

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
«ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

---

УТВЕРЖДАЮ

Декан МСФ \_\_\_\_\_ Дедюх Р.И.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2008 г.

ИЗМЕРЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕЗЬБЫ  
ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫМ МЕТОДОМ НА БОЛЬШОМ  
ИНСТРУМЕНТАЛЬНОМ МИКРОСКОПЕ

Методические указания

к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Метрология,  
стандартизация и сертификация» для студентов, обучающихся по направлению  
150900 «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных  
производств»



## ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Научиться определять основные параметры резьбы, ознакомиться с взаимозаменяемостью резьб, иметь понятие о приведенном среднем диаметре.
2. Получить практические навыки измерения геометрических параметров резьбы дифференцированным методом на большом инструментальном микроскопе (БМИ).
3. Научиться пользоваться таблицами ГОСТ 16093-81 «Допуски и посадки метрических резьб».
4. По результатам измерений дать заключение о годности контролируемой резьбы.

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Номинальный профиль метрической резьбы по ГОСТ 9150-81 и основные элементы резьбы, общие для наружной и внутренней резьбы (болта и гайки), показаны на рис. 1.

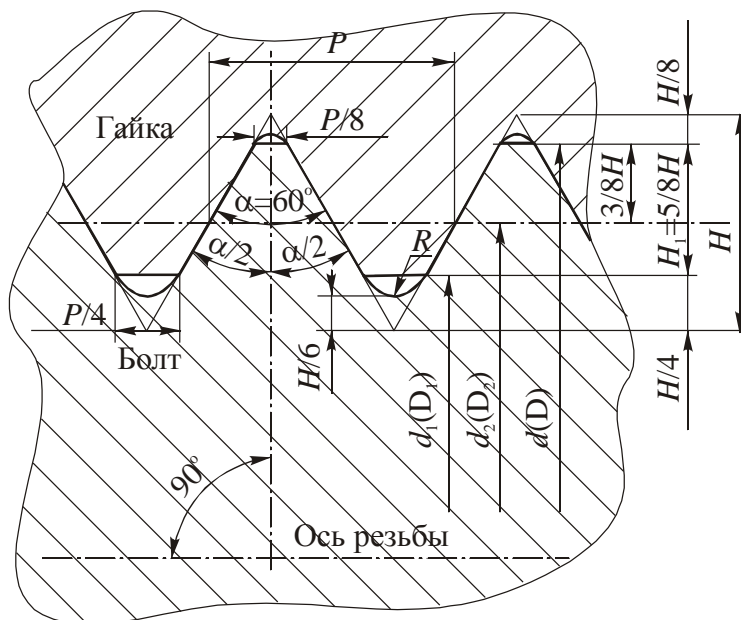


Рис.1.

Профиль метрической резьбы представляет собой треугольник с углом при вершине, равным  $60^\circ$ , с плоским срезом по наружному диаметру и плоской или закругленной формой впадины. Форма впадины резьбы гайки не

регламентируется. Однако радиусная форма повышает циклическую долговечность болтов и их статическую прочность. Закругленная форма впадины резьбы болта является предпочтительной.

К основным элементам резьбы относятся:

- $d$  и  $D$  - наружный (номинальный) диаметр соответственно наружной и внутренней резьбы (болта и гайки);
- $d_1$  и  $D_1$  - внутренний диаметр соответственно болта и гайки;
- $d_2$  и  $D_2$  - средний диаметр соответственно болта и гайки;
- $P$  - шаг резьбы;
- $H$  - высота исходного профиля;
- $H_1$  - рабочая высота профиля;
- $R$  - номинальный радиус закругления впадины болта;
- $\alpha$  - угол профиля резьбы.

Основные элементы резьбы определяются в зависимости от номинального диаметра и шага.

$$d_2 = d - 2 \cdot 3/8H = d - 0,6495 \cdot P; \quad D_2 = D - 2 \cdot 3/8H = D - 0,6495 \cdot P;$$

$$d_1 = d - 2 \cdot 5/8H = d - 1,0825 \cdot P; \quad D_1 = D - 2 \cdot 5/8H = D - 1,0825 \cdot P;$$

$$H = \sqrt{3}/2 \cdot P; \quad H_1 = 5/8 \cdot H; \quad R = H/6 = 0,144 \cdot P.$$

$$\text{Угол подъема резьбы } \psi = 18,25P/\pi d_2; \quad \text{tg } \psi = P \cdot n/\pi d_2.$$

Значения номинальных диаметров резьбы в диапазоне от 0,25 до 600 мм и шагов в диапазоне от 0,075 до 6 мм приведены в ГОСТ 8724-81. Весь диапазон номинальных диаметров разбит на три ряда, причем первый ряд следует предпочитать второму, а второй третьему. Каждому номинальному диаметру соответствуют определенные значения крупных и мелких шагов. Например, для диаметра 20 мм устанавливаются шаги 2,5; 1,5; 1; 0,75 и 0,5 мм. Самый большой шаг из ряда называют крупным шагом, остальные – мелкими шагами.

