

## СТАТЬИ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ И СПЕЦИАЛИСТОВ

### АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОТ ПО КОНТРОЛЮ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕЗЬБОВЫХ И ГЛАДКИХ КАЛИБРОВ

### AUTOMATION OF WORK ON THE CONTROL OF GEOMETRIC PARAMETERS OF THREADED AND SMOOTH GAUGES



**Милорадов  
Владимир Викторович  
Vladimir V. Miloradov**

Начальник отдела,  
ФБУ «УРАЛТЕСТ»,  
г. Екатеринбург

Head of the Department,  
FBU "URALTEST",  
Yekaterinburg



**Краснов  
Кирилл Николаевич  
Kirill N. Krasnov**

Инженер по метрологии,  
ФБУ «УРАЛТЕСТ»  
г. Екатеринбург

Metrology Engineer,  
FBU "URALTEST",  
Yekaterinburg



**Казанцева  
Анастасия Константиновна  
Anastasia K. Kazantseva**

Студент магистратуры,  
УрФУ имени первого Президента  
России Б.Н.Ельцина,  
г. Екатеринбург

Master's Degree student,  
UrFU named after the first President of  
Russia B.N. Yeltsin,  
Yekaterinburg

В настоящей статье приводятся примеры использования контурографов при определении геометрических параметров резьбовых и гладких калибров. Авторами была проведена работа по сравнению результатов измерения резьбовых калибров с использованием классических методов, с использованием длиномера и контурографа. Дана оценка точности указанных методов.

This article provides examples of the use of conturographs in determining the geometric parameters of threaded and smooth gauges. The authors carried out work on comparing the measurement results of threaded gauges using classical methods, using a length meter and a conturograph. An assessment of the accuracy of these methods is given.

**Ключевые слова:** контурограф, резьбовой калибр, оценка точности

**Keywords:** conturograph, threaded gauge, accuracy assessment

Резьбовые и гладкие калибры, в соответствии с требованиями стандартов применяются для контроля наружных и внутренних цилиндрических и конических резьб, а также для контроля отверстий и валов (внутренних и наружных размеров).

Особую значимость резьбовые и гладкие калибры имеют в машиностроении, аэрокосмической и нефтегазовой отрасли. Очевидно, что при изготовлении любой детали, изделия, оборудования или машины, в подавляющем большинстве случаев, не обходиться без использования указанных элементов конструкции. В нефтегазовой отрасли калибры применяются для контроля размеров и формы таких элементов, как резьбовые соединения бурильных и обсадных труб, фланцы, муфты и другие фитинги.

Калибр – средство допускового контроля, воспроизводящее геометрические параметры элементов изделия, определяемые заданными предельными линейными или угловыми размерами, и контактирующее с элементом изделия по поверхностям, линиям или точкам. [1].

Производственные мощности большинства предприятий загружены на 90-95%, в таком случае, автоматизация производственных процессов, которая за последние десять лет все чаще становится предметом пристального внимания и обсуждения, является одним из наиболее эффективных способов повышения производительности.

По состоянию на текущий момент, основными нормативными документами по контролю геометрических параметров калибров являются:

– МИ 1904-88 «Рекомендации. Калибры резьбовые цилиндрические. Методика контроля»;

– МИ 1927-88 «Рекомендации. Калибры гладкие для цилиндрических валов и отверстий. Методика Контроля»;

– МИ 1937-88 «Рекомендации. Калибры для конических соединений. Методика контроля».

Для реализации пунктов указанных методик используется большое количество измерительного и вспомогательного оборудования, такого как: образцы шероховатости, профилометры, оптиметры, горизонтальные и вертикальные длиномеры, измерительные машины, пружинные головки, стойки, рычажные микрометры, скобы с отчетным устройством, концевые меры длины, универсальные измерительные микроскопы, измерительные проволочки и ролики и др.

Одной из целей данной работы, которую перед собой ставили авторы, было изучение методов повышения производительности работы по контролю геометрических параметров резьбовых и гладких калибров при использовании прибора для измерений параметров контура и шероховатости поверхности (далее по тексту – Контурограф).

