

Министерство высшего и среднего специального  
образования Р С Ф С Р  
Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени  
авиационный институт им. С.П.Королева

ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ  
И КОНТРОЛЬ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Методические указания  
к лабораторной работе

Куйбышев 1982

УДК 621.753

Приведены сведения о допусках, посадках и методах контроля резьбовых соединений, об устройстве инструментального микроскопа и методике измерения основных элементов резьбы.

Методические указания составлены для студентов, выполняющих лабораторные и курсовые работы по курсу "Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения", а также различных конструкторских проектов.

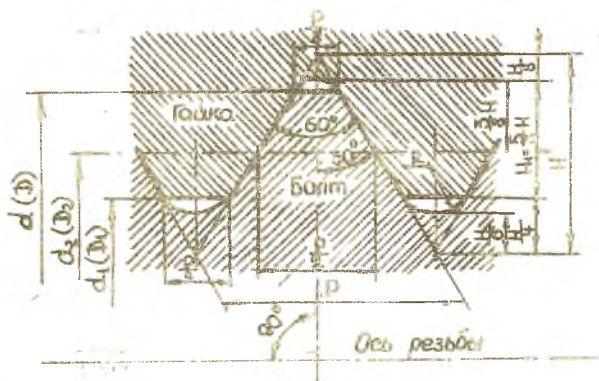
Составитель Е.В. Бурми ст р о в

Рецензент В.В. П л е ш и з ц е в

Утверждены редакционно-издательским советом института 12/ХП-80 г.

## 1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ СТАНДАРТОВ НА МЕТРИЧЕСКИЕ РЕЗЬБЫ, ИХ ДОПУСКИ И ПОСАДКИ

Профиль и основные элементы метрической резьбы регламентирует СТ СЭВ 180-75. Номинальный профиль, общий для наружной и внутренней резьб (для болта и гайки), изображен на рис. 1.



Р и с. 1. Основные элементы и профиль метрической резьбы (по СТ СЭВ 180-75)

Основными элементами метрической резьбы являются: наружный диаметр -  $D$  и  $d$  соответственно для гайки и болта; средний диаметр -  $D_2$  и  $d_2$ ; внутренний диаметр -  $D_1$  и  $d_1$ ; шаг резьбы -  $P$  и угол профиля -  $\alpha$ .

Как видно из рис. 1, номинальный профиль метрической резьбы (показан утолщенными линиями) представляет собой равносторонний треугольник с углом профиля  $\alpha = 60^\circ$  и плоскими срезами, выполненными

по наружному и внутреннему диаметрам соответственно на расстоянии  $H/8$  и  $H/4$  от вершин исходного треугольника. Теоретическая высота профиля  $H=0,866025P$ , а рабочая высота  $H_1 = 0,541266P$ .

Форма впадины резьбы болта не регламентируется и может выполняться как плоскосрезанной, так и закругленной с номинальным радиусом закругления  $R = H/6 = 0,144P$ , что более предпочтительно, поскольку способствует повышению циклической прочности болта.

Метрические резьбы с диаметрами 1-600 мм, согласно СТ СЭВ 181-75, подразделяют на резьбы с крупными шагами для диаметров от 1 до 68 мм и с мелкими шагами - для диаметров от 1 до 600 мм.

У резьб с крупными шагами каждому наружному диаметру соответствует определенный шаг в соответствии с зависимостью  $D=d \approx 6P^{1,3}$ . Например, для резьбы с крупным шагом М20  $P = 2,5$  мм. У резьб с мелкими шагами одному и тому же наружному диаметру могут соответствовать различные шаги, например: резьбы М20х2, М20х1,5, М20х1, М20х0,75 и М20х0,5. Такие резьбы применяют при соединении тонкостенных деталей, малой длине свинчивания и повышенных требованиях к прочности соединений, особенно при переменных нагрузках.

Номинальные значения основных элементов резьб, наиболее распространенных в общем машиностроении, в соответствии со СТ СЭВ 182-75, приведены в табл. I приложения. Связь между номинальными значениями наружного диаметра и шага резьбы, с одной стороны, и номинальными значениями среднего и внутреннего диаметров, с другой, может быть выражена с помощью формул, приведенных в табл. I.

Основным параметром, обеспечивающим точность и характер резьбового сопряжения (характер посадки), является средний диаметр. Поля допусков на наружный и внутренний диаметры гайки и болта построены таким образом, чтобы обеспечить гарантированный зазор.

В зависимости от характера сопряжения по боковым сторонам профиля (т.е. по среднему диаметру) различают посадки с зазором, натягом и переходные.

Для получения различных посадок с зазором СТ СЭВ 640-77 предусматривает четыре основных отклонения для резьбы гаек  $-H, G, P, E$  и пять основных отклонений для болтов  $-h, g, f, e, d$ .

Схемы расположения полей допусков приведены на рис. 2,3, из которых видно, что отклонения диаметров резьбы отсчитываются от номинального профиля, показанного утолщенными линиями, в направлении, перпендикулярном к оси резьбы.

Т а б л и ц а I

Расчет номинальных размеров среднего и внутреннего диаметров метрических резьб

Шаг резьбы $P$ , мм	Диаметр резьбы болта и гайки, мм		Шаг резьбы $P$ , мм	Диаметр резьбы болта и гайки, мм	
	средний $d_2 (D_2)$	внутренний $d_1 (D_1)$		средний $d_2 (D_2)$	внутренний $d_1 (D_1)$
0,2	$d - I + 0,870$	$d - I + 0,783$	1,25	$d - I + 0,188$	$d - 2 + 0,647$
0,25	$d - I + 0,838$	$d - I + 0,730$	1,5	$d - I + 0,026$	$d - 2 + 0,376$
0,3	$d - I + 0,805$	$d - I + 0,675$	1,75	$d - 2 + 0,863$	$d - 2 + 0,106$
0,35	$d - I + 0,773$	$d - I + 0,621$	2	$d - 2 + 0,701$	$d - 3 + 0,835$
0,4	$d - I + 0,740$	$d - I + 0,567$	2,5	$d - 2 + 0,376$	$d - 3 + 0,284$
0,45	$d - I + 0,708$	$d - I + 0,513$	3	$d - 2 + 0,051$	$d - 4 + 0,752$
0,5	$d - I + 0,675$	$d - I + 0,459$	3,5	$d - 3 + 0,727$	$d - 4 + 0,211$
0,6	$d - I + 0,610$	$d - I + 0,350$	4	$d - 3 + 0,402$	$d - 5 + 0,670$
0,7	$d - I + 0,546$	$d - I + 0,342$	4,5	$d - 3 + 0,077$	$d - 5 + 0,129$
0,75	$d - I + 0,513$	$d - I + 0,188$	5	$d - 4 + 0,752$	$d - 6 + 0,587$
0,8	$d - I + 0,480$	$d - I + 0,134$	5,5	$d - 4 + 0,423$	$d - 6 + 0,046$
I	$d - I + 0,350$	$d - 2 + 0,918$	6	$d - 4 + 0,103$	$d - 7 + 0,505$

