

УДК 629.027 : 681.518.54

СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ХАРАКТЕРИСТИК АКТИВНИХ ПІДВІСОК АВТОМОБІЛІВ У СКЛАДІ ЛІНІЇ ЕКСПРЕС-ДІАГНОСТИКИ

Ю.М. Бороденко, доц., к. ф-м. н.,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Анотація. Розглянуто питання, пов'язані з організацією і технічною реалізацією ділянки контролю вихідних параметрів активних підвісок у складі лінії технічного контролю. Запропоновано варіант доукомплектації обладнання базової лінії експрес-діагностики з компіляцією програмного забезпечення засобів комп'ютерної діагностики в єдину програму тестування.

Ключові слова: активна підвіска, алгоритм адаптації, технічний контроль, експрес-діагностика, діагностичний сканер, Bluetooth-зв'язок, 3D-технологія розвал/сходження.

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ХАРАКТЕРИСТИК АКТИВНЫХ ПОДВЕСОК АВТОМОБИЛЕЙ В СОСТАВЕ ЛИНИИ ЭКСПРЕСС-ДИАГНОСТИКИ

Ю.Н. Бороденко, доц., к. ф-м. н.,
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

Аннотация. Рассмотрены вопросы, связанные с организацией и технической реализацией участка контроля выходных параметров активных подвесок в составе линии технического контроля. Предложен вариант доукомплектации оборудования базовой линии экспресс-диагностики с компиляцией программного обеспечения средств компьютерной диагностики в единую программу тестирования.

Ключевые слова: активная подвеска, алгоритм адаптации, технический контроль, экспресс-диагностика, диагностический сканер, Bluetooth-связь, 3D-технология развал/схождение.

SYSTEM OF CONTROL FOR ACTIVE CAR SUSPENSION CHARACTERISTICS IN THE COMPOSITION OF THE EXPRESS DIAGNOSTICS LINE

Y. Borodenko, PhD., Assoc. Prof.,
Kharkiv National Automobile and Highway University

Abstract. The issues related to the organization and technical implementation of the control area for the output parameters of the active pendants as part of the technical control line are considered. An option is proposed to complete the baseline of express diagnostics with an additional bench for checking the angles of installation of the rear axle wheels. To reduce the cost of hardware implementation and increase the productivity of the measuring complex, it is proposed to compile software for computer diagnostic tools into a single testing.

Keywords: active suspension, adaptation algorithm, technical control, express diagnostics, diagnostic scanner, Bluetooth communication, 3D camber/toe technology.

Вступ

Контроль і діагностика технічного стану рухомого складу автотранспорту з погляду безпеки руху є однією з найважливіших проблем, спричинених швидким зростанням

числа автомобілів у дорожньому русі та збільшенням швидкостей руху. Особливо важливий цей контроль для систем, технічний стан яких впливає на безпеку руху: гальмівна система, кермове керування, ходова частина, система освітлення й сигналізації. З цього

приводу розглядаються два напрями створення систем контролю характеристик активних підвісок. Перший напрям передбачає організацію системи контролю підвісок в обсязі періодичного технічного огляду, другий – стосується поглибленої діагностики та обслуговування ходової частини автомобіля на замовлення власника.

При державному технічному огляді основним завданням є перевірка відповідності технічного стану й устаткування транспортних засобів вимогам нормативних правових актів, правил, стандартів і технічних норм у сфері забезпечення безпеки дорожнього руху. Проведення планового техогляду транспортних засобів дозволяє виключити ймовірність аварійної ситуації на дорозі внаслідок наявності технічних несправностей.

У конструкції сучасних автомобілів використовуються адаптивні підвіски, які мають суттєві переваги перед підвісками, параметри яких не регулюються. У зв'язку з цим набуває актуальності включення операцій контролю керованих підвісок нового типу до регламенту технічного огляду. Однак на підприємствах автосервісу не передбачено устаткування, яке дозволяє перевірити нормовані характеристики керованих підвісок. До того ж, не існує ніяких нормативних актів, що регулюють ці питання.

