

УДК 629.017

А. С. ПОЛЯНСКИЙ, д-р техн. наук, проф. ХНАДУ, Харьков;
Д. М. КЛЕЦ, канд. техн. наук, доц. ХНАДУ;
Е. А. ДУБИНИН, канд. техн. наук, доц. ХНАДУ;
Р. Ю. САЛЬНИКОВ, асп. ХНАДУ;
В. В. ЗАДОРЖНЯЯ, асп. ХНТУСХ, Харьков

ГРАДУИРОВКА ДАТЧИКОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕТОДА ПАРЦИАЛЬНЫХ УСКОРЕНИЙ

Предложен метод градуировки датчиков линейных ускорений при проведении испытаний эксплуатационных свойств средств транспорта на основе использования метода парциальных ускорений.

Ключевые слова: датчик ускорения, градуировка, точность.

Введение. В настоящее время в зарубежной и отечественной практике производства и эксплуатации средств транспорта, в том числе автопоездов, колесных машин с шарнирно-сочлененными рамами, широко применяются датчики для измерения ускорений средств транспорта в различных направлениях.

Источниками, эффективно представляющими информацию о показателях динамики автомобиля, являются акселерометры, потому представляет интерес изучение вопроса их настройки, повышения точности показаний и применимости в современных контрольно-измерительных системах.

Анализ публикаций и исследований. С каждым годом существенно увеличивается производство автомобилей, их технический уровень и, вместе с этим, повышаются требования к системам, влияющим на устойчивость, управляемость и так далее [1].

Область использования акселерометров в автомобильной промышленности за последние несколько лет значительно расширена [2]. В процессе испытаний и при эксплуатации колесных машин акселерометры широко используются при оценке аэродинамических, тягово-скоростных и тормозных качеств, управляемости и устойчивости, плавности хода и других [3, 4].

В связи с необходимостью повышения точности измерений актуальными являются вопросы градуировки акселерометров.

Цель и постановка задачи. Целью данной работы является повышение точности измерений бортовой контрольно-измерительной системы средства транспорта на основе градуировки датчиков линейных ускорений.

Для достижения поставленной цели, путем проведения экспериментальных исследований, необходимо установить зависимость величины ускорений от угловых отклонений осей датчика с использованием устройства для повышения точности их установки.

Градуировка датчиков линейных ускорений. Согласно стандарту Французской ассоциации по стандартизации, методы градуировки акселерометров разделяются на три группы [5]:

- для датчиков постоянного ускорения;
- для датчиков синусоидального ускорения;

© А. С. Полянский, Д. М. Клец, Е. А. Дубинин, Р. Ю. Сальников, В. В. Задоржняя, 2012

- для датчиков переходного ускорения.

Метод постоянного ускорения, центрифуга, а также взаимная градуировка дают погрешность до 1%; визирная труба, датчик перемещения и сравнение с эталоном – 1-10%; лазерный интерферометр – 1-5% [1].

В процессе проведения экспериментальных исследований датчиков Freescale Semiconductor MMA7260QT (основные характеристики приведены в табл. 1) был использован наиболее точный метод градуировки путем приложения постоянного ускорения – градуировка в гравитационном поле Земли. Метод состоит в измерении сигнала, получаемого в случае, когда испытываемая ось чувствительности датчика в процессе измерений ориентирована под углом α относительно местной вертикали. Точность градуировки существенно зависит от ошибок измерения выходного напряжения и величины угла, связанного с наличием поперечной чувствительности. Этот метод очень удобен для проверки чувствительности системы перед началом измерения.

Таблица 1 – Основные характеристики датчиков линейных ускорений Freescale Semiconductor MMA7260QT

Параметр	Значение
Диапазон измерений, g	1,5-6
Интервал рабочих температур, °C	-40...+105
Рабочее напряжение, В	2,2-3,6
Чувствительность, мВ/g	200-800
Частота снятия данных, с ⁻¹	80
Погрешность измерений, не более, %	1

Для градуировки датчиков ускорений необходимо:

- подключить датчик персональному компьютеру с установленным программным обеспечением для считывания кодов АЦП;

- положить датчик на ровную горизонтальную поверхность устройства для повышения точности установки осью, которая подлежит градуировке, вниз и принять это положение за исходное (угол наклона измеряемой оси к вертикали в этом случае равен 0°) (рис. 1);

- провести считывание кода АЦП по измеряемой оси и внести его в графу 1 таблицы 2;

- отклонить измеряемую ось датчика от вертикали на угол от 0° до 180°, заполнив графу 2 таблицы 2 (на рисунке 1 показаны примеры положения датчиков Freescale Semiconductor при выполнении градуировки методом постоянного ускорения). Вычислить косинусы углов графы 2 и занести их в графу 3 таблицы 2;

- значения графы 4 получить произведением значений графы 3 таблицы 2 на ускорение свободного падения.