Расположение полей допусков относительно номинального профиля резьбы определяется величиной основных отклонений: нижнего  $EJ$  - для гайки и верхнего  $eS$  - для болта, которые для данного шага не зависят от диаметра резьбы. Величины основных отклонений гаек - H и болтов - h равны нулю ( $EJ_{(H)} = eS_{(h)} = 0$ ), а их сочетание характерно для посадки с наименьшим зазором, равным нулю.

Величины верхнего отклонения для гайки (по  $D_2$  и  $D_1$ ) и нижнего - для болта (по  $d_2$  и  $d_1$ ) зависят от принятой степени точности. Стандартом установлены следующие степени точности:

для среднего диаметра гайки  $D_2$  - 4; 5; 6; 7; 8; 9; \*

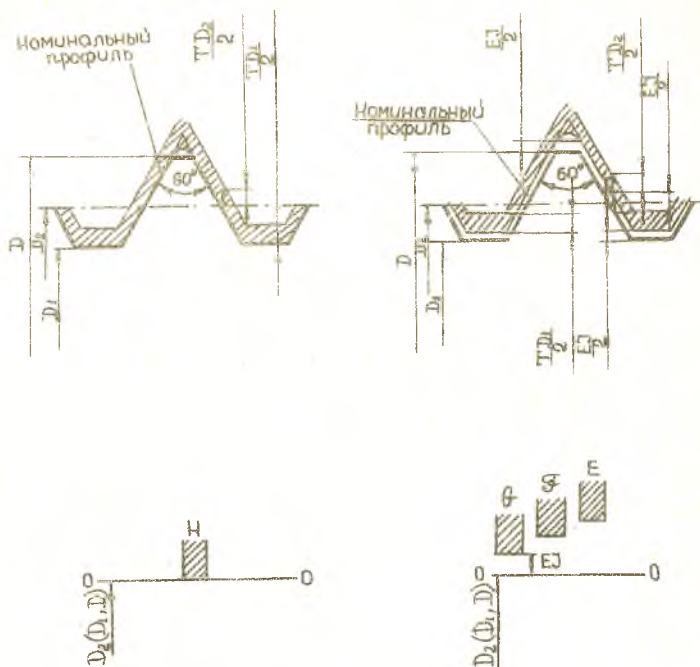
для внутреннего диаметра гайки  $D_1$  - 4; 5; 6; 7; 8;

для среднего диаметра болта  $d_2$  - 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; \*

для наружного диаметра болта  $d$  - 4; 6; 8.

\*Только для резьб в деталях из пластмасс.

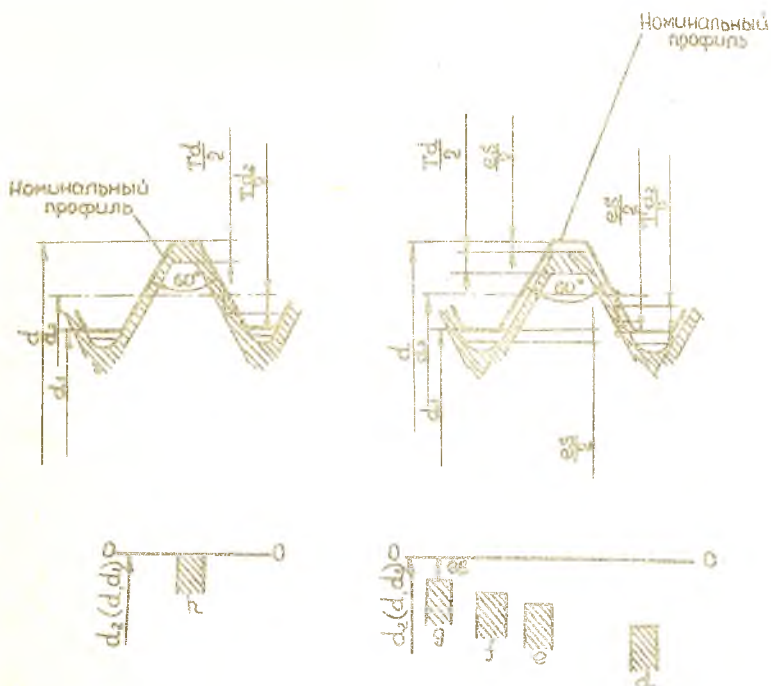
Как видно из схем, приведенных на рис. 2 и 3, верхнее отклонение наружного диаметра гайки и нижнее отклонение внутреннего диаметра болта не устанавливают.



Р и с. 2. Схемы расположения полей допусков для внутренней резьбы (гаек)

Степень точности выбирается в зависимости от длины свинчивания резьбы и требований, предъявляемых к точности резьбового соединения. Длины свинчивания резьбовых деталей подразделяют на три группы: нормальные  $N$ , малые  $S$  и большие  $L$  (табл. 2 приложения).

Поля допусков резьб, предусмотренные СТ СЭВ 640-77, приведены в табл. 2 (заключенные в рамки - для предпочтительного применения, заключенные в скобки - не рекомендуемые для применения).



Р и с. 3. Схемы расположения полей допусков для наружной резьбы (болтов)

В соответствии со сложившейся во многих странах практикой поля допусков условно сгруппированы по трем классам точности: точный, средний и грубый.

Предельные отклонения диаметров резьбы для некоторых полей допусков гаек и болтов приведены в табл. 3, 4 приложения.

Точный класс рекомендуется для ответственных резьб, когда требуется обеспечить высокую однородность посадки (малую величину допуска посадки), средний класс - для резьб общего применения, грубый - при нарезании резьб на горячекатаных заготовках, в длинных глухих отверстиях и т.п.

