

УДК 629.027 : 681.518.54

СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ХАРАКТЕРИСТИК АКТИВНИХ ПІДВІСОК У СКЛАДІ ПОСТА ДІАГНОСТИКИ ХОДОВОЇ ЧАСТИНИ АВТОМОБІЛЯ

Ю.М. Бороденко, доц., к. ф-м. н., ХНАДУ

***Анотація.** Розглянуто питання, пов'язані з технічною реалізацією ділянки контролю вихідних параметрів активних підвісок на базі поста діагностики ходової частини автомобіля. Запропоновано варіант доукомплектації 3D-стенда розвал/сходження тестером підвіски і системним сканером з компіляцією програмного забезпечення в єдину програму тестування.*

***Ключові слова:** активна підвіска, ходова частина, контроль технічного стану, тестер підвіски, системний сканер, Bluetooth-зв'язок, 3D-технологія, розвал/сходження.*

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ХАРАКТЕРИСТИК АКТИВНЫХ ПОДВЕСОК В СОСТАВЕ ПОСТА ДИАГНОСТИКИ ХОДОВОЙ ЧАСТИ АВТОМОБИЛЯ

Ю.Н. Бороденко, доц., к. ф-м. н., ХНАДУ

***Аннотация.** Рассмотрены вопросы, связанные с технической реализацией участка контроля выходных параметров активных подвесок на базе поста диагностики ходовой части автомобиля. Предложен вариант доукомплектации 3D-стенда развал/схождения тестером подвески и системным сканером с компиляцией программного обеспечения в единую программу тестирования.*

***Ключевые слова:** активная подвеска, ходовая часть, контроль технического состояния, тестер подвески, системный сканер, Bluetooth-связь, 3D-технология, развал/схождение.*

SYSTEM OF CONTROL OF CHARACTERISTICS OF ACTIVE SUBWAYS IN THE COMPOSITION OF THE CONSTANT DIAGNOSTICS OF THE CARS

Y. Borodenko, assistant professor, cand. phys. and math. sc., KhNAHU

***Abstract.** The issues related to the technical implementation of the control area for the output parameters of active suspension brackets on the basis of the vehicle's undercarriage diagnostics are considered. A variant of the additional assembly of the 3D-stand for camber/toe with a suspension tester and a system scanner with the compilation of software into a single testing program is suggested.*

***Keywords:** active suspension, chassis, technical condition control, tester suspension, system scanner, Bluetooth-communication, 3D-technology, camber/toe.*

Вступ

Контроль технічного стану рухомого складу є однією з найважливіших проблем безпеки руху автомобільного транспорту. Особливо важливий цей контроль для систем автомобіля, технічний стан яких безпосередньо впливає на безпеку руху. До переліку таких систем належить і підвіска, яка функціонально пов'язана з ходовою частиною автомобіля. З

цього приводу, розглядаються два напрямки створення систем контролю характеристик активних підвісок. Перший напрямок, передбачає організацію системи контролю підвісок в обсязі періодичного технічного огляду, другий, – стосується поглибленої діагностики та обслуговування ходової частини автомобіля на замовлення власника. Проведення планового техогляду транспортних засобів дозволяє виключити ймовірність аварійної

ситуації на дорозі внаслідок наявності технічних несправностей. Сервісне обслуговування автомобілів в дилерських центрах здійснюється, зазвичай, із застосуванням діагностичного устаткування.

В конструкції сучасних автомобілів використовуються адаптивні підвіски, які мають переваги перед підвісками, параметри яких не регулюються: здатність підлаштуватися під будь-яке дорожнє покриття; адаптуватися до стилю водіння; примусове регулювання демпфірування; зменшення кренів кузова і покращення маневреності; підвищення рівня безпеки. Однак, на підприємствах авто-сервісу не передбачено спеціального устаткування, яке дозволяє перевірити нормовані характеристики керованих підвісок. У зв'язку з цим, набувають актуальності питання пов'язані з організацією та технічним оснащенням дільниць з обслуговування керованих підвісок нового типу.

