



Министерство образования и науки Украины
Севастопольский национальный технический
университет

КОНТРОЛЬ РЕЗЬБ

Методические указания

к выполнению лабораторных работ по дисциплине
"Взаимозаменяемость, стандартизация и
технические измерения"
для студентов машиностроительных специальностей
дневной и заочной форм обучения

Севастополь
2005

УДК 531.74

Контроль резьб: Метод. указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине "Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения" /Разраб. Н.А. Волошина, О.В. Филипович. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2005. – 28 с.

Целью методических указаний является оказание помощи студентам в выборе измерительных средств и в приобретении практических навыков измерения параметров резьбовых деталей. В методических указаниях изложена методика проведения измерений параметров наружных и внутренних резьб.

Методические указания предназначены для студентов машиностроительных специальностей дневной и заочной форм обучения.

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры "Автоматизированные приборные системы" 17 июня 2005 г., протокол № 12.

Допущено учебно-методическим центром СевНТУ в качестве методических указаний.

Рецензент: С.П. Волков, канд. техн. наук, доц. кафедры "Автоматизация технологических процессов и производств".

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Якушев А.И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения /А.И.Якушев, Л.Н.Воронцов, Н.Ф. Федоров. – М.: Машиностроение, 1987. – 350 с.

2 Единая система допусков и посадок СЭВ в машиностроении и приборостроении: Справочник в двух томах. – М.: Издательство стандартов, 1989. – Ч1. – 543 с., Ч2. – 448 с.

3 Белкин И.М. Средства линейно-угловых измерений /И.М. Белкин: Справочник. - М.: Машиностроение, 1987. – 368 с.

4 Берков В.И. Технические измерения (альбом): Учеб. пособие для СПТУ /В.И. Берков. – М.: Высш. шк., 1988. – 128 с.

8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение резьбы?
2. Обозначение резьбы на чертежах?
3. Какие основные элементы проверяемой резьбы регламентированы предельными отклонениями по стандарту?
4. Что такое приведенный средний диаметр резьбы?
5. Что такое диаметральные компенсации погрешностей шага и угла профиля и как их определить?
6. Назначение комплексного и поэлементного методов контроля?
7. Какие средства измерений используются для комплексного контроля параметров резьб?
8. Какие средства измерений используются для поэлементного контроля параметров резьб? Привести их основные метрологические характеристики?
9. С какой целью измеряют половину угла профиля, а не целый угол?
10. Как выбирается диаметр проволоочек?
11. С какой целью производят измерение шага и половины угла профиля по левой и правой сторонам профиля резьбы?
12. Как дается заключение о годности резьбы при комплексном и поэлементном методах контроля?

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель работ	4
2. Характеристика объекта измерения	4
3. Выбор метода и средств измерения параметров резьбы	6
4. Контроль резьбы калибрами	8
5. Лабораторная работа №1. Измерение среднего диаметра резьбы резьбовым микрометром	12
6. Лабораторная работа №2. Измерение среднего диаметра резьбы методом трех измерительных проволоочек	15
7. Лабораторная работа №3. Измерение элементов резьбы на инструментальном микроскопе	18
8. Контрольные вопросы	26
Библиографический список	27

1. ЦЕЛЬ РАБОТ

Выбор и обоснование методов и средств измерений параметров резьб. Изучение принципов действия этих средств. Определение годности изделий по результатам измерений и степени достоверности этих определений.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИЗМЕРЕНИЯ

Резьбовые соединения широко распространены в машиностроении и приборостроении. В современных машинах и приборах свыше 60 % всех деталей имеют резьбу (ДСТУ 2497-94). Наибольшее распространение, нашей стране получили метрические резьбы.

При изготовлении резьбовых деталей имеют место погрешности профиля резьбы и ее размеров, которые нарушают свинчиваемость и ухудшают качество соединений. Для обеспечения свинчиваемости и качества резьбовых соединений действительные значения параметров резьбы, а именно диаметров d (D), d_1 (D_1), d_2 (D_2), шага P , угла профиля α (рисунок 1), не должны выходить за предельные контуры по всей длине свинчивания [1].

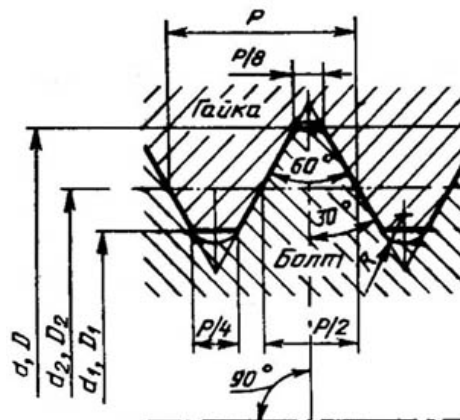


Рисунок 1 – Профиль метрической резьбы

Свинчиваемость можно считать обеспеченной, если разность средних диаметров резьб болта и гайки не меньше сумм диаметральных компенсаций шага и половины угла профиля обеих деталей.

Значение среднего диаметра резьбы, увеличенное у болта и уменьшенное у гайки на суммарную диаметральную компенсацию отклонений шага и половины угла профиля называют приведенным средним диаметром. Приве-

7. Подсчитать значение приведенного среднего диаметра резьбы в мм.
8. Дать заключение о годности, сравнивая полученные действительные значения основных элементов резьбы с допускаемыми по стандарту.

3. Нарисовать схему расположения полей допусков.

4. Измерить средний диаметр резьбы, результаты измерений занести в таблицу 8.

Таблица 8 – Результаты измерения среднего диаметра резьбы

Измерение		По левой грани	По правой грани	Обработка результатов измерения
Показания прибора, мм	1-е			
	2-е			
Средний диаметр (разность показаний), мм		$d_{2\text{ лев}}$	$d_{2\text{ прав}}$	$d_2 = \frac{d_{2\text{ прав}} + d_{2\text{ лев}}}{2} =$

5. Измерить шаг резьбы на длине свинчивания P_n по левой и правой сторонам профиля. Результаты измерений занести в таблицу 9. Определить погрешность шага на длине свинчивания δP_n . Вычислить диаметральную компенсацию погрешности шага f_p .