Т а б л и ц а 2

Поля допусков метрической резьбы с зазорами  
(по СТ СЭВ 640-77)

Классы точности	Поля допусков при длине свинчивания		
	1	2	3
	<i>S</i> (короткие)	<i>N</i> (нормальные)	<i>L</i> (длинные)
	Н а р у ж н а я    р е з ь б а		
Точный	(3h 4h)	4h, 4g	(5h 4h)
Средний	5h 6h, 5g 6g	6h, <span style="border: 1px solid black;">6g</span> , 6f, 6e, 6d	(7h 6h), 7g 6g, (7e 6e)
Грубый	—	(8h), 8g	(9g 8g)
	В н у т р е н н я я    р е з ь б а		
Точный	4H	4H 5H, 5H	6H
Средний	5H, (5G)	<span style="border: 1px solid black;">6H</span> , 6G	7H, (7G)
Грубый	—	7H, 7G	8H, (8G)

Для одного и того же класса точности допуск среднего диаметра при длине свинчивания *L* рекомендуется увеличивать, а при длине *S* — уменьшать на одну степень по сравнению с допусками, установленными для нормальной длины свинчивания *N*. Например, для длины *S* следует принимать 5-ю, для *N* — 6-ю, а для *L* — 7-ю степени точности.

Допуск среднего диаметра резьбы является суммарным: он учитывает не только допустимую погрешность собственно среднего диаметра, но также диаметральные компенсации погрешностей шага и угла профиля:  $TD_2(Td_2) = \Delta D_2(\Delta d_2) + f_p + f_\alpha$



При одной и той же степени точности допуск по среднему диаметру гайки  $T_{D_2}$  на 1/3 больше допуска по среднему диаметру болта  $T_{d_2}$ , что обосновано, так как учитываются технологические трудности, связанные с обработкой внутренних резьб.

Посадки резьбовых соединений могут быть получены в принципе любым сочетанием полей допусков резьбы гайки и болта из указанных в табл. 2. Наиболее распространена посадка с небольшим зазором ( $6H/6g$ ), образованная сочетанием полей допусков гайки и болта, рекомендуемая для предпочтительного применения (табл. 2).

На чертежах посадки обозначают дробью, в числителе которой указывают поле допуска гайки, а в знаменателе — поле допуска болта, например,  $M12-5H6H/7g\ 6g$ .

В рассматриваемом примере на первом месте как для гайки, так и для болта стоит обозначение поля допуска по среднему диаметру ( $5H$  и  $7g$ ), а на втором — обозначения полей допусков для внутреннего диаметра гайки ( $6H$ ) и наружного диаметра болта ( $6g$ ). Если обозначения полей допусков внутреннего диаметра гайки или наружного диаметра болта совпадают с обозначением поля допуска среднего диаметра, то они не повторяются, например,  $M12-6H/6g$ .

Точность резьбы гаек и болтов в чертежах деталей указывает с помощью соответствующих обозначений полей допусков, например: гайка  $M12-5H6H$ , болт  $M12-7g\ 6g$ , болт с закругленной впадиной  $M12-6g-R$ .

Длину свинчивания указывает в обозначении резьбы в следующих случаях: 1) если она относится к группе  $L$ ; 2) если она относится к группе  $S$ , но меньше, чем вся длина резьбы, например,  $M12-7g\ 6g-30$ .

## 2. ИЗМЕРЕНИЕ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ РЕЗЬБЫ

В машиностроении для проверки крепежных резьб применяется комплексный метод контроля с использованием резьбовых калибров. Соответствие действительных параметров резьбы заданным устанавливается по свинчиваемости ее с калибром. При этом для проверки резьбы гаек служат резьбовые калибры-пробки, а для проверки резьбы болтов — резьбовые кольца или резьбовые скобы.

Резьбовая деталь считается годной, если она свинчивается с проходным калибром и не свинчивается с непроходным.

Указанный метод отличается простотой, однако он не позволяет произвести оценку погрешностей отдельных элементов резьбы.

В производстве ответственных деталей, например, при изготовлении резьбонарезных инструментов-метчиков, резьбовых калибров-пробок и др., контроль элементов резьбы осуществляется дифференцированно. В этом случае для измерения элементов резьбы применяются универсальные измерительные средства, в частности, универсальные и инструментальные микроскопы различных типов: БМИ, ИТ, УИМ21 и др.

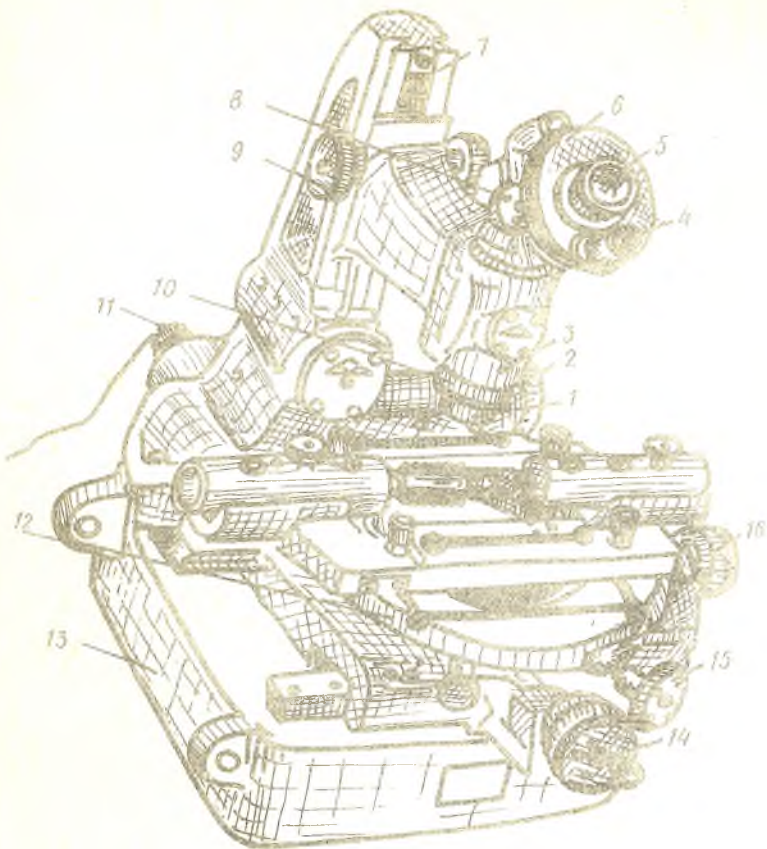
Ц е л ь ю лабораторной работы является ознакомление с устройством инструментальных микроскопов и измерение элементов резьбы метчиков.

