

Подригало¹ М.А., Коробко² А.І., Назарько¹ О.О., Радченко¹ Ю.А., Михайлова³ О.О.

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет

²Харківська філія Українського науково-дослідного інституту прогнозування і випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва імені Леоніда Погорілого

³ДП «Харківське агрегатне конструкторське бюро»

СТЕНД ДЛЯ ВИПРОБУВАНЬ СТОЯНКОВИХ ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ

Розглянуто методи і конструкції стендів для випробувань стоянкових гальмівних систем транспортних засобів. Запропоновано конструкцію випробувального стенду. Обґрунтовано фактори, що впливають на його параметри і основні метрологічні характеристики. Компактність і простота конструкції стенду дозволяють використовувати його як в наукових, так і в навчальних цілях.

Ключові слова: стоянкові гальмівні системи, випробувальний стенд, трактор, метрологічні характеристики, гідропривід.

Постановка проблеми. При створенні складних об'єктів, якими є об'єкти сільськогосподарського машинобудування важливе місце займають процеси випробування і контролю, метою яких є підтвердження здатності об'єктів контролю виконувати задані функції в повному обсязі з заданими в нормативній документації показниками якості. В цих умовах неухильно зростають вимоги до якості випробувальних стендів і комплексів. Також підвищуються вимоги до способів оцінювання якості випробувальних стендів, так як від цього залежить достовірність результатів випробувань і прийняття відповідних рішень щодо придатності виробів.

Одним із способів оцінювання якості випробувальних стендів і комплексів є їх атестація і сертифікація, покликана гарантувати наявність у них певних, заздалегідь оголошених, властивостей і якостей. При цьому висока вартість об'єктів випробувань, тривалість їх виготовлення, значні витрати на підготовку і проведення самих випробувань вимагають від випробувального устаткування гарантованого отримання достовірних і точних результатів.

В той же час, по мірі підвищення вимог до характеристик продукції сільськогосподарського машинобудування і пов'язаного з цим її технічного ускладнення, роль випробувань в процесі виготовлення, а також експлуатації, об'єктів стає все більш значною. За допомогою випробувань вирішується приблизно до 40 % усіх проблем, що виникають в ході конструювання і експлуатації. При цьому, велика вартість випробувань і їх тривалість стають визначаючими в загальних затратах і термінах їх проведення.

Гальмівні механізми є найбільш важливими елементами гальмівного керування, що поглинають і розсіюють енергію яка виділяється при гальмуванні. Тому якість, ефективність і стабільність роботи гальмівних механізмів є об'єктом уваги вчених і конструкторів, які працюють в галузі сільськогосподарського машинобудування.

Необхідність випробувань стоянкових гальмівних систем автомобілів і тракторів виникає постійно – при технічних оглядах, випробуваннях з метою підтвердження відповідності, при технічному обслуговуванні і після ремонту.

Випробування проводяться дорожнім і стендовим методами.

При випробуваннях дорожнім методом [1] транспортний засіб повинен утримуватись стоянковою гальмівною системою на ухилі нормованого значення протягом заданого інтервалу часу. Для легкових автомобілів і автобусів – 23 %, вантажних – 31 %. В якості випробувального устаткування використовується естакада нормованого ухилу.

Недоліком даного способу є те, що сучасні автомобілі (автобуси) мають низьку посадку і великі передній і задній звиси, які обмежують можливість в'їзду на естакаду. Реалізація постійного приросту величини ухилу естакади збільшує її габаритні розміри (2-3 довжини автомобіля). Випробування на гірках стоянкової гальмівної системи авто- і тракторних поїздів через їх великі габаритні розміри забруднено по указаних причинах, крім того складність маневрування при в'їзді і виїзді.

Стендовий метод випробувань гальмівних систем реалізується на роликівих стендах силового типу. Транспортний засіб встановлюється на стенді, вмикається привід стенду, вмикають стоянкову гальмівну систему і вимірюють реактивний момент від гальмівних сил, що виникає на осі ведучого ролика [2].