На кафедре ТМ и РМ ХНАДУ спроектировано специальное устройство для повышения точности установки датчиков как при проведении экспериментальных исследований в лаборатории (рис. 2а), так и для повышения точности установки датчиков ускорений при эксплуатационных испытаниях автомобилей (рис. 2б).

Спроектированное устройство для установки датчиков ускорений б на средствах транспорта содержит установочный блок 1, коромысло 2, рамку 3, регулировочные винты коромысла 4 и рамки 5.

При настройке системы измерения после установки устройства на раме транспортного средства, а датчиков ускорений – на его рамке, для уменьшения погрешности установки, которая возникает вследствие неверной геометрии рамы, произвольного положения в пространстве транспортного средства и так далее, закручиванием или выкручиванием регулировочных винтов устанавливают рамку с датчиками в горизонтальное положение.

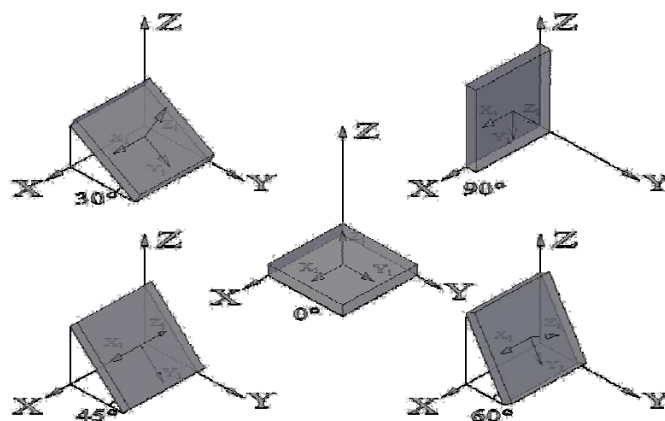
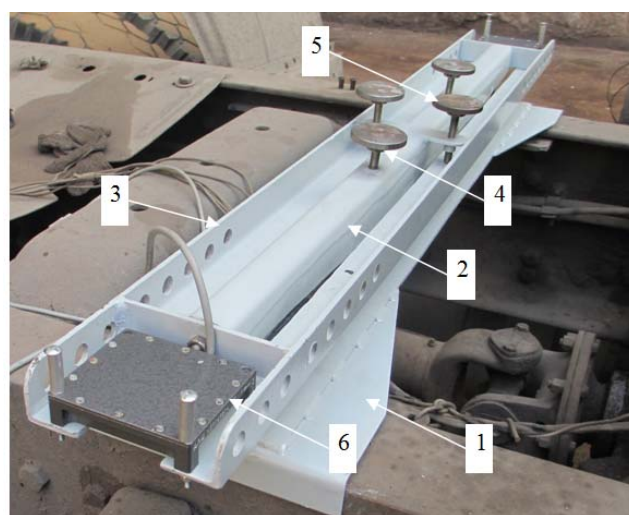


Рисунок 1 – Положения датчика при выполнении градуировки методом постоянного ускорения

Использование во время тарировки датчиков и испытаний средств транспорта устройства для повышения точности установки датчиков ускорений позволяет повысить достоверность результатов этих испытаний, существенно уменьшить погрешность измерений и повысить удобство настройки измерительной системы.



а



б

Рисунок 2 – Проведение процесса градуировки датчиков ускорений:
а – процесс градуировки датчиков ускорений Freescale Semiconductor на тарировочном устройстве в лаборатории; б – процесс градуировки датчиков ускорений перед испытаниями эксплуатационных свойств седельного тягача Краз-6444

В таблиці 2 приведено фрагмент виконання градуировки датчика прискорення Freescale Semiconductor MMA7260QT (ДЛШ №29093115) по осі X в відповідності з запропонованими вище алгоритмом.

Таблиця 2 - Приклад виконання градуировки датчика прискорення ДЛШ №29093115 по осі X

код АЦП	Угол наклона осі X к вертикалі, град	$\cos \alpha$	$A_y, \text{м/с}^2$
1	2	3	4
733	0	1	9,8
700	30	0,87	8,5
660	45	0,71	6,9
607	60	0,5	4,9
482	90	0	0
356	120	-0,5	-4,9
304	135	-0,71	-6,9
265	150	-0,87	-8,5
231	180	-1	-9,8

Використовуючи дані експериментальних досліджень, побудовані графіки залежності прискорення від кодів АЦП акселерометра для датчика прискорення Freescale Semiconductor MMA7260QT (рис. 3). Аналогічним чином проводиться градуировка інших датчиків по всіх осях.