В данной работе авторы использовали приборы для измерений параметров контура и шероховатости поверхности ConturoMaticTS. Данное средство измерений (далее по тексту – СИ) является средством измерений утвержденного типа и внесено в государственный реестр средств измерений под номером 68999-17.

Внешний вид контурографа ConturoMatic TS представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Внешний вид контурографа ConturoMaticTS

Для данной модели контурографа в соответствии с требованиями описания типа установлены метрологические характеристики, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Метрологические характеристики контурографа ConturoMaticTS

Наименование характеристики	Значение
В режиме измерений контура	
Диапазон линейных измерений по оси X, мм	от 0 до 250
Диапазон линейных измерений по оси Z, мм	от 0 до 320
Пределы допускаемой абсолютной суммарной погрешности линейных измерений, мкм	$\pm(0,9 + L/100)$ , где L – измеряемая длина, мм
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений углов, "	$\pm 30$
Расстояние между измеряемыми точками по оси X, мкм	от 0,5 до 25
Разрешение по осям X и Z, мкм	0,001
Скорость позиционирования, мм/с, не более	25
В режиме измерений шероховатости	
Диапазон перемещений по оси X, мм	от 0 до 250
Диапазон перемещений по оси Z, мм	от 0 до 1
Нижний предел измерений шероховатости по параметру Ra, мкм	0,1
Нижний предел измерений шероховатости по параметру Rz, мкм	1,0
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений шероховатости по параметру Ra, %	$\pm 5$

Данная модель контурографа оснащена специализированным программным обеспечением QM-THREAD, которое позволяет проводить в автоматическом режиме проводить измерения геометрических параметров резьбовых и гладких калибров.

Для проведения контрольных измерений были выбраны два резьбовых калибра: резьбовая калибр-пробка M20x1,5 ПР 7Н и резьбовое калибр-кольцо M50x1,5 8g ПР.

Измерения резьбового калибра-пробки M20x1,5 ПР 7Н проводились на контурографе и с использованием метода «трех проволочек».

Измерения резьбового калибра-кольца M50x1,5 8g ПР проводились на контурографе и длиномере LABCONCEPT PREMIUM 500 с использованием Т-образных наконечников.

В обоих случаях проводились измерения среднего диаметра калибров. Результаты измерения представлены в таблицах 2 и 3 соответственно.

Таблица 2

## Результаты измерения среднего диаметра калибр-пробки М20х1,5 ПР 7Н

Пробка			Контурограф	Метод трёх проволочек		
Резьбовой калибр-пробка	Сечение		Номинальный средний диаметр, мм	Фактический средний диаметр, мм	Фактический средний диаметр, мм	Разница результатов измерения, мм
Номер калибра						
М20х1,5 ПР 7Н	1	0°	19,0440	19,0413	19,0427	0,0014
	2	45°		19,0435	19,0406	-0,0029
	3	90°		19,0421	19,0442	0,0021
	4	13 5°		19,0416	19,0419	0,0003
Среднее значение				19,0421	19,0424	0,0003

Таблица 3

## Результаты измерения среднего диаметра калибр-кольца М50х1,5 8г ПР

Кольцо				Контурограф	Длинномер	Разница результатов измерения, мм	
Резьбовой калибр-кольцо	Сечение		Номинальный средний диаметр, мм	Фактический средний диаметр, мм	Фактический средний диаметр, мм		
Номер калибра						Номер витка	
М50х1,5 8г ПР	1	0°	3-5	48,977	48,9940	48,9943	0,0003
	2	45°	5-7/6-8		48,9982	48,9973	-0,0009
	3	90°	4-6/5-7		48,9885	48,9872	-0,0013
	4	13 5°	6-8/7-9		48,9942	48,9953	0,0011
Среднее значение					48,9936	48,9933	-0,0003

Максимальная разница, по модулю, измерения среднего диаметра калибр-пробки составила 2,9 мкм, калибр-кольца 1,3 мкм.

Вторая цель, которую перед собой ставили авторы работы, сравнить сходимость результатов измерений с учетом значений расширенной неопределенности.

Расчет расширенной неопределенности проводился в соответствии с ГОСТ 34100.3-2017/ISO/IEC Guide 98-3:2008 «Неопределенность измерений. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения».

