчику вмонтовані датчики для вимірювання статичного та динамічного навантаження на колеса автомобіля. Майданчикам надаються вертикальні переміщення (рис. 3).

При вмиканні стенда платформи здійснюють вертикальні коливання з різними амплітудами (6,0, 7,5 або 9,0 мм) і частотами, які змінюються в діапазоні 16...23 Гц). Колеса автомобіля знаходяться в постійному контакті з поверхнею платформ.



1 колесо автомобіля; 2 рухомий майданчик стенду; 3 електродвигун;
4 маховик; 5 ексцентрик

Рисунок 3 – Схема стенду для перевірки підвісок

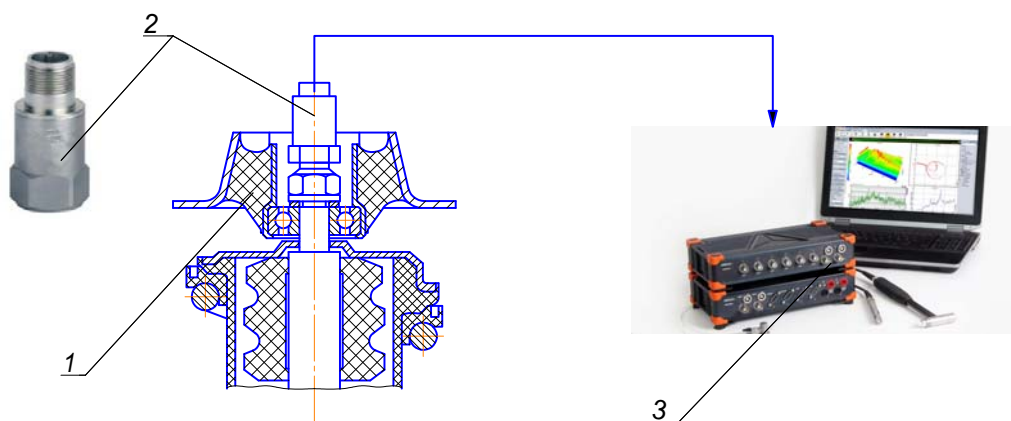
Джерело: розроблено авторами

При досягненні максимальної частоти живлення електродвигунів стенду вимикається і система здійснює вільні згасаючі коливання. У випадку наближення частоти вільних коливань невіднесеної маси до резонансу відбувається різке зростання амплітуди коливань, за цією амплітудою визначають технічний стан амортизатора та підвіски в цілому.

Пропонується при виконанні даних операцій діагностування підвіски визначати і технічний стан опор.

З погляду точності виміру, інформативності, простоти й швидкості діагностування підшипникового вузла найбільш перспективними представляються діагностичні методи, засновані на використанні ємнісних вібраційних датчиків [10]. Переміщення елементів зношеної опори приводить до появи вібрації в них, що приводить до утворення електричного сигналу, за амплітудою якого можливо судити про величину люфту у підшипниках.

З метою визначення параметрів вібрацій на шток амортизаційної стійки необхідно змонтувати датчики віброприскорень, як це показано на рис. 4. Обробка сигналу виконується комп'ютером стенду або окремим переносним електронним пристроєм.



1 - опора; 2 - датчик віброприскорень; 3 – обчислювальний пристрій (аналізатор сигналу)

Рисунок 4 - Схема підключення вібраційних датчиків до опори

Джерело: розроблено авторами

Наявність вібрації обумовлена присутністю зазорів в підшипнику між елементами кочення та внутрішньої і зовнішньої обіймами, зношенням канавок обійм, елементів кочення. Також, надмірне розтягування пружного елемента опори може призводити до контакту зовнішнього корпусу опори та чашки пружини, що супроводжується ударами в опорі, які також будуть сприйматися датчиками та будуть ідентифіковані у вигляді сплесків амплітуд віброприскорень.

В умовах експлуатації такі вібрації з'являються в підшипнику при русі автомобіля, при різноспрямованих навантаженнях, що з'являються в опорі при переміщеннях колеса, коли воно переїжджає нерівності дорожнього полотна, розгоні, гальмуванні й русі автомобіля на повороті.

Окремим тестом для опор слід проводити визначення вібрацій при повороті рульового колеса. Направляючі колеса автомобіля повинні знаходитися на нерухомих платформах стенду. Даний тест дозволить виявити можливі «заїдання» в підшипнику опори, які будуть проявлятися у вигляді коротких сплесків амплітуд вібрацій.

Досліджуваний параметр, що характеризує технічний стан підшипника - осьовий зазор h . При зростанні величини осьового зазору до $h=0,1$ мм і більше, опора амортизаційної стійки непридатна для наступної експлуатації.

Для реалізації даного методу існує необхідність у проведенні досліджень з метою отримання залежностей між величиною осьового зазору h в опорах і показаннями вібродатчиків установлених на робочих елементах стенда. На основі отриманих результатів доцільно застосовувати метод, що дозволяє визначати осьовий зазор h в підшипниках опор, установлених на автомобілях, за допомогою вібродатчиків, без розбирання й зняття опор та амортизаційної стійки з автомобіля.

