

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Инноватика и менеджмент качества»

**ИЗМЕРЕНИЕ РЕЗЬБЫ**

Методические указания  
для выполнения лабораторной работы  
для студентов, обучающихся по направлениям  
27.03.01, 15.03.01, 15.03.04, 15.03.05, 20.03.01,  
23.03.01, 23.03.02, 44.03.01, 23.05.01, 23.05.02



Курган 2018

Кафедра: «Инноватика и менеджмент качества».

Дисциплины: «Взаимозаменяемость и нормирование точности» (направление 27.03.01), «Метрология, стандартизация и сертификация» (направления 15.03.01, 15.03.04, 15.03.05, 20.03.01, 23.03.01, 23.03.02, 23.05.01, 23.05.02), «Основы стандартизации, метрологии и технических измерений» (направление 44.03.01).

Составлены на основании переработанных и дополненных методических указаний к выполнению лабораторной работы «Измерение резьбы» / В. Ф. Губанов, С. В. Шишкина – Курган : КГУ, 2009. – 16 с.

Составил: канд. техн. наук, доцент В.Е. Овсянников.

Утверждены на заседании кафедры «28» августа 2018 г.

Рекомендованы методическим советом университета «20» декабря 2017 г.

## Содержание

Введение	4
1 Цель работы	4
2 Измерение среднего диаметра резьбы резьбовым микрометром	4
3 Измерение среднего диаметра резьбы методом трех проволочек	6
4 Методические указания к проведению лабораторной работы	10
Контрольные вопросы	12
Список литературы	12
Приложение	13

## **Введение**

Точность резьбы можно контролировать дифференцированным методом (контроль каждого параметра в отдельности) и комплексным методом расположения контура резьбы в предписанном поле допуска.

Комплексный метод служит для оценки годности резьбы. При этом учитываются погрешности всех параметров резьбы. Контроль осуществляется резьбовыми предельными калибрами и применяется в серийном и массовом производствах, когда изделия выпускаются в значительных количествах. Контроль резьбы калибрами прост и удобен.

Дифференцированный метод контроля основан на непосредственном измерении каждого параметра резьбы в отдельности. Заключение о годности резьбы делают по каждому параметру (среднего диаметра шага, угла профиля). Дифференцированный метод контроля резьбы осуществляется с помощью универсальных измерительных средств – универсального или инструментального микроскопа, проектора и др. Этот метод очень трудоемок, поэтому он применяется для контроля точных резьб, калибров и резьбонарезных инструментов (резьбовые фрезы, метчики и др.), точности которых предъявляются высокие требования.

Измерение среднего диаметра резьбы производится следующими методами.

- 1 Измерение резьбовым микрометром.
- 2 Измерение с помощью трех проволок.
- 3 Измерение на инструментальном и универсальном микроскопах и проекторе.

## **1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

Цель работы: изучение методики и техники измерения параметров метрической резьбы посредством резьбового микрометра и с использованием проволок.

Задание: определить значения средних диаметров резьбы при помощи проволок и резьбового микрометра.

Перечень приборов и принадлежностей, необходимых для выполнения работы: резьбовой микрометр, гладкий микрометр, набор проволок, стойка, измеряемый образец (выдает преподаватель).

