

МЕТОДИКА ТАРИРОВКИ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ СИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ МУЛЬТИФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПОЛНООПОРНОГО СТЕНДА ИРНТУ

Д.О. Ухватов¹

Иркутский национальный исследовательский технический университет,
г. Иркутск, Россия, dim.ia@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена методу тарировки системы измерения силовых параметров мультифункционального полноопорного стенда с беговыми барабанами Иркутского национального исследовательского технического университета. В статье приведены этапы проведения тарировки системы измерения силовых параметров. Показаны полученные данные, вычислены погрешности измерительной системы, а также представлены результаты измерения силовых параметров при проведении экспериментального исследования автомобиля с подключаемым полным приводом с муфтой HALDEX II.

Ключевые слова: стенд с беговыми барабанами, тарировка, полноопорный стенд, КТС.

CALIBRATION PROCEDURE FOR MEASURING THE POWER PARAMETERS OF A MULTIFUNCTIONAL FULL-SUPPORT STAND AT IRNTU

D.O. Ukhvatov¹

¹ IRKUT National Research Technical University,
Irkutsk, Russia, dim.ia@mail.ru

Annotation. The article is devoted to a calibration method for measuring the power parameters of a multifunctional full-support stand with treadmills of Irkutsk National Research Technical University. The article presents the stages of calibration of the power parameter measurement system. The data obtained are shown, the errors of the measuring system are calculated, and the results of measuring power parameters during an experimental study of a car with a plug-in all-wheel drive with a HALDEX II clutch are presented.

Keywords: stand with running drums, calibration, full-support stand, wheeled vehicle.

В современном мире происходит рост количества автомобилей, в настоящее время семьи, владеющие одним или несколькими личными автомобилями, составляет 63%, показали данные опроса Всероссийского центра изучения общественного мнения (ВЦИОМ) [1]. С увеличением количества автомобилей возрастает потребность в осуществлении качественной и быстрой диагностики колесных транспортных средств на станциях технического обслуживания. Для осуществления качественной и информативной диагностики возможно применение

специальных стендов с беговыми барабанами. Вопрос диагностирования колесных транспортных средств на стендах с беговыми барабанами рассматривали такие люди, как: Федотов А.И., Яньков О.С., Потапов А.С., Чернышков А.С., Портнягин Е.М., Бойко А.В., Степанов А.Н. и т.д. Диагностика колесного транспортного средства с использованием стенда с беговыми барабанами требует определенных систем (система измерения скорости, система измерения силы и т.д.) исходя из этого необходимо осуществлять тарировку этих систем. Одной из важнейших систем является силоизмерительная, процесс ее тарировки осуществляется по следующему алгоритму:

1. Установить фиксирующий стопор в специальное отверстие (рисунок 1 а);
становить нагружающее устройство (рисунок 1 б);
существить нагружение и разгружение специальными грузами массой 10 кг (рисунок 2а);
программной среде ZETLab записать данные с АЦП (рисунок 2б).



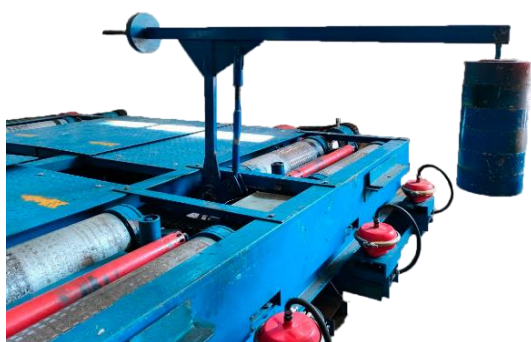
а)



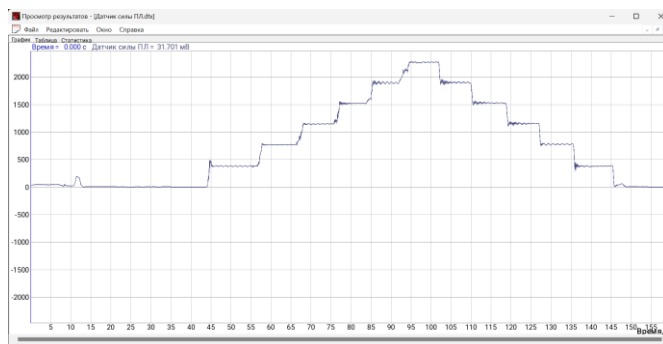
б)

а – внешний вид установленного стопора
б – внешний вид нагружающего устройства

Рисунок 1 – Внешний вид этапов 1 и 2



а)



б)

а – внешний вид грузов на нагружающем устройстве
б – внешний вид осциллограммы из программного комплекса ZETLab

Рисунок 2 – Внешний вид этапов 2 и 3

Получив осциллограммы для каждого бегового барабана, осуществляется расчет приложенной силы по следующей формуле, Н:

$$F_i = \frac{F_{\Gamma} \cdot l \cdot g}{r_p};$$

где l – длина калибровочного устройства от места крепления шарнира тяги установки грузов до средней точки соединения балки со стойкой рычага, м; g – ускорение свободного падения, м/с²; r_p – радиус опорного ролика (0,105 м).