Результати коливального процесу при виконанні діагностування опори автоматично обробляються і заносяться в пам'ять комп'ютера.

Висновки і перспективи подальших досліджень. В даній публікації виконано аналіз інформації з існуючих конструкцій верхніх опор, особливостей їх роботи в умовах експлуатації, розглянуто фактори, що впливають на зношування опор та їх можливі несправності. За результатами проведених досліджень можливо зробити наступні висновки.

1. Основними несправностями опор, що можуть виникати в процесі експлуатації є зношування опорного підшипника, а також, вихід з ладу гумового демпфуючого елемента.

2. Приведено аналіз чинників, які інтенсифікують процес зношування опорного підшипника. Розглянуто ознаки виходу з ладу опорного підшипника та гумового демпфуючого елемента опори амортизаційної стійки.

3. Для здійснення достовірного діагностування доцільно відтворювати роботу опори в умовах руху автомобіля по нерівному дорожньому полотну, для вирішення цього завдання доцільно використовувати вібростенди для діагностування підвіски. Запропоновано виконувати ідентифікацію ударів та вібрацій в зношеній опорі за допомогою датчиків віброприскорень з наступною обробкою отриманих сигналів.

Список літератури

1. Аулін В.В., Гриньків А.В., Чернай А.Є., Уманенко О.О., Монолій А.О., Притула С.І. Підвищення стійкості та керованості транспортного засобу шляхом удосконалення конструктивних параметрів підвіски. *Інноваційні технології розвитку та ефективності функціонування автомобільного транспорту*: зб. наук. матеріалів міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 18-19 листопада 2020 року. Кропивницький: ЦНТУ, 2020. С.97-115.
2. А. В. Гнатов, С. В. Кисловський, Дмитру Нехенія. Керований амортизатор з магнітною рідиною для адаптивної підвіски автомобіля. *Автомобіль і електроніка. Сучасні технології*: збірка матеріалів V Міжнар. наук.-техн. Інтернет-конф., 20-21 листопада 2017 р., Харків : ХНАДУ, 2017. С. 164 – 165.
3. Раймпель Й. Шасси автомобіля / Сокр. пер. 1 тома 4 нем. Узд. В.П. Агапова; под. ред. И.Н. Зверева. М.: Машиностроение, 1983. 356 с.
4. Шаихов Р.Ф., Филькин Н.М. Расчет оптимального угла наклона упругого элемента амортизационных опор. *Вестник ИжГТУ: Периодический научно-теоретический журнал Ижевского государственного технического университета*. 2011. Вып. 1. С. 29-33.
5. Шаихов Р.Ф., Филькин Н.М. Оптимизация упругих элементов амортизационных опор легкового автомобиля для снижения влияния вибрации на организм человека. *Современные проблемы науки и образования*. 2012. № 1.
6. Агейкин Я. С., Кульчицкий-Сметанка В.М. Теория движения колесной машины по неровной грунтовой поверхности : учеб. пособие . М-во образования Рос. Федерации. Моск. гос. индустр. ун-т, Ин-т дистанц. Обучения М. : МГИУ : ИДО, 2002.
7. Anil Babu Seelam, Monish Senthil Kumaran, Krishnamurthy H. Sachidananda. Design and Analysis of Suspension Strut in Automobile Vehicles. *Mathematical Modelling of Engineering Problems*. Vol. 7, No. 4, December, 2020, pp. 587-596.
8. S.C.Jain, Pushpendra kumar Sharma, Dhara Vadodaria. Mcpherson suspension system - a review. *International Journal For Technological Research In Engineering*, Volume 1, Issue 12, August-2014
9. Ротенберг Р. В. Подвеска автомобиля. Колебания и плавность хода . М.: Машиностроение, 1972. 392 с.
10. Тебекин М. Д., Катунин А.А., Новиков А.Н. Методика проведения стендовых экспериментов по определению технического состояния шаровых опор . *Мир транспорта и технологических машин*. 2014. №2(45). С.14-20.

References

1. Aulin, V.V., Hrynkyv, A.V., Chernai, A.Ie., Umanenko, O.O., Monolii, A.O. & Prytula, S.I. (2020). Pidvyshchennia stiikosti ta kerovanosti transportnoho zasobu shliakhom udoskonalennia konstruktyvnykh parametriv pidvisky [Improving the stability and controllability of the vehicle by improving the design parameters of the suspension / Innovative technologies for the development and efficiency of road transport]. *Innovatsiini tekhnolohii rozvytku ta efektyvnosti funktsionuvannia avtomobilnoho transportu: Zb. nauk. materialiv mizhnar. naukovopraktychnoi internet-konferentsii (18-19 lystopada 2020 roku) - Coll. Science. materials international. scientific-practical Internet conference (pp.97-115)*, Kropyvnytskyi: TsNTU [in Ukrainian].
2. Hnatov, A.V., Kyslovskiy, S.V. & Hehenia Dmitry. (2017). Kerovanyi amortyzator z mahnitnoiu ridynoiu dlia adaptivnoi pidvisky avtomobilia [Controlled shock absorber with magnetic fluid for adaptive car suspension] . *Avtomobil i elektronika. Suchasni tekhnolohii: zb. materialiv V Mizhnarodnoi naukovotekhnichnoi Internet-konferentsii (20-21 lystopada 2017 r., m. Kharkiv) – zb. materials of the V International Scientific and Technical Internet Conference (pp.164-165)*. Kharkiv : KhNADU[in Ukrainian].
3. Raympel, Y. (1983). *Shassi avtomobilya [Car chassis]*. Moscow: Mashinostroyeniye [in Russian].

