2. В регионах (например, в Могилевской области) практика основана преимущественно на локальных нормативных документах. При этом в указанных документах отсутствует требование обязательных испытаний на класс по давлению дымовых труб, что на практике снижает уровень контроля и создает потенциальные риски для здоровья и безопасности граждан.

3. Игнорирование требований к дымовым трубам со стороны участников строительного процесса, в том числе при приемке объектов в эксплуатацию.

Пути совершенствования: внесения предложений для внесения изменений в действующие нормативно-правовые акты, регулирующие вопросы эксплуатации и приемки дымовых труб, с целью установления обязательности проведения испытаний на класс по давлению, а также, при необходимости, подготовки предложений по корректировке республиканских нормативных актов в данной сфере; инициировать комплексные (обоснованные) проверки объектов введенных в эксплуатацию с 2022 года, с приоритетным вниманием к зданиям с массовым пребыванием людей (детские сады и школы, больницы), включая обязательные испытания дымовых труб на класс по давлению, при необходимости присутствием инспекторов Департамента контроля и надзора за строительством (Госстройнадзора), для фиксации (возможных) нарушений; обеспечить незамедлительное информирование приемочных комиссий о необходимости строгого соблюдения требований СТБ 2039-2010 и Кодекса Республики Беларусь об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности при приемке объектов, исключая любые послабления.

Литература

1. СТБ 2039-2010. Строительство. Монтаж систем внутреннего газоснабжения зданий и сооружений. Контроль качества работ. – Введ. 01.01.2021. – Мн.: БелГИСС, 2010. – 32 с.

2. СТБ EN 1856-1-2013. Трубы дымовые. Требования к металлическим дымовым трубам. Часть 1. Детали дымотрубной системы. – Введ. 01.01.2024. – Мн.: БелГИСС, 2013. – 48 с.

3. СТБ EN 1859-2012. Трубы дымовые. Металлические дымовые трубы. Методы испытаний. – Введ. 01.01.2013. – Мн.: БелГИСС, 2012. – 36 с.

4. СТБ 1915-2020. Воздуховоды металлические вентиляционные. Технические условия. – Введ. 01.01.2020. – Мн.: БелГИСС, 2020. – 24 с.

5. Об оценке соответствия техническим требованиям и аккредитации органов по оценке соответствия: Закон Респ. Беларусь от 24.10.2016 № 437-З // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: https://pravo.by/document/ ?guid=3871&p0=H11600437 (дата обращения: 20.02.2025).

6. СТБ 2522-2019 (EN 12237:2003). Вентиляция в зданиях. Система воздуховодов. Прочность и герметичность воздуховодов из тонколистового металла круглого поперечного сечения. – Введ. 01.01.2019. – Мн.: БелГИСС, 2019. – 28 с.

УДК 621.31/.36

МЕТОДИКА КАЛИБРОВКИ АКСЕЛЕРОМЕТРА

Дубейко С. В., Коробко Ю. С.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Аннотация. Рассмотрена методика калибровки трехосного акселерометра модели 356A02 ICP® Triaxial Accelerometer производства PCB Piezotronics с помощью которого осуществляется измерение ускорения. Кратко были представлены все разделы методики калибровки.

Ключевые слова: акселерометр, методика калибровки, погрешность акселерометра, измерение ускорения, виброустановка.

ACCELEROMETER CALIBRATION TECHNIQUE

Dubeyko S. V., Korobko Yu. S.

Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

Abstract. The calibration method of the 356A02 ICP® Triaxial Accelerometer manufactured by PCB Piezotronics is considered, which is used to measure acceleration. All sections of the calibration method were briefly presented.

Keywords: accelerometer, calibration method, accelerometer error, acceleration measurement, vibration installation.

Адрес для переписки: Коробко Ю. С., пр. Независимости, 65, г. Минск 220113, Республика Беларусь
e-mail: korobko.u@bntu.by

Требования к порядку организации и осуществлению калибровки средств измерений, применяемых при измерениях в сфере законодательной метрологии и используемых в аккредитованных испытательных лабораториях (центрах) в Республике Беларусь устанавливаются в [1].

Предлагаемая статья посвящена актуальному вопросу – разработке методики калибровки трехосного акселерометра модели 356A02 ICP® Triaxial Accelerometer производства PCB Piezotronics с помощью которого осуществляется измерение ускорения. Данный акселерометр используется в испытательном модуле, предназначенном для испытаний спортивных и игровых площадок на требования безопасности применения. Согласно НДТ [2] основное требование, предъявляемое к акселерометрам, является обеспечение погрешности измерения ускорения (амплитуды) не более 5 %. При этом измерение

амплитуды должно осуществляется в рабочем диапазоне частот от 20 Гц до 1000 Гц.