Таблица 9 – Результаты измкрения шага резьбы

Номинальное значение шага на длине свинчивания, $P_n=P \cdot n=$ мм						
Результаты измерения, мм						
Параметр	Отсчет, мм					Погрешность δP_n лев (δP_n прав)
	На втором витке			На (n+2) витке		
P_n лев	Показание прибора	1-е		Показание прибора	1-е	
		2-е			2-е	
	Разность показаний			Разность показаний		
P_n прав	Показание прибора	1-е		Показание прибора	1-е	
		2-е			2-е	
	Разность показаний			Разность показаний		
$\delta P_n = (\delta P_n \text{ прав} + \delta P_n \text{ лев})/2=$ мм						
$f_n = 1.732 \delta P_n =$ мм						

6. Измерить левую и правую половины угла профиля резьбы $\alpha/2$ одного витка. Результаты измерений занести в таблицу 10. Определить погрешность половины угла профиля $\delta \alpha/2$. Вычислить диаметральную компенсацию погрешности угла профиля f_α .

Таблица 10 – Результаты измерения угла профиля резьбы

Номинальное значение половины угла профиля резьбы $\alpha/2=$ град							
Показания прибора (в град и мин)				Обработка результатов измерения			
По левой грани		По правой грани		$\alpha/2_{\text{лев}}=(\alpha/2_{\text{I}}+\alpha/2_{\text{II}})/2$		$\delta\alpha/2_{\text{лев}}$	$\delta\alpha/2_{\text{прав}}$
$\alpha/2_{\text{I}}$		$\alpha/2_{\text{III}}$		$\alpha/2_{\text{прав}}=(\alpha/2_{\text{I}}+\alpha/2_{\text{II}})/2$		$\delta\alpha/2=(\delta\alpha/2_{\text{лев}} +$	$+\delta\alpha/2_{\text{прав}})/2$
$\alpha/2_{\text{II}}$		$\alpha/2_{\text{IV}}$					
$f_{\alpha}=0,00029P\delta\alpha/2=$ мм				$[\delta\alpha/2]=$ мин		$[P]=$ мм	

денный средний диаметр резьбы – это средний диаметр идеального резьбового элемента, который соединяется с реальной резьбой. Этот диаметр невозможно измерить непосредственно, его можно проконтролировать.

Для определения значения приведенного среднего диаметра необходимо измерять отдельно средний диаметр, шаг и половину угла профиля.

Приведенный средний диаметр для наружной резьбы

$$d_{2\text{ пр}} = d_{2\text{ изм}} + f_p + f_\alpha;$$

для внутренней резьбы

$$D_{2\text{ пр}} = D_{2\text{ изм}} - (f_p + f_\alpha),$$

где $d_{2\text{ изм}}$ и $D_{2\text{ изм}}$ – измеренные (действительные) значения соответственно среднего диаметра резьбы болта и гайки, мм;

f_p и f_α – диаметральные компенсации соответственно отклонений шага и половины угла профиля.

Для метрической резьбы

$$f_p = 1,732 |\Delta P_n| \cdot 10^{-3} \text{ мм},$$

$$f_\alpha = 0,36 P \left(\frac{\Delta \alpha}{2} \right) \cdot 10^{-3} \text{ мм},$$

где ΔP_n – накопленная погрешность шага, полученная в результате измерения, мм;

$\frac{\Delta \alpha}{2}$ – погрешность половины угла профиля, полученная в результате измерения, угл. мин.;

P – шаг резьбы, мм.

Условие годности болта (рисунок 2,а)

$$d_{2\text{ изм}} \geq d_{2\text{ мин}} = d_2 + e_i,$$

$$d_{2\text{ пр}} \leq d_{2\text{ макс}} = d_2 + e_s.$$

Условие годности гайки (рисунок 2,б)

$$D_{2\text{ изм}} \leq D_{2\text{ макс}} = D_2 + E_S,$$

$$D_{2\text{ пр}} \geq D_{2\text{ мин}} = D_2 + E_I.$$

Наибольший средний диаметр гайки и наименьший средний диаметр болта ограничивают величины собственно средних диаметров гайки и болта.

Средний диаметр, шаг и угол профиля являются основными параметрами резьбы, т.к. они определяют эксплуатационные свойства резьбового соединения.

Вследствие взаимосвязи между отклонениями шага, угла профиля и собственно среднего диаметра допустимые отклонения этих параметров отдельно не нормируются. Устанавливают только суммарный допуск на средний диаметр болта Td_2 и гайки TD_2 , который включает допустимое отклоне-

ние собственно среднего диаметра Δd_2 (ΔD_2) и диаметральные компенсации погрешностей шага и угла профиля, т.е.

$$Td_2 (TD_2) = \Delta d_2 (\Delta D_2) + f_p + f_\alpha. \tag{1}$$

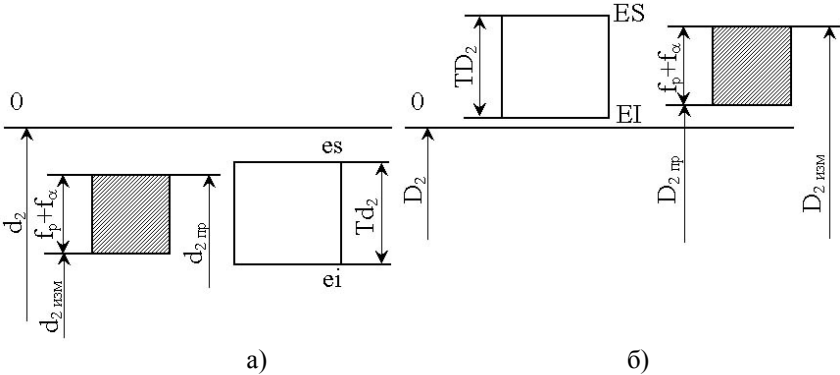


Рисунок 2 – Схемы полей допусков:
а) среднего диаметра d_2 болта;
б) среднего диаметра D_2 гайки

В отличие от резьбовых соединений допуски для резьбовых калибров (а также резьб с натягом, резьб инструмента) устанавливают раздельно на каждый параметр резьбы.

3. ВЫБОР МЕТОДА И СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ РЕЗЬБЫ

Точность резьбы можно контролировать дифференциальным (поэлементным) или комплексными методами [1].

Комплексный метод контроля применяют для резьбовых деталей невысокой точности, допуск среднего диаметра которых является суммарным. Он основан на одновременном контроле среднего диаметра, шага, половины угла профиля, внутреннего и наружного диаметров резьбы путем сравнения действительного контура резьбовой детали с предельным. Это достигается с помощью предельных калибров.

Дифференциальный метод используют для измерения точных резьб (калибров-пробок, резьбообразующего инструмента и т.п.).

