

УДК 629.113.004

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ИНЕРЦИОННОГО РОЛИКОВОГО СТЕНДА

И.А. Мармут, доцент, к.т.н., Ю.В. Зыбцев, ст. преподаватель, ХНАДУ

Аннотация. Показано, что точность проверки тормозов на инерционных стендах зависит от используемых методик измерения тормозных параметров (стендового замедления, тормозного пути, времени срабатывания), а также от методики метрологической поверки каналов измерительной системы.

Ключевые слова: инерционный роликовый стенд, тормозная система, измерительная система, метрологический контроль, погрешность измерения.

МЕТОДИКА ПЕРЕВІРКИ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ІНЕРЦІЙНОГО РОЛИКОВОГО СТЕНДА

І.А. Мармут, доцент, к.т.н., Ю.В. Зибцев, ст. викладач, ХНАДУ

Анотація. Показано, що на точність перевірки гальм на інерційних стендах впливають методики вимірювання гальмових параметрів (стендового уповільнення, гальмового шляху, часу спрацьовування, а також методики метрологічної перевірки каналів вимірювальної системи.

Ключові слова: інерційний роликовий стенд, гальмівна система, вимірювальна система, метрологічний контроль, похибка вимірювання.

SPEED ROLLER STAND MEASUREMENT SYSTEM CHECKING TECHNIQUE

I. Marmut, Associate Professor, Candidate of Technical Science,
Y. Zybtssev, senior lecturer, KhNAHU

Abstract. The study has shown that the accuracy of brakes checking by inertial stands depends upon the applied methods of measurement of braking parameters (stand slowing down, braking distance, brakes triggering time, current speed) as well as the methods of metrological checking of measuring system canals.

Key words: inertial roller stand, braking system, measuring system, metrological control, measuring error.

Введение

Как известно, основным средством при проверке тормозов является роликовый стенд. Это должен быть быстроходный стенд с проверкой тормозов инерционным методом. При разработке стенда необходимо основное внимание уделять измерительным системам (ИС), которые обеспечивают качество и точность проверки тормозных систем (ТС).

Анализ публикаций

При разработке методики метрологической поверки ИС инерционного стенда учитывались требования стандартов [1], а также основные положения работы, посвященной точности и метрологическому обеспечению при диагностировании автомобилей [2].

Цель и постановка задачи

При исследовании исходим из того, что измерительная аппаратура инерционного стенда должна обеспечивать: объективность оценки измеряемых параметров; стабильность и необходимую точность замеров.

На инерционном стенде значение тормозной силы определяется по установившемуся замедлению (j_i^c). Также измеряемым параметром эффективности рабочей ТС является время срабатывания τ_c и тормозной путь.

Методика метрологического контроля канала измерения тормозного пути (ТП)

Методика предусматривает имитацию замедления движения роликов. Для проведения проверки необходимы: генератор сигналов специальной формы; частотомер; переходник разъема. Схема проверки представлена на рис. 1.

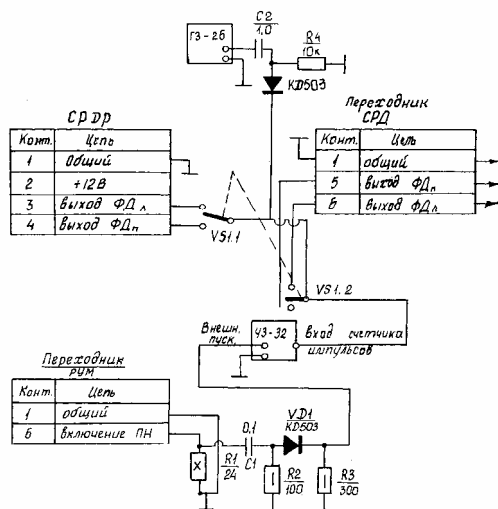


Рис.1. Схема проверки канала измерения тормозного пути

Для проведения контроля необходимо провести следующие действия: установить на генераторе значение частоты, превышающей в 1,05 раза значение частоты, соответствующей началу торможения; плавно, но быстро (в течение 1–5 с) уменьшить частоту генератора до минимально возможного значения и убедиться в функционировании счетчиков; записать показания внешнего счетчика импульсов ($N_{обр}$) и счетчика импульсов измерителя ТП на пульте (N_n); измерения повто-

рить 10 раз и оформить в виде табл. 1 по левому и правому каналам.