Проведенные работы позволили определить структуру методики калибровки, которая включает в себя следующие разделы: структура, вводная часть, операции калибровки, средства калибровки, требования безопасности, условия калибровки, подготовка к калибровке, проведение калибровки, обработка результатов измерений, оформление результатов калибровки.

В соответствии с рекомендациями во вводной части методики калибровки устанавливают назначение и область распространения документа. При этом предлагается изложить данный раздел в следующей редакции: «Настоящий документ распространяется на испытательный модуль со встроенным акселерометром модели 356A2. Модуль предназначен для измерения и преобразования, ускорения контролируемого объекта в пропорциональный электрический сигнал, и устанавливает программу и методику проведения калибровки. Данные средства измерения при ударном воздействии воспроизводят электрический сигнал, пропорциональный значению ускорения. Их принцип действия основан на преобразовании механических колебаний в электрический сигнал, пропорционально ускорению контролируемого объекта. Встроенный в модуль электронный блок осуществляет регистрацию изменений напряжения, вычисление на основе зарегистрированных значений пиковой величины ускорения, угла удара, скорости в момент удара, коэффициента HIC. Информация о вычисленных величинах отражается на дисплее беспроводного блока управления».

Раздел «Операции калибровки» содержит перечень операций, проводимых при калибровке, указанных в определенной последовательности. В процессе выполнения калибровки испытательного модуля со встроенным акселерометром, ICP®, выполняются следующие операции: внешний осмотр и проверка комплектности, опробование, определение метрологических характеристик, определение погрешности измерения ускорения (амплитуды).

В разделе «Средства калибровки» рекомендуется приводить перечень эталонов, эталонных средств измерений и других технических средств с указанием их метрологических характеристик и (или) обозначений, распространяющихся на них стандартов, регламентирующих технические требования к ним. Для определения метрологических характеристик испытательного модуля со встроенным акселерометром, используется виброустановка МРА403–М124М. Кроме того, для определения величин, характеризующих условия выполнения измерений, используются прибор измерительный ПИ–002/1 и барометр-анероид БАММ–1.

В разделе «Требования безопасности» приводятся требования, обеспечивающие безопасность проведения калибровки: безопасность труда, производственная санитария, охрана окружающей среды и т. п. Раздел предлагается изложить в следующей редакции: «При проведении калибровки должны быть соблюдены требования безопасности, предусмотренные [3–5], а также соответствующие рекомендациям, изложенным в техническом описании на средства измерений и другие технические средства, требования инструкций по охране труда для сотрудников лаборатории, в которой проводится калибровка и инструкции по пожарной безопасности».

Раздел «Условия калибровки» может содержать перечень физических величин, влияющих на метеорологические характеристики калибруемых средств измерений, с указанием номинальных значений и пределов допускаемых при калибровке отклонений от номинальных значений. Согласно данным рекомендациям, а также в соответствии с [6] в этом разделе методики калибровки приводится следующая информация: «Калибровка средства измерения должна проводиться при следующих условиях: температура окружающей среды от 18 ºС до 25 ºС; влажность воздуха от 40 % до 80 %; атмосферное давление (от 97 кПа до 105 кПа)».

Раздел «Подготовка к калибровке» может содержать перечень подготовительных работ, которые производят перед калибровкой и способы их выполнения. Перед проведением процедуры калибровки испытательного модуля со встроенным акселерометром, необходимо выполнить подготовительные работы, отраженные в данном разделе методики, которые включают: проверку наличия технического описания СИ (документации по эксплуатации СИ); подготовку к работе СИ, эталонов и других технических средств согласно требованиям их технической или эксплуатационной документации; определение действительных значений температуры, влажности и атмосферного давления и сравнение их с допустимыми.

Раздел «Проведение калибровки» содержит следующие подразделы: внешний осмотр, опробование, определение метрологических характеристик. При внешнем осмотре приводят перечень требований, которым должно удовлетворять калибруемое СИ в отношении внешнего вида и проверяют: соответствие комплектности измерительных устройств требованиям сопроводительной документации; отсутствие внешних повреждений, влияющие на работоспособность преобразователя; соответствие маркировки измерительных устройств требованиям сопроводительной документации; целостность органов управления и дисплея. Опробование проводится в соответствии с эксплуатационной документацией на СИ и включает перечень и описание операций, которые необходимо провести с использованием или без использования средств калибровки для проверки работоспособности калибруемого средства измерения или действия, или взаимодействия его отдельных узлов и элементов. При опробовании проверяют работоспособность СИ; работоспособность ручного блока управления. Определение