## **2 ИЗМЕРЕНИЕ СРЕДНЕГО ДИАМЕТРА РЕЗЬБЫ РЕЗЬБОВЫМ МИКРОМЕТРОМ**

### **2.1 Резьбовой микрометр со вставками**

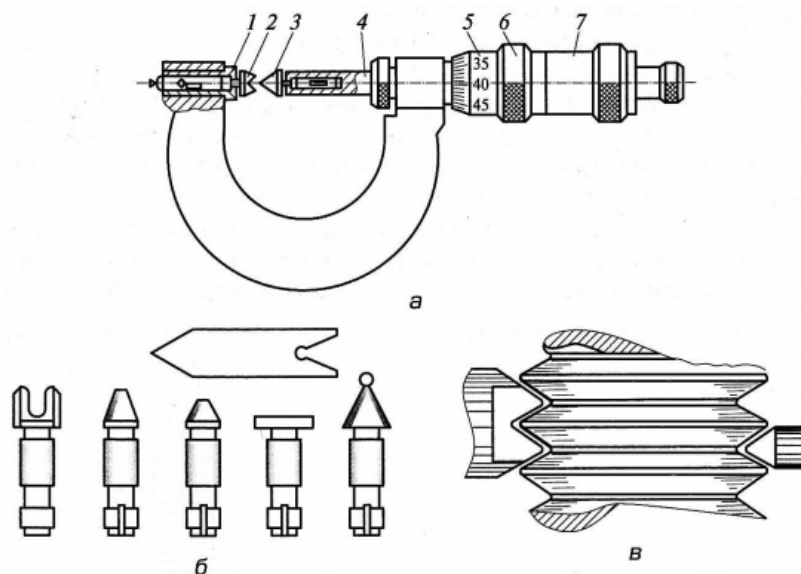
Резьбовой микрометр МВМ (ГОСТ 4380 - 93 «Микрометры со вставками. Технические условия») со вставками применяют для измерения среднего диа-

метра треугольной наружной резьбы (рисунок 1). Метод измерения прямой, абсолютный. Пределы измерения от 0 до 350 мм с интервалом 25 мм.

Резьбовой микрометр отличается от обычного гладкого микрометра (рисунок 2) тем, что в торцах его микрометрического винта и пятки имеются гнезда, куда помещается пара специальных вставок (призматическая 1 и коническая 2 с углами, равными углу профиля резьбы).

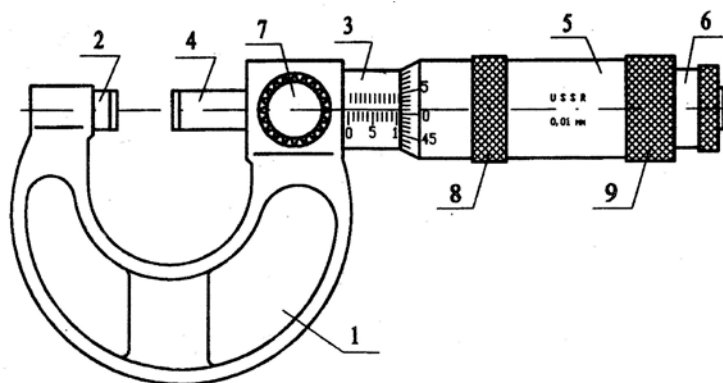
К каждому резьбовому микрометру прилагают комплект вставок для измерения резьбы в определенном интервале шагов. Каждый комплект вставок состоит из шести пар применительно к интервалам шагов:

- 1) 0,4-0,5 мм;    2) 0,6-0,6 мм;    3) 1,0-1,5 мм;
- 4) 1,75-2,5 мм;    5) 3,0-4,5 мм;    6) 5,0-6,0 мм.



а – схема прибора; б – сменные вставки; в – принцип измерений;  
 1 – неподвижная пятка; 2 – призматическая вставка; 3 – коническая вставка; 4 – микрометрический винт; 5 и 7 – раздвижные части барабана;  
 6 – гайка

Рисунок 1 – Измерение резьбы микрометром



1 – скоба, 2 – пятка, 3 – стержень; 4 – шпindel; 5 – барабан; 6 – трещотка;  
 7 – стопорный винт; 8 – накатные рифления; 9 – гайка

Рисунок 2 – Гладкий микрометр

Коническая вставка устанавливается в отверстие микровинта, призматическая – в отверстие пятки. Вставки для метрических резьб изготавливаются с углом профиля  $60^{\circ}$ . В хвостовой части вставок выполняется продольный шлиц для плотного закрепления их в отверстиях пятки и микровинта.

При измерении среднего диаметра резьбы призматическую вставку устанавливают на выступ профиля резьбы, коническую – в канавку резьбы, ориентируя микрометр в плоскости, перпендикулярной оси резьбы (рисунок 1, б).