Аналіз публікацій

На автомобілях знайшли застосування підвіски різних видів і типів, параметри яких, в основному, визначаються їх конструкційними атрибутами. З цих позицій підвіски можна класифікувати за рядом ознак: способом з'єднання з корпусом (рамою) машини; способом з'єднання коліс між собою; типом пружного елемента. З позицій керованості розрізняють пасивні, напівактивні й активні підвіски [1]. Широкого застосування активна підвіска набула в автобусах і тролейбусах, де необхідно уникати кренів кузова за нерівномірного розподілення пасажирів по салону транспортного засобу [2].

За типом керуючого елемента та видом параметра, що контролюється, активні підвіски можна поділити на три групи. У першій групі для підвісок з керованими амортизаторами контролюється процес демпфірування; у другій (керовані пружні елементи) – посадка

кузова; у третій (керовані стабілізатор поперечної стійкості й важелі підвіски задніх коліс) – кути виставлення задніх коліс. Слід розуміти, що кожна наступна група активної підвіски виконує активні функції усіх попередніх груп керування.

На сьогодні використовуються два способи регулювання ступеня демпфірування амортизаторів – за допомогою електромагнітних клапанів і за допомогою магнітно-реологічної рідини [3]. Амортизатори з електроклапанами застосовуються в конструкції адаптивних підвісок типу ACC, ADS, AVS, CDC, EDC [4]. Магнітно-реологічна рідина використовується в амортизаторах підвісок типу MR, Delphi, SKF [5]. Системи стабілізації горизонтального положення кузова реалізовані в підвісках типу ADS, Hydractive, а системи типу ABC, PDC здійснюють автоматичне усунення крену при повороті (асиметричний розвал) [6]. У системах типу AGCS використовуються електроприводи, які впливають на положення важелів задньої підвіски, змінюючи ступінь сходження колісної пари.

Технологія інструментального контролю стану підвіски зводиться до послідовного вимірювання параметрів: демпфіруючих характеристик; положення кузова; кутового положення задніх коліс. При цьому забезпечується варіація цих параметрів у межах діапазонів керування. Для вирішення першої задачі використовуються методи, що базуються на вимірюванні параметрів коливань кузова (амплітудний, «шок-тест», гальмування) чи колеса (BOGE/МАНА, EUSAMA) [7], а для аналізу положення кузова автомобіля розроблені мобільні електронні вимірювачі висоти посадки типу Hunter 20-1885-1 [8].

Щоб контролювати кутове положення задніх коліс (підвіски третьої групи), використовуються стенди розвал/сходження. На сучасних станціях технічного обслуговування та сервісних послуг використовуються стенди розвал/сходження різного принципу побудови (лазерні, комп'ютерні за CCD-технологією, комп'ютерні за технологією 2D, 3D та 4D) [9, 10].

Новими розробками закордонних виробників є стенди 4D-групи з безконтактними вимірювальними системами (Bosch FWA 9000) [11]. Компанією Siemens і АТТ запропоновано і

запущено у продаж систему CURA R 2000 АТТ, в якій використовується новітня технологія ССТ (Color Coded Triangulation) – триангуляції з кольоровим кодуванням [12].

Мета і постановка завдання

Організація системи контролю підвісок в обсязі періодичного технічного огляду є доцільною для відомчих вантажних автомобілів та рухомого складу пасажирських перевезень. Для технічної реалізації цієї задачі треба синтезувати вимірювальну систему, яка забезпечить контроль параметрів адаптивних підвісок будь-якого принципу побудови. Синтез системи полягає у: підборі устаткування під заданий клас автомобіля, його розміщенні на дільниці контролю під визначені умови проведення випробувань, компіляції програмного забезпечення окремих приладів у суцільну програму тестування. При цьому слід враховувати додаткові обмеження, пов'язані з апаратною сумісністю (фірми виробників), габаритами та вартістю устаткування.

Побудова вимірювальної системи

Мехатронну систему (систему керування разом з об'єктом керування та джерелом енергії) адаптивної підвіски як об'єкт діагностики можна подати у вигляді триланкової структури функціональних блоків – моніторингу інформаційних параметрів датчиків, формування керуючих сигналів для виконавчих пристроїв і реалізації керуючих впливів на елементи ходової частини.