Недоліком такого способу є те, що, у випадку дії гальмівних систем на усі колеса, вимірювання може проводитись тільки для однієї вісі. Тобто не можна визначити сумарну гальмівну силу. Доводиться проводити вимірювання послідовно для усіх осей транспортного засобу, а потім розраховувати сумарну гальмівну силу, що збільшує тривалість випробувань. Крім того, стенди, що реалізують даний спосіб досить дорогі.

При випробуваннях сільськогосподарських транспортних засобів пропонується альтернативний спосіб випробувань стоянкових гальмівних систем на прямолінійній ділянці шляхом прикладання еквівалентного зусилля [3, 4, 5, 6]. Проте в указаних нормативних документах немає чіткого опису стендів, які можуть реалізувати даний спосіб.

В [7] наведено два способи створення еквівалентного навантаження: з допомогою лебідки і з допомогою системи вантажів.

Згідно цих способів, транспортний засіб встановлюється на рівну горизонтальну поверхню, тросом через динамометр з'єднують з лебідкою і вмикають стоянкову гальмівну систему. Вмикають привід лебідки і тягнуть транспортний засіб до величини заданого зусилля. Якщо транспортний засіб залишається нерухомим при прикладеному зусиллі, то стоянкова гальмівна система справна.

Указаний спосіб можна реалізувати, прикладаючи зусилля, з допомогою набору вантажів (баласту).

Такі способи мають переваги над [1, 2], оскільки не вимагають великогабаритних споруд, додаткових площ і дорогого устаткування, виключають можливість маневрування. Проте вони мають і недоліки.

При створенні еквівалентного навантаження баластом необхідно мати складну систему рухомих блоків, щоб зменшити масу самого баласту. Наприклад, для створення еквівалентного навантаження при випробуваннях трактора Т-150 необхідно мати баласт масою 2,7 т. Такий великогабаритний баласт потребує окрему систему навантаження-розвантаження, випробування супроводжуються підвищеною небезпекою. І, крім сказаного, баласт повинен бути різної маси, щоб забезпечити метрологічну складову випробувань.

Щоб забезпечити безпеку і точність випробувань необхідно мати привід лебідки з малими обертами (до 1 оберту за хв.). Проте моторредуктори, що здатні забезпечити такі оберти і необхідне тягове зусилля мають великі масові показники

У зв'язку з цим **метою роботи** є удосконалення методу випробувань стоянкових гальмівних систем тракторів шляхом розробки конструкції стенду для їх випробувань і оцінка метрологічних характеристик такого стенду.

Результати досліджень. Головна проблема стенду – джерело енергії. Воно повинно забезпечувати малі переміщення робочого органу (до 200 мм) протягом тривалого періоду часу (до 60 с) створюючи значне зусилля (до 10 МПа). В створеному випробувальному стенді використано спосіб прикладання еквівалентного зусилля, заснований на перетворенні тиску рідини в поступальний рух з автоматичним розрахунком необхідних параметрів. Пропонується використовувати ручний привід для створення тиску з автоматичним обмежуванням. Ручні масляні станції створюють тиск до 70 МПа при зусиллі на органі керування до 45 кг. Структурна схема випробувального стенду показана на рис. 1, а загальний вид на рис. 2. Суцільною лінією на рис. 1 позначено канали передачі даних щодо навантаження, пунктирною – переміщення.