Таблица 1 Результаты поверки канала ТП

Номер замера	Показание образцового счетчика $N_{обр}$, имп.	Показание счетчика на пульте N_n , имп.	Разность показаний $N_{обр} - N_n$, имп.	Относительная погрешность $\delta_i = \frac{N_{обр} - N_n}{N_{обр}}$
--------------	---	---	---	--

Необходимо подсчитать сумму показаний образцового счетчика, счетчика пульта и разностей показаний счетчиков по 10 измерениям. Вычислить среднюю систематическую погрешность показаний ТП на пульте:

$$\bar{\Delta}_{СТП} = 0,1 \cdot \sum_{i=1}^{10} (N_{обр} - N_n). \quad (1)$$

Вычислить среднее квадратичное отклонение показаний пульта σ_δ . Критерии пригодности канала измерения ТП: $|\bar{\Delta}_{СТП}| \leq 10$; $\sigma_\delta \leq 5$.

Методика метрологического контроля канала измерения показателя срабатывания (ПС)

ПС по определению – это разность между двумя интервалами времени $t_{нач}$ и $t_{кон} = t_2$. Первый из интервалов – это период частоты прохождения прорези обтюратора в момент начала торможения. Он формируется ИС при достижении окружной скорости роликов одного из значений, выбираемого оператором: 50, 60, 70 или 80 км/ч. Второй интервал (t_2) измеряется средствами ИС через 0,5 с после начала торможения.

Процедура метрологического контроля ПС, таким образом, должна обеспечить метрологически достоверную имитацию сигналов, формируемых фотодатчиками в процессе измерения ПС при выполнении следующих условий: а) значение начальной частоты импульсов должно соответствовать одному из значений линейной скорости, при которой включается «пневмонога»; б) период следования импульсов фотодатчика $t_{нач}$ или импульсного сигнала, имитирующего сигналы фотодатчика, должен быть известен заранее,

либо измерен в момент начала торможения внешними измерительными приборами; в) за время, не превышающее 0,5 с, период следования импульсного сигнала, имитирующего работу фотодатчиков, должен измениться до величины $t_{кон}$ и быть известным с метрологической точностью; г) процесс метрологического контроля ПС должен адекватно имитировать работу стенда и его измерительной системы не только в статическом, но и в динамическом режимах.

На основании вышеизложенного процесс метрологического контроля (МК) канала измерения ПС разбивается на несколько стадий, а именно: МК канала включения тормоза; МК канала формирования задержки измерителя ПС (канала, формирующего задержку 0,5 с); МК канала измерения величины $t_{кон}$ и вычисления ПС в виде $(t_{кон} - t_{нач})$.

Для реализации МК канала измерения ПС необходимо собрать поверочную схему, представленную на рис. 2.

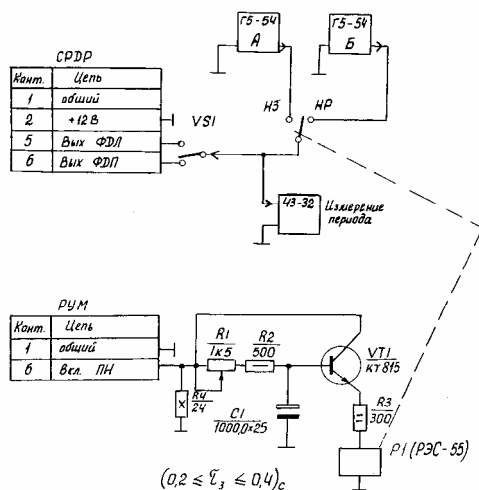


Рис. 2. Схема метрологического контроля канала ПС

Установить на генераторе «А» значение частоты выходного сигнала, равное 1,05 значения частоты импульсов обтюратора, соответствующей выбранной скорости начала торможения. Амплитуда импульса должна составлять 10 В; полярность положительная; длительность импульса

$$\tau_u = (0,8 - 1,5)\tau_{и.обт.расч} \quad (2)$$

где $\tau_{и.обт.расч}$ – расчетная длительность импульса фотодатчика для выбранной скорости начала торможения.