Значения неопределенности по типу А ( $u_A$ ), неопределенности по типу В ( $u_B$ ) и расширенной неопределенности при доверительной вероятности 0,95 ( $U_{0,95}$ ) представлены в таблице 4.

Таблица 4

Рассчитанные значения неопределенности измерения калибров

Вид неопределенности	Калибр-пробка		Калибр-кольцо	
	Контурограф	Метод трёх проволочек	Контурограф	Длиномер
	мкм			
$u_A$	1,0	1,5	4,0	4,4
$u_B$	0,6	0,8	0,8	0,6
$U_{0,95}$	2,3	3,4	8,1	8,9

Средние значения результатов измерений, с учетом значения расширенной неопределенности, представлены на рисунках 2 и 3.

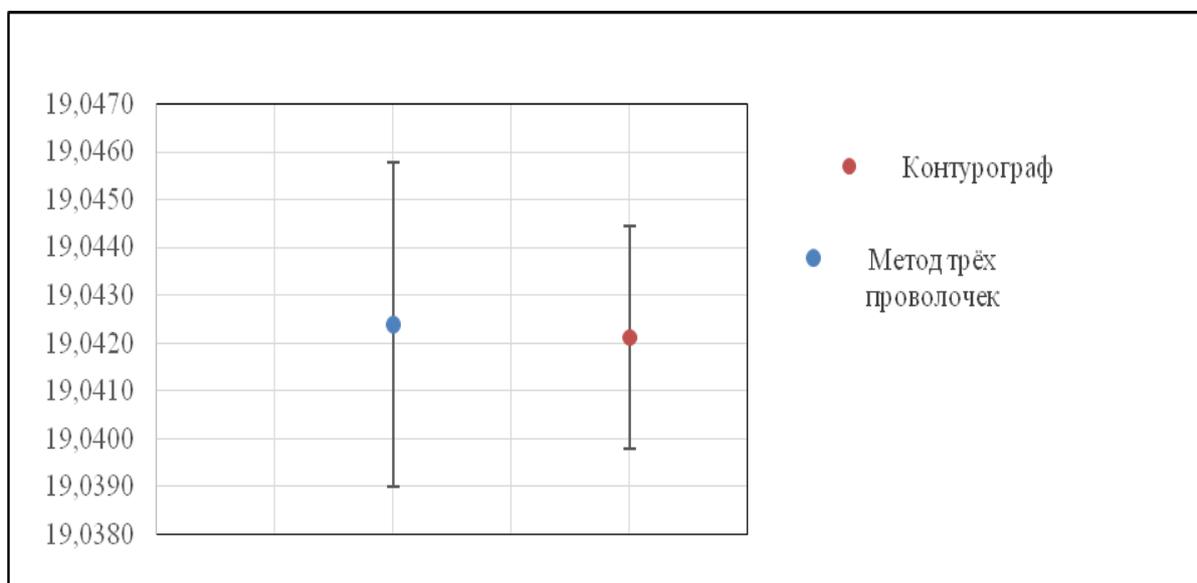


Рисунок 2 – Результат измерения значения среднего диаметра резьбовой калибр-пробки, мм.

Одним из главных преимуществ работы на контурографе является скорость и производительность, результаты представлены в таблице 5.