Таблица 1 – Результаты калибровки передней силоизмерительной системы

Вес груза, кг	Передний левый датчик силы		Передний правый датчик силы	
	Напряжение, мВ	Сила на ПЛ барабане, Н	Напряжение, мВ	Сила на ПП барабане, Н
0	-7.605	0	74.957	0
10	437.34	981	585.34	981
20	881.483	1962	1105.89	1962
30	1333.24	2943	1628.85	2943
40	1782.21	3924	2147.52	3924
50	2237.38	4905	2675.65	4905
60	2694.6	5886	3212.51	5886
50	2238.11	4905	2677.84	4905
40	1785.61	3924	2160.35	3924
30	1333.98	2943	1628.82	2943
20	885.883	1962	1109.34	1962
10	437.003	981	582.685	981
0	-7.605	0	74.957	0

Получив таблицу, выполняется построение графиков зависимостей U_i) для каждого бегового барабана рисунок 3.

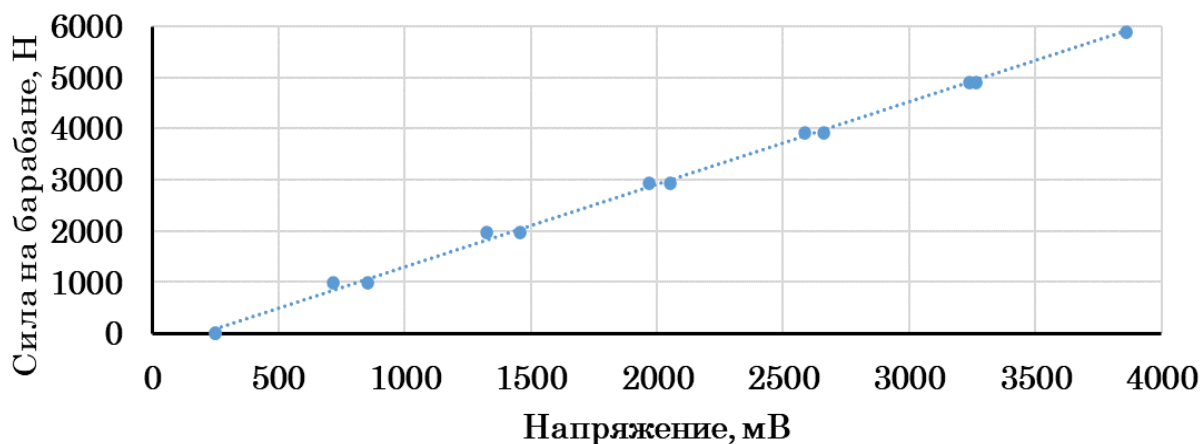


Рисунок 3 – Сигнал измерения силы на левом переднем барабане

После получения графика $F_i = f(U_i)$ необходимо построить линейную линию тренда, описываемую по выражению, Н:

$$F_i = a \cdot U_i \pm b.$$

Для проверки точности полученных данных необходимо определить абсолютную погрешность, Н [2]:

$$\Delta F = F_{\text{НАГР}} - F_{\text{РАЗГР}};$$

где $F_{\text{НАГР}}$ – сила нагружения; $F_{\text{РАЗГР}}$ – сила разгружения.

Полученные данные для переднего левого датчика силы приведены в таблице 2.

Относительная погрешность рассчитывается, % [3]:

$$\delta = \frac{\Delta F}{F_{\text{max}}} \cdot 100\%;$$

где δ – относительная погрешность; ΔF – абсолютная погрешность; F_{max} – наибольшее из значений для ряда наблюдений сигналов.

Таблица 1 – Результаты расчета погрешностей измерительной системы переднего левого датчика силы.

Передний левый датчик силы				
Напряжение, мВ	Сила на ПЛ ба- рабане, Н	Через коэф. та- рировки, Н	Абсолютная по- грешность, Н	Приведенная по- грешность, %
-7.605	0	10.84	-10.84	0.184
437.34	981	981.14	-0.14	0.002
881.483	1962	1949.68	12.32	0.209
1333.24	2943	2934.83	8.17	0.138
1782.21	3924	3913.89	10.11	0.171
2237.38	4905	4906.48	-1.48	0.025
2694.6	5886	5903.54	-17.54	0.297
2238.11	4905	4908.08	-3.08	0.052
1785.61	3924	3921.31	2.69	0.046
1333.98	2943	2936.44	6.56	0.111
885.883	1962	1959.27	2.73	0.046
437.003	981	980.40	0.60	0.010
-7.605	0	10.84	-10.84	0.184

Из полученных результатов видно, что передний левый датчик силы имеет погрешность 0.297%, данная погрешность не должна превышать 3%.

