

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

На правах рукописи



Серёдкина Елизавета Алексеевна

**Разработка методики поверки профилометра Hammer
Tester T500 с учетом неопределенности измерения**

Направление подготовки
27.04.01– «Стандартизация и метрология»

**АВТОРЕФЕРАТ
МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ**

Никитина Елена Николаевна
Проверено
27.06.2019 Зачтено Библиотека

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре
государственный университет»

Научный руководитель

кандидат технических наук,
Кравченко Елена Геннадиевна

Рецензент

доцент кафедры технологии
машиностроения, ФГБОУ ВО НГТУ
Верещагина Александра Сергеевна

Защита состоится « 26 » июня 2019 года в 9 часов 00 мин на заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки 27.04.01– «Стандартизация и метрология» в Комсомольском-на-Амуре государственном университете по адресу: 681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, ауд.124/2.

Секретарь ГЭК



В.В. Алтухова

Актуальность темы магистерской диссертации

Измеряя какую-либо физическую величину, мы не рассчитываем получить ее истинные значения, поэтому необходимо указать, насколько результат измерения близок к истинному значению, т.е. указать точность измерения. Для этого вместе с результатом измерения указывается приближенная погрешность (ошибка) измерения.

Неопределенность, в отличие от погрешности, имеет прогрессирующий характер и применяется в области метрологии, как оценка достоверности результатов измерений.

Ключевым моментом данной темы является то, что методика поверки будет относиться к шероховатости. А шероховатость влияет на эксплуатационные показатели и является одной из основных геометрических характеристик качества.

При внедрении неопределенности измерения в поверку прибора для измерения шероховатости можно повысить точность измерения, и как следствие улучшить эксплуатационные показатели.

В этой связи возникает потребность в разработке методики поверки профилометра Hammer Tester T500 с учетом неопределенности измерения.

Цель магистерской диссертации

Разработка методики поверки профилометра с учетом неопределенности измерения.

Основные задачи магистерской диссертации

- 1 Изучить понятия неопределенности измерений.
- 2 Исследовать значения поверки профилометра.
- 3 Разработать методику поверки профилометра.
- 4 Внедрение методики на предприятия Филиала ПАО «Сухой» «КнААЗ».

Характеристика объекта и предмета исследования

Объект: профилометр Hammer Tester T500

Предмет: поверка прибора с учетом неопределенности измерений.

Научная новизна магистерской диссертации

Разработана новая методика поверки средства измерения с учетом неопределенностей, отличительной особенностью, которой является учет неопределенности измерений в поверку, позволяющая повысить точность измерений параметров шероховатости на профилометре Hammer Tester T500.

Практическая ценность и реализация результатов работы:

Разработанная методика внедрена в производственный процесс лаборатории «Линейно-угловых измерений» предприятия «КнААЗ».

Основные положения методики могут быть положены в основу разработки метрологических рекомендаций для лабораторий, которые должны оценивать точность измерений.

Личный вклад автора

- 1 Проведен анализ существующих методик поверке приборов для измерения шероховатости;
- 2 Проведен анализ методик для расчета неопределенности измерений;
- 3 Разработана методика поверки профилометра Hammer Tester T500 с учетом неопределенности измерений.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, 2 глав, общих выводов, списка использованных источников, включающих в себя 14 наименований. Работа изложена в 64 страницах, 28 из которых приложения, содержит 8 таблиц и 7 иллюстрации. В приложении А входит 18 страниц, в приложение Б входит 6 страниц, приложение В, Г, Д и Е по 1 страницы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В введении сформулирована цель и задачи магистерской диссертации.

В первой главе приведены основные термины и определения. Рассмотрены различные методики поверки приборов для измерения шероховатости: а) МИ 1850-88 – «Методические указания ГСИ. Образцы шероховатости поверхности (сравнения). Методика поверки»; б) 130.0.01-ПС «Профилометр модели 130. Паспорт», утвержденного ГИЦ СИ ФГУП «ВНИИМС»; в) МП 2550-0256-2014 «Профилографы акустические доплеровские модификаций River Surveyor S5 и River Surveyor M9. Методика поверки», утвержденной ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева».