метрологических характеристик включает перечень операций по определению метрологических характеристик калибруемого СИ. Погрешность акселерометра определяют при близких к постоянным значениям ускорения, воспроизводимых образцовой виброустановкой, не менее чем при 10 значениях частоты, находящихся в пределах рабочего диапазона частот акселерометра или в непрерывном спектре частот. При этом погрешность акселерометра Δf в рабочем диапазоне частот (в процентах) определяют, как:

$$\Delta_f = \frac{\alpha_n - \alpha_g}{\alpha_g} \cdot 100, \qquad (1)$$

где α_g – значение параметра вибрации, воспроизводимое образцовой виброустановкой; α_n – соответствующее показание акселерометра.

В разделе «Оформление результатов калибровки» приводятся требования к оформлению результатов калибровки. В методике калибровки установлено, что по результатам калибровки оформляется протокол. При положительных результатах на СИ наносят знак калибровки и (или) выдают свидетельство о поверке. При отрицательных результатах калибровки акселерометра ранее нанесенный знак калибровки подлежит уничтожению, предыдущее свидетельство прекращает свое действие, и выписывается заключение о непригодности. Акселерометр к применению не допускается.

Литература

1. Об утверждении Правил осуществления метрологической оценки в виде работ по калибровке средств измерений: постановление Госстандарта Респ. Беларусь от 23.04.2021 № 42 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100042 (дата обращения: 20.12.2025).

2. ГОСТ 34615-2019 (EN 1177:2018+AC:2019). Покрытия ударопоглощающие игровых площадок. Определение критической высоты падения. – Введ. 01.01.2020. – М.: Стандартинформ, 2019. – 24 с.

3. ТКП 181-2023. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. – Введ. 01.01.2024. – Минск: БелГИСС, 2023. – 184 с.

4. ТКП 427-2022. Электроустановки. Правила по обеспечению безопасности при эксплуатации. – Введ. 01.01.2023. – Мн.: БелГИСС, 2022. – 96 с.

5. ГОСТ 12.2.007.0-75. Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности. – Введ. 01.01.1976. – М.: Изд-во стандартов, 1975. – 16 с.

6. ГОСТ 8.009-84. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений. – Введ. 01.01.1985. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 24 с.

УДК 621.31/.36

НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ КАЛИБРОВКИ АКСЕЛЕРОМЕТРА TRIAX

Дубейко С. В., Коробко Ю. С.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Аннотация. Рассмотрена методика оценивания неопределенности калибровки акселерометра. Выявлены источники неопределенности, построена причинно-следственная диаграмма (диаграмма К. Исикавы). Представлен расчет расширенной неопределенности калибровки акселерометра TRIAX и бюджет неопределенности.

Ключевые слова: неопределенность, акселерометр, калибровка, ч, причинно-следственная диаграмма, измерение, источник неопределенности.

TRIAX ACCELEROMETER CALIBRATION UNCERTAINTY

Dubeyko S. V., Korobko Yu. S.

Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

Abstract. The method of estimating the uncertainty of the accelerometer calibration is considered. The sources of uncertainty are identified, and a cause-and-effect diagram (K. Ishikawa diagram) is constructed. The calculation of the extended uncertainty of the TRIAX accelerometer calibration and the uncertainty budget are presented.

Keywords: uncertainty, accelerometer, calibration, h, cause-and-effect diagram, measurement, source of uncertainty.

Адрес для переписки: Коробко Ю. С., пр. Независимости, 65, г. Минск 220113, Республика Беларусь
e-mail: korobko.u@bntu.by

Одной из важнейших функций любого государства является обеспечение безопасности его граждан, включающей, прежде всего, безопасность окружающей среды: транспорта, быта, спорта и т. п. Особенно остро стоит вопрос безопасности детей, поскольку дети находятся в стадии активного роста и развития, и их организмы еще не полностью сформированы и не имеют достаточной стойкости к воздействию различных факторов. Дети чаще подвержены болезням и негативному воздействию окружающей среды. Предлагаемая статья посвящена актуальному вопросу – обеспечению безопасности детей, находящихся на спортивных и игровых площадках во время проведения игр, спортивных мероприятиях и т. п. [1]. Основным направлением работы являются вопросы исследования различного рода покрытий игровых и спортивных площадок с целью определения их безопасности на ударное воздействие (прежде всего головы) и возможности их применения [2–3]. В результате разработана оригинальная методика испытаний указанных