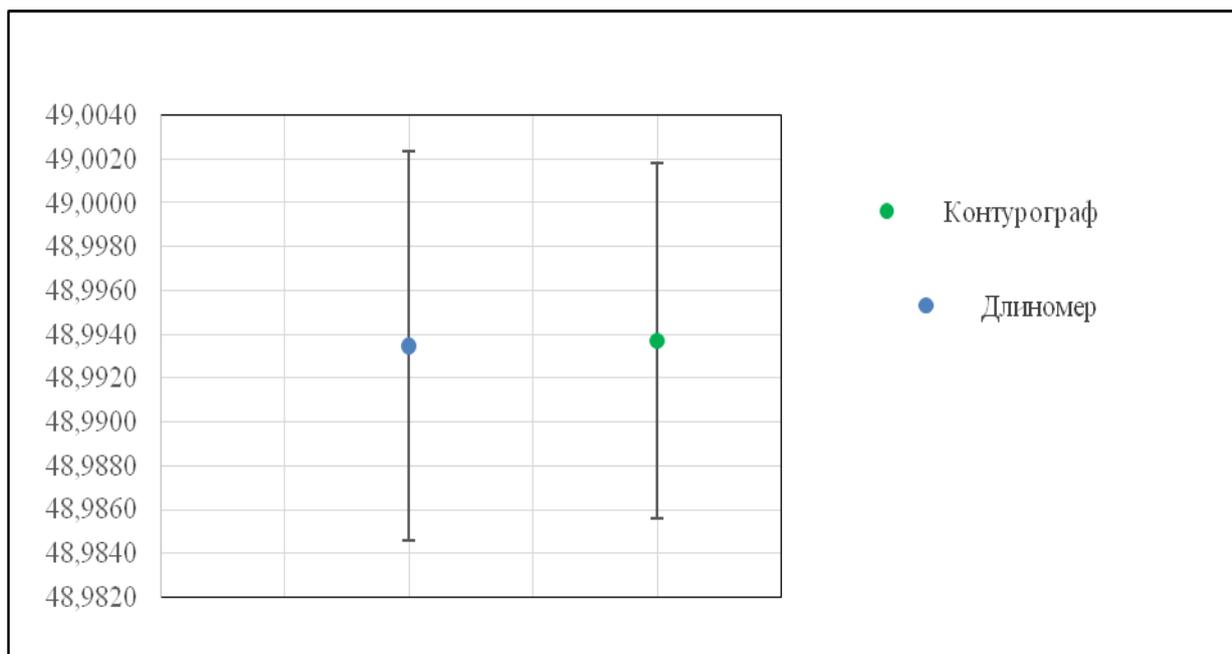


Рисунок 3 – Результат измерения значения среднего диаметра резьбового калибр-кольца, мм.

Таблица 5

Сравнение производительности и скорости работы при измерении резьбовых калибров

Оборудование	Затраченное время на измерение диаметра, мин		Время необходимое для контроля всех геометрических параметров калибра, мин	
	Калибр-кольцо	Калибр-пробка	Калибр-кольцо	Калибр-пробка
Контурограф	4,5	4,5	4,5	
Длиномер	10,0	-	> 60	> 30
«Метод трех проволок»	-	12,0		

В заключении, авторами работы были сделаны следующие выводы:

– способы и методы измерения геометрических параметров резьбовых и гладких калибров с использованием прибора для измерений параметров контура и шероховатости поверхности ConturoMaticTS имеют хорошую сходимость с классическими методами измерений, которые представлены в методиках контроля резьбовых и гладких калибров;

– производительность работы на контурографе в разы превышает аналогичные показатели при работе на длиномере или методом «трёх проволок», а также используя перечень оборудования в соответствии с требованиями МИ 1904-88, МИ 1927-88, МИ 1937-88.

– требуется дополнительное изучение способов и методов работы на контурографе с целью изучения влияния на результаты измерений всех источников неопределённости и, при возможности, способах их компенсации.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

ГОСТ 27284-87. Калибры. Термины и определения.: дата введения 1988-01-01. – Москва: Издательство стандартов, 2003. – 4 с.

### ВЫБОР ОБЪЕКТА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ КАК ВАЖНЫЙ ЭТАП ПОЛУЧЕНИЯ ДОСТОВЕРНОЙ ИНФОРМАЦИИ О КАЧЕСТВЕ МЕТАЛЛОПРОДУКЦИИ

### SELECTING AN OBJECT FOR NON-DESTRUCTIVE TESTING AS AN IMPORTANT STAGE TO OBTAIN RELIABLE INFORMATION ABOUT METAL PRODUCTS QUALITY



**Маркевич Артем Валерьевич**  
**Artem V. Markevich**

начальник лаборатории, Магнитогорский  
металлургический комбинат,  
канд. техн. наук,  
г. Магнитогорск

Head of Laboratory,  
Magnitogorsk Iron and Steel Works,  
Magnitogorsk



**Полякова Марина Андреевна**  
**Marina A. Polyakova**

доктор технических наук, профессор,  
Магнитогорский государственный  
технический университет им. Г.И. Носова,  
г. Магнитогорск

Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Nosov Magnitogorsk State Technical  
University, Magnitogorsk