Резьбовые микрометры изготавливаются двух видов:

- 1) с регулируемой пяткой;
- 2) с регулируемым барабаном.

Для установки на нуль резьбового микрометра с регулируемой пяткой необходимо совместить нулевой штрих барабана с продольным штрихом стебля и закрепить микрометр стопором. После этого следует отпустить контргайку пятки и вращением гайки подвести призматическую вставку до упора в коническую вставку. Затем закрепить контргайку пятки и, отпустив стопор микровинта, проверить нулевое положение; отклонение допустимо в пределах  $\pm 0,01$  мм.

Для установки на нуль резьбового микрометра с регулируемым барабаном (завод «Красный инструментальщик») необходимо привести в соприкосновение вставки и закрепить микрометр стопором. Отпустив гайку, закрепляющую нижнюю часть барабана, повернуть ее до совпадения нулевого штриха барабана с продольным штрихом стебля и края барабана с нулевым штрихом стебля. Затем закрепить барабан, отпустить стопор микровинта и проверить нулевое положение, отводя и снова подводя микровинт к пятке.

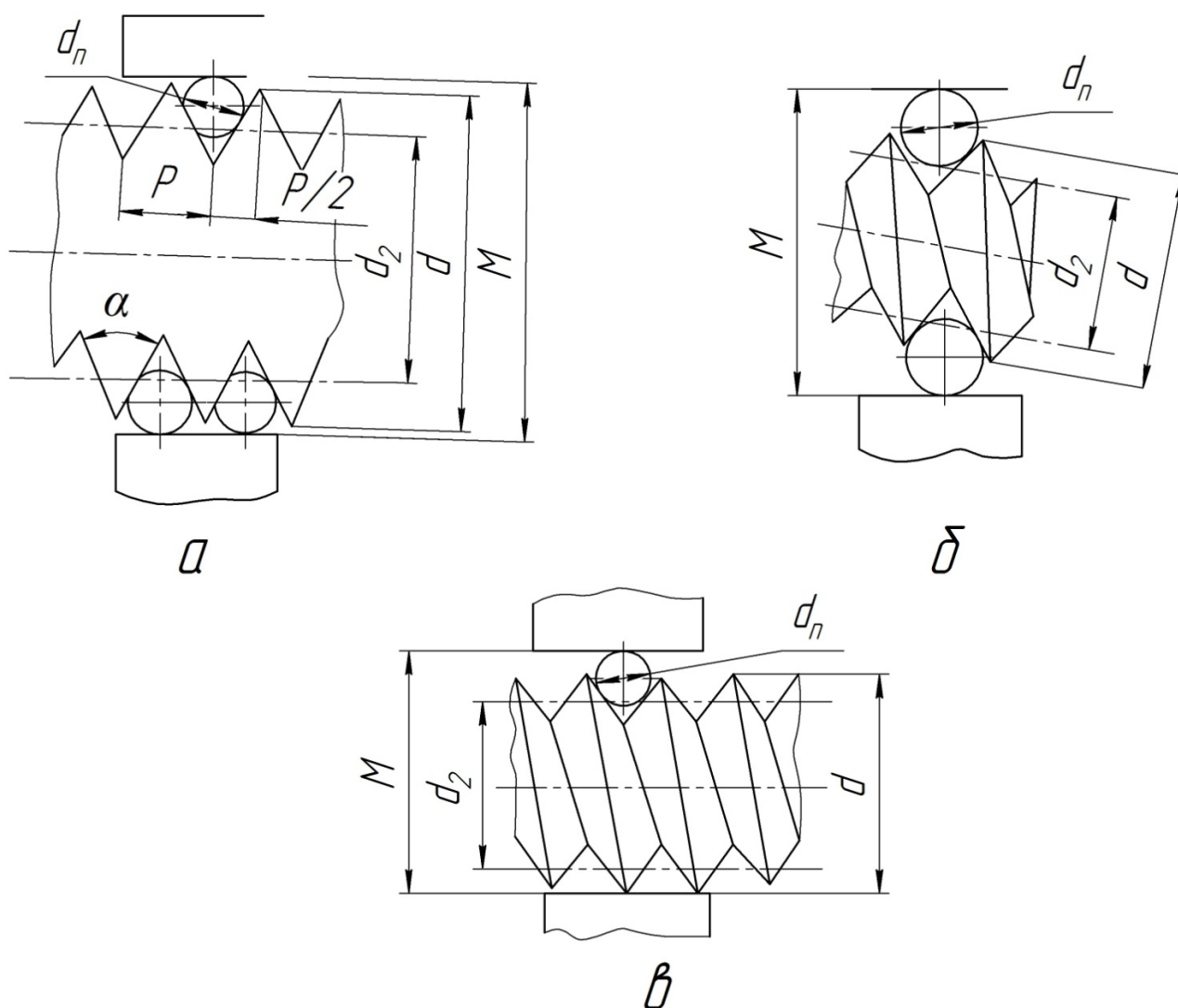
Основные источники погрешностей измерения среднего диаметра резьбы резьбовыми микрометрами: погрешности половины угла профиля измеряемой резьбы и вставок, несовпадение оси посадочной поверхности конической вставки и биссектрисы угла призматической вставки. Погрешность измерения среднего диаметра резьбы резьбовыми микрометрами примерно в два раза больше, чем измерение деталей гладкими микрометрами. В зависимости от размера резьбы, размера и типа вставок, погрешностей половины угла профиля резьбы и погрешности данного метода составляют от 0,025 до 0,2 мм в сторону увеличения среднего диаметра, что не позволяет применять резьбовые микрометры для измерения точных резьб.