Перша та друга ланки системи повністю контролюються за структурними параметрами (електричними сигналами) системи керування шляхом використання інтегрованих систем самодіагностики [13]. Вихідними параметрами третьої ланки є механічна реакція об'єкта керування (елементів ходової частини). Існують декілька методів контролю параметрів будь-якої мехатронної системи автомобіля, в тому числі й адаптивної підвіски: тест-драйв на полігоні та у стаціонарних умовах; інтегрована самодіагностика; вимірювання структурних або вихідних параметрів.

Що стосується стаціонарних умов контролю характеристик адаптивної підвіски, можна сказати таке. Повний контроль технічного стану мехатронної системи підвіски за вихідними параметрами (тест-драйв) можна здійснити на спеціальних випробувальних стендах, які відтворюють дорожні умови руху (функціональна діагностика у динамічних режимах) [14, 15]. Силова частина таких стендів поєднує функції роликowego силового агрегата і віброплатформ тестера підвіски зі змінним рівнем опор, що імітують крен та наїзд на перешкоду (рис. 1). Перелічені фактори, що збурюють підвіску, дозволяють виявити відхилення в механічній частині підвіски. Такі стенди дозволяють проводити різноманітні випробування автомобіля на етапі його розробки і виробництва, але розраховані тільки на контроль основної функції підвіски – демпфірування коливань кузова і зчеплення з дорожнім полотном.

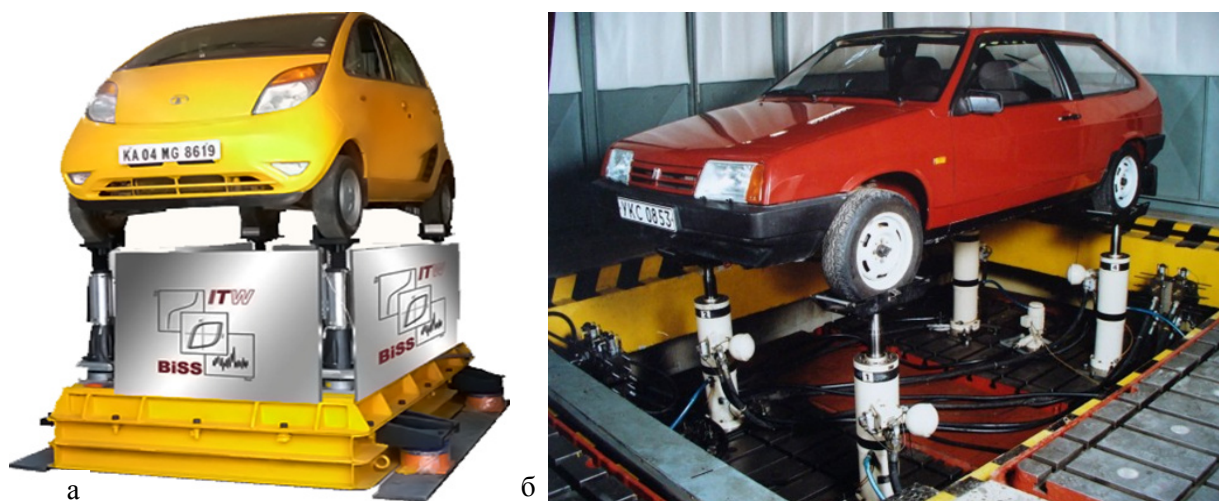


Рис. 1. Контрольно-випробувальні стенди для перевірки підвіски: а – сервогідролічний стенд BiSS 4 Poster Rig; б – чотиривісний стенд фірми Shenck

Стосовно інших функцій адаптивної підвіски, до стенда треба додати систему позиціонування кузова і вимірювання кутового положення коліс задньої осі. До того ж стенди такого класу мають невиправдану ціну для сфери автосервісу.

Контроль технічного стану підвіски за реакцією системи самодіагностики не є повним, тому що така система контролює стан електричних кіл і може локалізувати тільки стан елементів системи керування підвіскою. При цьому як реалізується керуючий вплив на ходову (механічну) частину автомобіля, система самодіагностики визначити не може.