Проанализировав возможности существующих методик поверки приборов для измерения шероховатости, можно сделать вывод, что ни одна из рассмотренных методик не учитывает неопределенность измерений. В связи с этим возникает потребность в разработке методики поверки профилометра Hammer Tester T500 с учетом неопределенности измерений.

Рассмотрены и проанализированы методы нахождения неопределенности измерения:

- аналитический метод;
- метод Монте-Карло;
- оценивания неопределенности GUM.

Анализ существующих методов оценивания неопределенности показал, что наилучшим методом оценивания является структура оценивания неопределенности GUM. Данная структура наилучшим образом подходит для прибора Hammer Tester T500. И ее применение целесообразней, чем другие методы оценивания неопределенности измерений.

Во второй главе разработана методика поверки профилометра Hammer Taster T500 с учетом неопределенности измерений.

Основное содержание методики заключается: область применения; нормативные ссылки; опробование, в область применения входит режим измерения, общие требования к профилометру, требования к объектам измере-

ния (форма, длина и ширина, подготовка поверхности), условия измерений; меры шероховатости включают в себя: производство эталонных мер шероховатости, процедуру поверки, число измерений, маркировку, срок использования; требования к эталонам и средству измерения.

Особое внимание было уделено методике поверке профилометра Hammer Tester T500 с учетом неопределенности измерений.

Представлен подход, для определения неопределенности, учитывает только те неопределенности, которые связаны с показаниями профилометра с учетом мер шероховатости. Данные показатели неопределенности отражают совокупное влияние всех отдельных погрешностей.

Анализ неопределенности измерений является полезным инструментом, чтобы помочь определить источники ошибок и понять, почему появляются различия в результатах измерений.

Алгоритм вычисления неопределенности измерения твердости предназначен для вычисления расширенной неопределенности, связанной с измеренным значением шероховатости. Приведены два разных метода вычисления неопределенности по типу А и по типу В, а так же расчет расширенной неопределенности.

Отклонения профилометра на основе измерений по мере шероховатости получают путем вычисления:

- значения, присвоенного мере шероховатости при калибровке;
- среднего значения результатов измерений 25 измерений в процессе испытания профилометра по мере шероховатости;
- Отклонение следует учитывать при вычислении неопределенности каждым из методов.

Ниже приведены два метода вычисления неопределенности измерений. По типу А учитывает систематическое отклонение твердомера двумя различными способами. Тип В позволяет находить значение неопределенности без учета систематического отклонения.

Дополнительные сведения о вычислении неопределенности измерений

шероховатости приведены в ГОСТР 54500.3.2 - 2011

а) Неопределенность по типу А

По типу А вычисляют стандартную неопределенность, обусловленную источниками неопределенности, имеющими случайных характер.

Стандартную неопределенность шероховатости, обусловленную источниками неопределенности, имеющими случайных характер $U_A(R)$ определяется:

$$U_A(R) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{R} - Ri)^2}{n - 1}}$$

б) Неопределенность по типу В

Неопределенность измерений по типу В

Неопределенность измерений по типу В вычисляют, для симметричных границ:

$$U_B(R) = \frac{bi}{\sqrt{3}}$$

с) Вычисление суммарной и расширенной неопределенности

Суммарная стандартная неопределенность вычисляется:

$$U_C(R) = \sqrt{U_A^2(R) + U_B^2(R)}$$

Расширенная неопределенность вычисляется:

$$U(R) = kU_C(R),$$

где k – коэффициент охвата, равный 2 при нормальной распределении и $P=0.95$.

Представлены результаты измерений:

1 для мер шероховатости:

Параметр	Фильтр	Действительное значение, мкм	Расширенная неопределенность измерений, мкм
Ra	Гауссовский	3.03	0.03

2 для профилометра:

Параметр	Фильтр	Среднее значение параметра Ra, мкм	Среднее квадратическое отклонение	Расширенная неопределенность измерений, мкм
Ra	Гауссовский	2,97	0,05 мкм 1,68 %	0.06

Смысл учета неопределенности при поверке поясняется схемой на рисунке 1. Данная схема поясняет принципы совместного использования понятия «погрешность» и «неопределенность».

