

ФГБОУ ВПО «БРЯНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, НАДЕЖНОСТИ,  
РЕМОНТА МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ

**Будко С.И.**

## **Контроль метрической резьбы**

**Методические указания к лабораторной работе  
по дисциплине**

**"Метрология, стандартизация и сертификация"**

БРЯНСК 2012

УДК 621.9  
ББК 34.751  
Б 69

**Будко С.И. Контроль метрической резьбы.** Методические указания. - Брянск: Издательство Брянской ГСХА, 2012. – 18 с.

Методические указания предназначены для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям 110301, 110303, 110304, 271300.

Рецензент: д.т.н., профессор Купренко А.И.

Рекомендовано к изданию методической комиссией инженерно-технологического факультета Брянской государственной сельскохозяйственной академии, протокол № 6 от 15 февраля 2012 года.

© Брянская ГСХА, 2012  
© Будко С.И., 2012

## КОНТРОЛЬ МЕТРИЧЕСКОЙ РЕЗЬБЫ

*Цель работы:* Ознакомиться с методами проверки точности резьбы по наружному и среднему диаметрам с помощью контактных измерительных приборов. Изучить устройство и правила наладки резьбового микрометра для измерений среднего диаметра наружной резьбы. Углубить знания по допускам на резьбовые соединения.

*Применяемые приборы, детали:* Штангенциркуль с ценой деления 0,05 мм. Микрометр резьбовой с диапазоном измерения от 0 до 25 мм (со вставками). Резьбовые шаблоны. Резьбовые калибры. Объекты измерения (болты, шпильки).

### 1 Краткие теоретические сведения

Метрическая резьба полностью определяется пятью параметрами: наружный  $D(d)$ , средний  $D_2(d_2)$ , внутренний  $D_1(d_1)$  диаметры, шаг  $p$ , угол профиля метрической резьбы  $\alpha=60^\circ$  и угол наклона боковых сторон  $\alpha/2$  (рисунок 1).

Стандартами для метрической резьбы установлены степени точности 3...9 и основные отклонения: пять для наружной резьбы (в порядке возрастания зазора) - h, g, f, e, d и четыре для внутренней резьбы - H, G, F, E. Большие отклонения d, e, f, E, F, G преимущественно назначают для резьбы с защитными покрытиями, причем контроль размеров у них проводят до нанесения покрытия.

Существует комплексный и дифференцированный контроль резьбы.

#### 1.1 Комплексный контроль

Комплексный контроль предусматривает применение резьбовых калибров, которые имеют проходную (ПР) и непроходную (НЕ) стороны.

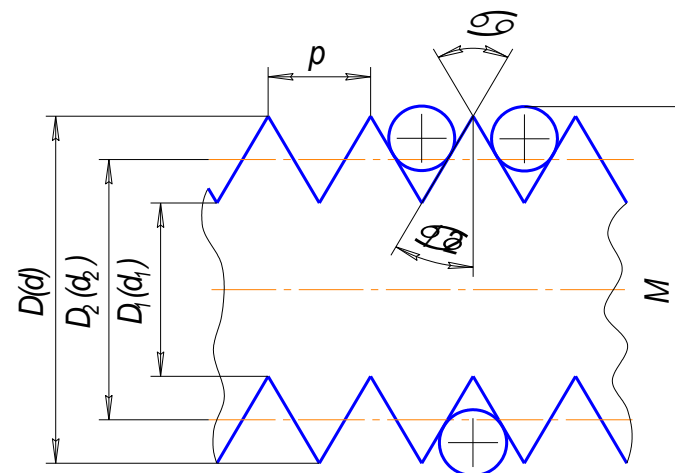


Рисунок 1 – Параметры метрической резьбы

Рабочая часть проходных калибров длиннее непроходных, что уменьшает износ, так как проходные калибры работают на истирание больше непроходных. Непроходные калибры имеют неполный профиль резьбы для того, чтобы при контроле приведенного среднего диаметра резьбы было исключено влияние других параметров. Кроме того, по середине наружной накатанной поверхности непроходного калибра кольца имеется кольцевая канавка.