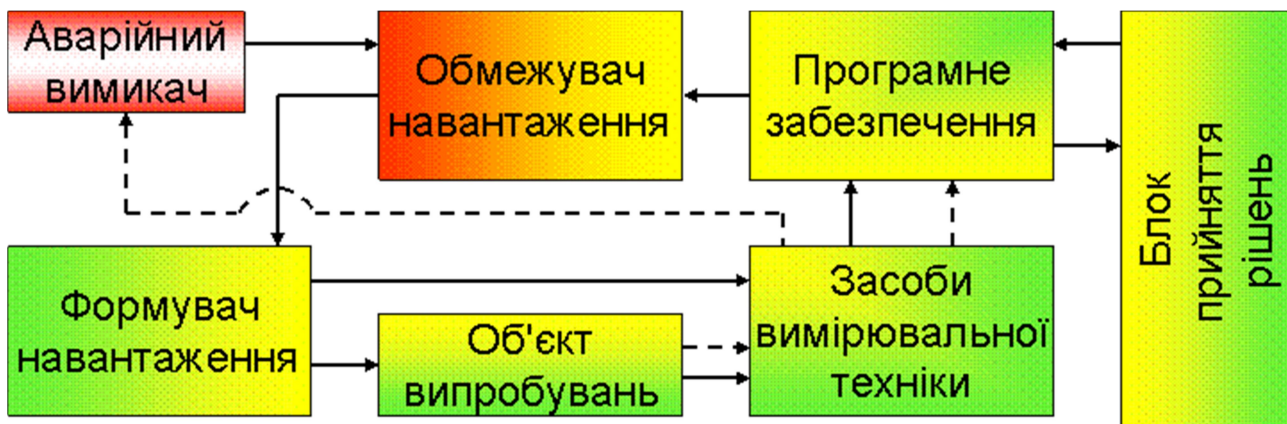


Рис. 1. Структурна схема випробувального стенду

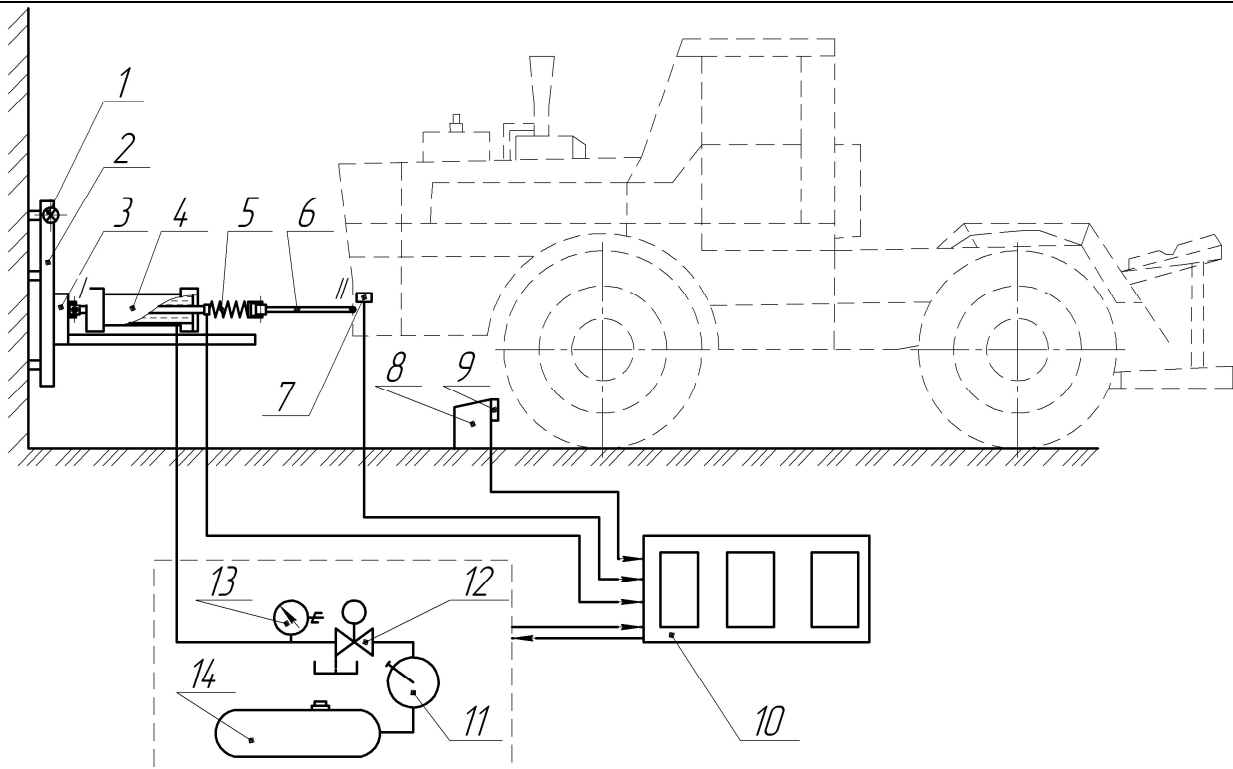


Рис. 2. Загальний вид випробувального стенду

До складу стенду входять: силовий контур, контур реєстрації переміщення, аварійний контур і блок керування з програмним забезпеченням. Силовий контур складається з масляного бака 14, гідронасоса 11, електроманометра 13, соленоїдного редуційного клапана 12, гідро циліндра 4, з'єднувальних патрубків, демпферної пружини 5 і тросу під'єднання транспортного засобу 6. Гідро циліндр 4 кріпиться до рухомої каретки 3, яка може переміщуватись вверх і вниз по балці основи 2 з допомогою механізму підйому-опускання 1. Контур реєстрації переміщень складається з двоосьового акселерометра 7 і каналу передачі даних. Аварійний контур складається з обмежувальних пристроїв 8 і запобіжного електроклапана, який конструктивно може бути виконаний одночасно з редуційним клапаном 12. Блок керування 10 з допомогою спеціального програмного забезпечення проводить розрахунок значення необхідного еквівалентного навантаження, його контролю, розрахунку тиску в гідросистемі, необхідного для реалізації розрахункового значення зусилля, контролює роботу стенду, у разі необхідності подає відповідний імпульс на зменшення тиску в гідросистемі стенду, обробляє результати випробувань, а також здійснює зберігання і візуалізацію результатів. На обмежувальних пристроях 8 кріпиться калібрувальна балка 9.

Для створення тягового зусилля, з метою уніфікації, можна використовувати гідроциліндр навісного обладнання трактора. Наприклад, у трактора МТЗ-80 використовується гідроциліндр Ц 100x200-3, тягове зусилля якого 59,00 кН. Такого зусилля достатньо щоб проводити випробування стоянкових гальм транспортних засобів масою до 14,0 т при імітації кута подовжнього ухилу дороги до 36 %. Масляний насос пропонується використовувати з ручним приводом. На теперішній час промисловість випускає насоси здатні реалізувати тиск до 70,00 МПа при зусиллі на органі керування до 45 кг. Враховуючи, що тиск у приводі стенду не буде перевищувати 7,50 МПа, використання таких насосів є виправданим з ергономічної точки зору.

Стенд для випробувань стоянкових гальм працює наступним чином.