### **3 ИЗМЕРЕНИЕ СРЕДНЕГО ДИАМЕТРА РЕЗЬБЫ МЕТОДОМ ТРЕХ ПРОВОЛОЧЕК**

Метод трех проволочек, являющийся косвенным методом измерений, – один из наиболее распространенных и точных методов измерения среднего диаметра резьбы. Измерение этим методом базируется на определении среднего диаметра резьбы. Средним диаметром резьбы называется диаметр воображаемого цилиндра, имеющего общую ось с резьбой. Образующая цилиндра пересекает профиль витков в точках, где ширина канавки равна половине номи-

нального шага  $P$  для однозаходной резьбы и для многозаходной резьбы – половине номинального хода  $t$ , разделенной на число заходов.

Сущность метода заключается в следующем: в смежные впадины резьбы закладываются две проволоочки с одной стороны профиля и одна – с противоположной, так, чтобы они были параллельны, как показано на рисунке 1, в. Если шаг резьбы равен или меньше 0,5 мм, две проволоочки могут быть заложены не в смежные витки, а через виток. При измерении необходимо тщательно избегать перекоса измеряемой детали. Необходимо следить за тем, чтобы во впадине резьбы находились рабочие участки проволоочек, имеющие доведенную блестящую поверхность до  $Ra = 0,04$  мкм, а также за тем, чтобы проволоочки не перекашивались. Затем с помощью какого-либо контактного прибора (оптиметра, миниметра или гладкого микрометра) измеряют размер  $M$  (рисунок 3).



а – метод трех проволоочек; б – метод двух проволоочек;  
в – метод одной проволоочки

Рисунок 3 – Измерение резьбы с использованием проволоочек

Средний диаметр резьбы при измерении методом 3-х проволочек вычисляется по формуле:

$$d_2 = M - 3d_n + 0,866P \quad (1)$$

Чтобы исключить влияние погрешностей угла профиля, используют проволочки с так называемым наивыгоднейшим диаметром  $d_n$ , при котором проволочка касается таких точек боковых сторон профиля резьбы, где ширина канавки равна половине номинального шага:

$$d_n = \frac{P}{2 \cos \frac{\alpha}{2}} \quad (2)$$

При весьма точных измерениях следует учитывать погрешности диаметра проволочек, шага и половины угла профиля измеряемой резьбы, а также влияние угла подъема резьбы.