Непроходными калибрами проверяют средние диаметры болта и гайки и устанавливают, что размер  $d_2$  не меньше, а размер  $D_2$  не больше установленных предельных размеров.

Проходными калибрами проверяют у болта внутренний  $d_1$ , и средний  $d_2$ , у гайки - наружный  $D$  и средний  $D_2$  диаметры резьбы. Кроме того, устанавливают, что погрешности половины угла профиля и шага резьбы компенсированы диаметрами.

Свинчиваемость проходных резьбовых калибров с изделиями гарантирует, что средний диаметр резьбы не выходит за установленные предельные размеры, а имеющиеся ошибки половины угла профиля и шага скомпенсированы соответствующим изменением среднего диаметра. Кроме того, свинчиваемость калибров с изделиями гарантирует, что наружный диаметр гаек не меньше наружного диаметра болта, а внутренний диаметр болтов не больше внутреннего диаметра гаек. Несвинчиваемость непроходных резьбовых калибров гарантирует, что собственно средний диаметр контролируемой резьбы гаек не больше, а болтов не меньше установленных предельных размеров. При контроле проходные резьбовые калибры должны свободно (без особых усилий) свинчиваться с контролируемой резьбой на всей ее длине, а непроходные - либо совсем не должны свинчиваться, либо могут свинчиваться, но не более чем на два оборота.

### 1.2 Дифференцированный контроль

Дифференцированный контроль резьбы предусматривает измерение отдельных параметров: наружного и среднего диаметра болта, внутреннего диаметра гайки, половину угла профиля и шаг.

Надежные точные средства и методы измерения отдельных параметров имеются только для наружной резьбы, для внутренней же резьбы такие методы и средства пока еще не разработаны.

Отдельные параметры резьбы измеряют обычно при контроле резьбообразующего инструмента и резьбовых калибров, а также при исследовании причин брака, наладке и переналадке технологического оборудования.

При дифференцированном контроле наружной резьбы применяют специальные средства, которые позволяют измерить строго определенные

параметры и универсальные, с помощью которых при незначительной переналадке прибора можно измерить несколько или все основные параметры резьбы.

Средний диаметр наружной резьбы можно измерить методом трех проволок или резьбовым микрометром. Следует отметить, что погрешность измерения резьбовым микрометром довольно значительна, так как кроме погрешностей самого микрометра оказывают большое влияние отклонения болта по шагу и углу профиля. Так например, при нарезании резьбы плашками эти ошибки обработки из-за перекоса плашек бывают настолько велики, что ось измерения микрометра во время контакта вставок с поверхностью резьбы оказывается не перпендикулярна оси резьбы и средний диаметр резьбы измеряется не точно. Метод трех проволок является более точным и предназначен для точных измерений.

#### Метод трех проволок.

Метод трех проволок (см. рисунок 1) применяют для контроля среднего диаметра наружной резьбы косвенным путем, он заключается в следующем: во впадины резьбы закладываются три проволоки равного диаметра  $d_{\Pi}$  и при помощи гладкого микрометра измеряется размер  $M$ .

Средний диаметр резьбы  $d_2$  связан с размером  $M$  следующей зависимостью:

$$d_2 = M - d_{\Pi} \cdot \left( 1 + \frac{1}{\sin(\alpha/2)} \right) + \frac{p \cdot \operatorname{ctg}(\alpha/2)}{2}$$

$$\text{Для метрической резьбы: } d_2 = M - 3 \cdot d_{\Pi} + 0,866 \cdot p.$$

Для устранения влияния погрешностей угла на результат измерений следует выбирать проволоки такого диаметра, чтобы точки каса-

ния их с профилем совпадали с серединой грани профиля (т.е. по среднему диаметру). Диаметр таких проволочек зависит от шага измеряемой резьбы и подсчитывают по формуле:

$$d_{\Pi} = \frac{p}{2 \cdot \cos(\alpha / 2)}$$

Для метрической резьбы:  $d_{\Pi} = p/1,732$ ,

где  $p$  - номинальный размер шага проверяемой резьбы.

