



<https://doi.org/10.21122/1683-6065-2019-3-107-111>  
УДК 669.

Поступила 07.08.2019  
Received 07.08.2019

## ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ВНУТРЕННИХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КАНАЛА ДЕТАЛЕЙ МАЛОГО РАЗМЕРА

С. В. ЗАХОРЕВИЧ, И. В. БОРИСОВЕЦ, И. П. ЛАЗЕБНИКОВА, ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», г. Жлобин, Гомельская обл., Беларусь, ул. Промышленная, 37.  
E-mail: omp.czl@bmz.gomel.by

*Технические измерения линейно-угловых величин деталей и изделий являются самыми распространенными в машиностроении и составляют до 95% измерений всех контролируемых величин. Измерительный контроль – неотъемлемая часть каждой операции технологических процессов изготовления, сборки, испытания продукции. Приведенный комплексный метод измерения внешних и внутренних геометрических характеристик твердосплавной фильеры позволяет выполнять измерение геометрических параметров деталей малых габаритных размеров и давать конечную оценку изделию на соответствие требованиям проектной технической документации.*

**Ключевые слова.** Измерение, геометрический параметр, проектор профиля, стереоскопический микроскоп, слепок, проекция, программное обеспечение, канал, твердосплавная фильера.

**Для цитирования.** Захоревич, С. В. Особенности измерения внутренних геометрических параметров канала деталей малого размера. / С. В. Захоревич, И. В. Борисовец, И. П. Лазебникова // Литье и металлургия. 2019. № 3. С. 107–111. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2019-3-107-111>.

## SPECIAL ASPECTS OF THE MEASUREMENT OF THE INTERNAL GEOMETRIC PARAMETERS OF THE CHANNEL PARTS OF SMALL SIZE

S. V. ZAKHOREVICH, I. V. BORISOVETS, I. P. LAZEBNIKOVA, OJSC «BSW – Management Company of Holding «BMC», Zhlobin City, Gomel region, Belarus, 37, Promyshlennaya str. E-mail: omp.czl@bmz.gomel.by

*Technical measurements of linear-angular sizes of parts and products are the most common in mechanical engineering and make up to 95% of the measurements of all controlled sizes. Measuring control is an integral part of each operation of technological processes of production, assembly, testing of products. The complex method of measuring the external and internal geometric characteristics of a carbide die, given in the article, allows to measure the geometric parameters of small-size parts and to give a final assessment of the product for compliance with the requirements of the project technical documentation.*

**Keywords.** Measurement, geometric parameter, profile projector, stereoscopic microscope, replica, projection, software, channel, carbide die.

**For citation.** Zakhorevich S. V., Borisovets I. V., Lazebnikova I. P. Special aspects of the measurement of the internal geometric parameters of the channel parts of small size. Foundry production and metallurgy, 2019, no. 3, pp. 107–111. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2019-3-107-111>.

Измерительная информация, получаемая при измерениях, необходима для управления технологическими процессами и обеспечения качества деталей и изделий по размерной и геометрической точности [1]. Контроль геометрических параметров деталей заключается в сопоставлении действительных значений геометрических параметров со значениями, определяемыми техническими требованиями к изделию. Он осуществляется методом измерений, т. е. с выражением параметра в числовой форме. Значения геометрических параметров изделий задают при их проектировании, как правило, в числовой форме и проставляют на чертежах.

Точностью изготовления называют степень приближения действительных значений геометрических и других параметров деталей и изделий к их заданным значениям, указанным в чертежах или технических условиях [2].

В процессе изготовления изделий необходимо контролировать соответствие действительного значения этих параметров значениям, установленным в технической документации. Большинство геометри-

ческих параметров представляет собой числовые значения линейных и угловых величин или оценивается через них. Эти числовые значения называются размерами, а процесс их контроля – размерным контролем.

Таким образом, целью размерного контроля является сопоставление действительных геометрических параметров изделий, выраженных через размеры, со значениями этих параметров, которые определены при проектировании изделия.

Размерный контроль завершается определением годности изделия или выдачей сигнала управления, который используют для отбраковки или управления технологическим процессом.

При эксплуатации технологических машин, агрегатов значительное место занимают ремонт, модернизация и поддержание работоспособности оборудования, узлов и механизмов. Для этого выполняется множество измерений геометрических параметров (линейных и угловых размеров) деталей, предназначенных для бесперебойной эксплуатации машин и механизмов. От проведения корректных измерений в процессе изготовления деталей и их ремонта зависит производительность технологического оборудования и качество выпускаемой продукции.