Використання функцій діагностичного сканера спостерігати електричні сигнали (діагностичні параметри) у структурі системи керування підвіскою дозволяє виконувати поглиблену діагностику системи керування, але не дозволяє проводити оцінку поведінки ходової частини автомобіля під дією керуючих впливів.

Найбільш об'єктивний контроль характеристик підвіски здійснюється на підставі аналізу її вихідних параметрів: вібраційної характеристики амортизаторів кожної стійки; висоти посадки кузова під кожним колесом; кутів встановлення кожного заднього колеса. Щоб реалізувати ці параметри в межах керування, треба активізувати відповідні виконавчі пристрої системи. Для цього використовується функція діагностичного сканера «активізація виконавчих пристроїв».

Таким чином, щоб реалізувати випробувальний комплекс для контролю характеристик адаптивних підвісок, необхідно забезпечити, з одного боку, впливи, що збурюють підвіс-

ку, з іншого – керуючі впливи активних елементів. При цьому вимірювальна частина комплексу повинна здійснювати контроль вказаних вихідних параметрів підвіски.

До складу діагностичних ліній європейського зразка входить тестер підвіски, цілком придатний для контролю керованих підвісок першої групи. Щоб забезпечити контроль вихідних параметрів активних підвісок другої та третьої груп керування, можна використовувати 3D-стенди розвал/сходження, які мають потужну професійну програму та забезпечують оперативний контроль як кутового положення коліс, так і посадки кузова відносно їх осей.

Враховуючи необхідність прохідного контролю на лінії, потрібен варіант стенда із кріпленням вимірювальної балки на стелі. Цим вимогам задовольняє стенд марки Hunter WA110 /20LE02-421WM3 настінного виконання, з електромеханічним ліфтом, чотирма камерами й адаптерами швидкого затиску.

Програмне забезпечення Hunter 3D містить цілий перелік програмних модулів різного призначення, серед яких можна зазначити: дані для регулювання задньої осі (Shim Select II®); контроль переміщення важелів підвіски (СААМ®); вимірювання висоти посадки. Результати тестування наводяться на моніторі в модифікованому вигляді (рис. 2).

Для використання сканера на постах діагностики широкого парку моделей автомобілів доцільним є застосування програмних версій мультимарочних системних сканерів типу Wabco, Haldex Interface Diag, Delphi, Mercedes Carsoft 7.4 [16].

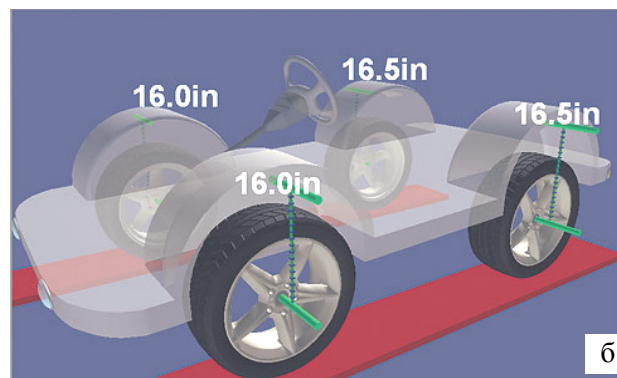
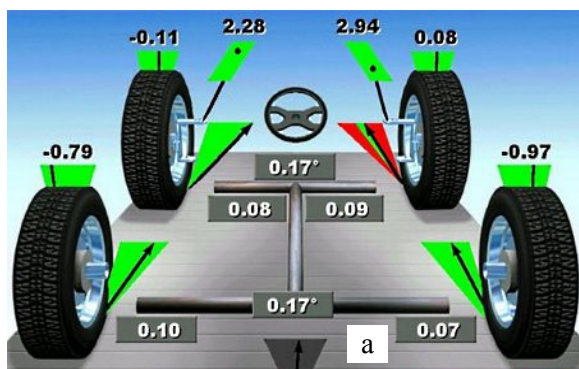


Рис. 2. Візуалізація результатів вимірювань на моніторі 3D-стенда: а – кутів встановлення коліс; б – висоти посадки кузова

Таким чином, універсальний контрольно-вимірювальний комплекс (для активних підвісок усіх груп) у складі лінії експрес-діагностики, окрім обов'язкового (штатного) устаткування, повинен включати 3D-стенд розвал/сходження з керованими камерами машинного зору. До комплексу додають сис-

темний сканер і поворотні платформи під задні колеса.