При небольшом числе витков и если не требуется большой точности для измерения среднего диаметра резьбы используют метод двух и даже одной проволочки (рисунок 3, б, в). Последовательность выполнения в этом случае такая же, как и при методе трех проволочек.

Для метрической резьбы наивыгоднейший диаметр проволочки определяется по формуле:

$$d_n = \frac{P}{1,732}, \quad (3)$$

где  $P$  – номинальный размер шага проверяемой резьбы.

Размеры проволочек, подсчитанные по формулам (3), даны в таблице 1.

Таблица 1 – Наивыгоднейшие диаметры проволочек

Шаг резьбы, мм	Наивыгоднейший диаметр проволочки, мм	Шаг резьбы, мм	Наивыгоднейший диаметр проволочки, мм	Шаг резьбы, мм	Наивыгоднейший диаметр проволочки, мм	Шаг резьбы, мм	Наивыгоднейший диаметр проволочки, мм
0,20	0,118	0,50	0,291	1,25	0,724	3,5	2,020
0,25	0,142	0,60	0,343	1,50	0,866	4,0	2,311
0,30	0,170	0,70	0,402	1,75	1,008	4,5	2,595
0,35	0,201	0,75	0,433	2,00	1,157	5,0	2,886
0,40	0,232	0,80	0,461	2,50	1,441	5,5	3,177
0,45	0,260	1,00	0,572	3,00	1,732	6,0	3,468

Проволочки изготавливаются из стали У10А и У12А (для диаметров до 1,302 мм) или из стали Х и ХГ (для диаметров свыше 1,502 мм), подвергаются закалке до твердости 58-54 HRC, а затем доводятся (калибруются) на притирочных станках с высокой степенью точности по размеру диаметра и его границе.



Диаметр калиброванной части провололок выполняется с отклонениями, не превышающими 1мкм. Комплект провололок изображен на рисунке 4.