Транспортний засіб встановлюється на площині перед стендом. Оператор з'єднує транспортний засіб з'єднувальним тросом 6 зі стендом. За допомогою механізму підйому-опускання 1 встановлюється положення рухомої каретки 3 так, щоб умовна лінія I-II (рис. 2) була паралельна площині стенду. Для контролю паралельності може використовуватись акселерометр 7, якщо його вісь направити перпендикулярно опорній площині. Результат вимірювання потім буде врахований в невизначеності результату випробувань, або в якості поправки до розрахункового значення еквівалентного зусилля. Транспортний засіб від'їжджає назад так, щоб залишилось невелике провисання з'єднувального тросу 6 і загальмовується стоянковим гальмом. На колесі транспортного засобу крейдою робляться мітки його положення. Оператор вводить в блок керування 10 значення

нормованого ухилу, який необхідно імітувати при випробуваннях і масу транспортного засобу. Спеціальне програмне забезпечення розраховує необхідне навантаження і тиск, який необхідно створити в системі щоб реалізувати розрахункове значення зусилля. Оператор насосом 11 накачує необхідний тиск в системі. При досягненні його розрахункового значення, з електроманометра 13 подається сигнал на електроклапан 12, який спрацьовує і закриває масляну магістраль за насосом. Оператор перестає нагнітати тиск в системі. Витримується досягнутий рівень тиску протягом встановленого часу. По показаннях датчика переміщення 8 контролюється переміщення транспортного засобу протягом заданого часу, а по нанесених мітках (візуально) – характер переміщення (на заблокованих або незаблокованих колесах). Після цього, оператор вмикає запобіжний електроклапан для розвантаження масляної магістралі, перемикає масляну магістраль на зворотній хід штоку гідроциліндру і повертає його у початкове положення. В блок керування 10 вводяться результати контролю характеру переміщення транспортного засобу. Трос 6 від'єднується від транспортного засобу. Випробування повторюються для зворотного положення транспортного засобу. Спеціальне програмне забезпечення готує звіт про результати випробувань. У випадку переміщення транспортного засобу до обмежувального пристрою 8, спрацьовує датчик, який подає сигнал на запобіжний електроклапан, який розвантажує масляну магістраль.