Розміщення устаткування діагностичної лінії, яка базується на оглядовій ямі або ножичному підйомнику, показано на рис. 3.

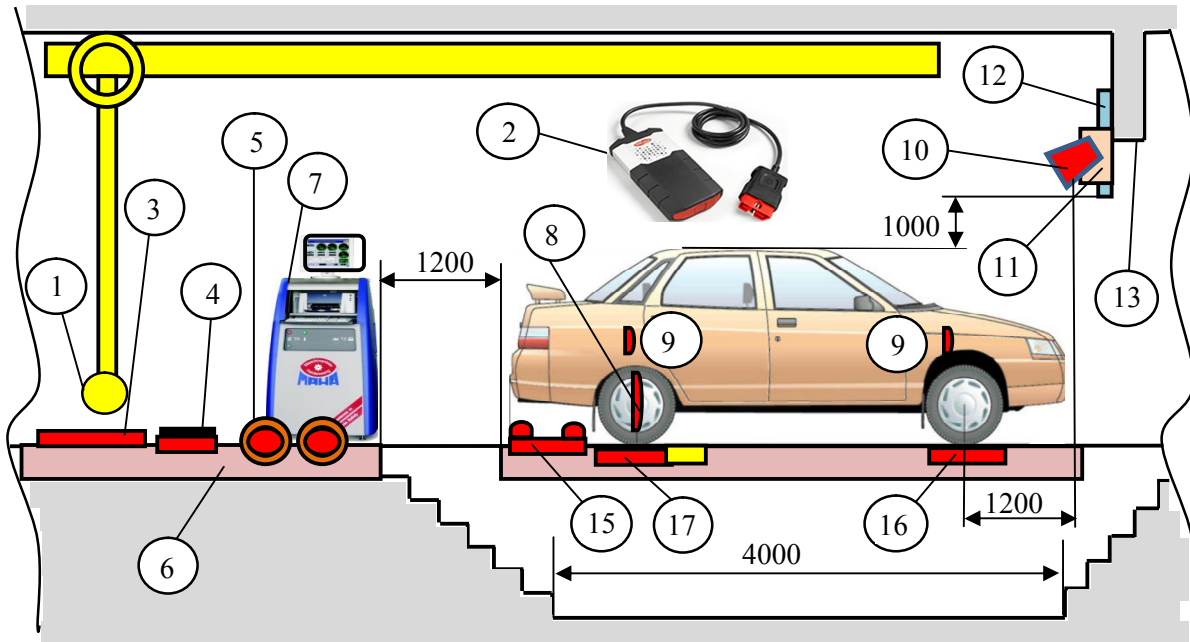


Рис. 3. Схема розміщення устаткування діагностичної лінії

Згідно з позиціями на рисунку: 1 – відсмоктувач газів; 2 – системний сканер; 3 – платформа тестера бокового відведення коліс; 4 – платформа тестера підвіски; 5 – силовий агрегат гальмівного стенда; 6 – платформа силових агрегатів; 7 – комп'ютерний кабінет силових агрегатів; 8 – мішені коліс; 9 – мішені висоти посадки; 10 – камери машинного зору розвал/сходження; 11 – вимірювальна балка камер; 12 – кронштейн кріплення балки з камерами; 13 – балка стелі; 14 – кабінет стенда розвал/сходження; 15 – платформи тестера люфтів; 16 – поворотні диски; 17 – поворотні диски змінного положення (вибір колісної бази автомобіля).

Процедура перевірки діапазонів кутових відхилень задніх коліс та висоти положення кузова полягає у наступному. Автомобіль розташовують задньою віссю на поворотні платформи (рис. 3) та встановлюють мішені на колеса 8 і кузов 9. Наступним кроком орієнтують камери 10 відносно мішеней (автоматичний режим) та за допомогою системного сканера 2 відпрацьовують реакцію виконавчих пристроїв системи керування підвіскою в

межах діапазонів керування. При цьому на моніторі кабінету 7 фіксуються границі механічної реакції коліс і кузова (рис. 2). Фактичні значення вихідних параметрів системи підвіски порівнюються з нормативними для заданого типу АТЗ (автоматичний режим).