После тарировки систем измерения силы можно получить достоверные данные, о силе тяги на колесах транспортного средства, а также осуществить диагностику элементов автомобиля и его систем.

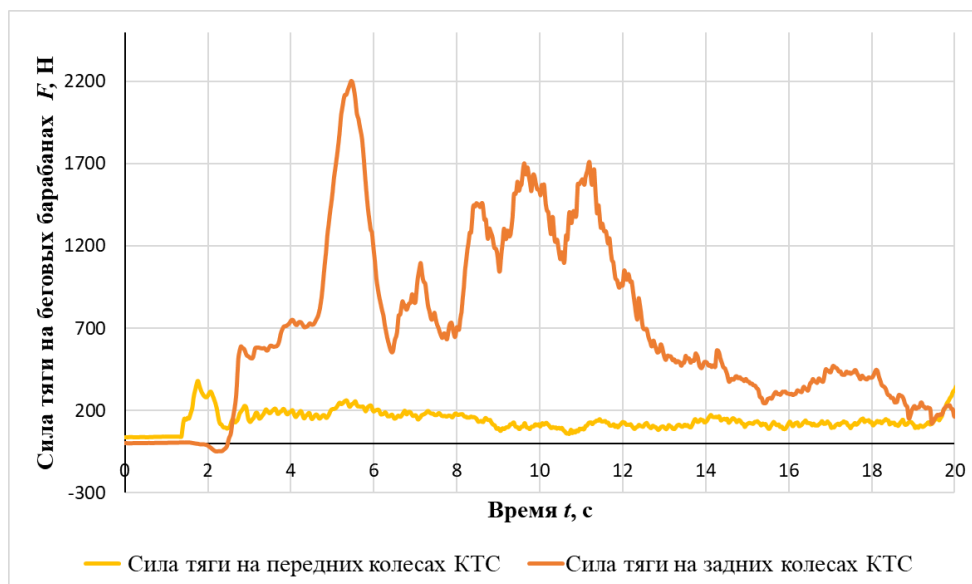


Рисунок 4 – Осциллограмма сил тяги на колесах с муфтой HALDEX II

На рисунке 4 показаны результаты экспериментального исследования процесса функционирования колесного транспортного средства с системой подключаемого полного привода с муфтой HALDEX II на multifunctionальном стенде с беговыми барабанами ИРНТУ [4].

Список литературы

- 1 Статистика по количеству автомобилей в России. – URL: <https://www.zr.ru/content/news/941186-podschitali-skolko-avtomobile/> (дата обращения 10.03.2025).
- 2 Федотов А.И. Основы теории эксплуатационных свойств автомобиля: Учебник. Изд-во ИрГТУ, Иркутск. 2016. 288 с. Ил. 214. Табл. 5. Библиограф.: 12 назв.
- 3 Федотов А. И. Технология и организация диагностики при сервисном сопровождении: учебник для студентов ВУЗов / А.И. Федотов. – М.: Издательский центр «Академия», 2015. – 352 с.
- 4 Федотов, А. И. Исследование процесса функционирования системы управления подключаемого полного привода колёсных транспортных средств на стендах с беговыми барабанами / А. И. Федотов, О. С. Яньков, Д. О. Ухватов // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2024. – Т. 21, № 5(99). – С. 736-754. – DOI 10.26518/2071-7296-2024-21-5-736-754. – EDN CMUWCB.

References

- 1 Statistics on the number of cars in Russia. – URL: <https://www.zr.ru/content/news/941186-podschitali-skolko-avtomobile/> (accessed 03/10/2025).
- 2 Fedotov A.I. Fundamentals of the theory of vehicle performance properties: Textbook. Publishing house of IrSTU, Irkutsk. 2016. 288 p. Ill. 214. Table 5. Bibliograph.: 12 titles.
- 3 Fedotov A. I. Technology and organization of diagnostics with service support: a textbook for university students / A.I. Fedotov. – M.: Publishing center "Academy", 2015. – 352 p.
- 4 Fedotov, A. I. Investigation of the process of functioning of the control system for plug-in all-wheel drive of wheeled vehicles on stands with running drums / A. I. Fedotov, O. S. Yankov, D. O. Ukhvatov // Bulletin of the Siberian State Automobile and Road University. – 2024. – Vol. 21, No. 5(99). – pp. 736-754. – DOI 10.26518/2071-7296-2024-21-5-736-754. – EDN CMUWCB.