Измерение геометрических параметров зачастую затрудняется конструктивными особенностями и габаритными размерами детали. Сегодня точность измерений геометрических параметров связана с современными измерительными приборами и программным обеспечением, которые позволяют быстро и своевременно произвести требуемые замеры.

В лаборатории ЦЗЛ ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» проведена работа по определению наружных и внутренних геометрических параметров твердосплавной фильеры. Трудность измерения заключалась в определении внутренних размеров канала фильеры. Для этого был изготовлен слепок канала, который полностью повторял его геометрическую форму. Геометрические параметры канала фильеры определяли с помощью стереоскопического микроскопа и программного обеспечения соответствующих размеров проекции слепка.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что измерение геометрических параметров с помощью стереоскопического микроскопа и программного обеспечения методом измерения проекции слепка обеспечивает достаточную точность оценки геометрических размеров канала фильеры при контроле. В данной статье представлены методы и приборы, предназначенные для измерения геометрических характеристик деталей технологического оборудования.

В лабораторию ЦЗЛ ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» поступил образец твердосплавной фильеры для определения соответствия проектной технической документации и возможности установки в ротационную размотку канатной машины. Внешний вид фильеры показан на рис. 1, 2.

Требования к геометрическим параметрам фильеры твердосплавной, согласно проектной технической документации, приведены в табл. 1.

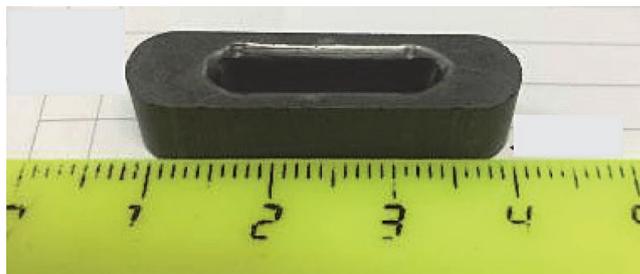


Рис. 1. Внешний вид твердосплавной фильеры

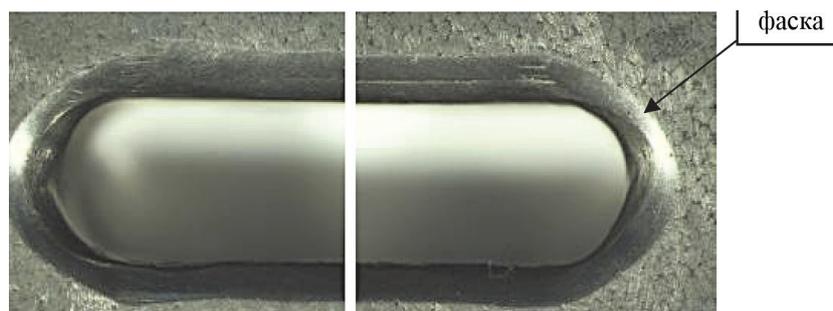


Рис. 2. Вид рабочего канала твердосплавной фильеры

Таблица 1. Требования к геометрическим параметрам твердосплавной фильеры согласно проектной технической документации

Наименование параметра	Требования проектной технической документации
Длина детали, мм	32±0,45 (31,55–32,45)
Ширина детали, мм	8–0,2 (7,8–8,0)
Высота фильеры, мм	8±0,25 (7,75–8,25)
Ширина отверстия, мм	3,2±0,2 (3,0–3,4)
Длина отверстия, мм	18±0,35 (17,65–18,35)
Радиус закругления рабочей поверхности канала, мм	R 10
Радиус закругления фаски, мм	R 0,6

Измерение внешних геометрических параметров твердосплавной фильеры проводили с помощью проектора профиля Nikon V-12 (диапазон измерений микрометрической головки – 0–50 мм, цена деления – 0,001 мм; класс точности (погрешность прибора) – ±3,0 мкм); штангенциркуля (диапазон измерений – 0–150 мм; цена деления – 0,05 мм; класс точности – 2).

Измерение внутренних параметров канала фильеры выполняли с помощью стереоскопического микроскопа Stemi 2000-C и программного обеспечения AxioVision. AxioVision – это модульная система обработки и анализа изображений, используемая в современной микроскопии. Она включает в себя основные функции для получения, обработки, архивации и документации изображений. Следует отметить, что перед проведением измерений программное обеспечение AxioVision подвергали калибровке с помощью объект-микрометра OM-O (диапазон измерений – 0–1 мм, цена деления – 0,005 мм).