Анализ конструктивных особенностей резьбовой детали показывает, что для исследования ее точности необходимо измерить:

- 1) наружный диаметр d (D);
- 2) средний диаметр d_2 (D_2);

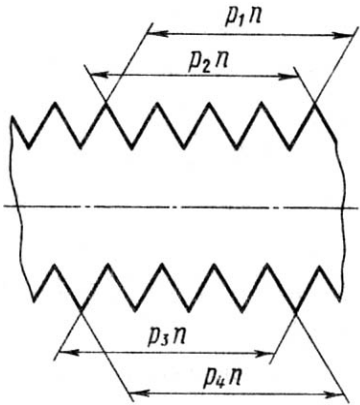


Рисунок 17 – Измерение шага резьбы по правым и левым сторонам профиля на его противоположных сторонах

Порядок выполнения работы.

- 1. Указать метрологические характеристики применяемого микроскопа; определить основные значения элементов резьбы и занести их в таблицу 6.

Таблица 6 – Метрологические характеристики микроскопа и основные значения элементов резьбы

Наименование прибора	Проверяемый элемент резьбы	Цена деления	Пределы измерений по шкале	Пределы измерений прибора
Номинальные размеры элементов резьбы				
Наружный диаметр d , мм	Средний диаметр d_2 , мм	Внутренний диаметр d_1 , мм	Шаг P , мм	Угол профиля α

- 2. Из таблицы стандарта для проверяемой резьбы определить предельные отклонения основных элементов и занести их в таблицу 7.

Таблица 7 – Предельные отклонения основных элементов

Предельные отклонения элементов резьбы						
Обозначение полей допусков	Наименование отклонения	d , мкм	d_2 , мкм	d_1 , мкм	P , мкм	$\alpha/2$, мин
	Верхнее					
	Нижнее					

аналогичное измерение по другой стороне профиля и подсчитать среднее арифметическое результатов измерения (рисунок 16).

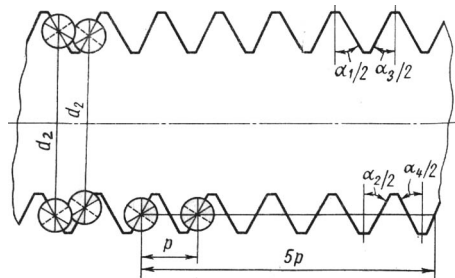


Рисунок 16 – Схема измерения угла профиля резьбы по его половинам, шага резьбы по его одной величине и нескольким виткам, среднего диаметра резьбы по двум сторонам профиля

Для того чтобы можно было судить не только о величине угла, но и о наклоне профиля к оси резьбы, измерение рекомендуется производить по половинам угла, совмещая штриховую линию сетки поочередно с правой и левой сторонами профиля. Сумма результатов измерения является величиной угла, а их равенство показывает перпендикулярность биссектрисы угла к оси резьбы.

Предварительно градусную шкалу устанавливают на 0, 90, 180 или 270°, чтобы одна из линий штриховой сетки была перпендикулярна оси резьбы и одно из указанных значений принимают за начало первого отсчета. Затем линию штриховой сетки, перпендикулярную оси резьбы, совмещают поочередно в противоположных направлениях правой стороны профиля, производя второй отсчет, и подсчитывают среднее значение $(\alpha/2)_{\text{прав}} = (\alpha_3/2 + \alpha_4/2)/2$. Аналогичные действия производят по левой стороне профиля $(\alpha/2)_{\text{лев}} = (\alpha_1/2 + \alpha_2/2)/2$.

Измерение шага резьбы производится продольным перемещением микровинта или с применением плоскопараллельных концевых мер, что исключает погрешность микровинта. При этом колонку наклоняют на угол подъема резьбы, совмещают с помощью микровинтов поперечного и продольного хода и вращения сетки окулярной головки штриховую линию сетки со стороной профиля и производят первый отсчет. Затем перемещают стол в продольном направлении до совпадения этой штриховой линии с соответствующей стороной профиля через один или несколько шагов резьбы, производят второй отсчет и узнают разность отсчетов. Для получения более точных результатов рекомендуется измерение шага производить по правым и левым сторонам профиля на двух противоположных сторонах (рисунок 17).

- 3) внутренний диаметр d_1 (D_1);
- 4) длину n шагов nP ;
- 5) половину угла профиля $\alpha/2$.

При выборе средства измерения следует учитывать, что допустимая погрешность измерения $\delta_{\text{изм}}$ должна быть меньше предполагаемой погрешности измеряемой величины.

С учетом составляющих погрешностей принципа измерения допустимую погрешность измерительного средства принимаем равной

$$\delta_{\text{изм}} \leq 0,1T, \tag{2}$$

где T – допуск на измеряемый параметр.

Измерение среднего диаметра наружной резьбы d_2 , в зависимости от требуемой точности, производится (таблица 1) приборами с резьбовыми вставками, контактными приборами с помощью трех проволочек (косвенные измерения), проекционными приборами (для резьб с нечетным числом заходов).

Таблица 1 – Предельные погрешности измерения параметров наружной резьбы

Параметры резьбы	Наименование средства измерения	Диапазон измерения, мм (град.)	Предельная погрешность измерения $\pm \delta_{\text{изм}}$, мкм (мин)
Средний диаметр d_2	Микрометры с резьбовыми вставками	0-25 25-50	100
	С помощью трех проволочек	Микрометры гладкие	7,0 9,0
		Оптиметры вертикальные	2,0
		Длиномеры вертикальные типа ИЗВ-1, ИЗВ-2, ИЗВ-3	3,0 3,5
	Микроскопы измерительные универсальные типа УИМ-21, УИМ-23	1-18 18-50	8,5 9,0
Шаг резьбы P	Микроскопы измерительные универсальные типа УИМ-21, УИМ-23	1-20 20-50 50-80	4,0 5,0 6,0
Половина угла профиля $\alpha/2$	Микроскопы измерительные универсальные типа УИМ-21, УИМ-23	30°	6,5...8,5 при $P=1,5...2,5$ мм 5,0...6,5 при $P=2,5...5,0$ мм

Наружный диаметр d измеряют обычно универсальным прибором требуемой точности, внутренний диаметр d_1 – с помощью специальных остро-

конечных вставок к микрометру или проекционными приборами, шаг P и угол $\alpha/2$ – проекционными приборами.

Измерение среднего диаметра внутренней резьбы свыше 18 мм измеряют на горизонтальном оптиметре с помощью специальных шаровых наконечников, а также резьбовыми нутромерами с резьбовыми вставками.