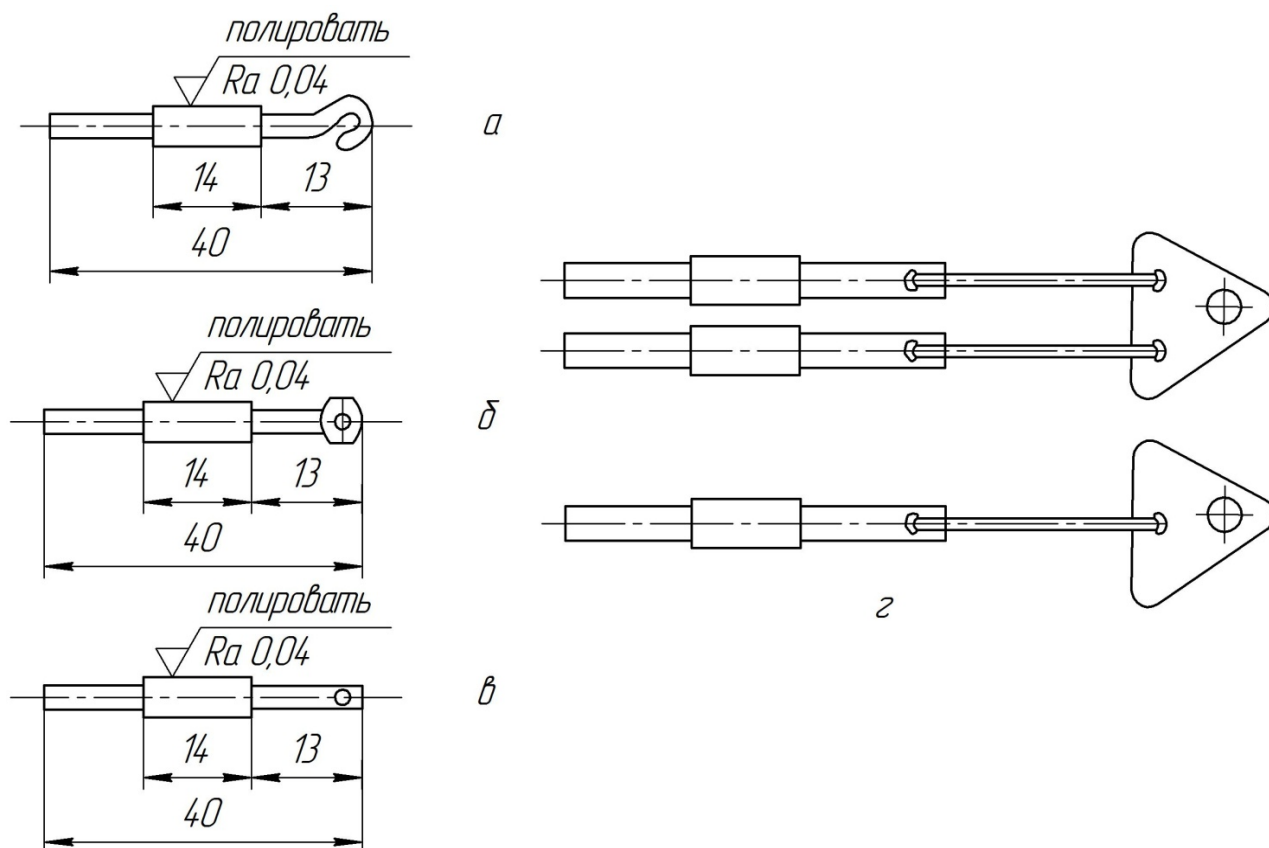


Рисунок 4 – Типы провололок для измерения среднего диаметра резьбы

Проволочки имеют ушко или отверстие для прикрепления ниткой к бирке. Две проволочки прикрепляются к одной бирке, третья – к отдельной. Форма и размеры провололок регламентируются СТ СЭВ 242-75. В зависимости от шага измеряемой резьбы и диаметрального размера провололок форма их бывает различной. Так, например, показанная на рисунке 4, а форма проволочки применяется для метрических резьб с шагом 0,2-1,25 мм. На рисунке 4, б показана проволочка для измерения метрических резьб с шагом 1,5-3,5 мм, а на рисунке 4, в – для метрических с шагом 4-12 мм.

При измерении проволочки могут свободно подвешиваться на кронштейне, укрепленном на измерительном приборе (рисунок 4, г).

Диаметр провололок проставляется на бирках и футлярах, в которых хранится комплект провололок.

В практике бывают случаи, когда принцип измерения среднего диаметра по методу трех провололок осуществить не удастся из-за небольшой длины резьбы (в пределах одного-двух витков). В этом случае средний диаметр резьбы может быть измерен с помощью двух провололок. Последовательность выполнения измерений в этом случае такая же, как и при методе трех провололок. Значение среднего диаметра измеряемой резьбы методом двух провололок определяется по следующей формуле (для метрической резьбы):