Стандартом установлены три группы свинчивания (по сути, это высота гайки):

- $S$  - короткие;
- $N$  - нормальные;
- $L$  - длинные.

К нормальной длине свинчивания относят группы  $2,24 \cdot P \cdot d^{0,2}$  до  $6,7 \cdot P \cdot d^{0,2}$ . Длины свинчивания меньше нормальных относят к группе  $S$ , а больше - к группе  $L$ .

Обозначение на чертежах метрической резьбы с крупным шагом включает букву М и число, указывающее наружный диаметр резьбы в мм, например М20, М12 (величина шага не указывается).

В обозначении резьбы с мелкими шагами ставится буква М, затем диаметр и через знак  $\times$  - шаг резьбы, например М20 $\times$ 1,5.

Для метрической резьбы нормируется допуск следующих элементов: допуск наружного диаметра болта  $T_d$ : допуск внутреннего диаметра гайки  $T_{D_1}$ , допуски среднего диаметра болта и гайки  $T_{d_2}$ ,  $T_{D_2}$  (рис. 2).

Таким образом, точность наружного диаметра гайки и внутреннего диаметра болта не нормируется совсем и ограничивается размерами резьбообрабатывающего инструмента, на который указаны нормы точности. Фактически для  $D$  и  $d_1$  нормируется только одно отклонение, соответствующее номинальному профилю, а именно верхнее отклонение  $e_s$  для  $d_1$  и нижнее отклонение  $EJ$  для  $D$ .

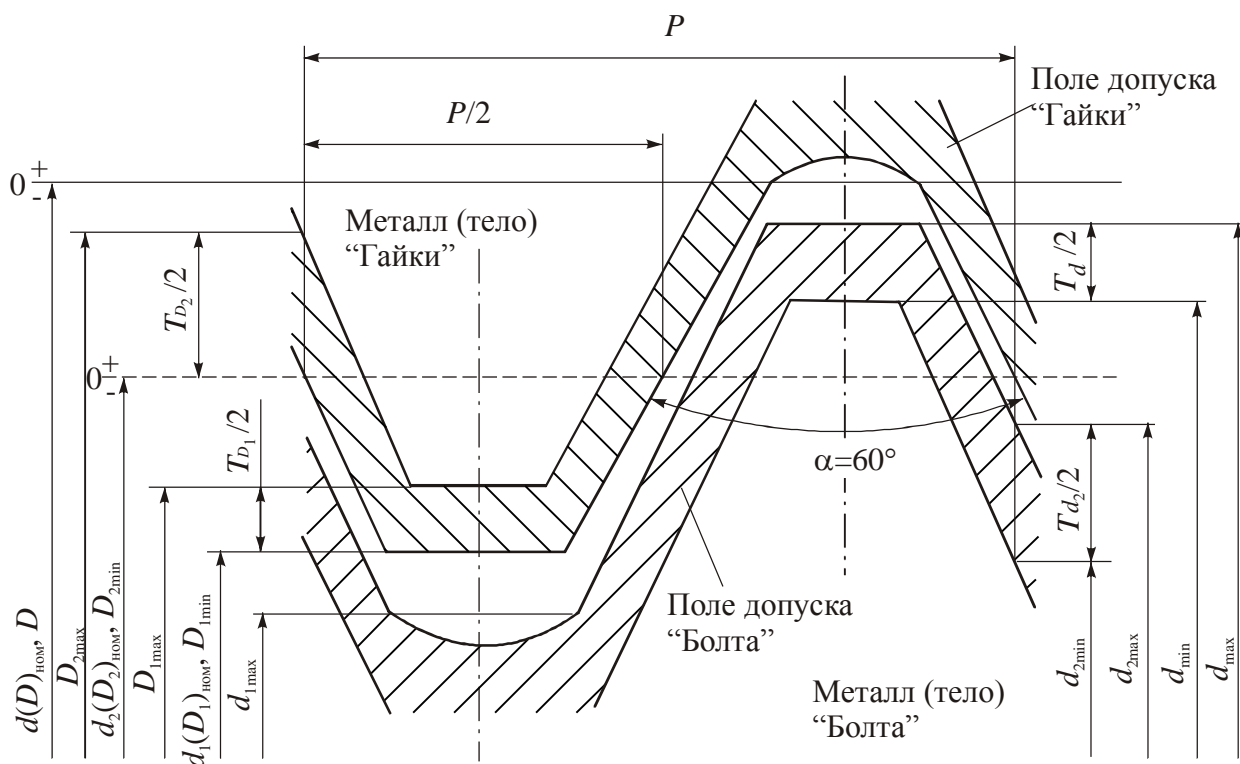


Рис.2.