4. Shaikhov, R.F. & Filkin, N.M. (2011). *Raschet optimalnogo ugla naklona uprugogo elementa amortizatsionnykh opor* [Calculation of the optimal angle of inclination of the elastic element of the shock-absorbing bearings]. Izhevsk: IzhGTU [in Russian].
5. Shaikhov, R.F. & Filkin, N.M. (2012). Optimizatsiya uprugikh elementov amortizatsionnykh opor legkovogo avtomobilya dlya snizheniya vliyaniya vibratsii na organizm cheloveka [Optimization of elastic elements of shock-absorbing bearings of a passenger car to reduce the effect of vibration on the human body]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya – Modern problems of science and education*. [in Russian].
6. Ageykin, Y.S. (2002) Teoriya dvizheniya kolesnoy mashiny po nerovnoy gruntovoy poverkhnosti [Theory of the movement of a wheeled vehicle on an uneven ground surface]. Moscow : MGIU [in Russian].
7. Anil Babu Seelam, Monish Senthil Kumaran, Krishnamurthy H. Sachidananda. (2020). Design and Analysis of Suspension Strut in Automobile Vehicles. *Mathematical Modelling of Engineering Problems, Vol. 7, No. 4, December, 2020, pp. 587-596* [in English].
8. S.C.Jain, Pushpendra kumar Sharma, Dhara Vadodaria Mcherson.(2014). Suspension system - a review. *International Journal For Technological Research In Engineering, Vol. 1, Issue 12, August-2014* [in English].
9. Rotenberg, R.V. (1972). *Podveska avtomobilya. Kolebaniya i plavnost khoda* [Car suspension. Oscillation and smoothness] Moscow: Mashinostroyeniye [in Russian].
10. Tebekin, M.D., Katunin, A.A. & Novikov, A.N. (2014). Metodika provedeniya stendovykh eksperimentov po opredeleniyu tekhnicheskogo sostoyaniya sharovykh opor [Technique for bench experiments to determine the technical state of ball joints]. *Mir transporta i tehnologicheskikh mashin – The world of transport and technological machines , 2(45), 14-20* [in Russian].

Mykhailo Krasota, Assoc. Prof., Phd tech. sci, **Ivan Vasylenko**, Assoc. Prof., Phd tech. sci, **Serhii Mahopets**, Assoc. Prof., Phd tech. Sci, **Oleg Bevz**, Assoc. Prof., Phd tech. Sci, **Ruslan Osin**, Assoc. Prof., Phd tech. Sci, **Oleksandr Krylov**, Assist.

Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, Ukraine

Identification of Car damper Strut Supports Defects

The goal of current research is the systematization of information from existent constructions of upper supports, features of support elements load depending on their constructions, analysis aspects, which influence supports attrition and their probable defects, and also giving recommendations for diagnostics.

The informational analysis made due to existent upper supports constructions, features of their action in exploitation conditions, considered factors which influence on supports attrition, and their probable defects.

Considered supporting bearer and rubber damping elements of damper strut supports fail indications.

Fail of rubber damping elements characterized by the range of attributes. Due to car exploitation take place support detail attrition, rubber damping elements of supports waste their elasticity, crack and delaminate from the metal details, rubber damping supports stretch, which leads to support`s contact with upper springs cap and attends with singular thumps.

Due to bearing attrition level of rattling and decreasing driving comfort are much higher than due to rubber element attrition. Features of increased bearing attrition are next: rattling by rudder turning occurrence (can also take place on the steering wheel), deterioration of car control. Bearing attrition appears in terms of squeaks and jerks in the process of steering wheel turning in the cars without a power steering.

Due to attrition bearing starts to play, thump, and damper piston rod deviates from own axle. During car motion on the small roughs with depleted bearings also perceived rattling from the side of suspender, which sometimes can be difficult to identify, because it is analogous to rattling caused by attrition of other details of suspender or steerage.

Offered to realize damper strut supports diagnostics by the way of support` action in a car moving conditions on the pocky surface simulation, to solve this task recommended to use vibration stand for suspender diagnostics. Offered to use the identification of hits and vibrations in foreworn supports via vibration acceleration sensor with later processing.

Damper strut, strut support, supporting bearer, suspender diagnostics

Одержано (Received) 27.01.2021

Прорецензовано (Reviewed) 11.02.2021

Прийнято до друку (Approved) 26.04.2021