

Сравнительный анализ зависимости точности измерений на контурографе от угловых и скоростных параметров щупа

К. Епифанцев, к.т.н.¹

УДК 744.42:53.08 | ВАК 2.2.4

Процесс калибровки в приборах происходит путем введения коэффициентов компенсации за счет аддитивных или мультипликативных поправок при выявлении отклонения измеренного значения от положенного (эталонного, идеального). Для контурографов введение поправок составляет важную часть калибровочной процедуры, поскольку прибор, находящийся в условиях городской плотной застройки, подвержен постоянному воздействию вибрации, запыленности, влажности. В статье представлены экспериментальные данные, которые позволяют изучить процесс калибровки контурографа для разных экспериментальных условий и выявить оптимальные значения угловых и скоростных параметров измерений.

При проведении калибровки и измерений контурографом в методике не указаны предпочтительные скорости измерения, размеры эталонов, процесс закрепления детали (момент затяжки в тисках). Основного ГОСТа по калибровке контурографа нет, и в наличии у многих компаний имеются только напечатанные инструкции от фирм-производителей. Однако есть информация по поверке контурографов в базе ВНИИМС. Поверка осуществляется по документу МП 58193-14 «Контурографы модели 220. Методика поверки», утвержденному ФГБУ «ВНИИМС» в апреле 2014 года. Основные средства поверки: меры профильные ПРО-10 (Госреестр № 46835-11), концевые меры длины по ГОСТ 9038-90, мера для поверки приборов для измерений контура поверхности KN 100 (Госреестр № 52266-12), полусферическая стеклянная образцовая мера круглости типа ОМК с отклонением от круглости не более 1,0 мкм по ГОСТ 24462-83, бруски контрольные БК по ГОСТ 22601-77. Основным документ в реестре СИ «Контурографы 220, ГРСИ 58193-14» [1].

Рассмотрим процесс калибровки на примере контурографа Contracer CV-2100. На начальном этапе калибровки проведем измерения базовых эталонных концевых мер длины. Использовались разные меры длины (наборного

типа). Значения, полученные при исследовании методики калибровки, представлены в табл. 1 и на рис. 1.

Важной характеристикой [2, 3] на производстве является скорость проведения измерений на контурографе. Это определяет работу службы качества, методику выбранных оператором измерений. Была исследована зависимость точности измерений от задаваемой скорости движения щупа. Для сравнения показаний, измеренных контурографом, использовались значения, полученные для той же детали микрометром. Вычисление разницы измеренного

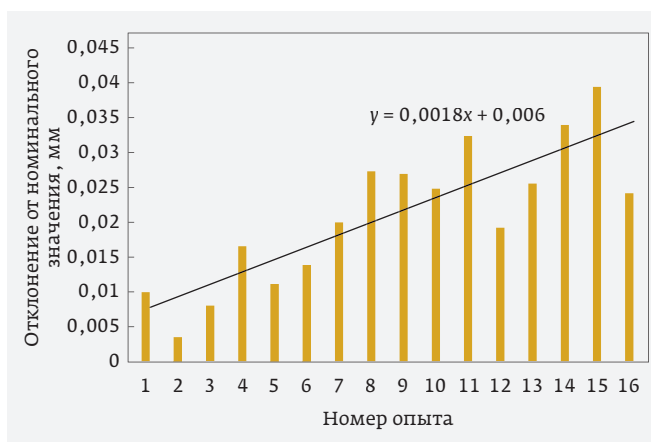


Рис. 1. Разница значений, полученных при калибровке, и номинальных

¹ Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, доцент, epifancew@gmail.com.

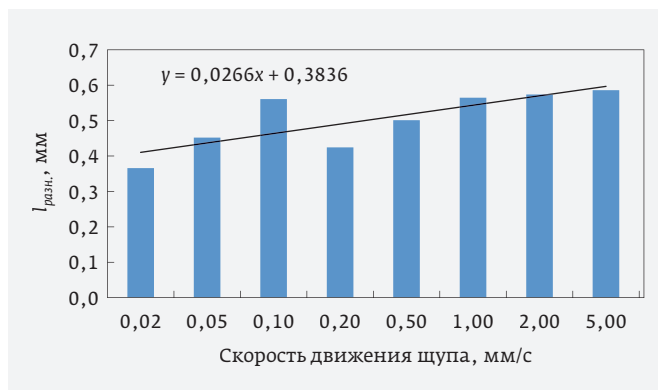
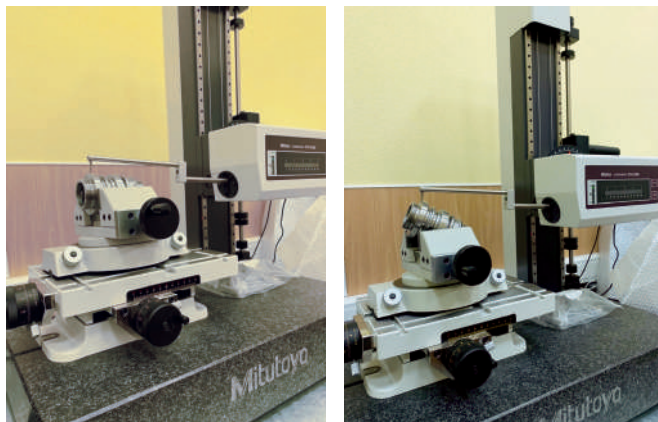