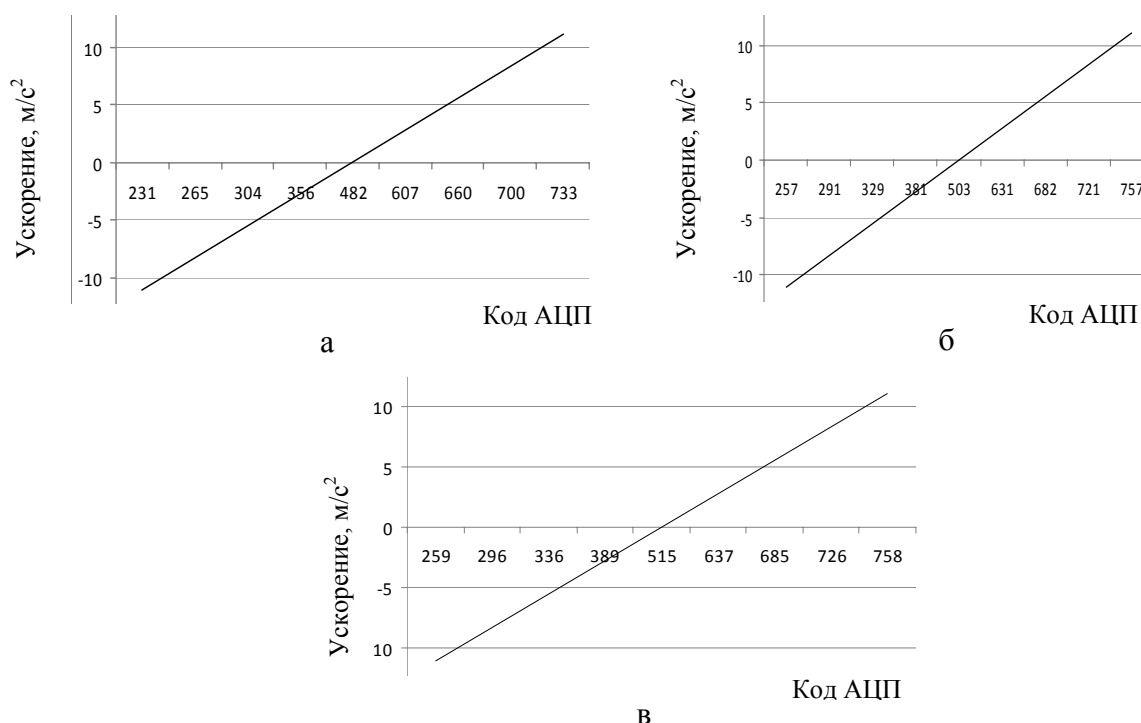


Рисунок 3 – Результати виконаної градуировки датчиків прискорень Freescale Semiconductor MMA7260QT (ДЛШ №29093115):

а – по осі X; б – по осі Y; в – по осі Z

Проведенные экспериментальные исследования с использованием устройства для повышения точности установки датчиков ускорений позволили установить линейность зависимости величины ускорения от кода АЦП, что позволяет использовать его в качестве элемента бортовой контрольно-измерительной системы средства транспорта.

Выводы

1. Предложен метод градуировки датчиков линейных ускорений для настройки бортовых контрольно-измерительных систем средств транспорта при использовании метода парциальных ускорений.
2. Предложенный метод предусматривает использование тарировочного устройства. Точность измерений при этом возрастает на 5-10%.

Список литературы: 1. *Аш Ж.* Датчики измерительных систем: В 2 книгах / *Аш Ж.* [пер. с франц.] – М.: Мир, 1992. – 480 с. 2. *Сысоева С.* Автомобильные акселерометры / *С. Сысоева* // Компоненты и технологии. – 2005. – №8. – С. 12-18. 3. *Болдовский В.Н., Клец Д.М.* Разработка системы контроля ускорений тягово-транспортных средств / *В.Н. Болдовский, Д. М. Клец* // Вісник КПУ. – Вип. 18. – 2009. – С. 42-44. 4. *Клец Д.М.* Определение угла продольного наклона автомобиля при проведении динамических испытаний // Транспортне машинобудування: збірник наукових праць / *Д.М. Клец*. – Харків: НТУ «ХП», 2011. – № 18 – С. 24-29. 5. E90-150-1981. Accelerometer or accelerometer chain calibration for medium frequency range. – AFNOR. – 1981, - 29 p.

Поступила в редколлегию 30.11.2012

УДК 629.017

Градуировка датчиков при использовании метода парциальных ускорений / А.С. Полянский, Д.М. Клец, Е.А. Дубинин, Р.Ю. Сальников, В.В. Задорожня, // Вісник НТУ «ХП». Серія: Автомобіле- та тракторобудування, 2012. – № 64 (970). – С. 70–74. – Бібліогр.: 5 назв.

Запропонований метод градування датчиків лінійних прискорень при проведенні випробувань експлуатаційних властивостей засобів транспорту на основі використання методу парціальних прискорень.

Ключові слова: датчик прискорення, градування, точність.

The method of linear accelerations sensors calibrating at the testing of vehicles operating properties on the basis of partial accelerations method application is offered.

Key words: acceleration sensor, calibration, accuracy.