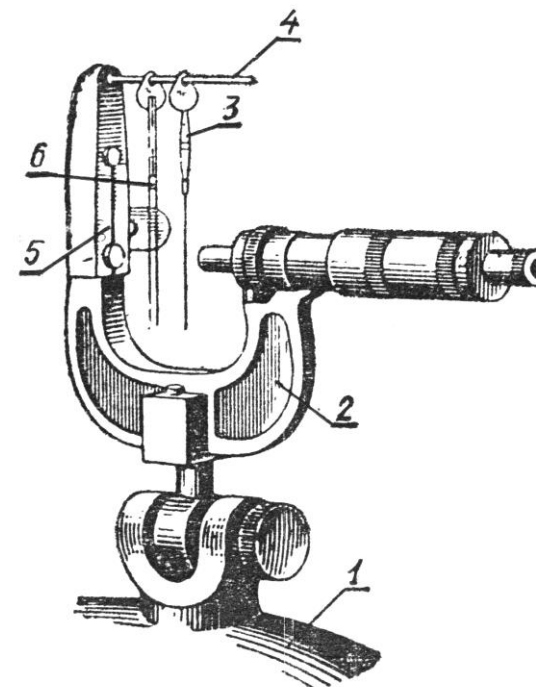
Шаг резьбы определяют при помощи резьбомера - набора резьбовых шаблонов с различным шагом, маркированным на шаблоне. Прикладывая шаблоны поочередно к виткам резьбы, определяют на просвет равенство номинальных размеров шага резьбы и шаблона.

Измерив размер  $M$  гладким микрометром, по формуле подсчитывают величину среднего диаметра  $d_2$ . Прибор для измерения резьбы методом трех проволочек изображен на рисунке 2. Его конструкция позволяет осуществлять быструю смену проволочек. Микрометр прибора устанавливают на нуль путем введения между микровинтом и плитой соответствующего калибра или блока концевых мер.

#### Измерение резьбовым микрометром.

С помощью резьбового микрометра, изображенного на рисунке 3, можно произвести измерение среднего диаметра наружной резьбы.

Резьбовой микрометр отличается от обычного наличием в пятке 2 и в конце микровинта глухих отверстий, в глубине которых закреплены опорные шарики. В эти отверстия вводят специальные измерительные вставки, которые скомплектованы парами (чтобы можно было измерять различные резьбы).

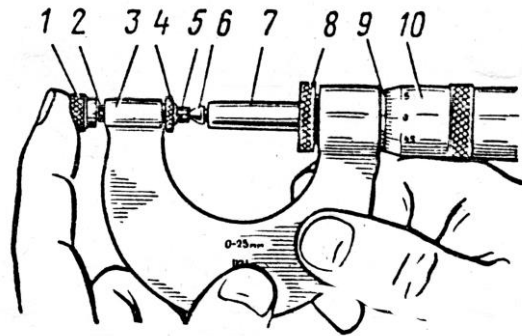


1 – приспособление для крепления микрометра; 2 – скоба; 3 - проволочка; 4 – подвеска; 5 – плита; 6 – спаренные проволочки

Рисунок 2 - Прибор для измерения резьбы методом трех проволочек

#### Подготовка к работе резьбового микрометра

- 1) Подбирают вставки, соответствующие шагу резьбы (в футляре прибора имеется соответствующая таблица).
- 2) Устанавливают вставки в микрометр: призматическую - в торцевое отверстие пятки 2, коническую - в отверстие микрометра.
- 3) Совмещают нулевой штрих барабана с продольным штрихом на стебле и в этом положении закрепляют микровинт стопорной гайкой 13.



1 – внешняя контргайка; 2 – подвижная пятка; 3 – скоба; 4 - внутренняя контргайка; 5 – призматическая вставка; 6 – коническая вставка; 7 – микровинт; 8 – стопор; 9 – стембель; 10 – барабан

Рисунок 3 - Конструкция резьбового микрометра

4) Стопор пятки 2 отпускают и поворотом гайки регулируемой пятки 3 вводят призматическую вставку до упора в коническую. В этом положении пятку 2 закрепляют, а стопор микровинта 13 отпускают.