Аналіз публікацій

На автомобілях знайшли застосування підвіски різних видів і типів, параметри яких, в основному, визначаються їх конструкційними атрибутами. З позицій керованості розрізняють пасивні, напівактивні і активні підвіски [1]. Широкого застосування активна підвіска знайшла в автобусах і тролейбусах, де необхідно уникати кренів кузова при нерівномірному розподіленні пасажирів по салону транспортного засобу [2].

За типом керуючого елемента та видом параметра, що контролюється, активні підвіски можна поділити на три групи. В першій групі, для підвісок з керованими амортизаторами, контролюється ступінь демпфірування, в другій (керовані пружні елементи) – посадка кузова, в третій (керовані стабілізатор попереочної стійкості і важелі підвіски задніх коліс) – кути виставлення задніх коліс.

Як керовані елементи в амортизаторах використовуються електромагнітні клапани або магнітно-рідина дроселі [3]. Амортизатори з електрклапанами застосовані 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 [6]. В системах типу AGCS використовуються електроприводи, які впливають на положення важелів задньої підвіски, змінюючи ступінь сходження задньої колісної пари.

Контроль технічного стану активної підвіски зводиться до послідовного вимірювання параметрів: демпфуючих характеристик; положення кузова; кутового встановлення задніх коліс. При цьому, забезпечується варіація цих параметрів у межах діапазонів керування. Для вирішення першої задачі використовуються методи засновані 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 підприємствах сервісних послуг знайшли широкого застосування комп'ютері стенди розвал/сходження побудовані за різними технологіями вимірювання типу CCD, 2D, 3D [9, 10]. Новими розробками закордонних виробників є стенди 4D-групи з безконтактними вимірювальними системами [11, 12].

Мета і постановка завдання

Метою досліджень є вирішення принципових питань, щодо технічної реалізації дільниці для обслуговування ходової частини автомобілів з керованими підвісками на базі стенда контролю розвал/сходження. Вирішення цих задач полягає у формулюванні рекомендацій, щодо синтезу вимірювальної системи для контролю параметрів активних підвісок будь-якого принципу побудування. Для цього треба: підібрати устаткування під заданий клас автомобіля; розмістити його на дільниці контролю під визначені умови проведення випробувань; компіювати програмне забезпечення окремих приладів в суцільну програму тестування. При цьому, слід враховувати додаткові обмеження пов'язані з апаратною сумісністю (фірми виробників), габаритами та вартістю устаткування.

Побудування вимірювальної системи

Мехатронну систему адаптивної підвіски, як об'єкт діагностики можна представити у вигляді трьох-ланкової 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 цілком контролюються за структурними параметрами (електричними сигналами) системи керування, шляхом використання інтегрованих систем самодіагностики [13]. Вихідними параметрами третьої ланки є механічна реакція елементів ходової частини.

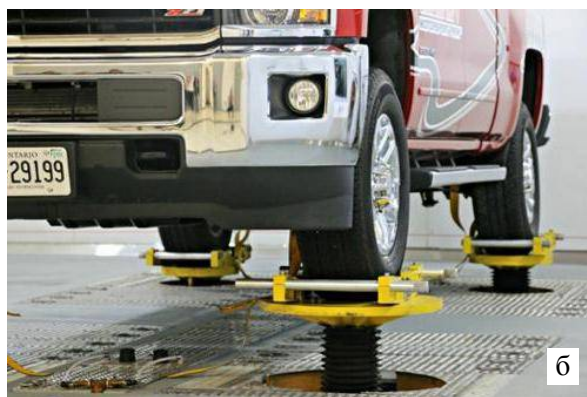


Рис. 1 – Чотирих-стійкові контрольно-випробувальні стенди для перевірки підвіски:
а – платформа SERVO 2000; б – система фірми Shenck

Перелічені фактори, що збурюють підвіску, дозволяють виявити відхилення в механічній частині підвіски. Такі стенди дозволяють проводити багатогранні випробування автомобіля на етапі його розробки і виробництва, але розраховані тільки на контроль основної функції підвіски – демпфування коливань кузова і зчеплення з дорожнім полотном. 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 не виправдану ціну для сфери автосервісу.