## 2.1. К о н с т р у к ц и я и н с т р у м е н т а л ь н о г о м и к р о с к о п а

Общий вид инструментального микроскопа типа БМИ показан на рис. 4. Оптическая головка микроскопа, включающая в себя объектив I и угломерную окулярную головку 6, закреплена в кронштейне 3, который может перемещаться относительно стойки 7 вверх и вниз при настройке микроскопа. Стойка 7 с помощью рукоятки 2 может поворачиваться вокруг горизонтальной оси при измерении углов профиля резьбы.

Предметный стол 12 с прозрачной центральной частью, на котором устанавливается измеряемая деталь, имеет продольное и поперечное перемещения, которые осуществляются с помощью микрометрических винтов 14 и 16, служащих для измерения линейных размеров детали. Диапазон измерений - 25 мм, цена деления - 0,005 мм. Продольные и поперечные салазки стола могут перемещаться относительно основания 13, что позволяет расширить диапазон измерений путем установки между пяткой микрометра и столом плоскопараллельных концевых мер длины. Предметный стол микроскопа может поворачиваться вокруг вертикальной оси с помощью рукоятки 15. Отсчет угла поворота стола производится по градусной шкале, нанесенной на его цилиндрическую поверхность, и по шкале нониуса с точностью 3'.

При измерениях изображение детали рассматривается через основной окуляр 5 угломерной окулярной головки 6 в отраженном или проходящем свете. В последнем случае используется осветительное устройство II, вставляемое в основание микроскопа. Наводка изображения детали на резкость осуществляется перемещением кронштейна с

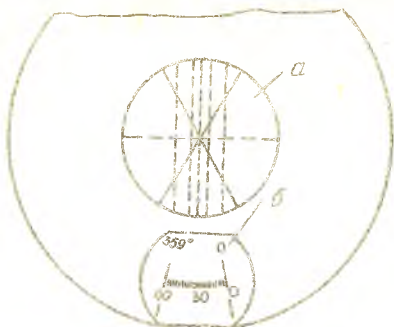


Р и с. 4. Общий вид инструментального микроскопа БМИ

оптической головкой относительно стойки с помощью рукоятки 9, а также путем вращения кольца с накаткой 10.

На рис. 5 показано поле зрения основного окуляра 5 и окуляра угловых шкел 4 угломерной окулярной головки. В корпусе головки под

окулярными 5 и 4 расположен поворотный прозрачный лимб, в центральной части которого в поле зрения окуляра 5 нанесены линии под углом  $90^{\circ}$  (пунктирные) и под углом  $60^{\circ}$  (сплошные) друг к другу. По периферии лимба (в поле зрения окуляра 4) нанесена угловая шкала с ценой деления  $1^{\circ}$ . Кроме того, под окуляром 4 расположена неподвижная минутная шкала. Обе шкалы - градусная и минутная - освещаются с помощью зеркала и специального осветительного устройства. Резкость изображений достигается путем поворота соответствующих окуляров.



Р и с. 5. Поля зрения основного окуляра (а) и окуляра угловых шкал (б)

Поворот лимба вокруг оптической оси окуляра 5, проходящей через перекрестие сплошных и пунктирных линий, осуществляется маховичком 8. Производя отсчет показаний по угловым шкалам, определяют угловые размеры деталей.

Микроскоп БМ1 снабжен сменными объективами, что позволяет получить изображение измеряемых деталей, увеличенное в 10, 15, 30 и 50 раз, и проекционным устройством, позволяющим рассматривать профиль детали на матовом стекле и сравнивать его с чертежом.

## 2.2. Настройка микроскопа и методика измерения элементов резьбы метчиков

Настройкой микроскопа обеспечивается параллельность продольного перемещения стола, горизонтальной штриховой линии в поле зрения основного окуляра при нулевом отсчете по угловым шкалам и оси центров, в которых устанавливается метчик.

Настройка выполняется следующим образом. Лимб угломерной окулярной головки поворотом маховичка 8 (см. рис. 4) устанавливается так, чтобы нулевой штрих градусной шкалы совпал с нулевым штрихом минутной шкалы. Затем в центрах приспособления устанавливается спе-

циальную цилиндрическую оправку и поворачивают верхнюю часть стола так, чтобы горизонтальная штриховая линия в поле зрения основного окуляра совместилась с изображением образующей оправки. Перемещением стола микроскопа в продольном направлении проверяют параллельность оси центров (оси измеряемой детали) и направления продольного хода стола. Если настройка выполнена правильно, то горизонтальная штриховая линия при таком перемещении будет совпадать с изображением образующей оправки. Если это условие не выполняется, то, вращая рукоятки I5 и I4, исправляют положение верхней части стола микроскопа, чтобы при повторном опробовании указанное условие было выполнено.

После настройки оправка снимается и вместо нее устанавливается метчик. При этом соответствующим проворачиванием метчика в центрах добиваются, чтобы вершины профиля резьбы противоположных перьев располагались в горизонтальной плоскости, проходящей через ось центров (рис. 6).

При измерении и наружного диаметра  $d$  (рис. 7) вращением микровинта поперечного хода стола метчик перемещается так, чтобы вершины профиля резьбы совпадали с горизонтальной штриховой линией в поле зрения основного окуляра (положение I). При этом производится отсчет показаний



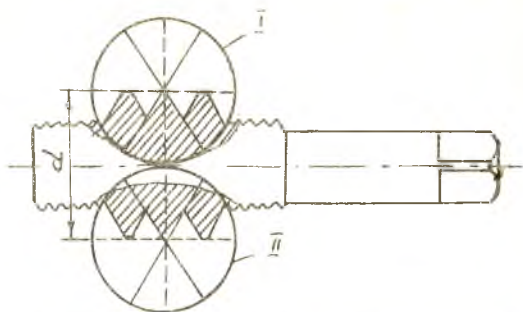
Р и с. 6. Установка метчика при измерении: а - правильно; б - неправильно

по шкалам микрометра. Затем метчик перемещается в поперечном направлении в положение II так, чтобы вершины профиля резьбы противоположного пера также совпали с горизонтальной штриховой линией, и производится второй отсчет по шкалам микрометра.