У разі використання повного комплексу колісних мішеней запропоновано комплектацію, здатну виконувати функції й лінії експрес-діагностики, і поста обслуговування ходової частини автомобіля, і дільниці регулювання кутів встановлення коліс. Така універсальність системи контролю дозволяє знизити ризики простою діагностичної лінії, що пов'язані зі зниженням попиту на ту чи іншу послугу автосервісного підприємства.

Підвищення оперативності проведення комплексної діагностики ходової частини автомобіля при вирішенні поставленої задачі можна досягти за рахунок використання стендів нового покоління (4D-технологія) з безконтактними (без мішеней) вимірювальними системами [11, 12].

Висновки

Для контролю характеристик активних підвісок будь-якого класу, лінію експрес-діагностики треба доукомплектувати системою машинного зору 3D-стенда розвал/сходження з керованими камерами настінного базування, а також додати системний сканер і поворотні платформи під задні колеса.

З метою мінімізації витрат на апаратну частину комплексу, доцільно компілювати програмне забезпечення комп'ютерних кабінетів окремих стендів діагностичної лінії та сканера в єдину програму тестування.

Для зручності проведення контрольної діагностичних робіт доцільно використовувати Bluetooth-зв'язок між бортовим комп'ютером системи підвіски, системним сканером і кабінетом оператора.

Застосування на лінії експрес-діагностики додаткового обладнання дозволяє знизити ризики простою діагностичного обладнання автосервісного підприємства.

Література

1. Современные адаптивные подвески / Матеріали сайта. – 2014. – Режим доступу: <http://avtocrat.at.ua>.
2. Протасов С. Новинки от ZF. Подвеска автомобиля / С. Протасов / Матеріали сайта. – 2017. – Режим доступу: <https://os1.ru/article/7156-novinki-ot-zf-podveska-avtomobilya>.
3. Магнитная подвеска автомобиля / Матеріали сайта. – 2017. – Режим доступу: <https://www.znanieavto.ru/hodovaya/magnitnaya-podveska-avtomobilya.html>.
4. Адаптивная подвеска / Матеріали сайта. – 2017. – Режим доступу: <https://www.systemsauto.ru>.
5. Магнитная подвеска: разновидности, устройство и принцип работы / Матеріали сайта. – 2017. – Режим доступу: <https://techautoport.ru>.
6. Активная гидравлическая подвеска ABC / Матеріали сайта. – 2017. – Режим доступу: www.autoworld.net/index.php/ru.
7. Волков В.П. Технологічне обладнання для підприємств автомобільного транспорту: підручник / за заг. ред. В.П. Волкова. – Х.: ХНАДУ, 2010. – 556 с.
8. Измеритель высоты посадки Hunter 20-1885-1 / Матеріали сайта. – 2017. – Режим доступу: www.eurosiv.ru/catalog.
9. Автосервисное оборудование и инструмент от ToolGrand / Матеріали сайта. – 2017. – Режим доступу: <https://toolgrand.com.ua>.
10. Интернет-магазин «AVTOTOOЛ™» / Матеріали сайта. – 2017. – Режим доступу: <http://www.avtotool.com.ua>.
11. Bosch представил бесконтактный стенд регулировки углов установки колес / Матеріали сайта. – 2017. – Режим доступу: <https://auto.tsn.ua>.
12. Бесконтактные стенды развал-схождения. / Матеріали сайта. – 2017. – Режим доступу: <https://oborudovanie.in.ua>.
13. Бороденко Ю.М. Диагностика мехатронных систем автомобиля / Ю.М. Бороденко, О.А. Дзюбенко, О.М. Биков: підручник. – Х.: ХНАДУ, 2015. – 330 с.
14. Стенд для диагностики подвески автомобилей BiSS 4 Poster Rig. / Матеріали сайта. – 2017. – Режим доступу: www.industar-m.com.ua/ispytatelnye-sistemy/automotive-test/four-poster-test-rig.
15. Испытательные машины ООО ПКЦ. Системы Триал / Матеріали сайта. – 2017. – Режим доступу: www.trialsystems.ru/ispytatelnye_mashiny.
16. Сканеры для диагностики грузовиков, автобусов, прицепов / Матеріали сайта. – 2017. – Режим доступу: www.truckdiagnost.com.