Шаг и угол внутренней резьбы измеряют по слепкам и отливкам, получаемым путем заливки внутренней резьбы специальными сплавами.

Пример. Выбрать методы и средства измерения деталей с резьбой М20-7g-36.

По таблицам ГОСТ 24705-81, ГОСТ 8724-81, ГОСТ 9150-81 определяем номинальные параметры резьбы и строим схемы расположения полей допусков (рисунок 3) по диаметрам d , d_2 , d_1 , пользуясь таблицами ГОСТ 16093-81 [2].

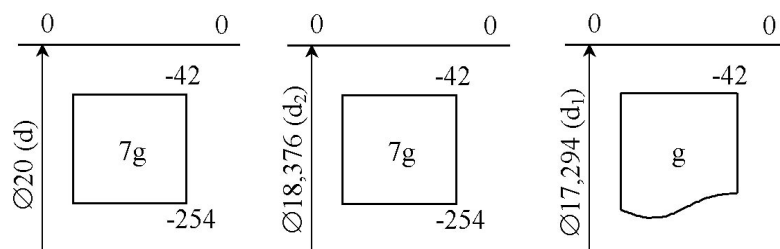


Рисунок 3 – Схемы расположения полей допусков по диаметрам d , d_2 , d_1

Определяем допустимую погрешность измерения среднего диаметра по уравнениям (1) и (2) и с помощью таблицы 1.

$$\delta_{\text{изм}}(d_2) \leq 0,1 \cdot 212 - 1,732 \cdot 5 - 0,36 \cdot 2,5 \cdot 6,5 = 6,62 \text{ мкм}$$

По таблице 1 определяем, что при косвенных измерениях среднего диаметра с помощью трех проволочек подходит длиномер вертикальный или оптиметр вертикальный.

Учитывая большую производительность первого прибора по сравнению со вторым, выбираем вертикальный длиномер.

Перед измерением следует ознакомиться с устройством выбранного измерительного средства и с порядком отсчета его показаний.

4. КОНТРОЛЬ РЕЗЬБЫ КАЛИБРАМИ

Основным методом контроля параметров резьбовых изделий в производственных условиях является контроль с помощью комплекта калибров [3]. В комплект калибров для контроля наружной резьбы (рисунок 4) входят: проходной резьбовой калибр-кольцо (или калибр-скоба) *ПР* (контролирует приведенный средний диаметр и одновременно внутренний диаметр резьбы);

подачи таким образом, чтобы штриховая линия, перпендикулярная центральной линии, делила измеряемую сторону профиля резьбы примерно пополам. Произведя отсчет по микрометрическому устройству поперечной подачи, перемещают стол с изделием в поперечном направлении до появления диаметрально противоположной параллельной стороны профиля резьбы.

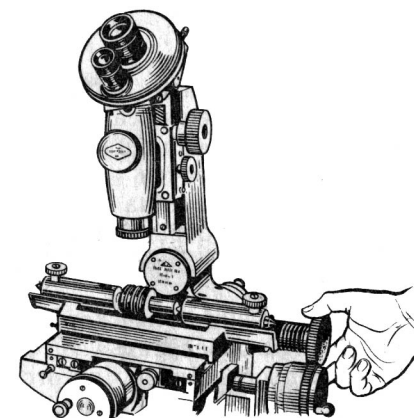


Рисунок 14 – Наклон колонки на угол подъема резьбы

Наклонив колонку на тот же угол, но в противоположную сторону, снова совмещают центральную штриховую линию со стороной профиля резьбы и производят вторичный отсчет. Разность между отсчетами является средним диаметром резьбы, измеренным по одной стороне профиля (рисунок 15).

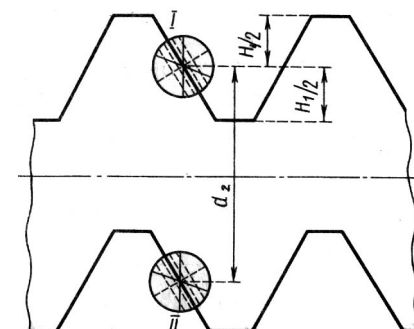


Рисунок 15 – Схема измерения среднего диаметра резьбы

Для предостережения от погрешности из-за возможного перекоса осей изделия рекомендуется при измерении среднего диаметра резьбы произвести

При угловых измерениях изделие устанавливают таким образом, чтобы одна образующая его угла совпала с центральной штриховой линией сетки при совпадении вершины угла с оптической осью микроскопа. При этом в отсчетном угломерном микроскопе производится первый отсчет (желательно, чтобы он был равен нулю). Затем поворачивается штриховая сетка до совпадения ее центральной штриховой линии со второй образующей угла изделия и производится второй отсчет. Если первый отсчет равнялся нулю, то второй будет являться результатом измерения. Если первый отсчет не равнялся нулю, то надо вычесть его величину из второго отсчета и получить результат измерения (рисунок 13).

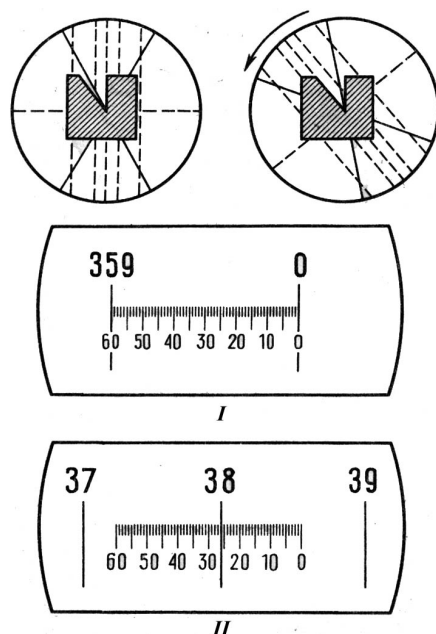


Рисунок 13 – Проекция углового изделия на штриховой сетке
(Показания: I - 0, II - 38°26'. Результат измерения: 38°26')

После предварительных действий по закреплению контрольного валика в центровые бабки, его точной установки и проверки параллельности линии центров продольному ходу стола надо в центры установить резьбовое изделие. Для получения резкого изображения резьбового профиля наклоняют колонку на угол, равный углу подъема резьбы изделия (рисунок 14). Затем совмещают центральную штриховую линию сетки с изображением стороны профиля резьбы, действуя при этом микровинтами поперечной и продольной

непроходной резьбовой калибр-кольцо (или калибр-скоба) *НЕ* (контролирует наименьший средний диаметр); гладкий калибр-скоба (или калибр-кольцо) *ПР* (контролирует наибольший наружный диаметр резьбы) и гладкий калибр-скоба (или калибр-кольцо) *НЕ* (контролирует наименьший предельный размер наружного диаметра резьбы).