Разность отсчетов даст величину наружного диаметра метчика.

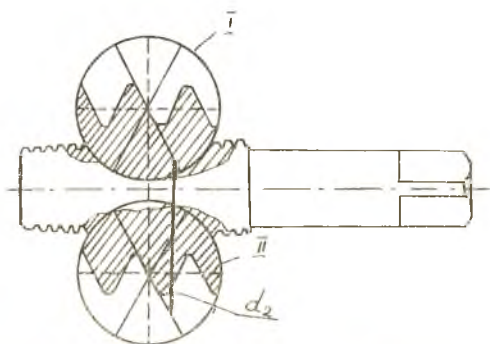
Аналогично измеряется и внутренний диаметр  $d_1$ , только в этом случае горизонтальная штриховая линия совмещается с линиями впадин резьбы.

При измерении среднего диаметра  $d_2$  возникают трудности, связанные с тем, что нельзя точно установить место прохо-



Р и с. 7. Схема измерения наружного диаметра резьбы метчика

дения образующей среднего цилиндра, которая делила бы профиль резьбы так, чтобы ширина витков и ширина впадин были равны. Поэтому поступают следующим образом: измеряют расстояние между параллельными сторонами профиля резьбы двух противоположных перьев, которое будет одинаково в любом поперечном сечении и равно среднему диаметру резьбы. Для этого боковую сторону профиля резьбы совмещают с одной из наклонных сплошных линий в поле зрения основного окуляра (рис. 8, положение I). Производится первый отсчет по шкалам микрометра. За-



Р и с. 8. Схема измерения среднего диаметра резьбы метчика

тем метчик путем поперечного перемещения стола приводят в положение II, при котором эта же наклонная линия совпала бы с диаметрально противоположной стороной профиля, и производят второй отсчет по шкалам микрометра. Разность отсчетов будет равна среднему диаметру резьбы метчика.

Погрешность шага резьбы метчика измеряют на длине свинчивания. Теоретическая длина свинчивания определяется как произведение шага резьбы на число витков, укладываемых на длину свинчивания:  $l_p = P n$ .

Таким образом, ее величина должна быть кратна шагу резьбы и, кроме того, соответствовать значениям, установленным для метчиков (табл. 5 приложения).

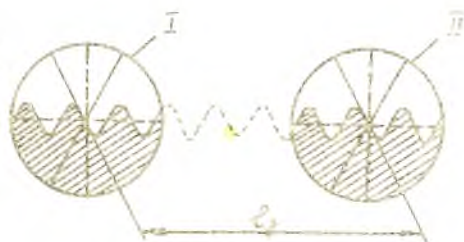
При нахождении погрешности шага на длине свинчивания метчик с помощью микровинтов для продольного и поперечного перемещения стола подводится так, чтобы наклонная сплошная линия (в поле зрения основного окуляра) совпала с боковой стороной профиля резьбы (рис. 9, положение I).

Производится отсчет показаний по шкалам "продольного" микрометра, после чего метчик перемещается в продольном направлении так, чтобы указанная наклонная линия совпала с профилем  $n$ -го витка (положение II).

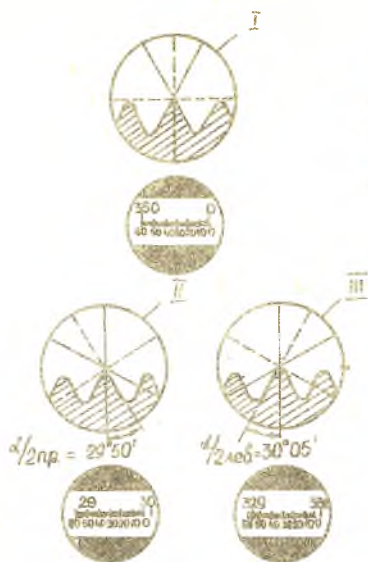
Производится второй отсчет показаний микрометра и находится действительная длина свинчивания  $l_d$ . Тогда накопленная погрешность шага на длине свинчивания определится как разность  $\Delta P = l_d - l_p$ .

При измерении половины угла профиля метчик подводится так, чтобы перекрестие линий (в поле зрения основного окуляра) примерно совпало с теоретической вершиной профиля резьбы, а вертикальная штриховая линия (при нулевом отсчете по угловым шкалам) была перпендикулярна оси резьбы (рис. 10, положение I).

После этого маховичком 8 (см. рис. 4) лимб угломерной окулярной головки поворачивается до совмещения вертикальной штриховой



Р и с. 9. Схема измерения погрешности шага резьбы метчика (действительной длины свинчивания)



Р и с. 10. Схема измерения половины угла профиля метчика

Результаты измерений параметров резьбы по СТ СЭВ 162-75, находят действительные отклонения соответствующих элементов резьбы метчика. Величина этих отклонений также заносится в протокол отчета и сопоставляется с предельными по ГОСТ 16925-71 (табл. 5 приложения), согласно указанной на метчике степени точности (величину действительных и предельных отклонений необходимо указывать в мкм с соответствующим знаком).

На основе сопоставления действительных и предельных отклонений элементов резьбы метчика делается вывод о соответствии контролируемого метчика стандарту.

Отчет должен содержать также эскиз метчика и схемы, поясняющие методику измерения отдельных его параметров.

### Контрольные вопросы

I. Дать характеристику основных элементов резьбы и точности их изготовления.

линии с соответствующими сторонами профиля резьбы (положения II и III).

Измеренная величина половины угла профиля определяется по формуле

$$\frac{\alpha}{2} = \beta_1 - \beta_2,$$

где  $\beta_1$  - первоначальный отсчет показаний по угловым шкалам;

$\beta_2$  - отсчет после совмещения вертикальной штриховой линии с боковой стороной профиля резьбы.

### 3. ТРЕБОВАНИЯ К ОТФОРМИЕНИЮ ОТЧЕТА

Результаты измерений параметров резьбы метчиков заносятся в таблицы отчета (приложение, с. 28 - 29.)

Сопоставляя полученные данные с номинальными значениями элементов



2. Объяснить суть комплексного и дифференцированного методов контроля резьбы.

3. Рассказать об устройстве инструментального микроскопа и его настройке на измерения.

4. Пояснить методику измерения основных элементов резьбы метчиков.