Для калібрування стенду в його конструкції передбачена калібрувальна балка 9, яка закріплена на обмежувальних пристроях 8. Замість демпферної пружини встановлюється зразковий динамометр, який тросом з'єднується з калібрувальною балкою 9. Послідовно збільшуючи тиск в приводі стенду від мінімального до максимального, фіксують значення реалізованого зусилля в контрольних точках. Вимірювання в кожній контрольній точці проводять по три рази. За результат приймається середнє значення. Значення тиску в контрольних точках вибирається із ряду переважних чисел R10 (1,00; 1,25; 1,60; 2,00; 2,50; 3,15; 4,00; 5,00; 6,3; 8,00 МПа). За результатами вимірювання будують калібрувальну криву, загальний вид якої показано на рис. 3. Різниця між теоретичною (пунктирна лінія) і практичною (суцільна лінія) кривими буде характеризувати абсолютну похибку стенду. В залежності від номенклатури випробовуваних транспортних засобів діапазон калібрування і значення тиску в контрольних точках може змінюватись.

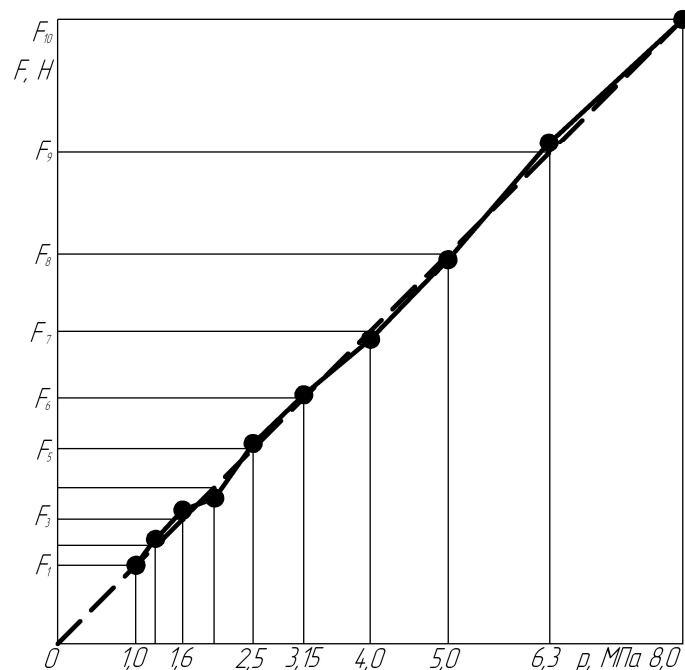


Рис. 3. Калібрувальна крива залежності зусилля від тиску в гідросистемі

На адекватність результатів випробувань будуть впливати наступні фактори: непаралельність площині стенду лінії I-II (рис. 2), похибка калібрування стенду, похибка розрахунків необхідного тиску в гідросистемі, похибка використовуваних засобів вимірювальної техніки, тощо.

Висновки. Розроблена конструкція стенду для випробовування стоянкових гальм транспортних засобів за принципом створення еквівалентного навантаження відрізняється від існуючих тим, що навантаження, яке прикладається до транспортного засобу, створюється без використання великогабаритних конструкцій (естакад), забезпечується автоматичний розрахунок

необхідного навантаження, підвищується точність його реалізації і забезпечується універсальність за рахунок можливості проводити випробування великого ряду транспортних засобів незалежно від їх маси та габаритних розмірів.

1. Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання : ДСТУ 3649:2010. — [Чинний від 2011-07-01]. — К.: Держспоживстандарт України, 2011. — III, 28 с. — (Національний стандарт України).
2. Роликовые стенды для поверки тормозных и тяговых свойств автомобилей (теория, расчет и конструирование) / Н. Я. Говорущенко, В. П. Волков, Э. Х. Рабинович и др. — Харьков : Изд-во ХНАДУ, 2009. — 344 с.
3. Система стандартов безопасности труда. Сельскохозяйственные и лесные транспортные средства. Определение тормозных характеристик : ГОСТ 12.2.002.3-91. — [Дата введения 01.07.92]. — М. : Комитет стандартизации и метрологии СССР, 1991. — 18 с. — (Межгосударственный стандарт).
4. Засоби транспортні сільськогосподарські та лісгосподарські. Визначення гальмівних характеристик (ISO 5697:1982, IDT) : ДСТУ ISO 5697:2005. — [Чинний від 2008-01-01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2007. — IV, 19 с. — (Національний стандарт України).
5. Техніка сільськогосподарська. Системи гальмування самохідних сільськогосподарських машин. Методи випробувань : СОУ 74.3-37-04604309-007:3013. — [Чинний від 2013-08-01]. — Дослідницьке : УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 2013. — III, 12 с. — (Стандарт організації України).
6. Робоча інструкція з визначення гальмових характеристик сільськогосподарських і лісних транспортних засобів : РІ.14-2012. — [Чинна від 2012-09-01]. — Харків : ХФ УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 2012. — 15 с. — (Робоча інструкція системи управління).
7. Пат. RU 2244911 с2, МПК G 01 M 17/00, B 60 T 17/22. Способ испытаний стояночной тормозной системы транспортного средства / Блянкинштейн И. М. (RU), Ильин А. М. (RU); заявители Блянкинштейн Игорь Михайлович, Ильин Александр Михайлович. — № 2000120604/28; заявл. 07.08.2000; опубл. 20.01.2005, Бюл. № 2.

REFERENCES

1. Wheeled vehicles. Safety requirements and inspection methods of technical condition [Koliski transportni zasobi. Vimogi shhodo bezpechnosti tehnihnogo stanu ta metodi kontroljuvannja] : DSTU 3649:2010. — [Acting on 2011-07-01]. — K.: SCTRCP of Ukraine, 2011. — III-28 P. - (Standard National of Ukraine).
2. Roller stands for testing braking and traction properties of the car (theory, calculation and design) [Rolikovyte stendy dlja poverki tormoznyh i t'jagovyh svojstv avtomobilej (teorija, raschet i konstruirovanie)] / N. Govorushenko, V. Volkov, E.Rabinowitz, etc. — Kharkov : Publishing house at KhNAHU, 2009. — 344 p.
3. The system of occupational safety standards. Agricultural and forestry vehicles. Determination of braking characteristics [Sistema standartov bezopasnosti truda. Selskokhoziaistvennye i lesnye transportnye sredstva. Opredelenie tormoznykh kharakteristik]: GOST 12.2.002.3-91. — [Date of introduction 01.07.92]. Moscow : Committee of standardization and Metrology of the USSR, 1991. — 18 p. — (interstate standard).
4. Means of transport agricultural and forestry. Determination of braking characteristics (ISO 5697:1982, IDT) [Zasobi transportni silskogospodarski ta lisogospodarski. Vznachennia galmivnykh kharakteristik]: DSTU ISO 5697:2005. — [Valid from 2008-01-01]. — K. : State Committee Of Ukraine 2007. IV, 19 p. — (National standard of Ukraine).
5. Machinery agricultural. Braking system self-propelled agricultural machines. Test methods [Tekhnika silskogospodarska. Sistemi galmuvannia samokhidnykh silskogospodarskikh mashin. Metodi viprobuvan]: OSU 74.3-37-04604309-007:3013. — [Acting on 2013-08-01]. Research : Ukrndnc ei. L. Pogorely, 2013. III, 12 p. — (The organization standard of Ukraine).
6. Operating instructions for the brake characteristics of agricultural and forestry vehicles [Robocha instrukciia z viznachennia galmovykh kharakteristik silskogospodarskikh i lisnykh transportnykh zasobiv]: WM.14-2012. — [Valid from 2012-09-01]. — Kharkov : L. Pogorilyy UkrSRIFTMT, 2012. — 15 p. — (working manual management system).
7. Pat. RU 2244911 C2, IPC G 01 M 17/00, 60 T 17/22. Method of testing Parking brake system of vehicle [Sposob ispytaniia stoianochnoi tormoznoi sistemy transportnogo sredstva] / Bljankinshtejn S. M. (RU), M. A. Ilyin (RU); applicants Bljankinshtejn Igor Mikhailovich, Aleksandr Mikhailovich Ilyin. No 2000120604/28; Appl. 07.08.2000; publ. 20.01.2005, bull. No. 2.