Для резьбовых соединений, аналогично цилиндрическим соединениям, предусмотрено три вида посадок: с зазором, с натягом и переходные.

Посадки осуществляются по среднему диаметру (по боковым сторонам профиля), поэтому допуск на средний диаметр болта  $T_{d_2}$  и средний диаметр

гайки  $T_{D_2}$  всегда меньше допуска на наружный диаметр болта  $T_d$  и допуска на внутренний диаметр гайки  $T_{D_1}$ .

Система допусков должна обеспечивать как свинчиваемость, так и прочность резьбового соединения. Из нескольких разновидностей метрических резьб наиболее широко применяется и действительно является универсальной только резьба с зазорами. Систему допусков для посадок с зазором у метрических резьб общего назначения, имеющих шаг 0,2...6 мм (при диаметрах 1...600 мм), устанавливает ГОСТ 16093-81.

ГОСТ 16093-81 устанавливает для метрических резьб степени точности 3...9, которые для ряда диаметров назначают лишь выборочно.

Все отклонения и допуски отсчитывают от номинального профиля в направлении, перпендикулярном оси резьбы (рис. 2). На схемах принято указывать половинные величины, полагая вторые половины расположенными на диаметрально противоположных профилях изделия.

Положение полей допусков резьбы относительно элементов номинального профиля определяется основным отклонением. Для наружных резьб предусмотрено пять верхних отклонений  $es$  («в тело»), обозначаемых в порядке возрастания зазора буквами  $h, g, f, e, d$ ; для внутренних резьб четыре нижних отклонения  $EI$  («в тело»), обозначаемых  $H, G, F, E$  (рис. 3). Выбранная величина основного отклонения соблюдается единой по всему периметру профиля, т.е. распространяется и на ненормируемые диаметры  $d_1$  или  $D$ .



Рис.3

Условное обозначение поля допуска среднего диаметра резьбы состоит из цифры, соответствующей принятой степени точности, и буквы, обозначающей основное отклонение, например  $4h, 6g, 8H$ , что отличает

поля допусков резьбы от полей допусков гладких соединений. При необходимости разрешается комбинировать степени точности по двум диаметрам одной резьбы. В этом случае в обозначении последовательно указывают два поля допуска, сначала по среднему, а затем по второму нормируемому диаметру, например М24-4Н6Н.

Посадку резьбовых деталей обозначают дробью, в числителе указывают поле допуска внутренней резьбы (гайки), а в знаменателе - наружной резьбы (болта). Например,  $M12 \times 1 - \frac{6H}{6g}$ ;  $M20 - \frac{4H5H}{4h}$ .

Для метрической резьбы отдельно не нормируются требования к точности (допуски) шага и угла профиля резьбы. Это объясняется тем, что нормирование точности этих элементов связано со средним диаметром. Допуск среднего диаметра является суммарным и учитывает допускаемые отклонения собственно среднего диаметра, шага и угла профиля.

Значение среднего диаметра с учетом погрешности шага и угла профиля называют приведенным средним шагом

Свинчиваемость болта и гайки, имеющих погрешности шага и угла профиля, можно обеспечить за счет уменьшения среднего диаметра болта или увеличения среднего диаметра гайки.

Величина, на которую надо уменьшить средний диаметр болта или увеличить средний диаметр гайки, называется диаметральной компенсацией погрешности шага и погрешности угла профиля.

При погрешности шага необходимо подсчитать диаметральную компенсацию по формуле

$$f_P = 1,732 \cdot \Delta P, [\text{мкм}],$$

где  $\Delta P$  - погрешность шага в мкм.

При погрешности угла профиля подсчитывается диаметральная компенсация по формуле

$$f_\alpha = 0,36 \cdot P \cdot \Delta \frac{\alpha}{2}, [\text{мкм}],$$

где  $P$  - стандартный шаг резьбы в мм,  $\Delta \frac{\alpha}{2}$  - погрешность половины угла профиля резьбы в угловых минутах.

Чтобы дать заключение о годности резьбового изделия, нужно определить приведенный средний диаметр, а если значение приведенного среднего диаметра болта находится в пределах допуска на средний диаметр болта, то болт годен. Также оценивают годность гайки.