Контроль технічного стану підвіски за реакцією системи самодіагностики не є повним, тому що така система контролює стан електричних кіл й 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 ска-

Існують декілька методів контролю параметрів будь-якої мехатронної системи автомобіля, в тому числі і адаптивної підвіски: тест-драйв на полігоні і у стаціонарних умовах; інтегрована самодіагностика; вимірювання структурних або вихідних параметрів. Повний контроль технічного стану мехатронної системи підвіски за вихідними параметрами можна здійснити на спеціальних випробувальних стендах промислового призначення [14, 15]. Силова частина таких стендів поєднує функції роликового силового агрегату, тестеру люфтів коліс і вібраційних платформ тестера підвіски зі змінним рівнем опор, що імітують крен та наїзд на перешкоду (рис. 1).

нера спостерігати електричні сигнали (діагностичні параметри) в 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 стойки; 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 підвіску, з іншого, – керуючі впливи активних елемен-

тів. При цьому, вимірювальна частина комплексу повинна здійснювати контроль перелічених вихідних параметрів підвіски.

При створенні дільниці для контролю і діагностики ходової частини автомобіля треба визначити: клас пересувних засобів (легкові, вантажівки, автобуси) та їх вантажність; базування дільниці (на ямі, на підлозі чи на підйомнику). В разі застосування підйомника слід визначити його тип (стійковий, ножичний) та спосіб установки (на підлозі, у прия-

мку). Визначальним фактором, щодо створення дільниці є обраний тип стенда розвал/сходження.

Для комп'ютерних стендів типу Hunter 3D існує декілька варіантів базування камер машинного зору. Для прикладу, розглянемо стенд марки Hunter WA110 /20LE02-421WM3 настінного виконання, з електромеханічним ліфтом, чотирма камерами, і адаптерами швидкого затиску (рис. 2).

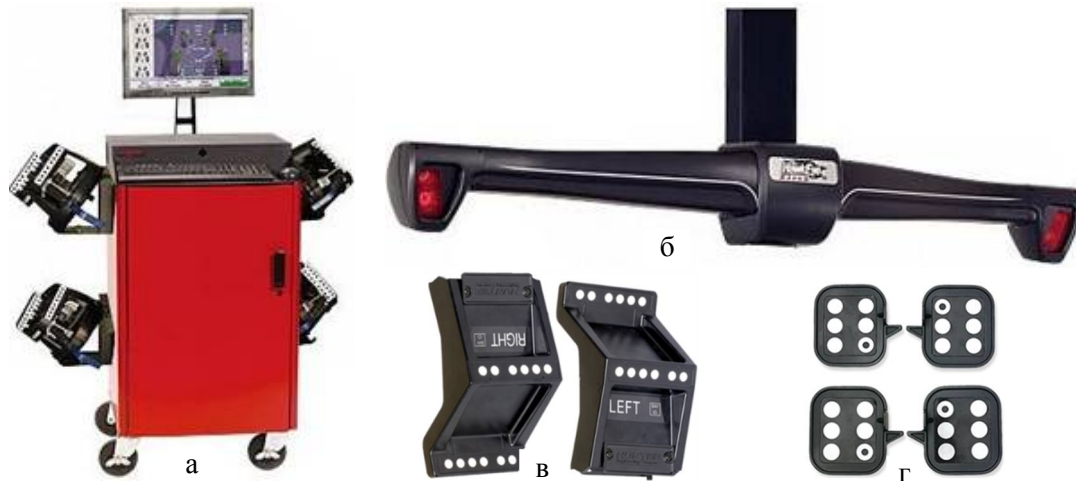


Рис. 2 – Комплектація стенду розвал сходження Hunter 3D: а – мобільний кабінет з мішенями коліс; б – настінна стійка для камер; в – дві мішені для вимірювання кутів вивороту передніх коліс; г – мішені для виміру висоти посадки кузова

Програмне забезпечення таких стендів 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».

Принципово, як базовий, можна розглядати будь-який тип комп'ютерних стендів цього призначення. Найбільш цікавим з позицій оперативності і достовірності постановки діагнозу є застосування стендів з безконтактною технологією вимірювання типу FWA 9000 Германської фірми Bosch або CURA R 2000 АТТ (рис. 3).