Рис. 2. Разница между значениями, измеренными микрометром и контурографом при различных скоростях движения щупа



а)

б)

Рис. 3. Измерение детали, лежащей горизонтально (а) и с наклоном (б)

микрометром значения $l_{\text{микро}}$ и значения, измеренного контурографом $l_{\text{конт.}}$, выполняется по формуле:

$$l_{\text{разн.}} = |l_{\text{микро}} - l_{\text{конт.}}| \quad (1)$$

По полученным значениям была построена диаграмма, изображенная на рис. 2.

Деталь в тисках может устанавливаться с разными углами наклона (рис. 3), и это не регламентировано в методике, теоретически каждый оператор устанавливает это положение «на глаз», что чревато потерей точности. Результаты исследования зависимости точности от скорости в разных положениях представлены в табл. 2.

На рис. 4, 5 показаны результаты анализа для одного и различных положений детали.

Изучив методику измерений для контурографа Contracer CV-2100, проведя опыты по нахождению наилучшей скорости для более точных измерений, можно сделать следующие выводы:

- при измерениях части детали в одном положении зависимость от скорости щупа такова: чем меньше скорость, тем больше точность;
- при измерениях части детали в разных положениях зависимость от скорости такова: от наименьшей скорости 0,02 мм/с до средней скорости 0,5 мм/с точность уменьшается, от средней скорости 0,5 мм/с до самой высокой скорости 5,00 мм/с точность увеличивается. Угол наклона детали при этом имеет важное значение: чем больше угол наклона, тем точность измерения линейных размеров хуже, однако углы и острые кромки измеряются лучше (щуп более плавно сползает с острых кромок, тогда как при параллельном расположении детали к тискам и столу щуп может резко упасть со ступенчатых элементов детали). Данные аспекты должны корректироваться на этапе сшивки контура и результат измерений во многом зависит от опыта работы оператора с программой FormTrace Pak.

В большинстве случаев значения, измеренные при разных положениях детали, оказываются более