Значение приведенного среднего диаметра для наружной резьбы (болта) определяют по формуле

$$d_{2\text{привед}} = d_{2\text{д}} + (f_P + f_\alpha).$$

Значение приведенного среднего диаметра для внутренней резьбы (гайки) определяют по формуле

$$D_{2\text{привед}} = D_{2\text{д}} - (f_P + f_\alpha).$$

Это условные диаметры, которые включают отклонения шага и отклонения (погрешности) половины угла профиля. Приведенный средний диаметр резьбы непосредственно на готовом изделии измерить невозможно. Приведенный средний диаметр можно рассчитать, измерив по отдельности собственно средний диаметр  $D_{2\text{д}}$  или  $d_{2\text{д}}$ , погрешности шага  $\Delta P$  у болта или гайки, погрешность половины угла профиля  $\Delta \frac{\alpha}{2}$  у болта или гайки.

В данной работе для оценки годности резьбы используется большой микроскоп инструментальный (БМИ). Этот микроскоп позволяет с высокой точностью измерять линейные размеры, диаметры, углы, размеры конусов и т.д.

Большой инструментальный микроскоп имеет массивное литое основание, на котором смонтированы стол предметный с двумя каретками, которые могут перемещаться в двух взаимно перпендикулярных направлениях (продольном и поперечном). Точное перемещение кареток обеспечивается микрометрическими винтами с диапазоном измерения 0...25 мм и ценой деления отсчетного устройства 0,005 мм. Диапазон измерений может быть увеличен в продольном направлении до 0...150 мм, а в поперечном – до 0...50 мм путем установки концевых мер длины между упором стола и торцом микровинта. Верхнюю часть стола можно поворачивать на 360°. Угол поворота стола определяют по нониусу с ценой деления 3'.

На вертикальной стойке перемещается с помощью реечной передачи кронштейн с тубусом. Сверху на тубусе закрепляют угломерную окулярную головку с визирным и отсчетным микроскопами.

Оптическая система позволяет, используя сменные объективы, получать увеличенное изображение объекта измерения в 10, 15, 30 и 50 раз.

Диапазон угловых измерений 0...360° при цене деления шкалы угломерной головки 1'.



## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с методическими указаниями.
2. Получить деталь с наружной резьбой с указанными параметрами резьбы  $d$  и  $P$ , степенью точности и основным отклонением по среднему и наружному диаметрам.
3. По ГОСТ 9150-81 построить профиль проверяемой резьбы и определить номинальные значения наружного, среднего, внутреннего диаметров, шага резьбы  $P$ , высоту исходного треугольника  $H$ , рабочую высоту профиля  $H_1$  и угол подъема резьбы  $\psi$  (см.рис. 1).
4. По заданной степени точности и основным отклонениям наружной резьбы определить по ГОСТ 16093-81 значения основных отклонений, допусков и по ним подсчитать предельные отклонения среднего, наружного и внутреннего диаметров проверяемой резьбы (ГОСТ 16093-81 см. табл.3, 4, 5).'
5. Построить схемы расположения полей допусков на наружный, средний и внутренний диаметры проверяемой резьбы. Показать на схеме предельные отклонения, номинальные и предельные размеры, подсчитанные выше.
6. Установить проверяемое резьбовое изделие в центрах приспособления и поворотом стола выставить ось резьбы параллельно продольному движению стола микроскопа.
7. Прежде, чем приступить к измерениям на БМИ, необходимо рассмотреть оптическую схему, назначение, устройство отдельных узлов микроскопа, порядок и приемы измерений. Для этих целей вначале пользуются плакатом, а затем переходят к действующему микроскопу.
8. Измерить наружный диаметр резьбы (рис. 4).  
С помощью поперечного микровинта совмещают изображение вершин профиля резьбы с горизонтальной штриховой линией сетки окулярной головки и производят первый отсчет по шкале микровинта (позиция 1). Затем, вращая микровинт, перемещают стол микроскопа с резьбовой деталью до совмещения горизонтальной штриховой линии с вершинами противоположной стороны резьбы и производят второй отсчет (позиция 2). Разность отсчетов является действительным размером наружного диаметра резьбы.
9. Измерить внутренний диаметр резьбы.

Измерение внутреннего диаметра выполняется аналогично, что и наружного, с той разницей, что необходимо совмещать горизонтальную штриховую линию в поле зрения окуляра с впадинами резьбы (позиции 3 и 4).