5) Отводят микровинт вправо (1...2 оборота) и снова подводят его до полного контакта вставок, пользуясь при этом трещоткой. Если нулевой штрих на барабане не совпал с продольным штрихом на стебле, то необходимо застопорить микровинт, отвернуть на пол-оборота колпачок, расположенный рядом с трещоточным устройством, повернуть барабана до совпадения нулевого штриха с продольной линией на стебле и снова затянуть колпачок, удерживая барабан от проворачивания.

6) Отпускают стопор микровинта, отводят микровинт на 1...2 оборота и, вращая за трещотку, убеждаются в правильности установки барабана. При необходимости установку барабана на нуль повторяют.

## 2 Порядок выполнения работы

Задание: С помощью резьбового микрометра определить годность резьбы болта, выполненного по указанному преподавателем полю допуска.

1. С помощью штангенциркуля измерить наружный диаметр " $d_{изм}$ " метрической резьбы и принять ближайшее стандартное значение " $d$ " по таблице 1.

2. При помощи резьбомера определить значение номинального шага резьбы " $p$ ". При отсутствии резьбовых шаблонов номинальный шаг резьбы определяется штангенциркулем.

Таблица 1 - Параметры наружной резьбы

Номинальный диаметр $d$ , мм	Шаг резьбы (крупный) $p$ , мм
5	0,8
6	1
8	1,25
10	1,5
12	1,75
(14)	2
16	2
(18)	2,5
20	2,5
(22)	2,5
24	3
(27)	3
30	3,5

Для этого надо измерить длину резьбы 5-20 витков и разделить на количество витков. После расчетов необходимо определить ближайшее стандартное значение шага из ряда: 0,8; 1; 1,25; 1,5; 1,75; 2; 2,5; 3; 3,5.

3. Определить номинальное значение среднего диаметра "d<sub>2</sub>" по формулам таблицы .2.

Таблица 2 - Размеры среднего диаметра d<sub>2</sub> наружной резьбы

Формула определения диаметра d <sub>2</sub> при шаге резьбы, мм								
0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5
d-1+0,480	d-1+0,350	d-1+0,188	d-1+0,026	d-2+0,863	d-2+0,701	d-2+0,376	d-2+0,051	d-3+0,727

4. В соответствии с заданной степенью точности для измеряемой резьбы болта определить допуск среднего диаметра Td<sub>2</sub> по таблице.3.

5. В соответствии с заданным основным отклонением измеряемой резьбы определить численное его значение es<sub>2</sub> по таблице 4.

6. Рассчитать предельные размеры среднего диаметра резьбы d<sub>2max</sub> и d<sub>2min</sub>:

$$d_{2max} = d_2 + es_2 ;$$

$$d_{2min} = d_{2max} - Td_2$$

Таблица 3 - Допуски среднего диаметра d<sub>2</sub> наружной резьбы

Номинальный диаметр резьбы d, мм	Шаг p, мм	Значения допуска Td <sub>2</sub> , мкм для степеней точности			
		5	6	7	8
Св. 2,8 до 5,6	0,8	75	95	118	150
Св. 5,6 до 11,2	1	90	112	140	180
	1,25	95	118	150	190
	1,5	106	132	170	212

Продолжение таблицы 3

Номинальный диаметр резьбы d, мм	Шаг p, мм	Значения допуска Td <sub>2</sub> , мкм для степеней точности			
		5	6	7	8
Св.11,2 до 22,4	1	95	118	150	190
	1,25	106	132	170	212
	1,5	112	140	180	224
	1,75	118	150	190	236
	2	125	160	200	250
Св.22,4 до 45	1	100	125	160	200
	1,5	118	150	190	236
	2	132	170	212	265
	3	160	200	250	315

Таблица 4 - Основные отклонения среднего диаметра d<sub>2</sub> наружной резьбы

Шаг p, мм	Значения основного отклонения es <sub>2</sub> , мкм				
	d	e	f	g	h
0,8	-	60	38	24	0
1	-90	60	40	26	0
1,25	-95	63	42	28	0
1,5	-95	67	45	32	0
1,75	-100	71	48	34	0
2	-100	71	52	38	0
2,5	-106	80	58	42	0
3	-112	85	63	48	0

7. Измерить действительный размер среднего диаметра:

1). Установить микрометр в исходное положение - вывинтить микровинт до получения размера d<sub>2</sub>+0,2 мм.