Рис. 3 – Системи позиціонування поверхні коліс на стендах безконтактних вимірювань: а – моделі FWA 9000; б – моделі CURA R 2000 АТТ

Вимірювальна система безконтактного стенду Bosch FWA 9000 для кожного з коліс складається з двох 3D-стереокамер, лазерного проектора і системи позиціонування автомобіля. Система сенсорів автоматично забезпечує поперечне і поздовжнє вирівнювання підйомника на будь-якій робочій висоті. На роботу систем не впливають функціональні обмеження, пов'язані з освітленням приміщення, формою або положенням транспортного засобу.

Всі вимірювання виключають будь-які фізичні контакти вимірювальної системи з колесом, шиною або автомобілем. За рахунок цього виключаються пошкодження коліс, помилки при установці мішеней або головок. Одночасно підвищуються оперативність і точність вимірювань. Стенд автоматично визначає рух автомобіля, запускає первинні вимірювання, і в перебігу декількох секунд забезпечує отримання та проробку результатів для всіх коліс автомобіля.

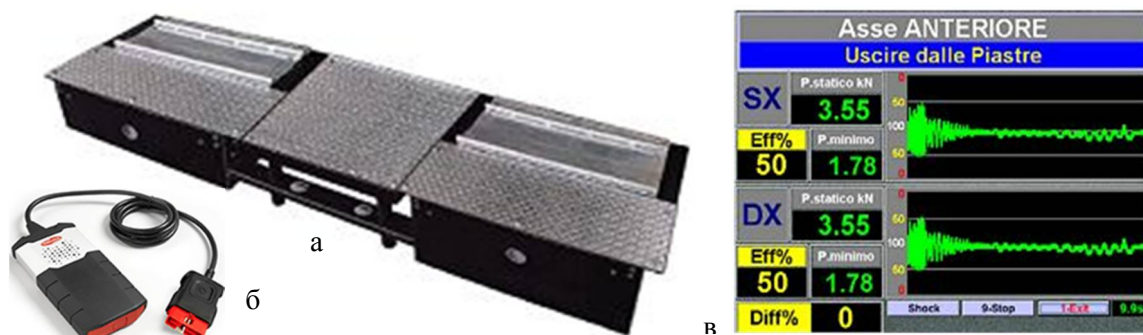


Рис. 4 – Система контролю вібраційної характеристики амортизаторів:
а – силовий агрегат тестера підвіски; б – системний сканер; в – візуалізація результатів

Далі, запускають в дію відповідну платформу тестера підвіски, яка послідовно збуджує коливання в заданому діапазоні частот (0...10 Гц). При цьому, на моніторі фіксується зона мінімальної амплітуди або резонансна зона коливальної діаграми (рис. 3, в) і платформу зупиняють. Після цього, амортизатор активізують (повністю зачиняють клапан) і повторюють випробування, фіксуючи нове положення зони спостереження. Відстань між зонами резонансу (в Гц) на діаграмах, що спостерігаються за двома замірами, визначає діапазон керування ступеню демпфування обраної стойки. Парна стойка осі тестується аналогічно.

Контроль характеристик підвісок, в яких застосовані амортизатори з магнітною рідиною

У новітньому поколінні стендів аналізу геометрії ходової частини CURA R 2000 ATT для дистанційного дослідження коліс застосовується унікальний зонд SIDIS побудований за технологією CCT (Color Coded Triangulation).

Щоб додатково контролювати демпфуючі характеристики підвіски, до складу устаткування дільниці слід додати тестер підвіски. Вібраційні платформи тестера підвіски монтується у безпосередній близькості від заїзду автомобіля на пост розвал/сходження.

Процедура контролю вібраційної характеристики полягає в наступному. Автомобіль встановлюють передньою віссю на платформу тестера підвіски (рис. 4, а) та за допомогою системного сканера (рис. 4, б) знеструмують (повністю відчиняють) клапан керованого амортизатора обраної стойки колеса.