1. Метрологический контроль канала измерения скорости включения тормоза («пневмоноги»). Плавно уменьшать частоту сигнала генератора «А» до момента включения «пневмоноги». Выполнить это для всех значений начальных скоростей торможения. Для каждого из значений начальной скорости торможения рассчитать величины

$$T_{изм.ср} = \frac{\sum_{i=1}^N T_{изм_i}}{N}; \quad (3)$$

$$\bar{T} = (T_{расч} - T_{изм})_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^N (T_p - T_{изм_i})}{N}. \quad (4)$$

Величина $\Delta\bar{T}$ характеризует систематическую погрешность канала включения в виде величины, описывающей отклонение значения периода прорези обтюратора от расчетного значения для каждой из выбранной скорости торможения.

Случайная составляющая погрешности в настоящем случае содержит две составляющие: аппаратную и методическую, причем измерить или оценить их по отдельности не представляется возможным. Поэтому оценку значения случайной составляющей погрешности канала включения торможения проводить по величине СКО

$$\sigma_{\Delta T} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N \{(T_p - T_{изм_i}) - \Delta\bar{T}\}^2}{N - 1}}. \quad (5)$$

Критерии пригодности канала включения торможения: $\Delta\bar{T} / T_p \leq 0,01$; $\sigma_{\Delta T} / T_p \leq 0,05$.

2. Метрологический контроль канала формирования задержки 0,5 с (при измерении показателя срабатывания). Процесс МК по этому пункту состоит в измерении величины задержки, которая должна иметь значение, с: $t_3 = [(0,500) \pm 0,002] \cdot 10^{-3}$.

3 Метрологический контроль канала измерения величины и вычисления ПС в виде $(t_{кон} - t_{нач})$.

Установить на генераторе «А» значение одной из частот, соответствующей выбранной

начальной скорости торможения. Установить на генераторе «Б» выбранное значение частоты, обеспечивающее выполнение условия $0,00014 \leq (1/f_B - 1/f_A) \leq 0,00388$. Плавно уменьшая значение частоты генератора «А» добиться включения канала торможения и записать показания прибора ЧЗ-32 и измерительной системы после остановки процесса счета. Рассчитать для каждого значения начальной скорости торможения абсолютные и относительные погрешности, систематическую и случайную составляющие: $\Delta_c(ПС)$; $\sigma(ПС)$. Формулы для расчета метрологических характеристик канала измерения ПЗ

$$\delta(ПС)_i = \frac{\Delta ПС_i}{ПС_{ЧЗ-32}}$$

$$\Delta(ПС) = (ПС_{ЧЗ-32} - ПС_{ИС}); \quad (6)$$

$$\bar{\delta}(ПС) = \frac{\sum_{i=1}^N \delta_i(ПС)}{N}; \quad (7)$$

$$\sigma(ПС) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N \{\delta(ПС) - \bar{\delta}(ПС)_i\}^2}{N-1}}; \quad (8)$$

$$\delta_{\sigma}(ПС) = \frac{\sigma(ПС)}{ПС_{ЧЗ-32}}. \quad (9)$$

Критерии пригодности канала измерения ПЗ: $|\Delta(ПС)| \leq 5 \cdot 10^{-6} \text{ с}$; $\sigma(ПС) \leq 3 \cdot 10^{-6} \text{ с}$.

Методика метрологического контроля канала измерения показателя замедления (ПЗ)

По определению, ПЗ представляет собой интервал времени между моментами достижения барабанами стенда мгновенных скоростей $V_{нач}$ и $V_{кон}$ измеренных в режиме «ТОРМОЖЕНИЕ». Начальная скорость торможения ($V_{нач}$) и конечная скорость ($V_{кон}$), при которой производится отсчет значения ПЗ, выбираются из значений $V_{нач} \leq 27 \text{ км/ч}$; $V_{кон} \geq 6 \text{ км/ч}$.

Проведение метрологического контроля канала ПЗ производится методом сравнения с образцовой мерой, в качестве которой используется электронная метрологическая мо-

дель процессов, имеющих место при натуральных измерениях ПЗ. Для создания метрологически достоверной модели собрать схему (рис. 3), которая обеспечивает выполнение следующих действий: дискретное изменение частоты появления импульсов, имитирующих работу фотодатчиков, от значения $V_1 \geq 1,05V_{нач}$ до $V_2 \leq 0,9V_{нач}$ (процесс торможения барабанов); имитацию замедления с различными его значениями (возможность регулировки и метрологического контроля) путем коммутации значения конечной скорости за известный интервал времени, с которым и сравнивается значение ПЗ, индицируемое на пульте ИС.