2). Ввести деталь в микрометр, для чего деталь взять в левую руку, а микрометр в правую, и ввести деталь между вставками, располагая ось резьбы горизонтально

При этом один из витков должен войти в выемку призматической вставки, а конус конической вставки должен войти в выемку резьбы, противоположную этому витку, см. рисунок 4.

3). Найти диаметрально положение резьбы детали между вставками, для чего вращая барабан подвести микровинт до касания конусом с винтовой поверхностью резьбы. В этом положении провести измеряемую деталь между вставками поперечным движением, следуя направлению винтовой поверхности и, меняя движение (то на себя, то от себя), определить место диаметрального сечения.

4). Пальцами правой руки вращать барабан до контакта вставок с поверхностью резьбы детали.

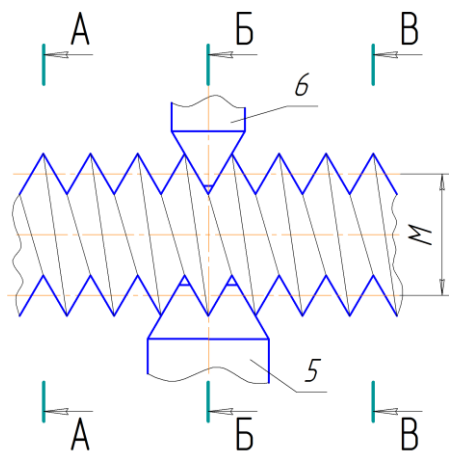


Рисунок 4 - Измерение среднего диаметра резьбы резьбовым микрометром

5). Определить измеренный размер  $d_{2изм}$  в сечении А-А (см. рисунок 4): снять по шкале микрометра показание и записать его, а затем поворотом барабана от детали сбить размер и в том же месте повторить измерение  $d_{2изм}$  еще дважды, записывая каждое показание. После этого подсчитать из трех измерений средний размер  $d_{2изм}$  в этом сечении и записать его.

6). Определить измеренный размер  $d_{2изм}$  в сечениях Б-Б и В-В такими же приемами как и в сечении А-А.

7). Определить вид отклонения от цилиндричности (конусообразность, седлообразность и бочкообразность) и сделать вывод о годности резьбы по указанному полю допуска. Деталь считается годной, если значение среднего диаметра в любом сечении (А-А, Б-Б, В-В) находится в пределах допуска на изготовление. Если деталь не годна по указанному полю допуска, то необходимо указать возможные причины появления брака.

8). Полученные данные занести в таблицу, пример оформления которой приведен в таблице 5.

9). Нарисовать схему полей допусков, на которой указать:

- номинальный размер среднего диаметра  $d_2$ ,
- предельные отклонения  $e_{s2}$  и  $e_{i2}$ ,
- допуск на изготовление  $Td_2$ ,
- предельные значения среднего диаметра  $d_{2max}$ ,  $d_{2min}$ .
- действительные значения средних диаметров резьбы в измеряемых сечениях  $d_{2изм.А-А}$ ,  $d_{2изм.Б-Б}$ ,  $d_{2изм.В-В}$ .

Пример построения схемы полей допусков приведен на рисунке 5.