Настройка масштаба (калибровка) системы является важным условием при измерении таких размеров, как длина, площадь и т. д., а также необходима для корректной вставки масштабной линейки в изображение при работе с программным обеспечением AxioVision. В процессе масштабирования делается, а затем сохраняется снимок изображения эталонной шкалы с использованием всех доступных возможностей увеличения микроскопа (рис. 3). Используется подходящая шкала с известным интервалом между делениями (в нашем случае шкала объект-микрометра). В шкале расстояния известной длины определяются в интерактивном режиме. Информация о длине расстояния и количестве пикселей между начальной и конечной точками линии используется для вычисления масштаба для выбранного набора параметров увеличения (размер пикселя в X- и Y-направлениях). Сам масштаб сохраняется в виде документа с расширением «ZVS»

Результаты измерений внешних и внутренних геометрических параметров твердосплавной фильеры приведены в табл. 2.

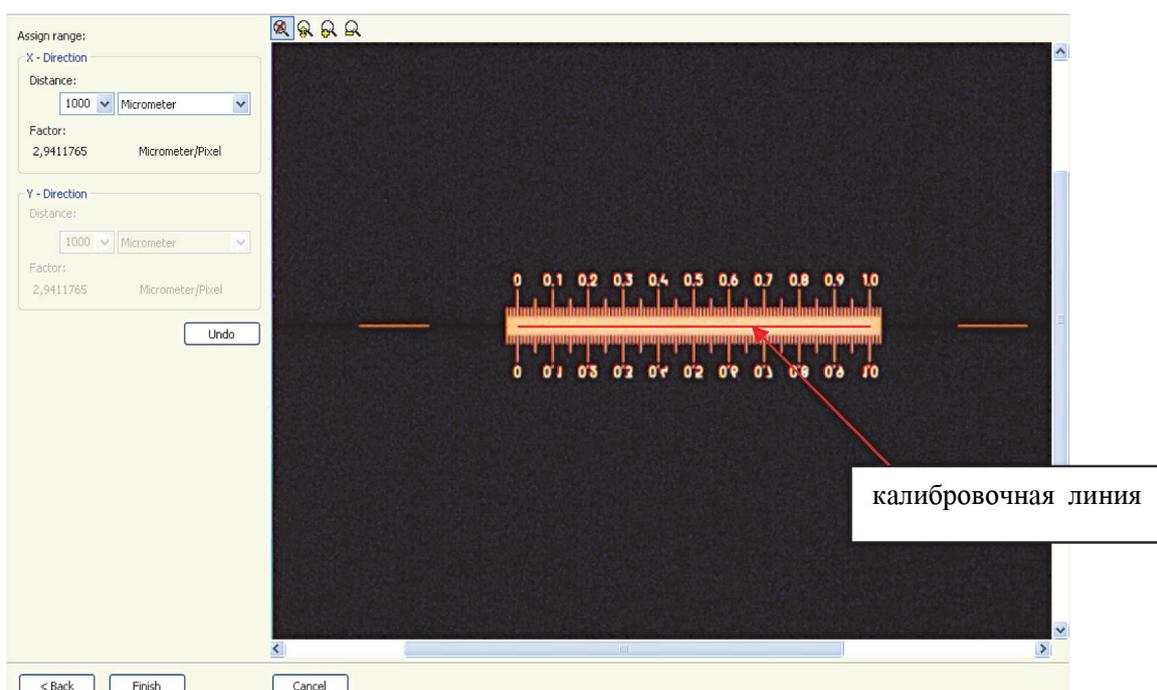


Рис. 3. Изображение шкалы объект-микрометра, полученное с помощью программного обеспечения AxioVision

Таблица 2. Результаты измерений геометрических параметров твердосплавной фильеры, выполненные различными методами (с помощью различных приборов)