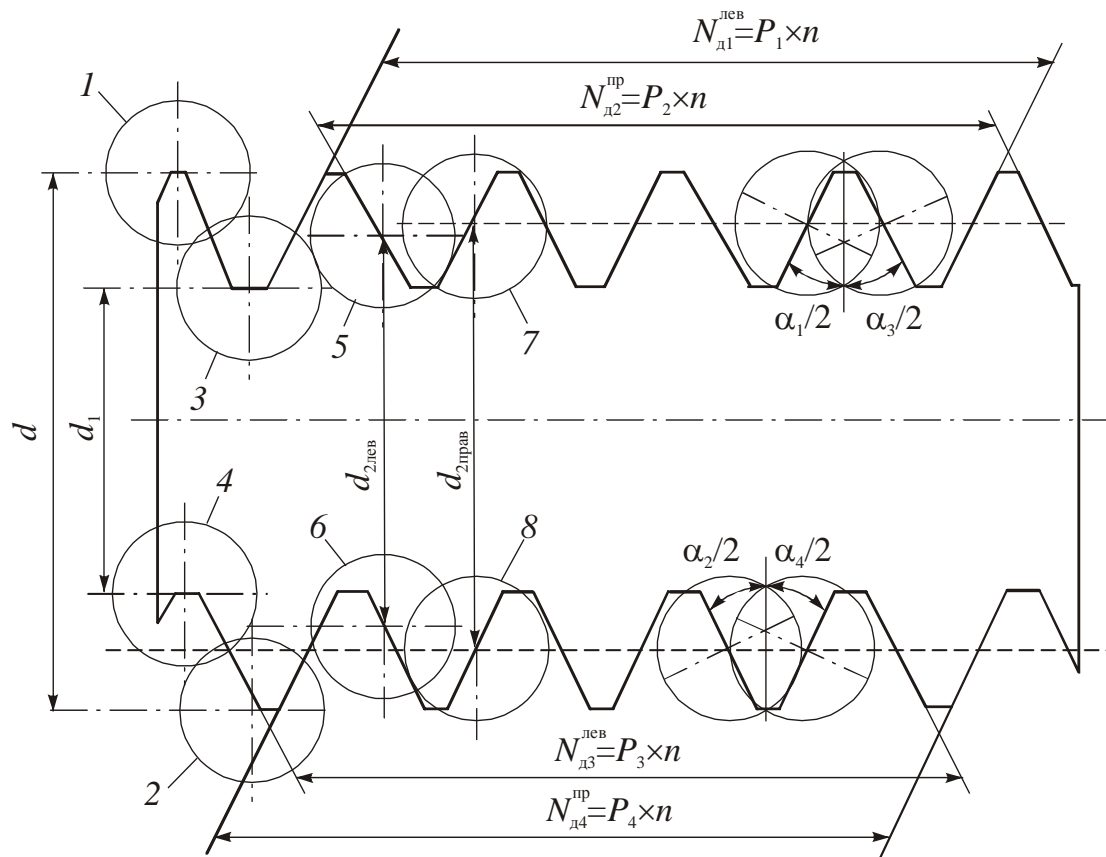


Рис.4.

#### 10. Измерить средний диаметр резьбы.

Вращая поперечный и продольный микровинты, добиться, чтобы в поле зрения окуляра появилось теневое изображение профиля резьбы и совместить пунктирную линию сетки окуляра с одной из боковых сторон профиля резьбы, а центр перекрестия сетки расположить так, чтобы он пересекал профиль резьбы примерно на среднем диаметре (позиция 5).

В этом положении отмечаем первый отсчет по микровинту поперечной подачи. Далее этим же микровинтом перемещают стол с деталью таким образом, чтобы в поле зрения окуляра появился противоположный профиль резьбы и совмещаем центр перекрестия с боковой

поверхностью профиля резьбы и производим отсчет по микровинту поперечной подачи (позиция 6).

Разность отсчетов даст величину среднего диаметра резьбы по одной стороне профиля (правой). Таким же образом получаем величину среднего диаметра с другой стороны (левой) профиля (позиции 7 и 8).

Фактическое значение среднего диаметра определяется как среднее арифметическое из результатов измерений по правым и левым сторонам профиля. Такие измерения среднего диаметра необходимо производить в двух-трех местах на длине резьбы.

$$d_{2д} = \frac{d_{2пр} + d_{2лев}}{2}.$$

#### 11. Измерить накопленную погрешность шага на длине свинчивания резьбы.

Погрешность шага резьбы  $\Delta P$  определяем как отклонение номинальной длины свинчивания  $N_{ном}$ . Приблизительно номинальная длина свинчивания равна 4...6 шагам резьбы. Таким образом - номинальная величина длины свинчивания  $N_{ном}$  определяется как табличная величина и равна

$$N_{ном} = P \cdot n,$$

где  $N_{ном}$  - номинальная длина свинчивания в мм;  $P$  - номинальный шаг резьбы, указанный на чертеже и определяемый стандартом (см. табл. 1);  $n$  - число шагов на длине свинчивания.