здійснюється аналогічним чином, шляхом керування сили струму в котушці індуктора.

Для використання сканера на постах діагностики широкого парку моделей автомобілів, доцільним є застосування програмних версій мульти-марочних системних сканерів типу Wabco, Haldex Interface Diag, Delphi, Mercedes Carsoft 7.4 [16]. Такі передумови дозволяють компілювати програмне забезпечення сканера і тестера підвіски в середовищі комп'ютера мобільного кабінету стенда розвал/сходження і забезпечити автоматичний режим послідовного тестування кожної стойки підвіски. Розміщення устаткування поста з обслуговування ходової частини легкових автомобілів на підйомнику за допомогою 3D-стенда показано на рис. 5.

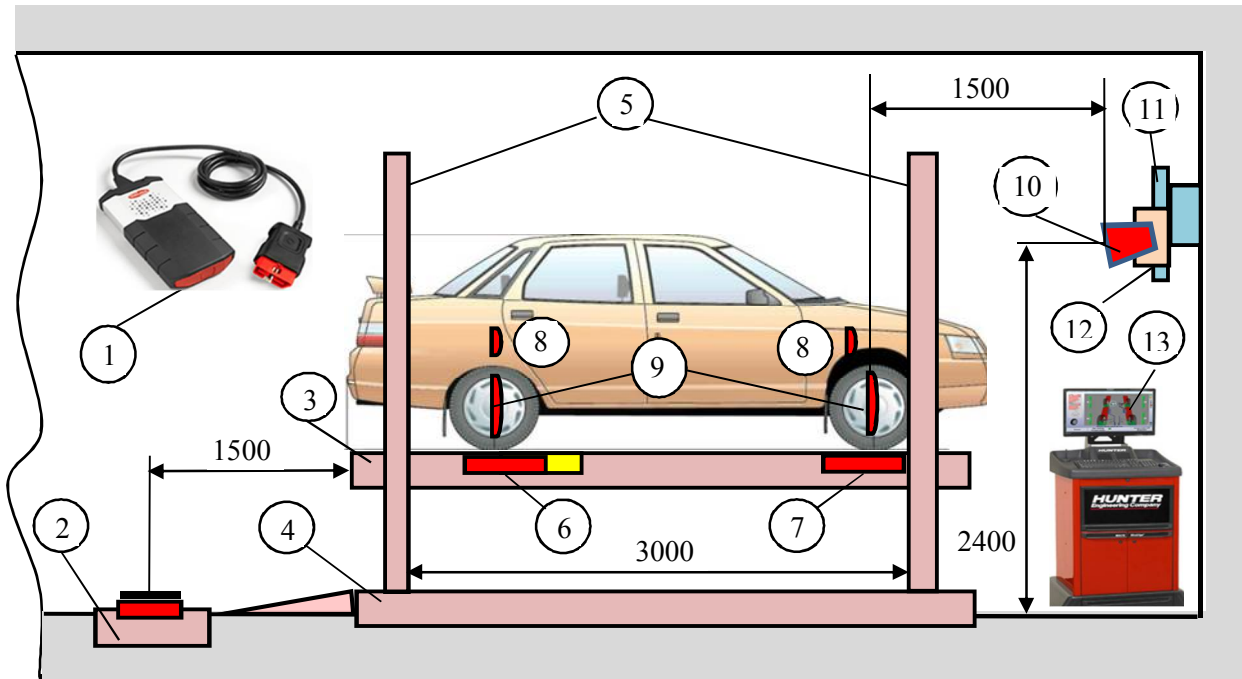


Рис. 5 – Схема розміщення устаткування діагностичного поста

Згідно позиціям рисунку: 1 – системний сканер з Bluetooth зв'язком; 2 – силовий агрегат тестера підвіски; 3 – платформа підйомника; 4 – основа підйомника; 5 – стійки підйомника; 6 – поворотний диск змінного положення (вибір колісної бази автомобіля); 7 – поворотний диск; 8 – мішені висоти посадки кузова; 9 – мішені коліс; 10 – камери стенду розвал/сходження; 11 – кронштейн кріплення балки з камерами; 12 – вимірювальна балка; 13 – кабінет стенду розвал/сходження.