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ РЕЗЬБ

Наружный диаметр $D(d)$	Шаг резьбы $P$	Средний диаметр $D_2(d_2)$	Внутренний диаметр $D_1(d_1)$
1	2	3	4
6	I	5,350	4,918
7	I	6,350	5,918
8	I,25	7,350	6,918
	I	7,350	6,918
9	I,25	8,350	7,918
	I	8,350	7,918
10	I,5	9,026	8,376
	I,25	9,188	8,647
	I	9,350	8,918
11	I,5	10,026	9,376
	I	10,350	9,918
12	I,75	10,863	10,106
	I,5	11,026	10,376
	I,25	11,188	10,647
	I	11,350	10,918
14	2	12,701	11,835
	I,5	13,026	12,376
	I,25	13,188	12,647
	I	13,350	12,918
16	2	14,701	13,835
	I,5	15,026	14,376
	I	15,350	14,918
18	2,5	16,376	15,294
	2	16,701	15,835
	I,5	17,026	16,376
20	I	17,350	16,918
	2,5	18,376	17,294
	2	18,701	17,835
	I,5	19,026	18,376
	I	19,350	18,918

1	2	3	4
22	2,5	20,376	19,294
	2	20,701	19,835
	1,5	21,026	20,376
	1	21,350	20,918
24	3	22,051	20,752
	2	20,701	19,835
	1,5	23,026	22,376
	1	23,350	22,918
27	3	25,051	23,752
	2	25,701	24,835
	1,5	26,026	25,376
	1	26,350	25,918
30	3,5	27,727	26,211
	3	28,051	26,752
	2	28,701	27,835
	1,5	29,026	28,376
	1	29,350	28,918
33	3,5	30,727	29,211
	3	31,051	29,752
	2	31,701	30,835
	1,5	32,026	31,376
	-	32,350	31,918
36	4	33,402	31,670
	3	34,051	32,752
	2	34,701	33,835
	1,5	35,026	34,376
	1	35,350	34,918

Примечание. В рамки заключены величины шагов, соответствующие резьбам с крупным шагом.

Т а б л и ц а 2

## ДЛИНЫ СВИНЧИВАНИЯ РЕЗЬБЫ

Шаг резьбы, мм	Номинальный диаметр резьбы $d$ , мм	Длины свинчивания, мм, для групп		
		S	N	L
1	Св. 5,6 до 11,2	До 3,0	Св. 3,0 до 9,0	Св. 9,0
	" 11,2 " 22,4	" 3,8	" 3,8 " 11,0	" 11,0
	" 22,4 " 45,0	" 4,0	" 4,0 " 12,0	" 12,0
	" 45,0 " 90,0	" 4,8	" 4,8 " 14,0	" 14,0
1,25	Св. 5,6 до 11,2	До 4,0	Св. 4,0 до 12,0	Св. 12,0
	" 11,2 " 22,4	" 4,5	" 4,5 " 13,0	" 13,0
1,5	Св. 5,6 до 11,2	До 5,0	Св. 5,0 до 15,0	Св. 15,0
	" 11,2 " 22,4	" 5,6	" 5,6 " 16,0	" 16,0
	" 22,4 " 45,0	" 6,3	" 6,3 " 19,0	" 19,0
	" 45,0 " 90,0	" 7,5	" 7,5 " 22,0	" 22,0
" 90,0 180,0	" 8,3	" 8,3 " 25,0	" 25,0	
1,75	Св. 11,2 до 22,4	До 6,0	Св. 6,0 до 18,0	Св. 18,0
	Св. 11,2 до 22,4	До 8,0	Св. 8,0 до 24,0	Св. 24,0
2	" 22,4 " 45,0	" 8,5	" 8,5 " 25,0	" 25,0
	" 45,0 " 90,0	" 9,5	" 9,5 " 28,0	" 28,0
	" 90,0 " 180,0	" 12,0	" 12,0 " 36,0	" 36,0
2,5	Св. 11,2 до 22,4	До 10,0	Св. 10,0 до 30,0	Св. 30,0
3	Св. 22,4 до 45,0	До 12,0	Св. 12,0 до 36,0	Св. 36,0
	" 45,0 " 90,0	" 15,0	" 15,0 до 45,0	" 45,0
	" 90,0 " 180,0	" 18,0	" 18,0 " 53,0	" 53,0
3,5	Св. 22,4 до 45,0	До 15,0	Св. 15,0 до 45,0	Св. 45,0
4	Св. 22,4 до 45,0	До 18,0	Св. 18,0 до 53,0	Св. 53,0
	" 45,0 " 90,0	" 19,0	" 19,0 " 56,0	" 56,0
	" 90,0 " 180,0	" 24,0	" 24,0 " 71,0	" 71,0

Т а б л и ц а 3  
ПРЕДЕЛЬНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ ДИАМЕТРОВ ВНУТРЕННЕЙ РЕЗЬБЫ (гаек), мм (по СТ СЭВ 640-77)

