

Учет в бюджете неопределенности прослеживаемости к стандартному образцу утвержденного типа ГСО 11934-2022 при испытании на ударный изгиб

Ченцова Ю. С., Толмачев В. В., Забелина А. А.

Уральский научно-исследовательский институт метрологии – филиал
ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии имени Д.И. Менделеева»,
г. Екатеринбург, Россия, e-mail: sertif@uniim.ru

Аннотация: В докладе представлено использование концепции прослеживаемости результатов измерений механических свойств металлов при испытании на ударный изгиб к стандартному образцу утвержденного типа ГСО 11934-2022, разработанного УНИИМ-филиалом ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева».

Ключевые слова: механические свойства, ударный изгиб, работа удара, метрологическая прослеживаемость, стандартный образец, бюджет неопределенности

Прочность металлов при испытании на ударный изгиб является одним из основных показателей механических свойств конструкционных материалов [1-3]. Испытание на ударный изгиб [4, 5] не является прямым измерением, характеристики ударопрочности (работа удара, поглощенная энергия) определяет автоматизированный комплекс маятникового копра с соответствующим программным обеспечением, используя соответствующие уравнения измерения при заданных условиях испытания. Поэтому результаты при испытании на ударный изгиб нельзя соотнести с основой для сравнения в виде эталона физической величины, но возможно в качестве основы для сравнения использовать стандартный образец. Однако вопросы применения стандартного образца ударопрочности по Шарпи (работы удара, поглощенной энергии) качестве основы для сравнения имеют специфические особенности.

Использование стандартного образца утвержденного типа работы удара стали марки 45 ГСО 11934-2022 [6], разработанного УНИИМ-филиалом ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева», как основы для сравнения и прослеживаемости результата, при оценивании неопределенности результатов испытаний на статическое растяжение приводит к необходимости учета систематической составляющей лаборатории при расчете неопределенности результатов испытания или как поправки, или как вклада в суммарную стандартную неопределенность.

Оценка неопределенности измерения работы удара (поглощенной энергии) KV авторами проводится на основе статистической модели результата измерения [7]:

$$KV = F \cdot L \cdot (\cos\beta - \cos\alpha) + \xi_{ГСО} + g_{KV} + e_{KV}, \quad (1)$$

где F – вес маятника копра, Н; L – расстояние от оси до центра удара (точкой приложения силы F), м; β – угол падения, °С; α – угол подъема, °С; $\xi_{ГСО}$ – смещение, обусловленное прослеживаемостью к стандартному образцу; g_{KV} – округление результата измерений; e_{KV} – случайная составляющая неопределенности измерений в условиях повторяемости.

При анализе бюджета неопределенности, составленного для уравнения измерения (1), анализируются следующие вклады в суммарную стандартную неопределенность:

- от веса маятника,
- от расстояния от оси до центра удара,
- угол падения маятника,
- угол подъема маятника,
- прослеживаемость к стандартному образцу,
- случайная составляющая измерений в условиях повторяемости.

Неопределенность, обусловленная прослеживаемостью к стандартному образцу утвержденного типа, описывается уравнением:

$$u^2(\xi_{ГСО}) = u^2(KV_{ГСО}) + \frac{(KV_{ГСО} - KV)^2}{2}, \quad (2)$$

где $u^2(KV_{ГСО})$ - неопределенность, соответствующая паспортному значению $KV_{ГСО}$, используемому для оценки правильности.

Вклад от прослеживаемости к стандартному образцу включает в себя 2 основных источника неопределенности:

- систематическая составляющая, связанная с реализацией методики испытаний в лаборатории, в том числе за счет подготовки образца,
- неоднородность материала стандартного образца.

Основные влияющие на неопределенность результата испытаний на ударный изгиб значения величин должны определяться при калибровке копра маятникового по международному стандарту ИСО 148-2 [8],:

- неопределенность веса маятника,
- неопределенность расстояния от оси до центра удара,
- неопределенность измерения копром угла падения маятника,
- неопределенность измерения копром угла подъема маятника.

Использование стандартного образца утвержденного типа как основы для сравнения является одним из основных инструментов обеспечения прослеживаемости и контроля точности результатов испытаний на ударный изгиб. Подход, основанный на составлении бюджета неопределенности для уравнения измерения (1), позволит лабораториям проводить надлежащую оценку неопределенности результатов испытаний на ударный изгиб, с учетом совокупного эффекта от всех источников неопределенности, включая смещение, обусловленное прослеживаемостью. Авторы считают, что приведенные теоретические принципы и алгоритмы расчетов могут быть использованы аккредитованными лабораториями при оценке неопределенности согласно требованию п.7.6 ГОСТ ISO/IEC 17025-2019.

ЛИТЕРАТУРА

1. Овчинников В., Гуреева М. Механические испытания: металлы, сварные соединения, покрытия. М.: Форум, 2015. 272 с.
2. Золоторевский В.С. Механические свойства металлов: учебник для вузов. М.: Metallurgy, 1983. 352 с.
3. Czichos H., Saito T., Smith L. Springer handbook of metrology and testing. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011. 1229 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-16641-9>
4. ГОСТ 9454-78 Металлы. Метод испытания на ударный изгиб при пониженных, комнатной и повышенных температурах. М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. С. 10.
5. ГОСТ Р ИСО 148-1-2013 Материалы металлические. Испытание на ударный изгиб на маятниковом копре по Шарпи. Часть 1. Метод испытания. М.: Стандартинформ, 2008. С. 24.
6. ГСО 11934-2022 Стандартный образец механических свойств стали марки 20 // Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений: официальный сайт. URL: <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/19/items/1400120>
7. ГОСТ Р ИСО 21748-2021 Статистические методы. Руководство по использованию оценок повторяемости, воспроизводимости и правильности при оценке неопределенности измерений. М.: Российский институт стандартизации, 2021. С. 36.
8. ISO 148-2:2016 Metallic materials — Charpy pendulum impact test — Part 2: Verification of testing machines // International Standard Organization. URL: <https://www.iso.org/ru/standard/63812.html>
9. ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий. М.: Стандартинформ, 2021. С. 26.