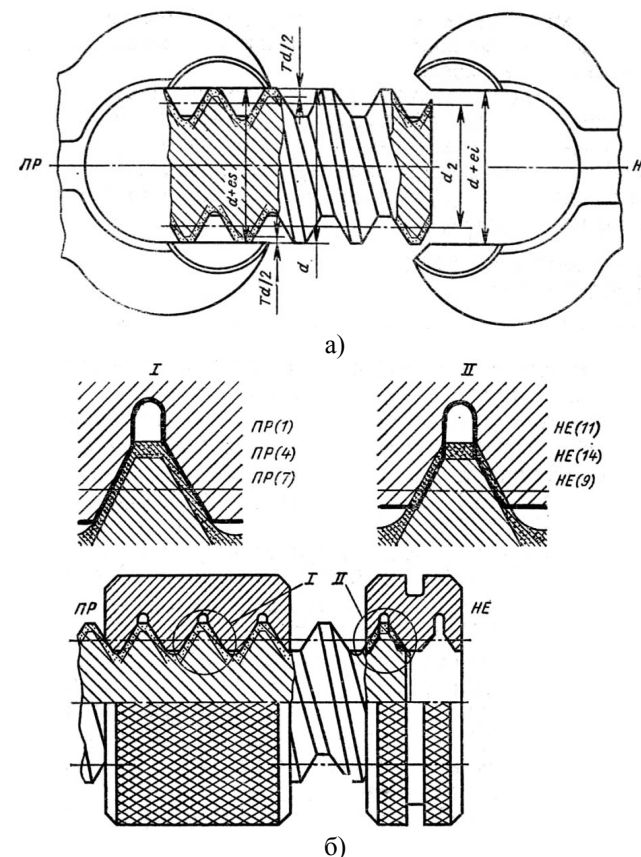


Рисунок 4 – Гладкие калибры-скобы (а) и резьбовые калибры-кольца (б) для контроля наружной резьбы

Комплект калибров для контроля параметров внутренней резьбы (рисунок 5) содержит: проходной резьбовой калибр-пробку *ПР* (контроль приведенного среднего диаметра и одновременно наружного диаметра резьбы); непроходной резьбовой калибр-пробку *НЕ* (контроль наибольшего среднего диаметра внутренней резьбы); гладкий калибр-пробку *ПР* (контроль наи-

меньшего предельного размера внутреннего диаметра резьбы) и гладкий калибр-пробку *HE* (контроль наибольшего предельного размера внутреннего диаметра внутренней резьбы).

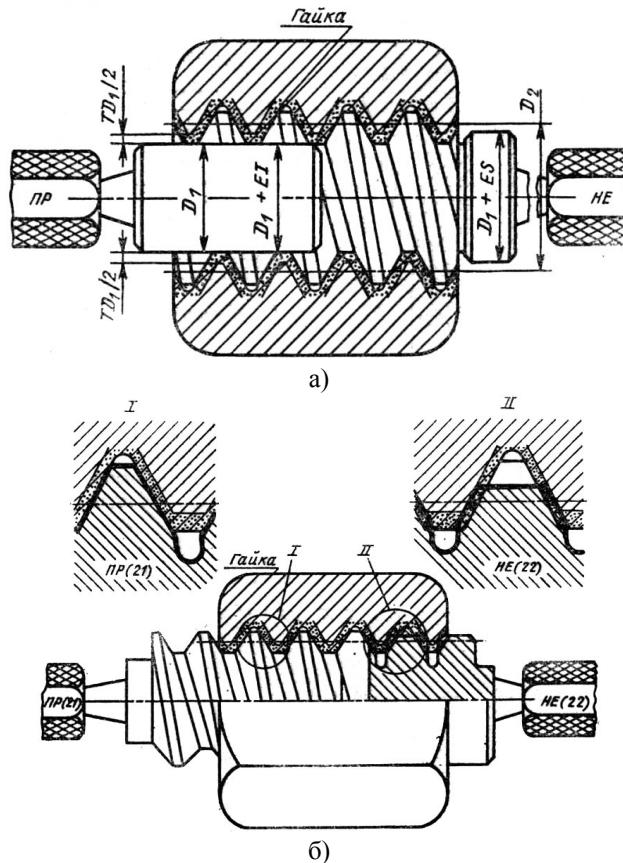


Рисунок 5 – Гладкие калибры-пробки (а) резьбовые калибры-пробки (б) для контроля внутренней резьбы

Резьбовые калибры *ПР* для наружной и внутренней резьбы имеют полный профиль, резьбовые калибры *HE* имеют укороченный профиль (уменьшен наружный диаметр, а по внутреннему диаметру выполнено углубление-проточка). Укороченный профиль снижает влияние погрешностей шага и угла профиля на результат контроля.

Конструкции резьбовых калибров приведены на рисунке 6. Резьбовые

со штриховой сеткой и лимб градусной шкалы жестко связаны между собой и имеют общий центр вращения, который находится на оптической оси микроскопа. Штриховая сетка (рисунок 11) наблюдается в центральный окуляр микроскопа, а градусная и минутная шкалы - в отсчетный угломерный микроскоп.

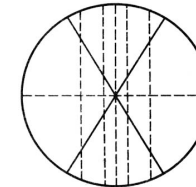


Рисунок 11 – Штриховая сетка

При линейных измерениях после установки штриховой сетки в нулевое положение, измеряемое изделие ставят таким образом, чтобы одна из его сторон, от которой производится измерение, совпала с какой-либо штриховой линией сетки и при этом ведется первый отсчет по микрометрическому устройству. Затем изделие с предметным столом перемещается до совпадения стороны, до которой производится измерение, с этой же штриховой линией сетки и вторично производится отсчет по микрометрическому устройству. Разность в отсчетах является результатом измерения (рисунок 12).

