

Рисунок 2 – Сравнение отклонения от эталонной градуировочной характеристики термопар хромель–алюмель (ТХА) при использовании линейной нейросети

По предварительным данным возможно полностью компенсировать обратимую нестабильность термоЭДС термопар типа ТХА в пределах 0,5 % от эталонной градуировочной характеристики.

Компенсация необратимой нестабильности термопары типа ТХА. Необратимые нестабильности термоЭДС термопары типа ТХА слишком подвержена зависимости от внешних условий эксплуатации, состав атмосферы, средняя температура работы и разбегка химического состава термоэлектродов. Исключает возможность использования нейросети для универсального применения – будет слишком большая разница от места применения и может возникнуть дополнительная погрешность измерения при сильном расхождении условий эксплуатации и условий, заложенных при обучении нейросети.

Применение новых методов компенсации нестабильности термо-ЭДС в частности примене-

ния нейросетей повышает точности и стабильность измерения температуры с использованием самых распространенных термопар типа ТХА, и позволяет на существующей базе обеспечивать компенсацию обратимых изменений температуры (в среднем исключает погрешность до $\sim 3\text{--}5^\circ\text{C}$).

Это позволяет добиться повышения надежности измерительной системы и увеличивает достоверность результатов измерений при длительной работе.

Литература

1. Рогельберг, И. Л. Сплавы для термопар. Справочник / И. Л. Рогельберг, В. М. Бейлин. – М., Металлургия, 1983. – 360 с.
2. Мороз, А. С. Повышение точности и надежности нормирующего преобразователя сигналов термопар = Improving the accuracy and reliability of the normalizing thermocouple signal converter / А. С. Мороз, А. К. Тявловский // Приборостроение–2021 : материалы 14-й Международной научно-технической конференции, 17-19 ноября 2021 года, Минск, Республика Беларусь / редкол.: О. К. Гусев (председатель) [и др.]. – Минск : БНТУ, 2021. – С. 114–116.
3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rep.bntu.by/handle/data/109678>.
4. Hysteresis Effects and Strain-Induced Homogeneity Effects in Base Metal Thermocouples // Int J Thermophys. – 2015. – V. 36. – P. 467–481.
5. Keysight Technologies Практические советы по измерению температуры. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://keysight/pdf/093fb8fba015b56725bdd2bd540e7bf.pdf>.

УДК 539.622

ДЕМПФИРОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ МАЯТНИКА

Ризноокая Н. Н., Париза И. А., Красневский Д. Ю., Абдулазиз Абдуллах Каид А.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Предложен способ стабилизации колебаний маятников в одной плоскости с помощью жидкостного демпфирования. Приведена схема расположения демпфирующих элементов. Произведена оценка влияния демпферов на измерения коэффициента сопротивления качению.

Ключевые слова: трение качения, предварительное смещение, маятниковый метод

DAMPING OF PENDULUM OSCILLATIONS

Riznookaya N., Pariza I., Krasnevski D., Abdulaziz Abdullah Qaid A.

Belarusian National Technical University
Minsk, Republic of Belarus

Abstract. A method for stabilizing pendulum oscillations in one plane using liquid damping is proposed. A diagram of the arrangement of damping elements is provided. The effect of dampers on measurements of the rolling resistance coefficient is assessed.

Key words: rolling friction, pre-displacement, pendulum method.

Адрес для переписки: Ризноокая Н. Н., пр. Независимости, 65, г. Минск 220113, Республика Беларусь
e-mail: Riznookaya@bntu.by

Маятниковый метод является одним из самых чувствительных методов измерения трения качения [1, 2]. Наиболее перспективным для эксплуатации является маятник с опорой на один шарик [1]. Однако наряду с чувствительностью данный маятник характеризуется и рядом недостатков.