И	Номинальный диаметр резьбы D, мм	Поля допусков																			
		4НН		БНН		6Н		6G		7H		7G									
		ниж-нее ES	верхнее EI	ниж-нее ES	верхнее EI	ниж-нее ES	верхнее EI	ниж-нее ES	верхнее EI	ниж-нее ES	верхнее EI	ниж-нее ES	верхнее EI								
2		D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>		
3		D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>		
5,6 до 11,2		+95	+118		+118	+150	+150	+176	+176	+190	+190	+200	+200	+216	+216	+226	+226	+238	+238	+326	
11,2 до 22,4		+100	+125	+190	+125	+160	+160	+185	+185	+200	+200	+212	+212	+226	+226	+236	+236	+248	+248	+326	
22,4 " 45,0		+106	+132		+132	+170	+170	+196	+196	+212	+212	+224	+224	+236	+236	+248	+248	+260	+260	+326	
45,0 " 90,0		+118	+150		+150	+190	+190	+216	+216	+232	+232	+244	+244	+256	+256	+268	+268	+280	+280	+363	
5,6 до 11,2		+100	+125	+212	+125	+160	+160	+188	+188	+200	+200	+212	+212	+224	+224	+236	+236	+248	+248	+326	
11,2 " 22,4		+112	+140		+140	+180	+180	+208	+208	+224	+224	+236	+236	+248	+248	+260	+260	+272	+272	+352	
5,6 до 11,2		+112	+140		+140	+180	+180	+212	+212	+224	+224	+236	+236	+248	+248	+260	+260	+272	+272	+352	
11,2 " 22,4		+118	+150		+150	+190	+190	+222	+222	+236	+236	+248	+248	+260	+260	+272	+272	+284	+284	+363	
22,4 " 45,0		+125	+160	+236	+160	+200	+200	+232	+232	+244	+244	+256	+256	+268	+268	+280	+280	+292	+292	+372	
45,0 " 90,0		+132	+170		+170	+212	+212	+244	+244	+256	+256	+268	+268	+280	+280	+292	+292	+304	+304	+383	
90,0 " 180,0		+140	+180		+180	+224	+224	+256	+256	+268	+268	+280	+280	+292	+292	+304	+304	+316	+316	+392	
5,6 до 11,2		+125	+160	+265	+160	+200	+200	+234	+234	+246	+246	+258	+258	+270	+270	+282	+282	+294	+294	+372	
11,2 " 22,4		+112	+140		+140	+180	+180	+208	+208	+224	+224	+236	+236	+248	+248	+260	+260	+272	+272	+352	
5,6 до 11,2		+112	+140		+140	+180	+180	+212	+212	+224	+224	+236	+236	+248	+248	+260	+260	+272	+272	+352	
11,2 " 22,4		+118	+150		+150	+190	+190	+222	+222	+236	+236	+248	+248	+260	+260	+272	+272	+284	+284	+363	
22,4 " 45,0		+125	+160	+236	+160	+200	+200	+232	+232	+244	+244	+256	+256	+268	+268	+280	+280	+292	+292	+372	
45,0 " 90,0		+132	+170		+170	+212	+212	+244	+244	+256	+256	+268	+268	+280	+280	+292	+292	+304	+304	+383	
90,0 " 180,0		+140	+180		+180	+224	+224	+256	+256	+268	+268	+280	+280	+292	+292	+304	+304	+316	+316	+392	
5,6 до 11,2		+125	+160	+265	+160	+200	+200	+234	+234	+246	+246	+258	+258	+270	+270	+282	+282	+294	+294	+372	
11,2 " 22,4		+112	+140		+140	+180	+180	+208	+208	+224	+224	+236	+236	+248	+248	+260	+260	+272	+272	+352	

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Св. II,2 до 22,4		+132			+170			+212			+250			+265		+303		
2,0	" 22,4 до 45,0		+140	+300		+180	+375		+224	+375	+36	+262	+113		+280	+175	+38	+318	+513
	" 45,0 " 90,0		+150			+190			+236			+274			+300		+338		
	" 90,0 " 180,0		+160			+200			+250			+288			+315		+353		
2,5	Св. II,2 до 22,4	0	+140	+355	0	+180	+450	0	+224	+450	+42	+206	+92	0	+280	+560	+42	+322	+602
	Св. 22,4 до 45,0		+170			+212			+265			+313			+335		+363		
3,0	" 45,0 " 90,0		+180	+400		+224	+500		+280	+500	+48	+328	+348		+355	+630	+48	+403	+578
	" 90,0 " 180,0		+190			+236			+300			348			+375		+423		
3,5	Св. 22,4 до 45,0		+180	+450		+224	+560		+280	+560	+53	+333	+613		+355	+710	+53	+408	+763
	Св. 22,4 до 45,0		+190			+236			+300			+360			+375		+435		
4,0	" 45,0 " 90,0		+200	+475		+250	+600		+315	+600	-60	+375	+660		+400	+750	+60	+460	+810
			+212			+265			+335			+395			+425		+485		

## ПРЕДЕЛЬНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ ДИАМЕТРОВ НАРУЖНОЙ РЕЗЬБЫ (болтов), мм (по СТ СЭВ 640-77)

Шаг резьбы $P$ мм	Номинальный диаметр резьбы, мм	П О Л Я   Д О П У С К О В														
		4h		6h		6g		6e		6d		верх- нее $e_s$	нижнее $e_i$			
		верх- нее $e_s$	нижнее $e_i$	верх- нее $e_s$	нижнее $e_i$	верх- нее $e_s$	нижнее $e_i$	верх- нее $e_s$	нижнее $e_i$	верх- нее $e_s$	нижнее $e_i$					
		$d, d_1$	$d_2$	$d, d_2$	$d_2$	$d, d_2, d_1$	$d_2$	$d, d_2, d_1$	$d$	$d_2$	$d, d_2, d_1$	$d$	$d_2$	$d, d_2, d_1$	$d$	$d_2$
1	Св. 5,6 до 11,2		-71		-112		-138		-206		-172		-178		-202	
	" 11,2 " 22,4	0	-75	0	-118	-26	-144	-60	-240		-178	-90	-185		-208	-270
	" 22,4 " 45,0		-80		-125		-151		-200		-185		-200		-215	
" 45,0 " 90,0		-90		-140		-166		-200		-200		-200		-230		
1,25	Св. 5,6 до 11,2		-78		-118	-28	-146	-63	-275		-181	-95	-195		-213	-307
	" 11,2 " 22,4		-85		-132		-160		-240		-195		-207		-227	
	Св. 5,6 до 11,2		-85		-132		-164		-240		-199		-207		-235	
" 11,2 " 22,4		-90		-140		-172		-240		-207		-207		-245		
" 22,4 " 45,0		-95		-150	-32	-268	-182	-67	-303		-217	-95	-331		-255	
" 45,0 " 90,0		-100		-160		-192		-202		-227		-237		-265		
" 90,0 " 180,0		-106		-170		-202		-202		-237		-237		-265		
1,75	Св. 11,2 до 22,4		-95		-155	-34	-184	-71	-336		-221	-100	-365		-250	
	" 11,2 " 22,4		-100		-160		-196		-336		-231		-365		-260	
	" 22,4 " 45,0		-106		-170	-38	-208	-71	-361		-241	-100	-380		-270	
" 45,0 " 90,0		-112		-180		-218		-361		-251		-380		-280		