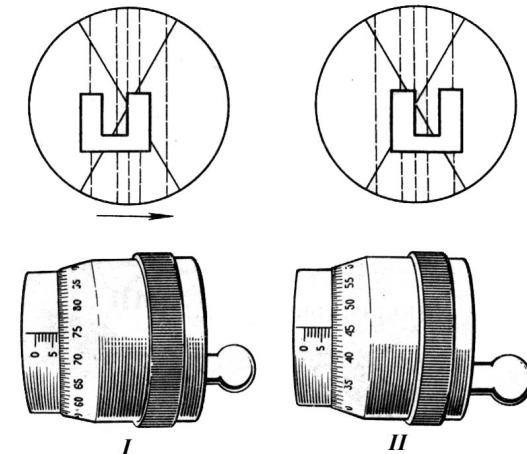


Рисунок 12 – Проекция изделия на штриховую сетку и показания (Показания: I - 6,75 мм, II - 7,455 мм. Результат измерения: 7,455 мм - 6,75 мм = 0,705 мм)

7. ИЗМЕРЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ РЕЗЬБЫ НА ИНСТРУМЕНТАЛЬНОМ МИКРОСКОПЕ

Инструментальные микроскопы предназначены для измерения длин, углов, элементов резьб, конусов и различных профилей [4]. Инструментальные микроскопы разделяются на малые – ММИ и большие – БМИ. Принципиальная оптическая схема инструментального микроскопа представлена на рисунке 10.

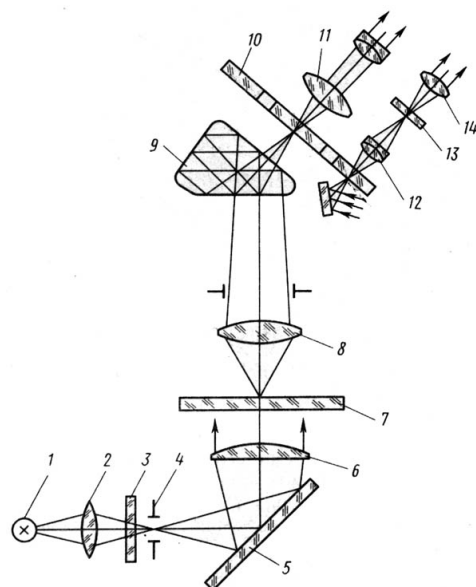


Рисунок 10 – Оптическая схема микроскопа

Лучи света от лампы накаливания 1, пройдя через линзу конденсора 2, светофильтр 3 и диафрагму 4, отражаются от поворотного зеркала 5 и через линзу 6 освещают измеряемый объект, помещенный на предметном столе 7 или закрепленный в центровых бабках. Изображение объекта измерения проектируется объективом 8 в фокальную плоскость окуляра 11, где помещаются штриховая сетка 10 и жестко связанный с ней круговой лимб. Между объективом 8 и лимбом 10 для излома лучей помещена призма 9. Изображение объекта измерения рассматривается через окуляр 11. Отсчет по градусной шкале производится с помощью отсчетного микроскопа 12. В фокальной плоскости окуляра 14 находится минутная шкала 13.

Внутри корпуса головки находятся стеклянная пластина со штриховой сеткой и лимб, разделенный по окружности на 360 равных частей. Пластина

калибры-пробки *ПР* и *НЕ* мод. 600 (рисунок 6, а и б) со вставкой с конусным хвостовиком изготавливают с номинальным диаметром резьбы 1-100 мм, а также двусторонними со вставками диаметром 2-50 мм (рисунок 6, в). Резьбовые непроходные калибры-пробки *НЕ* отличаются наличием гладкой цилиндрической направляющей и малой длиной резьбовой части. Резьбовые калибры-пробки *ПР* (рисунок 6, г) и калибры-пробки *НЕ* (рисунок 6, д) диаметром 50-100 мм выполняют в виде насадок, закрепляемых на концах ручек.

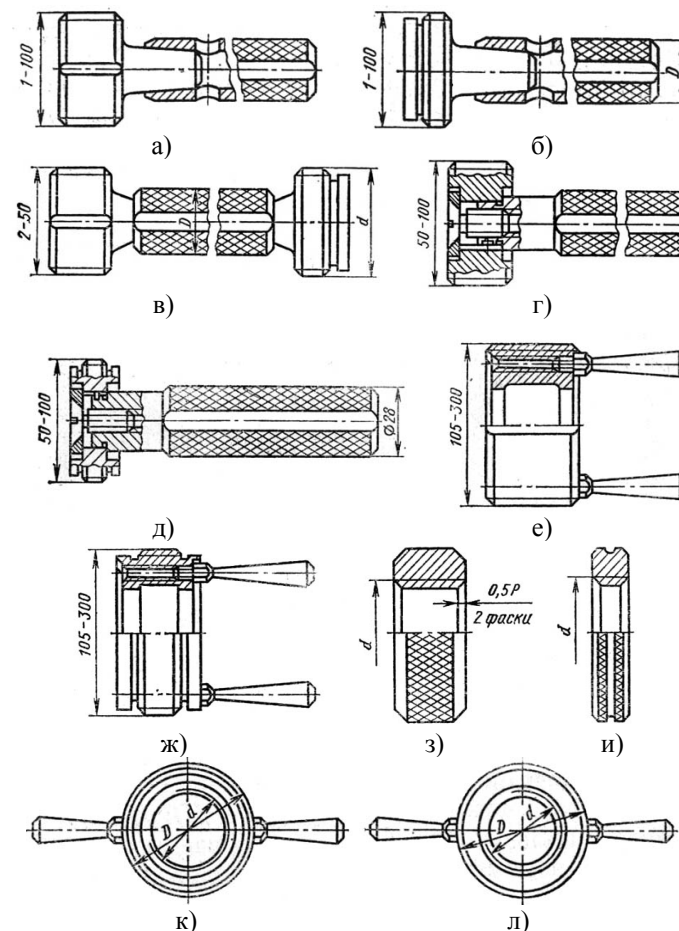


Рисунок 6 – Конструкция резьбовых калибров-пробок и калибров колец: а), б), в) – со вставками; г), д) – с насадкой; е), ж) – с ручками; з) и) – без ручек; к), л) – с ручками на боковой поверхности

Для контроля резьб диаметром 105-300 мм применяют резьбовые калибры-пробки *ПР* (рисунок 6, е) и калибры-пробки *НЕ* (рисунок 6, ж) с двумя ручками, ввернутыми в торцовую поверхность калибра.

Наружные резьбы контролируют резьбовыми калибрами-кольцами *ПР* (рисунок 6, з) с полным профилем резьбы и резьбовыми калибрами-кольцами *НЕ* с укороченным профилем (рисунок 6, и). Наружная цилиндрическая поверхность резьбовых калибров накатана Резьбовой калибр-кольцо *НЕ* имеет отличительный признак - проточку на наружной поверхности кольца и заметно меньшую высоту кольца по сравнению с резьбовым калибром-кольцом *ПР*.