При изготовлении резьбы действительная длина свинчивания вследствие появления погрешностей будет отличаться от номинальной длины свинчивания. Тогда погрешность шага  $\Delta P$  на длине свинчивания  $N_{д}$  будет равна

$$\Delta P = N_{ном} - N_{д}.$$

Действительную длину свинчивания  $N_{д}$  измеряем на том же количестве шагов  $n$ , для которого подсчитана номинальная длина свинчивания  $N_{ном}$ .

Вертикальную линию угломерной сетки в поле зрения окуляра (рис. 4) установить на боковую поверхность профиля зуба резьбы.

Производим первый отсчет по микровинту продольной подачи и записываем его. Затем продольным перемещением стола микроскопа линию угломерной сетки устанавливаем на сторону зуба профиля резьбы через столько шагов  $n$ , для которых подсчитана номинальная

длина свинчивания  $N_{\text{ном}}$ . Делаем второй отсчет по микроинтенту продольной подачи.

Разность отсчетов даст нам действительную длину свинчивания  $N_{\text{д}}$ .

Действительную длину свинчивания следует измерять по правым и левым сторонам профиля зуба резьбы, а также на двух сторонах проверяемой резьбы. За действительный размер длины свинчивания необходимо принимать среднее арифметическое из четырех измерений.

$$N_{\text{д}} = \frac{N_{\text{д}_1}^{\text{лев}} + N_{\text{д}_2}^{\text{пр}} + N_{\text{д}_3}^{\text{лев}} + N_{\text{д}_4}^{\text{пр}}}{4}.$$

Погрешность шага проверяемой наружной резьбы на длине свинчивания будет равна разности  $N_{\text{ном}}$  и  $N_{\text{д}}$ .

## 12. Измерить погрешность половины угла профиля резьбы.

Половину угла профиля резьбы измеряют с правой  $\frac{\alpha_1}{2}$  и с левой  $\frac{\alpha_3}{2}$  стороны профиля зуба, а также на противоположной стороне резьбы  $\frac{\alpha_2}{2}$ ,  $\frac{\alpha_4}{2}$  (рис.4). Приступая к угловым измерениям, надо убедиться, что в отчетном угломерном микроскопе ноль градусной шкалы совпал с нулем минутной шкалы. Затем надо повернуть штриховую сетку до совпадения ее центральной штриховой линии с боковой (левой) стороной профиля (зуба) резьбы и произвести отсчет через угломерный микроскоп половины угла профиля  $\frac{\alpha_1}{2}$ .

При совмещении линии с правой стороной профиля зуба резьбы половина угла профиля  $\frac{\alpha_3}{2}$  будет равна  $360^\circ$  минус показание угломерной шкалы в окуляре.

Точно так же производится измерение половины угла профиля  $\frac{\alpha_2}{2}$  и  $\frac{\alpha_4}{2}$  на противоположной стороне резьбы.

Имея по два измерения левой  $\frac{\alpha_1}{2}$ ,  $\frac{\alpha_2}{2}$  и правой  $\frac{\alpha_3}{2}$ ,  $\frac{\alpha_4}{2}$ , определяем величины половины угла профиля резьбы с левой и правой стороны

$$\frac{\alpha}{2}_{\text{лев}} = \frac{\frac{\alpha_1}{2} + \frac{\alpha_2}{2}}{2};$$

$$\frac{\alpha}{2}_{\text{пр}} = \frac{\frac{\alpha_3}{2} + \frac{\alpha_4}{2}}{2}.$$

Определяем погрешность левой и правой половины угла профиля, как разность между номинальным углом и измерением:

$$\Delta \frac{\alpha}{2}_{\text{лев}} = 30^\circ - \frac{\alpha}{2}_{\text{лев}};$$

$$\Delta \frac{\alpha}{2}_{\text{пр}} = 30^\circ - \frac{\alpha}{2}_{\text{пр}}.$$

После этого определяем погрешность половины угла профиля для всей резьбы

$$\Delta \frac{\alpha}{2} = \frac{\left| \Delta \frac{\alpha}{2} \right|_{\text{лев}} + \left| \Delta \frac{\alpha}{2} \right|_{\text{пр}}}{2}.$$

**13.** Определить диаметральные компенсации по шагу и половине угла профиля.

- - по шагу  $f_p = 1,732 \cdot |\Delta p|$  мкм, где  $\Delta P$  - в мкм.