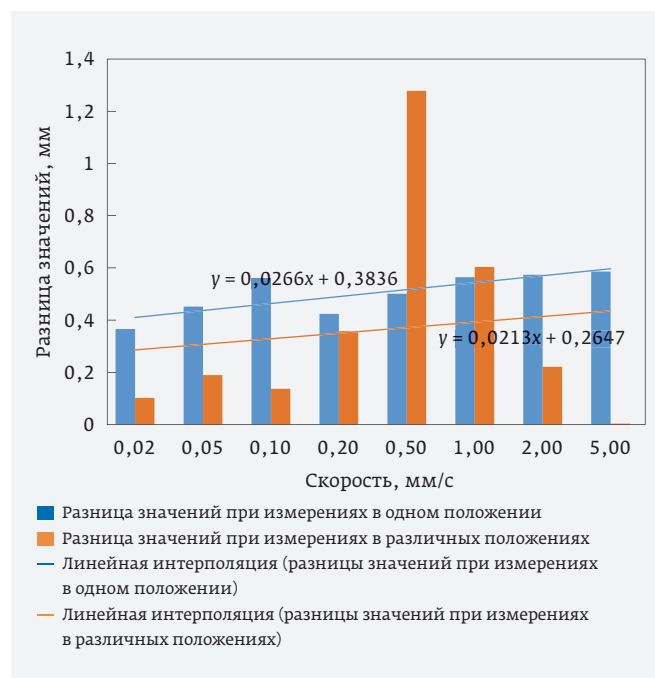


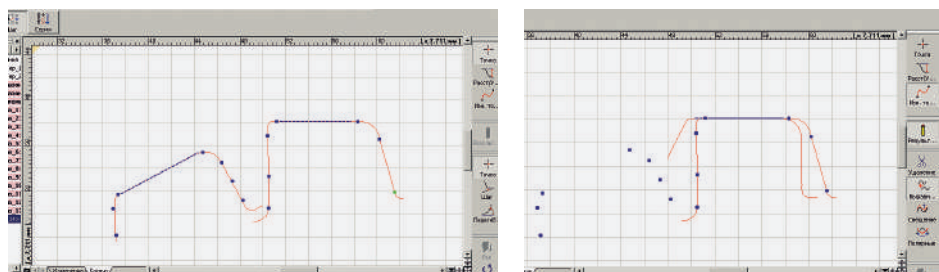
Рис. 4. Разница значений, измеренных в одном и в различных положениях детали

Таблица 1. Результаты исследования методики калибровки

Номер опыта	Номинальное значение концевой меры, мм	Значение, полученное при калибровке, мм	Разность значений, мм
1	10,000000	9,989965	0,010035
2	11,000000	11,003566	0,003566
3	12,000000	11,991909	0,008091
4	13,000000	12,983365	0,016635
5	14,000000	13,988771	0,011229
6	15,000000	14,986075	0,013925
7	16,000000	15,979937	0,020063
8	17,000000	16,972626	0,027374
9	18,000000	17,972980	0,02702
10	19,000000	18,975097	0,024903
11	20,000000	19,967570	0,03243
12	21,000000	20,980727	0,019273
13	22,000000	21,974396	0,025604
14	23,000000	22,965976	0,034024
15	24,000000	23,960491	0,039509
16	25,000000	24,975788	0,024212

Таблица 2. Результаты исследования зависимости точности измерений от скорости щупа контурографа при различных положениях детали

Скорость щупа контурографа, мм/с	Значение, полученное на контурографе, мм	Разница между значениями, измеренными микрометром и контурографом, мм
0,02	10,0587	0,1013
0,05	9,9716	0,1884
0,10	10,0244	0,1356
0,20	9,803	0,357
0,50	8,8834	1,2766
1,00	9,5573	0,6027
2,00	9,9397	0,2203
5,00	10,1575	0,0025



а)

б)

Рис. 5. Пример измерения одного и того же контура без наклона и с наклоном детали: а – отдельно расположенные контуры после снятия размеров; б – наложение контуров

точными [4]. Исходя из реестра СИ данные измерения, проведенные на контурографе, удовлетворяют требованиям к допустимой погрешности, однако вызывает вопросы точность измерений при разных углах наклона, что может послужить причиной отбраковки детали.

ЛИТЕРАТУРА

1. ООО «СУПРР» Электронный ресурс. URL <https://saprd.ru/grsi/58193-14/> Дата обращения 19.09.2024.
2. **Гущина Е.А., Епифанцев К.В., Ефремов Н.Ю.** Цифровая метрология: учебно-методическое пособие. СПб: ГУАП, 2022. 104 с.
3. **Котова Е.К.** Исследование методики измерений и калибровки цифрового контурографа. ВКР. СПб: ГУАП. 2023. 48 с.
4. Контурографы. Электронный ресурс. URL https://forttool.ru/catalog/izmereniya-formy-i-sherohovatosti-mitutoyo/konturografy-contracer-cv_3200-i-cv_4500-mitutoyo-seriya-218/ Дата обращения 19.09.2024.

КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ТЕХНОСФЕРА»



Цена 1300 руб.

ЭТАЛОНЫ И СТАНДАРТНЫЕ ОБРАЗЦЫ В ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ. ЭЛЕКТРОРАДИОИЗМЕРЕНИЯ

Лукашкин В.Г., Булатов М.Ф.

Издание осуществлено при финансовой поддержке Федерального агентства по печати и массовым коммуникациям в рамках Федеральной целевой программы «Культура России (2012–2018 годы)»

М.: ТЕХНОСФЕРА,
2019. – 402 с.,
ISBN 978-5-94836-512-1

В книге рассмотрены общие вопросы метрологического обеспечения и единицы физических величин. Изложены основные задачи технических средств метрологического обеспечения в области электрорадиоизмерений. Даны оценки погрешности и неопределенности первичных и рабочих эталонов.

Книга может быть полезна студентам и аспирантам при выборе и обосновании эталонной базы в области электрорадиоизмерений, а также специалистам, занимающимся вопросами разработки, производства и оценки качества средств измерений, контроля и испытаний.

КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

✉ 125319, Москва, а/я 91; ☎ +7 495 234-0110; 📠 +7 495 956-3346; knigi@technosphere.ru, sales@technosphere.ru