Резьбовые калибры-кольца *ПР* и *НЕ* диаметром 105-300 мм снабжены ручками, ввертываемыми в наружные цилиндрические поверхности калибров (рисунок 5, к и л).

Для контроля резьбы изделий в процессе их изготовления пользуются новыми резьбовыми калибрами *ПР* и частично изношенными резьбовыми калибрами *НЕ*.

Контролеры и представители заказчика, если это не оговорено документацией, пользуются частично изношенными калибрами *ПР* и новыми резьбовыми калибрами *НЕ*.

Калибры-кольца в процессе производства контролируют с помощью специально изготовленных контрольных и установочных резьбовых калибров-пробок высокой точности. Износ резьбовых калибров-колец *ПР* и *НЕ* в процессе их эксплуатации определяют специальными резьбовыми контрольными калибрами *К-И*, которые не должны ввинчиваться в контролируемый резьбовой калибр-кольцо.

5. ИЗМЕРЕНИЕ СРЕДНЕГО ДИАМЕТРА РЕЗЬБЫ РЕЗЬБОВЫМ МИКРОМЕТРОМ

Резьбовой микрометр служит для измерения среднего диаметра крепежных резьб [3,4]. По конструкции этот микрометр аналогичен гладкому микрометру и отличается от последнего, главным образом, устройством пятки и микровинта. В пятке 2 и конце микровинта 3 резьбового микрометра (рисунок 7,а) имеются отверстия, в которые вставляются сменные вставки. Барабан резьбового микрометра выполнен составным, что облегчает установку микрометра на нуль; встречаются конструкции с регулируемой пяткой 2 (рисунок 7,б).

При измерении среднего диаметра резьбы применяются две вставки, одна из которых имеет конусообразную форму, другая - призматическую. Каждая пара вставок предназначена для измерения резьб определенного ша-

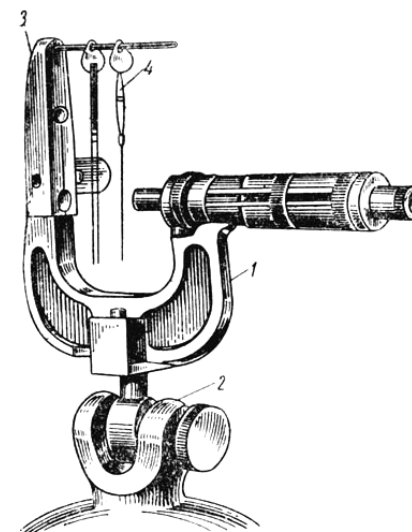
$$d_2 = M - 3d_{np} + 0,866P. \quad (3)$$

Порядок выполнения работы.

1. Указать метрологические характеристики применяемого микрометра и занести их в таблицу 2 (см. предыдущую работу).

2. Подобрать проволоочки предпочтительного диаметра. Для этого резьбомером определить шаг резьбы и подобрать наиболее близкие по размеру проволоочки. Технические характеристики детали отобразить в таблице 3.

3. Проверить установку микрометра на нуль. После настройки на нуль закрепить микрометр в подставку (рисунок 9) и повесить на кронштейн подобранные проволоочки.



1 – микрометр гладкий; 2 – стойка; 3 – кронштейн; 4 – проволоочки
Рисунок 9 – Измерение среднего диаметра резьбы гладким микрометром

4. Расположить измеряемую деталь между пятками микрометра, ввести проволоочки во впадины резьбы и, пользуясь трещоткой, измерить расстояние M между образующими проволоочек (рисунок 8). При измерении обратить внимание на то, чтобы все три проволоочки касались пятки микрометра. Измерение выполнить не менее трех раз. Результаты измерений занести в таблицу 4. Отобразить схематический рисунок процесса измерения.

5. Подсчитать средний диаметр резьбы по формуле (3).

6. Нарисовать схему расположения поля допуска среднего диаметра. В выводах сделать заключение о годности резьбовой детали по контролируемому параметру.

Для резьб с симметричным профилем:

$$d_{np} = \frac{P}{2 \cos \frac{\alpha}{2}}.$$

Для метрических резьб с $\alpha=60^\circ$ $d_{np} = 0,5774P$.

При измерении проволочками такого предпочтительного диаметра погрешности угла α проверяемой резьбы не влияют на погрешность измерения.

Диаметры проволочек выбирают в зависимости от шага измеряемой резьбы (таблица 5).

Таблица 5 – Зависимость диаметра проволочек от шага резьбы

Шаг резьбы Р, мм	Предпочтительный диаметр проволочки d_{np} , мм	Шаг резьбы Р, мм	Предпочтительный диаметр проволочки d_{np} , мм	Шаг резьбы Р, мм	Предпочтительный диаметр проволочки d_{np} , мм
0,5	0,289	1,25	0,722	3,5	2,021
0,6	0,346	1,5	0,866	4,0	2,309
0,7	0,404	1,75	1,010	4,5	2,598
0,75	0,433	2,0	1,155	5,0	2,887
0,8	0,462	2,5	1,443	5,5	3,175
1,0	0,577	3,0	1,732	6,0	3,464

Далее микрометром или другим измерительным прибором с плоскими мерительными поверхностями измеряют расстояние М между образующими проволочек.

Результат измерения не дает непосредственного значения среднего диаметра резьбы (косвенные измерения). Величина определяется расчетом.

Из рисунка 8,б следует

$$d_2 = M - 2 \left(\frac{d_{np}}{2} + OC - AC \right); \quad OC = \frac{d_{np}}{2 \sin \frac{\alpha}{2}}; \quad AC = \frac{P}{4} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2},$$

где Р – шаг резьбы.

Отсюда

$$d_2 = M - d_{np} \left(1 + \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} + \frac{P}{2} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} \right).$$

Для метрических резьб $\alpha=60^\circ$, поэтому

га: 0,4-0,5; 0,6-0,8; 1-1,5; 1;75-2,5; 3-4,5 мм.

Выпускаются микрометры для измерения резьб диаметром от 0 до 350 мм с интервалом 25 мм: 0-25, 25-50,... 325-350 мм. Цена деления барабана - 0,01 мм. Предельная погрешность микрометра зависит от шага и диаметра резьбы и может составлять от ± 10 до ± 30 мкм.