- - по половине угла профиля  $f_\alpha = 0,36 \cdot p \cdot \left| \Delta \frac{\alpha}{2} \right|$  мкм, где  $p$  - в

мм, а  $\Delta \frac{\alpha}{2}$  - в угловых минутах. Далее полученные значения  $f_p$

и  $f_\alpha$  в мкм переводим в мм (1 мкм=0,001 мм).

**14.** Определить приведенный средний диаметр наружной резьбы.

$$d_{2\text{пр}} = d_{2\text{д}} + f_p + f_\alpha, \text{ мм},$$

где  $d_{2\text{пр}}$  - приведенный средний диаметр наружной резьбы, мм;  $d_{2\text{д}}$  - собственно средний диаметр наружной резьбы, т.е. действительная величина, полученная в результате измерения, мм;  $f_p$  и  $f_\alpha$  - диаметральные компенсации шага и половины угла профиля наружной резьбы в мм.

**15.** Дать заключение о годности наружной резьбы.

Если при измерении получилось, что  $d_{2\text{д}} \geq d_{2\text{мин}}$ , а  $d_{2\text{пр}} \leq d_{2\text{мах}}$ , то резьба годна.

## СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Титульный лист отчета с наименованием лабораторной работы.
2. Цель работы.
3. Профиль наружной резьбы с нанесенным полем допуска согласно заданному отклонению.
4. Таблица номинальных и предельных параметров резьбы (см. приложение).
5. Схема измерения параметров резьбы (рис. 4).
6. Результаты измерений по всем параметрам (см. таблицу).
7. Заключение о годности изделия (наружной резьбы).

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое наружный, внутренний, средний и приведенный диаметр резьбы?
2. Изобразите поле допуска по контуру резьбового соединения с  $S_{\min} = 0$ . Для этого соединения постройте схемы расположения полей допусков по наружному, среднему и внутреннему диаметрам.
3. Как обозначаются резьбы и резьбовые соединения на чертежах?
4. Почему отдельно не нормируются стандартом отклонения шага и половины угла профиля резьбы?
5. Почему в стандарт помимо степени точности введено понятие класса точности?

## ЛИТЕРАТУРА

1. Анухин В.И. Допуски и посадки. -СПб.: Питер, 2004. -2007 с.
2. Димов Ю.В. Метрология, стандартизация и сертификация. -СПб.: Питер, 2006. -432 с.
3. Марков Н.Н., Ганевский Г.М. Конструкция, расчет и эксплуатация контрольно-измерительных инструментов и приборов. –М.: Машиностроение, 1993. -416 с.
4. Марков Н.Н., Осипов В.В., Шабалина М.Б. Нормирование точности в машиностроении. –М.:Высш.шк.: Издательский центр «Академия», 2001. -335 с.

Метрические резьбы. Посадка с зазором. Основные отклонения наружной и внутренней резьбы, мкм (по ГОСТ 16093-81)

Шаг $P$ , мкм	Основные отклонения резьбы, мкм						
	– $es$ наружной ( $d, d_2$ ) $d_1$				+ $EI$ внутренней ( $D_1, D_2$ )		
	$d$	$e$	$f$	$g$	$E$	$F$	$G$
0,5	--	50	36	20	50	36	20
0,7	--	56	38	22	56	38	22
0,8	--	60	38	24	60	38	24
1,0	90	60	40	26	60	40	26
1,25	95	63	42	28	63	42	28
1,5	95	67	45	52	67	45	32
1,75	100	71	48	34	71	48	34
2,0	100	71	52	38	71	52	38
2,5	106	80	58	42	80	--	42
3,0	112	85	63	48	85	--	48
3,5	118	90	--	53	90	--	53
4,0	125	95	--	60	95	--	60
4,5	132	100	--	63	100	--	63
5,0	132	106	--	71	106	--	71
5,5	140	112	--	75	112	--	75
6,0	150	116	--	80	116	--	80

Примечание: основные отклонения  $H$  и  $h$  равны нулю

Таблица 2

Метрические резьбы. Посадка с зазором. Допуски диаметров  $d$  и  $D_1$ , мкм  
(по ГОСТ 16093-81)

Шаг $P$ , мкм	$Td$ наружной резьбы			$TD_1$ внутренней резьбы				
	Степень точности							
	4	6	8	4	5	6	7	8
0,5	67	106	--	90	112	140	180	--
0,7	90	140	--	112	140	180	224	--
0,8	95	150	236	125	160	200	250	315
1,0	112	180	280	150	190	236	300	375
1,25	132	212	335	170	212	265	335	425
1,5	150	236	375	190	236	300	375	475
1,75	170	265	425	212	265	335	425	530
2,0	180	280	450	236	300	375	475	600
2,5	212	335	530	280	335	450	560	710
3,0	236	375	600	315	400	500	630	800
3,5	265	425	670	355	450	560	710	900
4,0	300	475	750	375	475	600	750	950
4,5	315	500	800	425	530	670	850	1060
5,0	335	530	850	450	560	710	900	1120
5,5	335	560	900	475	600	750	950	1180
6,0	375	600	950	500	630	800	1000	1250