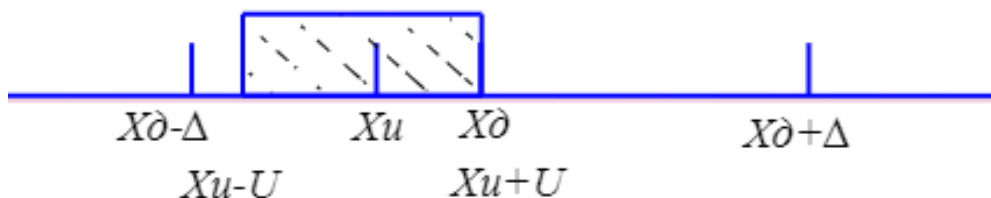


Рисунок 1 – Схема учета неопределенности при поверке средства измерения

На рисунке 1, значение $X_d = 3,03$ – это действительное значение (эталоны);

$X_i = 2,97$ – показания поверяемого прибора (номинальное значение);

U – расширенная неопределенность;

Δ – нижний и верхний пределы допускаемой погрешности по нормативному документу на поверяемое средства измерения.

Условия годности прибора:

$$\left. \begin{array}{l} S \text{ и (или) } S_{\text{отн}} \\ \frac{\delta_{\text{сист}}}{100 \%} \end{array} \right\} \leq \Delta_{\text{пр}}$$

$$U \leq \frac{1}{3} \Delta_{\text{пр}} - \text{пренебрегаем}$$

$$S \leq \sqrt{(\Delta_{\text{пр}}^2 - U^2)}$$

$$\left. \begin{array}{l} 0,05 \\ 0,02 \end{array} \right\} \leq 0,15;$$

$0,06 \leq 0,05$ – не пренебрегается;

$$0,05 \leq 0,14.$$

По данным результатам поверки профилометра с учетом неопределенности измерений делаем вывод, что данный профилометр признан соответствующим установленным метрологическим требованиям и пригоден к применению в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений.

Представлены сведения и результаты поверки профилометра Hammer Tester T500, которые были проведены на филиала ПАО «Компания «Сухой» «КНААЗ им. Ю.А. Гагарина».

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

В ходе написания магистерской диссертации были получены следующие выводы:

1 Проведен анализ литературных источников. Данный анализ показал, что существует различные подходы к определению неопределенности измерений, а так же что неопределенность измерения связано с оцениванием точности проведения измерений. Все измерительные лаборатории стан членов ВТО должны оценивать точность результатов измерений в терминах неопределенности.

При оценки точности измерений используя неопределенность, можно сказать:

- если расширенная неопределенность измерений при поверке не превышает $1/3$ пределов допускаемой погрешности, то неопределенностью пренебрегают;

- если стандартное отклонение не превышает квадратного корня из разности квадратов нормы погрешности и расширенной неопределенности измерения при поверке, то средство измерения считается годным.

2 В ходе работ магистерской диссертации, разработана «Методика поверки профилометра Hammer Tester T500 с учетом неопределенности измерений».

3 «Методика поверки профилометра Hammer Tester T500 с учетом неопределенности измерений» внедрена в производственный процесс лаборатории «Линейно-угловых измерений».

4 Разработанная методика прошла апробацию в лаборатории линейно-угловых измерений на предприятии КнААЗ.

5 Основные положения методики могут быть положены в основу разработки метрологических рекомендаций для лабораторий, которые должны оценивать точность измерений.

Список опубликованных работ

1 Середкина Е.А. Анализ методик поверки профилометра с учетом неопределенности измерений / Е.А Середкина, Е.Г. Кравченко // Научно-техническое творчество аспирантов и студентов: материалы научно-технической конференции студентов и аспирантов, Комсомольск-на-Амуре, 91-20 апреля 2018 г.: в 2 ч. /редкол.: Э.А. Дмитриева (отв.ред.) [и др.]. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2018. – Ч.1 - 524 с.

2 Середкина Е.А Разработка методики поверки профилометра HammerTesterT500 / Е.А Середкина, Е.Г. Кравченко //Научно-техническое творчество аспирантов и студентов: материалы научно-технической конференции студентов и аспирантов, Комсомольск-на-Амуре (в печати).