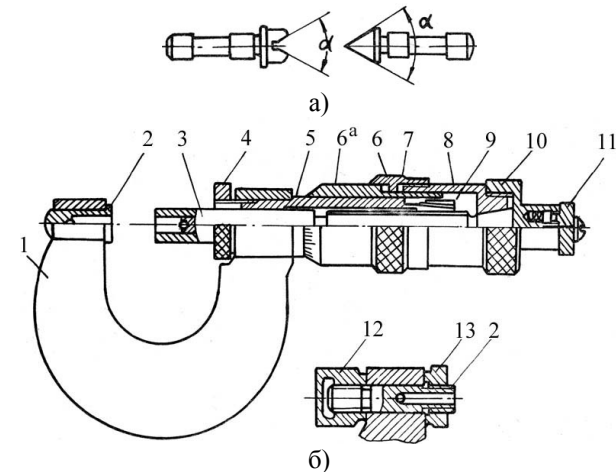


Рисунок 7 – Резьбовой микрометр:
а) сменные вставки; б) конструкция

Порядок выполнения работы

1. Указать метрологические характеристики применяемого микрометра и занести их в таблицу 2.

Таблица 2 – Технические характеристики средства измерения

Наименование прибора	
Пределы измерения, мм	
Цена деления, мкм	
Погрешность, мкм	
Измерительное усилие, сН	

2. Определить при помощи резьбомера или штангенциркуля шаг резьбы, подлежащий измерению. Технические характеристики детали отобразить в таблице 3.

Таблица 3 – Технические характеристики детали

Наименование	
Маркировка по ДСТУ	
Шаг резьбы, Р, мм	
Номинальный средний диаметр, d_2 , мм	

3. Отобрать соответствующие вставки. Вставку с конусом поместить в гнездо микровинта, а вставку призматическую - в гнездо пятки.

4. Проверить установку микрометра на ноль, для чего отпустить стопорную гайку микровинта 4 (см. рисунок 7) и, вращая микровинт за трещотку 11, добиться контакта между вставками (микрометры с пределами измерения свыше 25 мм настраиваются по специальным установочным мерам). Контакт считается правильным при трехкратном прощелкивании трещоток. Если при этом нулевой штрих барабана не совпадает с осевой риской на стебле 5 микрометра, то необходимо отрегулировать положение шкалы. Для этого надо выполнить следующее:

а) зафиксировать положение микровинта стопорной гайкой; отвернуть кольцо барабана 6 и, поддерживая другую часть барабана 8 за накатку колпачка 10, задвинуть часть барабана со шкалой 6^а и установить ее так, чтобы нулевой штрих этой части барабана совпал с осевой риской на стебле микрометра, а торец барабана - с нулевым делением на стебле; в этом положении поворотом кольца 6 закрепить часть барабана со шкалой;

б) отпустить стопор 4 и отвернуть микровинт на 1-2 оборота, после чего, вновь добившись контакта вставок (микровинт вращать только за трещотку 11), проверить правильность нулевого показания. При необходимости повторить установку.

В некоторых конструкциях микрометров установка на ноль производится не барабаном, а регулируемой пяткой 2. Регулировка производится так:

а) установить нулевое показание по обеим шкалам и в этом положении застопорить микровинт стопором 4; отпустить контргайку 12 регулируемой пятки и выдвинуть ее гайкой 13 до соприкосновения вставок; в этом положении закрепить пятку контргайкой;

б) отпустить стопор 4 и отвернуть микровинт на 1-2 оборота, после чего вращением за трещотку вновь добиться контакта вставок и проверить правильность нулевого показания. При необходимости повторить установку.

5. Нарисовать схематический рисунок процесса измерения.

6. Ввести проверяемую резьбу между наконечниками и, пользуясь трещоткой, измерить средний диаметр.

С целью самоконтроля рекомендуется после измерения зафиксировать положение микровинта стопором 4 и между вставками микрометра осторожно прокатить проверяемую резьбу. В том случае, если резьба проходит между вставками микрометра с легким усилием, то измерение произведена правильно. Если же усилие при прокатывании резьбы чрезмерно велико или отсутствует, то измерение следует повторить. Произвести отсчет по шкалам. Измерение выполнить 3 раза.

Результаты измерений занести в таблицу 4.

Таблица 4 – Результаты измерений

№ п/п	Диаметр
1	
2	
3	
среднее	

7. Нарисовать схему расположения поля допуска среднего диаметра. В выводах сделать заключение о годности резьбовой детали по контролируемому параметру.

6. ИЗМЕРЕНИЕ СРЕДНЕГО ДИАМЕТРА РЕЗЬБЫ МЕТОДОМ ТРЕХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРОВОЛОЧЕК

Для измерения среднего диаметра методом трех проволочек во впадины резьбы вкладывают три калиброванные проволочки одинакового диаметра d_{np} так, как это указано на рисунке 8, а [3,4].

Проволочки должны иметь такой диаметр, чтобы касание их с витками резьбы проходило в точках, лежащих на образующей воображаемого цилиндра, пересекающего резьбу в точках (рисунок 8), определяющих средний диаметр (т.е. где ширина канавки равна половине номинального шага резьбы).

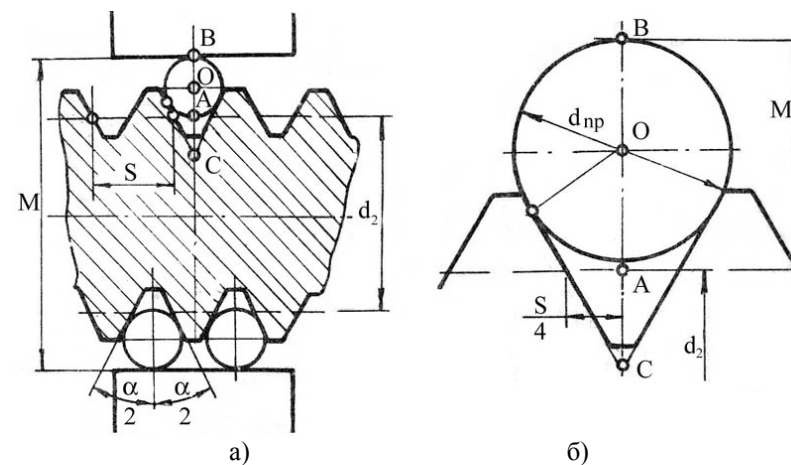


Рисунок 8 – Измерение среднего диаметра резьбы методом трех измерительных проволочек