Геометрический параметр	Стереомикроскоп Stemi 2000-C, программное обеспечение AxioVision		Проектор профиля Nikon	Штангенциркуль	Требования проектной технической документации
	параметры канала фильеры		внешние параметры фильеры		
	измеренное значение				
Длина детали, мм	–		31,55	31,60	32±0,45 (31,55–32,45)
Ширина детали, мм	–		7,8	7,8	8–0,2 (7,8–8,0)
Высота фильеры, мм	–		7,96	7,95	8±0,25 (7,75–8,25)
Ширина отверстия, мм	–		3,00	–	3,2±0,2 (3,0–3,4)
Длина отверстия, мм	–		17,71	–	18±0,35 (17,65–18,35)
Радиус закругления рабочей поверхности канала, мм	Отсутствует (рис. 5, 6)		Отсутствует (рис. 4)	–	R10
Радиус закругления фаски, мм	R 1,6 R 1,6 (рис. 7)	R 1,5 R 1,7 (рис. 8)	–	–	R 0,6

Как видно из таблицы, внешние параметры твердосплавной фильеры соответствуют требованиям проектной технической документации.

Для измерения внутренних параметров канала фильеры был изготовлен слепок (рис. 4). Жидкую вязкую заливочную массу помещали в канал фильеры и закрепляли на основании фильеры с помощью болтов. После застывания слепок аккуратно извлекали из канала.

Схема измерения геометрических параметров внутреннего профиля твердосплавной фильеры методом измерения проекции слепка канала с помощью стереоскопического микроскопа Stemi 2000-C и программного обеспечения AxioVision показана на рис. 5–8.

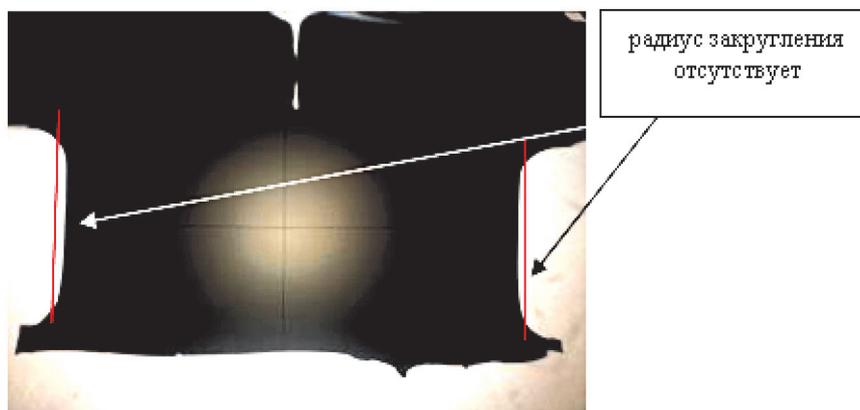


Рис. 4. Вид проекции слепка канала фильеры (изображение получено с помощью проектора профиля Nikon V-12)



Рис. 5. Схема измерения радиуса закругления рабочей поверхности канала (вид левой стороны проекции слепка канала фильеры)

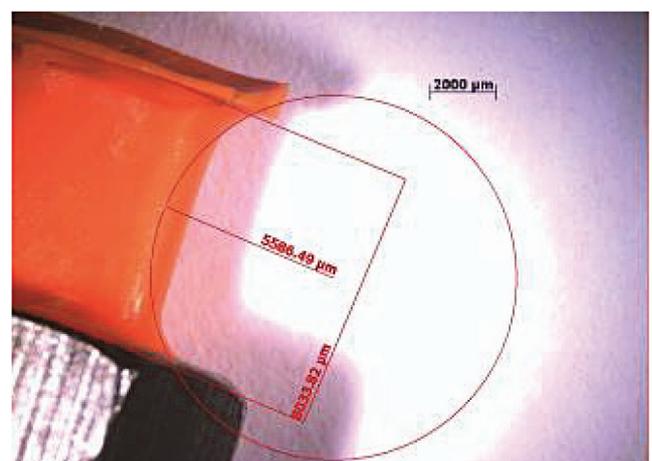


Рис. 6. Схема измерения радиуса закругления рабочей поверхности канала (вид правой стороны проекции слепка канала фильеры)

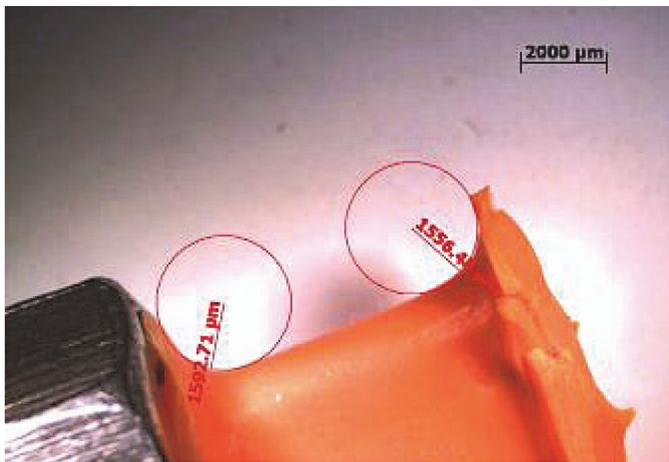


Рис. 7. Схема измерения радиуса закругления фаски канала (вид левой стороны проекции слепка канала фильеры)