Диаметр резьбы, мм	Номинальный диаметр резьбы, мм	Поля допусков														
		4h		6h		6g		6e		6d		верхнее	нижнее			
		верхнее ES	нижнее ei	верхнее ES	нижнее ei	верхнее ES	нижнее ei	верхнее ES	нижнее ei	верхнее ES	нижнее ei					
		$d_1, d_2, d_3$	$d$	$d_1, d_2, d_3$	$d$	$d_1, d_2, d_3$	$d$	$d_1, d_2, d_3$	$d$	$d_1, d_2, d_3$	$d$	$d_1, d_2, d_3$	$d$	$d_1, d_2, d_3$	$d$	
2,0	Св. 90,0 до 180,0	0	-180	-118	0	-280	-190	-38	-318	-228	-71	-351	-261	-100	-380	-290
2,5	Св. 11,2 до 22,4		-212	-106		-335	-170	-42	-377	-212	-80	-415	-250	-106	-441	-276
3,0	Св. 22,4 до 45,0		-125			-375	-212	-48		-248	-85		-285			-312
	" " 45,0 до 90,0		-236	-132			-224			-260	-272		-297			-324
	" " 90,0 " 180,0		-140										-309			-396
3,5	Св. 22,4 до 45,0		-265	-132		-425	-212	-53	-478	-265	-90	-515	-302	-118	-543	-330
4,0	Св. 22,4 до 45,0		-140			-224				-284			-319			-349
	" " 45,0 " 90,0		-300	-150		-475	-236	-60	-535	-296	-95	-570	-331	-125	-600	-361
	" " 90,0 " 180,0		-160			-250				-310			-345			-375



П О Л Я Д О П У С К О В

Номинальный диаметр резьбы $d$ , мм	Поля допусков															
	7h/6h				7g/6g				7e/6e				8k (для $P \geq 0,8$ )			
	верхнее ES	нижнее ei	верхнее ES	нижнее ei	верхнее ES	нижнее ei	верхнее ES	нижнее ei	верхнее ES	нижнее ei	верхнее ES	нижнее ei	верхнее ES	нижнее ei		
1,0	Св. 5,6 до 11,2		-140	-166		-200	-213	-180	-190		-200	-212	-180	-190		
	" 11,2 " 22,4		-150	-176		-210	-233	-190	-210		-210	-240	-190	-210		
	" 22,4 " 45,0		-160	-186	-60	-220	-240	-200	-220	-240		-240	-200	-220		
	" 45,0 " 90,0		-180	-200		-240	-275	-224	-240			-224	-224	-250		
1,25	Св. 5,6 до 11,2		-150	-178		-213	-233	-190	-213		-213	-335	-190	-218		
	" 11,2 до 22,4		-170	-198	-63	-233	-275	-212	-233			-335	-212	-240		
	Св. 5,6 до 11,2		-170	-202		-237	-275	-212	-237			-237	-212	-244		
	" 11,2 " 22,4		-180	-212		-247	-275	-224	-247			-247	-224	-256		
1,5	" 22,4 " 45,0	0	-236	-222	-67	-303	-257	-236	-257	0	-375	-32	-236	-268		
	" 45,0 " 90,0		-200	-232		-267	-279	-250	-267			-32	-250	-282		
	" 90,0 " 180,0		-212	-244		-279	-297	-265	-279			-32	-265	-297		
	Св. 11,2 до 22,4		-265	-224	-71	-336	-261	-236	-261			-34	-236	-270		
2,0	Св. 11,2 до 22,4		-280	-238	-71	-351	-271	-250	-271			-38	-250	-288		
	22,4 " 45,0		-212	-250		-283	-265	-265	-283			-38	-265	-303		



Таблица 5

ПРЕДЕЛЬНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКОВ  
 ДЛЯ НАРЕЗАНИЯ МЕТРИЧЕСКИХ РЕЗЬБ (по ГОСТ 16925-71)

Номиналь- ный диа- метр резьбы, мм	Шаг резь- бы Р, мм	Наружный диаметр	Средний диаметр										Шаг резьбы Р	Предельн. отклонен. половин угла пр.				
			П р е д е л ь н ы е    о т к л о н е н и я , м к м															
			Н1		Н2		Н3		Н4		Верх- нее	Н1, Н2, Н3 на длине до 25 мм			Н4 до 25 мм			
Св. 5,6 до 11,2	1,00 1,25 1,50	+47 +50 +56	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее			верх- нее	ниж- нее		+83 +88 +98	+83 +88 +98	+50 +59 +63 +70
			ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее					
			ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее					
			ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее					
			ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее					
Св. 11,2 до 22,4	1,00 1,25 1,50 1,75 2,00 2,50	+50 +56 +60 +64 +68 +72	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	+86 +92 +98 +105 +112 +119	+86 +92 +98 +105 +112 +119	+63 +70 +75 +80 +85 +90	+86 +92 +98 +105 +112 +119	+10' +10' +35' +35'	
			ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее						ниж- нее
			ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее						ниж- нее
			ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее						ниж- нее
			ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее						ниж- нее
Св. 22,4 до 35	1,00 1,50 2,00 3,00 3,50	+53 +64 +72 +85 +90	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	+92 +92 +106 +106 +112	+92 +112 +126 +148 +157	+66 +80 +90 +106 +112	+92 +112 +126 +148 +157	+20' +30' +25' +25' +25'	
			ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее						ниж- нее
			ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее						ниж- нее
			ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее						ниж- нее
			ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее						ниж- нее

Кафедра  
Резания станков  
и режущего  
инструмента

Студент \_\_\_\_\_  
Группа \_\_\_\_\_  
Дата \_\_\_\_\_

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Измерение параметров резьбы метчиков

#### I. Эскиз метчика

2. Схемы измерения наружного, среднего и внутреннего диаметров метчика

$d$

$d_1$

$d_2$

Измеряемые величины	Номинальные значения, мм	Показания микрометра мм		Результаты измерений, мм	Отклонения, мкм		
		I	II		фак- ти- чес- кие	допускаемые по ГОСТ	
						верхнее	ниж- нее
$d =$							
$d_1 =$							
$d_2 =$							

### 3. Схема измерения половины угла профиля

Измеряемая величина	Показания градусной шкалы		Результаты измерений	Номинальные значения	Отклонения	
	I	II			фактические	допускаемые по ГОСТ
$\alpha/2$ пр.						
$\alpha/2$ лев.						

### 4. Определение накопленной погрешности шага на длине свинчивания

Схема измерения на инструментальном микроскопе

Длина свинчивания	Показания микрометра		Результаты измерений, мм	Отклонения, мкм	
	I	II		фактические	допускаемые по ГОСТ
$t_{\text{ср}} = 1,8 =$					

### 5. Заключение о соответствии стандартам

Руководитель \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_