References

1. *Sovremennyye adaptivnyye podveski* [Modern adaptive suspension]. Available at: <http://avtocrat.at.ua> (accessed 20 September 2017).
2. Protasov S. *Novinki ot ZF. Podveska avtomobilya* [New from ZF. Car suspension]. Available at: <https://os1.ru/article/7156-novinki-ot-zf-podveska-avtomobilya> (accessed 20 September 2017).
3. *Magnitnaya podveska avtomobilya* [Magnetic suspension of the car]. Available at: <https://www.znanieavto.ru/hodovaya/magnitnaya-podveska-avtomobilya.html> (accessed 20 September 2017).
4. *Adaptivnaya podveska* [Adaptive suspension]. Available at: <https://www.systemsauto.ru> (accessed 20 September 2017).
5. *Magnitnaya podveska: raznovidnosti, ustroystvo i printsip raboty* [Magnetic sus-

- pension: varieties, device and principle of operation]. Available at: <https://techautoport.ru> (accessed 20 September 2017).
6. *Aktivnaya gidravlicheskaya podveska ABC* [Active hydraulic suspension ABC]. Available at: www.autoworld.net/index.php/ru (accessed 20 September 2017).
 7. Volkov V.P. *Tekhnologichne obladnannya dlya pidpryyemstv avtomobil'noho transportu* [Technological equipment for enterprises of motor transport]. Textbook. Under the general editorship of V.P. Volkova. Kharkov, KhNADU Publ., 2010. 556 p.
 8. Izmeritel' vysoty posadki Hunter 20-1885-1 (Landing height gauge Hunter 20-1885-1). Available at: www.eurosiv.ru/catalog (accessed 20 September 2017).
 9. *Avtoservisnoye oborudovaniye i instrument ot «ToolGrand»* [Autoservice equipment and tools from «ToolGrand»]. Available at: <https://toolgrand.com.ua> (accessed 20 September 2017).
 10. Internet-magazin «AVTOTOOЛ™» (Internet-shop «AVTOTOOЛ™»). Available at: <http://www.avtotool.com.ua> (accessed 20 September 2017).
 11. *Bosch predstavil beskontaktnyy stend regulirovki uglov ustanovki koles* [Bosch introduced a non-contact wheel alignment bench]. Available at: <https://auto.tsn.ua> (accessed 20 September 2017).
 12. *Beskontaktnyye stendy razval-skhozhdeniya* [Non-contact stands of the camber/toe]. Available at: <https://oborudovanie.in.ua> (accessed 20 September 2017).
 13. Borodenko YU.M., Dzyubenko O.A., Bykov O.M. *Diahnostyka mekhatronnykh system avtomobilya* [Diagnostics of car mechatronic systems]. Kharkiv, KHNADU Publ., 2015. 330 p.
 14. *Stend dlya diagnostiki podveski avtomobily BiSS 4 Poster Rig* [Stand for the diagnosis of the suspension of vehicles BiSS 4 Poster Rig]. Available at: www.industarm.com.ua/ispytatelnye-sistemy/automotive-test/four-poster-test-rig (accessed 20 September 2017).
 15. *Ispytatel'nyye mashiny OOO PKTS. Sistemy Trial* [Testing Machines Ltd. PCC. Systems Trial]. Available at: www.trialsystems.ru/ispytatelnye_mashiny (accessed 20 September 2017).
 16. *Skannery dlya diagnostiki gruzovikov, avtobusov, pritsepov* [Scanners for diagnostics of trucks, buses, trailers]. Available at: www.truck-diagnost.com (accessed 20 September 2017).
- Рецензент: В.І. Клименко, профессор, к.т.н., ХНАДУ.
-
-