Подригало М. А., Коробко А. И., Назарько О. А., Радченко Ю. А., Михайлова О. А. Стенд для испытаний стояночных тормозных систем.

Рассмотрено методы и конструкции стендов для испытаний стояночных тормозных систем транспортных средств. Предложено конструкцию испытательного стенда. Обосновано факторы, влияющие на его параметры и основные метрологические характеристики. Компактность и простота конструкции стенда позволяет использовать его как в научных, так и в учебных целях.

Ключевые слова: стояночные тормозные системы, испытательный стенд, трактор, метрологические характеристики, гидропривод.

M. Podrigalo, A. Korobko, O. Nazarko, Yu. Radchenko, O. Mikhayilova. Stand for the parking brake system tests.

The methods and design of stands for testing of brake systems of vehicles. The design of the test stand. It justifies its parameters, and the main metrological characteristics. Compact and simple design of the stand allows its use in both scientific and educational purposes.

Keywords: The parking brake system, the test rig, tractor, metrological characteristics, hydraulic.

АВТОРИ:

ПОДРИГАЛО Михайло Абович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри Технології машинобудування і ремонту машин, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: pmikhab@gmail.com

КОРОБКО Андрій Іванович, кандидат технічних наук, доцент, провідний науковий співробітник, Харківська філія Українського науково-дослідного інституту прогнозування і випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва імені Леоніда Погорілого, e-mail: ak82andrey@gmail.com

НАЗАРЬКО Ольга Олександрівна, кандидат технічних наук, викладач кафедри інженерної і комп'ютерної графіки, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: ak82andrey@gmail.com

РАДЧЕНКО Юлія Андріанівна, аспірант кафедри Технології машинобудування і ремонту машин, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: yulyashik.radchenko.92@mail.ru

МИХАЙЛОВА Олеся Олександрівна, інженер, ДП «Харківське агрегатне конструкторське бюро», e-mail: ak82andrey@gmail.com

АВТОРЫ:

ПОДРИГАЛО Михаил Абович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой Технологии машиностроения и ремонта машин, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, e-mail: pmikhab@gmail.com

КОРОБКО Андре Иванович, кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Харьвская филия Украинского научно-исследовательского института прогнозирования и испытаний техники и технологий для сельскохозяйственного производства имени Леонида Погорелого, e-mail: ak82andrey@gmail.com

НАЗАРЬКО Ольга Александровна, кандидат технических наук, преподаватель кафедры инженерной и компьютерной графика, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, e-mail: ak82andrey@gmail.com

РАДЧЕНКО Юлия Андриановна, аспирант кафедры Технології машинобудування і ремонту машин, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, e-mail: yulyashik.radchenko.92@mail.ru

МИХАЙЛОВА Олеся Александровна, инженер, ГП «Харьковское агрегатное конструкторское бюро», e-mail: ak82andrey@gmail.com

AUTHORS:

Mikhail PODRIGALO, Doctor of Science in Engineering, Professor, Head of Engineering Techniques and Machine Repairs Department, Kharkiv National Automobile and Highway University, e-mail: pmikhab@gmail.com

Andriy KOROBKO, PhD. in Engineering, Assoc. Professor, leading researcher, “Leonid Pogorilyy Ukrainian Scientific Research Institute of Forecasting and Testing of Machinery and Technologies for Agricultural Production” Kharkiv branch, e-mail: ak82andrey@gmail.com

Olga NAZARKO, PhD. in Engineering, teacher of faculty Engineering and Computer Graphics, Kharkiv National Automobile and Highway University, e-mail: ak82andrey@gmail.com

Yuliya RADCHENKO, Postgraduate Student of Engineering Techniques and Machine Repairs Department, Kharkiv National Automobile and Highway University, e-mail: yulyashik.radchenko.92@mail.ru

Olesya MIKHAYILOVA, Engineer, “Kharkiv aggregate design Bureau” state enterprise, e-mail: ak82andrey@gmail.com

Стаття надійшла в редакцію 10.03.2016 р.