Таблица 5 – Результаты измерений и расчетов

Параметры		Измерения			По стандарту	
1.Номинальный диаметр резьбы $d$ , мм		11,7			12	
2. Шаг резьбы $p$ , мм		14,5/10=1,45			1,5	
3.Средний диаметр резьбы $d_2$ , мм	сечение	Трехкратные замеры			Среднее значение $d_2=d-1+0,026=12-1+0,026=11,026$	
	A-A	10,90	10,91	10,92		10,91
	B-B	10,86	10,85	10,87		10,86
	B-B	10,78	10,80	10,81		10,797
4.Топуск $d_2$ , мм		-			180	
5.Предельные отклонения, мм	es	-			-0,095	
	ei	-			-0,275	
6.Предельные размеры, мм	max	10,91			10,931	
	min	10,797			10,751	
7.Отклонения формы		Конусообразность			-	
Выводы: 1. Болт M12x1,5-7d годен по среднему диаметру. 2. Конусообразность могла возникнуть в процессе резбонарезания на токарном станке из-за упругой деформации консольно закрепленной заготовки.						

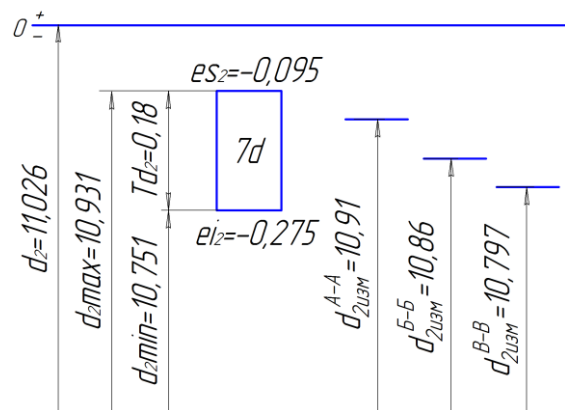


Рисунок 5 - Схема полей допусков

### 3 Содержание отчета

Отчет о лабораторной работе должен содержать:

- 1) название лабораторной работы и ее цель;
- 2) краткий конспект теоретической части с обязательным изображением рисунков 1 и 4;
- 3) результаты измерений и расчетов, сведенные в таблицу (пример оформления приведен в таблице 5);
- 4) схему полей допусков (пример оформления приведен на рисунке 5).

### 4 Контрольные вопросы по теме

- 1) Какие элементы резьбы подвергаются проверке при определении ее годности?
- 2) Какие существуют методы контроля резьбы?
- 3) Какая резьба считается годной при контроле калибрами?
- 4) Какова конструкция и профиль резьбы у резьбовых калибров?
- 5) Какими методами и приборами проверяется точность среднего диаметра?
- 6) Как устроен резьбовой микрометр и как его настроить на нуль?
- 7) Что контролируется резьбовым микрометром и какова методика измерений?
- 8) В чем заключается метод трех проволоочек?
- 9) Какой из методов (метод трех проволоочек или измерение резьбовым микрометром) более точный и почему?



## Литература

- 1 Кузнецов В.А., Ялунина Г.В. Основы метрологии. Учебное пособие. - М.: Издательство Стандартов, 2001. – 336с.
2. Большакова Г. А., Волкоморов В. И., Марков А. В., Спиридонов Э. И. Технические измерения. Лабораторный практикум. – СПб.: БГТУ, 2006.
- 3 Якушев А.И., Воронцов Л.Н., Федотов Н.М. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения.- М.: Машиностроение, 1987. - 352с.
- 4 Никифоров А.Д. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. - М.: Высшая школа, 2000. - 367с.
- 5 Саранча Г.А. Стандартизация, взаимозаменяемость и технические измерения. Учебник для вузов.-2-е издание, переработано и дополнено. - М.: Издательство Стандартов, 1991. - 444с.
6. Иванов А. И. Практикум по взаимозаменяемости, стандартизации и техническим измерениям: учебное пособие / А. И. Иванов, Полещенко П. В. [и др.]. - М.: Колос, 1977. - 224с.

Учебное издание

## Контроль метрической резьбы

Методические указания

Будко Сергей Иванович

---

Подписано к печати \_\_\_\_\_. Формат 60x84 1/16. Бумага печатная.  
Усл. п.л \_\_\_\_\_. Тираж 50. Издат. № \_\_\_\_\_

---

Издательство Брянской государственной сельскохозяйственной академии  
243365 Брянская обл., Выгоничский р-он., с. Кокино, Брянская ГСХА