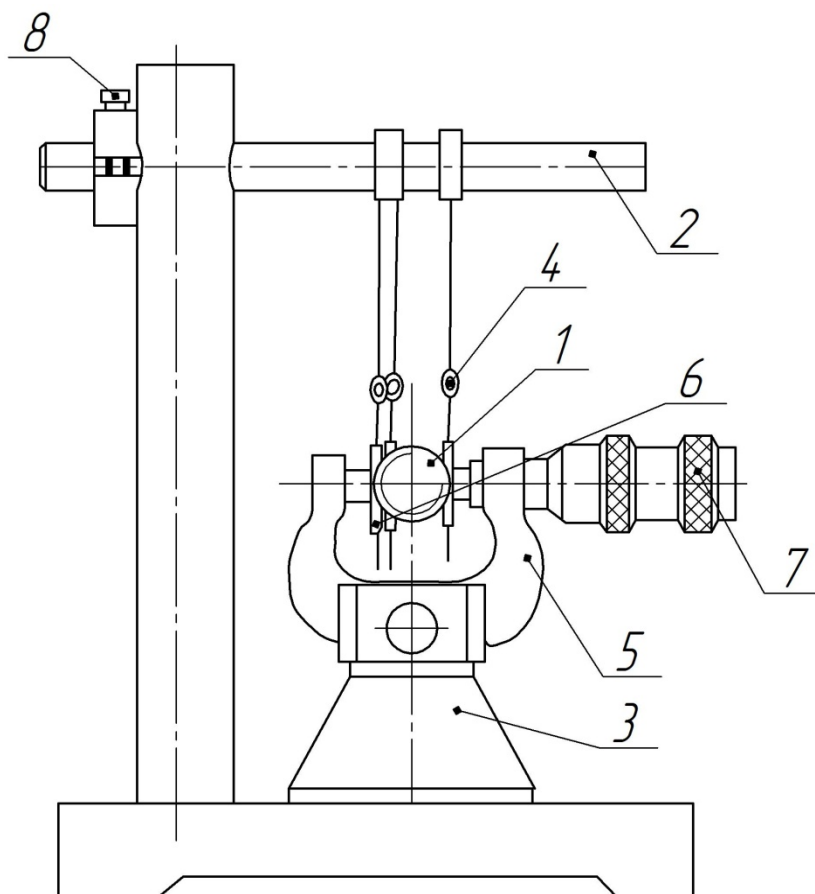
$$d_2 = M - 3d_n - \frac{P^2}{8(M - d_n)} + 0,866 \cdot P \quad . \quad (4)$$

Размер М определяется дважды, в двух взаимно перпендикулярных сечениях.

Для резьбы большего диаметра и шага, а также при измерении среднего диаметра с большим углом подъема, применяется метод измерения среднего диаметра резьбы с помощью одной проволоочки (рисунке 3, в). Базирование измеряемой резьбы по отношению к прибору происходит по наружному диаметру, что приводит к дополнительным погрешностям при измерении. Определение среднего диаметра резьбы, измеряемого одной проволоочкой, производится по следующей формуле (для метрической резьбы):

$$d_2 = 2M - d - 3d_n + 0,866 \cdot P \quad . \quad (5)$$

#### 4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ



1 – измеряемая деталь; 2 – стойка-штатив; 3 – стойка; 4 – держатель; 5 – микрометр; 6 – проволоочки; 7 – трещотка; 8 – винт стопорный

Рисунок 5 – Установка для измерения среднего диаметра резьбы методом трех проволочек

Для измерения среднего диаметра резьбы методом трех проволок применяют гладкий или рычажный микрометр. В стойку 3 (рисунок 5) закрепляют микрометр 5. Проволочки 6 подвешивают на держатель 4, который с помощью винта 8 закрепляется на стойке-штативе 2.

Материально-техническое оснащение работы.

1 Гладкий микрометр, резьбовой микрометр, стойка-штатив.

2 Контролируемая деталь.

3 Обтирочный материал.

### **Порядок выполнения работы**

1 Ознакомиться с руководством к лабораторной работе.

2 Дать характеристику инструмента: определить завод-изготовитель, пределы измерения и цену деления, занести данные в отчет.

3 Измерить средний диаметр резьбы резьбовым микрометром:

а) протереть измеряемую деталь;

б) вставить коническую вставку 3 до упора в отверстие микровинта 4, призматическую вставку 2 – в отверстие пятки 1 (рисунок 1). Вставки подобрать по шагу измеряемой резьбы;

в) установить резьбовой микрометр на нуль;

г) произвести измерения среднего диаметра резьбы не менее трех раз на различных витках;

д) сложить инструмент в коробку;

е) заполнить отчет.

4 Измерить средний диаметр резьбы методом трех проволок с помощью гладкого микрометра:

а) протереть измеряемую деталь;

б) закрепить микрометр в стойке 3 (рисунок 5) и установить на нуль.