Процес тестування ходової частини на посту полягає в послідовній перевірці демпфуючих характеристик на тестері підвіски, вище описаним способом та кутових відхилень задніх коліс і висоти положення кузова під керуванням сканера підвіски. Останні дві позиції цілком виконуються за допомогою 3D-стенда розвал/сходження наступним чином. Автомобіль встановлюють задньою віссю на поворотні платформи (рис. 5) та закріплюють мішені на кузові 8 і колеса 9. Наступним кроком, орієнтують камери 10 відносно мішеней та за допомогою системного сканера 1 відпрацьовують реакцію виконавчих пристроїв системи керування підвіскою (приводів стабілізатора або важелів) в межах діапазонів керуючих впливів. При цьому, на моніторі кабінету 13 фіксуються границі механічної реакції коліс і кузова. Фактичні значення вихідних параметрів системи підвіски порівнюються з нормативними для заданого типу АТЗ в автоматичному режимі.

Висновки

Для контролю характеристик активних підвісок будь-якого класу, на посту з 3D-стендом розвал/сходження треба розмістити тестер підвіски та додати системний сканер.

З метою мінімізації витрат на апаратну частину вимірювального комплексу і підвищення оперативності контролю, доцільно компіювати програмне забезпечення тестера підвіски і сканера на базі комп'ютерного кабінету стенда розвал/сходження в єдину програму тестування.

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

Підвищення оперативності проведення діагностики ходової частини автомобіля при вирішенні поставленої задачі можна досягти за рахунок використання стендів аналізу геометрії ходової частини з безконтактною технологією вимірювань.

Для підвищення функціональності поста діагностики ходової частини автомобіля доречно використовувати підйомники з вмонтованим тестером люфтів коліс.

Література

1. Современные адаптивные подвески. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://avtocrat.at.ua>.
2. Протасов С. Новинки от ZF. Подвеска автомобиля. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://os1.ru/article/7156-novinki-ot-zf-podveska-avtomobilya>.
3. Магнитная подвеска автомобиля. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.znanieavto.ru/hodovaya/magnitnaya-podveska-avtomobilya.html>.
4. Адаптивная подвеска. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.systemsauto.ru>.
5. Магнитная подвеска: разновидности, устройство и принцип работы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://techautoport.ru>.
6. Активная гидравлическая подвеска ABC. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.autoworld.net/index.php/ru.
7. Волков В.П., Міщенко В.М., Кравченко О.П., Шаша І.К., Мармут І.А., Міщенко А.В., Байцур М.В., Сараєва І.Ю. Технологічне обладнання для підприємств автомобільного транспорту: Підручник / Під загальною редакцією В.П.Волкова. – Харків: ХНАДУ, 2010. – 556 с.
8. Измеритель высоты посадки Hunter 20-1885-1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.eurosiv.ru/catalog.
9. Автосервисное оборудование и инструмент от "ToolGrand". [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://toolgrand.com.ua>.
10. Интернет-магазин «AVTOTOOL™» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.avtotool.com.ua>.
11. Bosch представил бесконтактный стенд регулировки углов установки колес. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://auto.tsn.ua>.
12. Бесконтактные стенды развал-схождения. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://oborudovanie.in.ua>.
13. Борошенко Ю.М. Діагностика мехатронних систем автомобіля / Ю.М. Борошенко, О.А. Дзюбенко, О.М. Биков: підручник. – Харків: ХНАДУ, 2015. – 330 с.
14. Стенд для диагностики подвески автомобилей BiSS 4 Poster Rig. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.industarm.com.ua/ispytatelnye-sistemy/automotive-test.../four-poster-test-rig.
15. Испытательные машины ООО ПКЦ. Системы Триал. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.trialsystems.ru/ispytatelnye_mashiny
16. Сканеры для диагностики грузовиков, автобусов, прицепов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.truckdiagnost.com.

Рецензент: О.В. Бажинов, професор, д.т.н., ХНАДУ.

Стаття надійшла в редакцію 20 жовтня 2017 р.