Таблица 3

Метрические резьбы. Посадка с зазором. Допуски диаметров  $d_2$ , мкм  
(по ГОСТ 16093-81)

Номинальный диаметр резьбы, мм	Шаг $P$ , мкм	$Td_2$ для степени точности						
		3	4	5	6	7	8	9
Св.2,8 до 5,6	0,5	38	48	60	75	95	--	--
	0,7	45	56	71	90	112	--	--
	0,8	48	60	75	95	116	150	190
Св.5,6 до 11,2	1,0	56	71	90	112	140	180	224
	1,25	60	75	95	118	150	190	236
	1,5	67	85	106	132	170	212	265
Св.11,2 до 22,4	1,25	67	85	106	132	170	212	265
	1,5	71	90	112	140	180	224	280
	1,75	75	95	118	150	190	236	300
	2,0	80	100	125	160	200	250	315
	2,5	85	106	132	170	212	260	335
Св.22,4 до 45	1,5	75	95	118	150	190	236	300
	2,0	85	106	132	170	212	265	335
	3,0	100	125	160	200	250	315	400
	3,5	106	132	170	212	265	335	425
	4,0	112	140	180	224	280	355	450
	4,5	118	150	190	236	300	375	475
Св.45 до 90	3,0	106	132	170	212	265	335	425
	4,0	118	150	190	236	300	375	475
	5,0	125	160	200	250	315	400	500
	5,5	132	170	212	265	335	425	530
	6	140	180	224	280	355	450	560

Таблица 4

Таблица номинальных и предельных параметров контролируемой резьбы

Наименование параметров резьбы	Обозначение параметров резьбы					
	$d$	$d_2$	$d_1$	$P$	$\alpha/2$	$N_{\text{НОМ}}$
Номинальный размер по стандарту, мм						
Основное отклонение $es$ по стандарту, мкм				Допуск на эти параметры входит составной частью в суммарный допуск на средний диаметр $Td_2$		
Допуск $Td, Td_2, Td_1$ по стандарту, мкм						
Нижнее предельное отклонение $ei$ , мкм						
Наибольший предельный размер $d_{\text{max}}, d_{2\text{max}}, d_{1\text{max}}$ , мм						
Наименьший предельный размер $d_{\text{min}}, d_{2\text{min}}, d_{1\text{min}}$ , мм						

Таблица 5

Измерение резьбы	Действительные размеры измеренных параметров резьбы						
	$d_d$ , мм	$d_{1d}$ , мм	$d_{2d}$ , мм	$N_d$ , мм	$\alpha/2$ , углов мин.	$\Delta\alpha/2$ , углов мин.	$\Delta P$ , мкм
1-е измерение							
2-е измерение							
3-е измерение							
4-е измерение							
Среднее значение параметра из числа измерений							
Диаметральная компенсация	$f_P = 1,732 \cdot \Delta P$ [мкм]; $f_P =$ [мм]						
Диаметральная компенсация	$f_\alpha = 0,36 \cdot P \cdot \Delta\alpha/2$ [мкм]; $f_\alpha =$ [мм]						
Приведенный средний диаметр	$d_{2пр} = d_{2d} + f_\alpha + f_P$ [мм]						
Заключение о годности резьбы по всем параметрам							

ИЗМЕРЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕЗЬБЫ  
ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫМ МЕТОДОМ НА БОЛЬШОМ  
ИНСТРУМЕНТАЛЬНОМ МИКРОСКОПЕ

Методические указания  
к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Метрология,  
стандартизация и сертификация» для студентов, обучающихся по  
направлению 150900 «Технология, оборудование и автоматизация  
машиностроительных производств»

Составители:

Афонасов Алексей Иванович

Савельева Наталья Николаевна

Рецензент

Ю.Б. Червач, к.т.н., доцент каф. ТАМП

Подписано к печати

Формат 60×84/16. Бумага ксероксная.

Плоская печать. Усл. печ. л. Уч.-изд. л.

Тираж экз. Заказ № Цена свободная.

ИПФ ТПУ. Лицензия ЛТ № 1 от 18.07.94.

Типография ТПУ. 634050, Томск, пр. Ленина, 30.