Настройка гладкого микрометра осуществляется следующим образом (рисунок 2). Плавным вращением микровинта за трещотку 6 от себя подвести торец микровинта к торцу пятки 2 до соприкосновения, пока трещотка не провернется 3-4 раза. В этом положении нулевой штрих шкалы барабана должен совпасть с продольным штрихом шкалы стебля. Если такого совмещения нет, то барабан 5 закрепляют стопорным винтом 7, вращая стопорный винт по часовой стрелке до прочного зажатия. Ослабив гайку-колпачок 9, закрепляющую нижнюю часть барабана, повернув ее на 1-2 оборота, совместить «0» деление барабана 5 с продольным штрихом стебля 3. Затем закрепить барабан, отпустить стопорный винт 4 и проверить нулевое положение, отводя и снова подводя микрометрический винт 3 к неподвижной пятке 2;

в) выбрать по таблице 1 проволочки наивыгоднейшего диаметра в зависимости от шага-резьбы;

г) отрегулировать проволочки 6 на держателе 4 так, чтобы середина рабочей части проволок находилась примерно против измерительных поверхно-

стей микрометра. Вставить проволочки во впадины резьбы, как показано на рисунке 3;

- е) измерить размер М не менее 3-х раз;
- ж) подсчитать средний диаметр резьбы по формуле 1;
- з) сложить инструмент в коробку;
- и) заполнить отчет по работе с указанием даты выполнения, индекса группы и фамилий исполнителей и преподавателей.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

- 1 Устройство и принцип измерения резьбовым микрометром.
- 2 Отличия резьбового и гладкого микрометра.
- 3 Принцип измерения среднего диаметра резьбы методом трех проволочек.
- 4 Установка для измерения среднего диаметра резьбы методом трех проволочек.
- 5 Области использования метода трех, двух и одной проволочки.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

- 1 Мягков, Е. Д. Допуски и посадки. Справочник [Текст] / Е. Д. Мягков. – Ленинград : Машиностроение, 1976. – Т.2. – С. 545-1032 .
- 2 Тищенко, О. Ф. Взаимозаменяемость стандартизация и технические измерения [Текст] / О. Ф. Тищенко, А. С. Балединский. – Москва : Машиностроение, 1977. – 275 с.
- 3 Якушев, А. И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения [Текст] / А. И. Якушев, Л. Н. Воронцов, Н. М. Федотов. – Москва : Машиностроение, 1987. – 352 с.
- 4 Никитин, В. А. Методы и средства измерений, испытаний и контроля [Текст] / В. А. Никитин, С. В. Бойко. – Оренбург : Оренбургский гос. ун-т, 2004. – 396 с.

# Приложения

## Приложение А

### ФОРМА ОТЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

#### 1 Характеристика инструментов:

Таблица А1 – Форма отчета по работе

Наименование инструмента	Завод-изготовитель	Пределы измерения	Цена деления						
Гладкий микрометр									
Резьбовой микрометр									
1 Измерить средний диаметр резьбы резьбовым микрометром, чертежный размер которой $\alpha_2 =$									
Сторона калибра	Номер измерен.	Результат измерения	Среднее арифметическое	Заключение о годности					
	1								
	2								
	3								
2 Измерить диаметр резьбы методом трех проволок									
Схема измер.	Сторона калибра	Шаг резьбы	Угол профиля	Диаметр проволок	Номер измерения	Размер М	Сред. арифмет.	Сред. диаметр	Заключение

Работу выполнил \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Работу принял \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Овсянников Виктор Евгеньевич

## **ИЗМЕРЕНИЕ РЕЗЬБЫ**

Методические указания  
к выполнению лабораторной работы  
для студентов, обучающихся по направлениям  
27.03.01, 15.03.01, 15.03.04, 15.03.05, 20.03.01, 23.03.01,  
23.03.02, 44.03.01, 23.05.01, 23.05.02

Редактор Н. Н. Погребняк

---

Подписано в печать 13.11.18	Формат 60×84 1/16	Бумага 65 г/м <sup>3</sup>
Печать цифровая	Усл.печ.л. 1,25	Уч.-изд.л.1,25
Заказ №207	Тираж 25	Не для продажи

---

БИЦ Курганского государственного университета.  
640020, г. Курган, ул. Советская, 63/4.  
Курганский государственный университет.