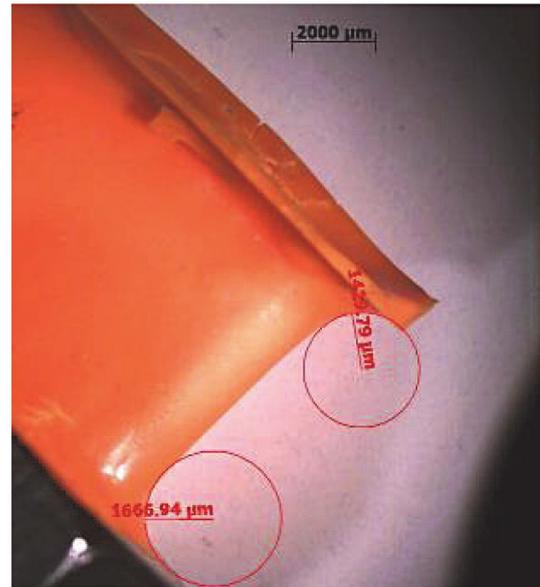


Рис. 8. Схема измерения радиуса закругления фаски канала (вид правой стороны проекции слепка канала фильеры)

Измерению подвергали следующие параметры канала твердосплавной фильеры: радиус закругления рабочей поверхности канала; радиус закругления фаски.

Измерение радиуса закругления рабочей поверхности канала проводили методом измерения радиуса вписанной окружности.

Как видно из рис. 5, 6, радиус закругления рабочего канала твердосплавной фильеры отсутствует, что не соответствует требованиям проектной технической документации. Радиус окружности, вписанной между двумя фасками, составляет 7,21, 5,58 мм соответственно.

Как видно из рис. 7, 8, радиус закругления фаски канала твердосплавной фильеры составил от 1,5 до 1,7 мм, что не соответствует требованиям проектной технической документации.

Таким образом, предоставленная твердосплавная фильера для контроля параметров не имеет отклонений по внешним геометрическим параметрам и имеет отклонения по внутренним геометрическим параметрам канала в соответствии с требованиями технической проектной документацией.

### Выводы

Измерение является неотъемлемой частью технологического процесса и призвано обслуживать технологический процесс. Основной целью измерений, а следовательно, и применения определенных видов измерительных средств является выявление точности и устойчивости технологического процесса. Приемка готовых изделий по результатам измерения – контроль, является одним из главных видов обслуживания технологического процесса.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Глухов В. И. Теория измерений геометрических величин. Учеб. пособие. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2012. 108 с.
2. Якушев А. И. Справочник контролера машиностроительного завода. Допуски, посадки, линейные измерения, 1980.
3. Гипп Б. А. Контрольные приспособления. М.: Машгиз, 1960. 340 с.
4. Берков В. И. Технические измерения (альбом): Учеб. пособие. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1983. 144 с.
5. Белкин И. М. Средства линейно-угловых измерений: Справ. М.: Машиностроение, 1987, 412 с.

### REFERENCES

1. Gluhov V. I. *Teoriya izmerenij geometricheskikh velichin* [Theory of measurement of geometric quantities]. Omsk, Izdatel'stvo OmGTU Publ., 2012, 108 p.
2. Yakushev A. I. *Spravochnik kontrolera mashinostroitel'nogo zavoda. Dopuski, posadki, linejnye izmerenija* [Directory of the controller of the engineering plant. Tolerances, fit, linear measurements]. 1980.
3. Gipp B. A. *Kontrol'nye prispособlenija* [Control devices]. Moscow, Mashgiz Publ., 1960, 340 p.
4. Berkov V. I. *Tekhnicheskie izmerenija* [Technical measurements]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1983, 144 p.
5. Belkin I. M. *Sredstva linejno-uglovykh izmerenij* [Means of linear-angular measurements.]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1987, 412 p.