Маятник с опорой на один шарик может совершать колебания в неограниченном количестве плоскостей, тем самым затрудняя измерения параметров колебаний данного устройства. Для измерений оптимальным является, когда маятник совершает колебания в одной плоскости. Этого можно

добиться с помощью определенного соотношения длин осей маятника и как следствие соотношения моментов инерции данного устройства [2].

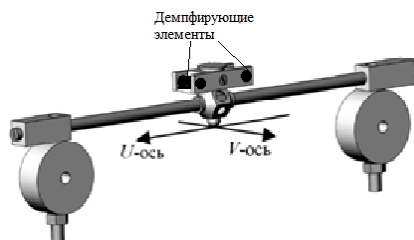


Рисунок 1 – Маятник с опорой на один шарик

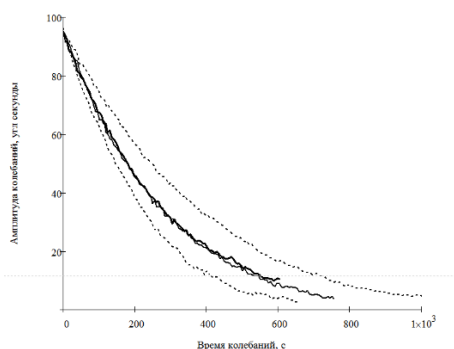


Рисунок 2 – Зависимости амплитуды колебаний от времени (--- с жидкостными демпферами, — без демпферов)

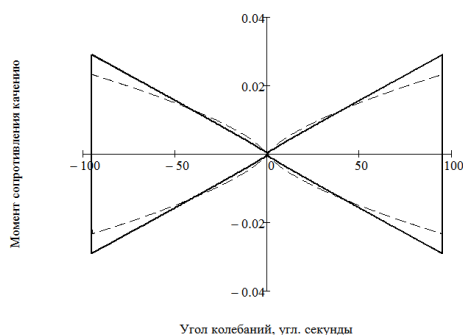


Рисунок 2 – Зависимость момента сопротивления качения от амплитуды для амплитуды 98 угловых секунд (--- с жидкостными демпферами, — без демпферов)

Сбалансированный маятник характеризуется нечувствительностью к вибрациям основания и колебаниям в заданной плоскости. Это справедливо для стационарного режима колебаний. При запуске маятник зачастую совершает колебания в плоскости перпендикулярной основным колебаниям.

Целью данных исследования являлось исследование метода жидкостного демпфирования для минимизации времени установления стационарных колебаний.

Конструкция маятника. Маятник имеет вытянутую форму, соотношение моментов инерции маятника не менее чем $I_u:I_v = 25:1$. Для демпфирования боковых колебания авторами было предложено использовать жидкость помещенную в одинаковые цилиндрические колбы. Колбы с жидкостью помещались максимально близко к центру масс, длинной стороной в направлении демпфируемых колебаний.

В идеальном случае, когда маятник совершает колебания без поперечных колебаний и нет шума, запись траектории движения луча лазера по матрице должна иметь форму прямой вертикальной линии. Однако реально траектория напоминает фигуру Лиссажу.

Результаты эксперимента. Исследования проводились с парой шарик пластина: сталь ШХ15 – стекло К8. Маятник имел массу 508 грамм.

В результате эксперимента было установлено, что использование жидкостных демпферов приводит к более быстрому затуханию поперечных колебаний. Однако наличие подобных демпферов приводит как к большему разбросу результатов измерений (рисунок 2), так и существенно оказывает влияние на момент сопротивления качения (рисунок 3).

Литература

1. I. Gilavdary, S. Mekid N.Riznookaya // Surface Topography: Metrology and Properties. – 2020. – V. 8, №. 3. – P. 035004.
2. Gilavdary, I. Phenomenological Laws of Single Point Contact: Pre-Rolling Contact Resistance through Pendulum / I. Gilavdary, S. Mekid, N. Riznookaya // Lubricants. – 2023. – Т. 11, №. 2. – С. 88.