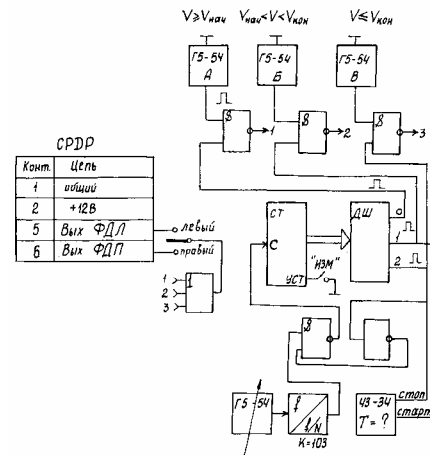


Рис. 3. Схема метрологического контроля канала ПЗ

Действия по проведению МК канала измерения ПЗ содержат следующие операции. Установить значение частоты выходных сигналов генераторов «А», «Б», «В» равной, соответственно:

$$f_A = 1,05 \cdot 20V_{нач}$$

(для $V_{нач} = 27 \text{ км/ч}$ $f_A = 765 \text{ Гц}$);

$$0,95 \cdot 20V_{нач} \leq f_B \leq 1,05 \cdot 20V_{нач}$$

(для $V_{кон} = 6 \text{ км/ч}$ $513 \text{ Гц} \leq f_B \leq 126 \text{ Гц}$);

$$f_B = 0,95 \cdot 20V_{кон}$$

(для $V_{кон} = 6 \text{ км/ч}$ $f_B = 114 \text{ Гц}$).

Включить пульт, нажать кнопку «ИЗМ» (рис. 3) и удерживать ее до момента перевода измерительной системы пульта в режим «торможение – измерение ПЗ». После этого отпустить кнопку «ИЗМ». Зафиксировать показания ПЗ пульта и ПЗ образцового хронометра ЧЗ-34 (см. рис. 3). Измерения повторить не менее 10 раз, варьируя частотой генераторов «А», «Б», «В», «Г» (значе-

ние частоты генератора «Г» вычисляется, как $f_{\Gamma} = 10^3 / ПЗ_{\text{расч}}$.

Повторить замеры для левого и правого каналов стенда, переключая их с помощью тумблера «левый-правый» (см. рис. 3). Рассчитать по данным измерений величины

$$\bar{\delta} = \frac{\sum_{i=1}^n \delta_i}{n}, \quad (10)$$

где δ_i – относительная разность показаний измерительной системы и образцового хронометра, вычисляемая как

$$\delta_i = \Delta_i / ПЗ_0, \quad (11)$$

где Δ_i – разность величин $ПЗ_{\text{ИС}}$ и $ПЗ_0$; ($ПЗ_{\text{ИС}}$ – показания индикатора «показатель замедления» измерительной системы пульта); $ПЗ_0$ – показатель замедления, индицируемый на образцовом приборе (рис. 3).

$$\sigma_{ПЗ} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta_i^2}{n-1}}. \quad (12)$$

Критерии пригодности канала измерения ПЗ:

$$\sigma_{ПЗ} \leq 8 \cdot 10^{-3} \text{ с}; \quad \bar{\delta} \leq 0,02.$$

Выводы

Показатель срабатывания (ПС) характеризует состояние тормозного привода, показатель замедления (ПЗ) и тормозной путь (ТП) – состояние тормозных механизмов.

Поэтому для поверки каналов измерительной системы стенда необходимо выполнять определенную последовательность действий по замеру значений этих показателей по образцовым приборам и сравнивать их со значениями на выходе ИС.

Литература

1. ГОСТ 26.007-85. Средства измерений и автоматизации. Правила приемки: ЕССП. – Введ. 01.01.87. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 10 с.
2. Мармут И.А. Методика поверки канала измерения скорости инерционного стенда с беговыми барабанами / И.А. Мармут, В.И. Мармут // Автомобильный транспорт: сб. научн. тр. – 2008. – Вып. 22. – С. 53–57.

Рецензент: М.А. Подригало, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 18 августа 2011 г.