

**Министерство образования и науки
Российской Федерации
ФГБОУ ВПО «Российский химико-технологический
университет им. Д.И.Менделеева»**

Новомосковский институт (филиал)

Бегова А.В.

***Нахождение численных характеристик
полей допусков метрической резьбы***

Методические указания по выполнению расчетно-графического задания для студентов всех форм обучения по профилю подготовки «Машины и аппараты химических производств»

**Новомосковск
2013**

УДК 621.753.1

ББК 34.41

Н 349

Рецензент:

кандидат технических наук, доцент Суменков А.Л.
(ФГБОУ ВПО РХТУ им. Д.И.Менделеева, Новомосковский институт)

Бегова А.В.

Н 349 Нахождение численных характеристик полей допусков метрической резьбы. Методические указания по выполнению расчетно-графического задания для студентов всех форм обучения по профилю подготовки «Машины и аппараты химических производств» / ФГБОУ ВПО РХТУ им. Д.И.Менделеева, Новомосковский институт (филиал); Новомосковск, 2013. – 24 с.

Методические указания по выполнению расчетно-графического задания «**Нахождение численных характеристик полей допусков метрической резьбы**» по дисциплине "Основы взаимозаменяемости и нормирование точности изделий машиностроения" включают варианты и исходные данные, основные теоретические положения, справочную информацию, содержание и порядок выполнения расчетно-графического задания, являются дополнением к теоретическому курсу, а также содержат типовой пример выполнения задания с краткими пояснениями.

Предназначены для самостоятельного выполнения контрольных работ и расчетно-графических заданий студентами всех форм обучения по профилю подготовки «Машины и аппараты химических производств»

Табл. 5. Ил. 8. Библиогр.: 7 назв.

УДК 621.753.1

ББК 34.41

Расчетно-графическое задание №3
**«Нахождение численных характеристик полей допусков
 метрической резьбы»**

1. Выбор вариантов и исходные данные

Исходные данные для выполнения расчетно-графического задания (РГЗ) представлены в таблице 1.1.

Варианты расчетно-графического задания выдаются преподавателем для студентов дневной формы обучения или выбираются по двум последним цифрам шифра зачетной книжки студентами заочной формы обучения (табл.1.2) при выполнении контрольной работы.

Таблица 1.1- Варианты и исходные данные для студентов дневной формы обучения

Вариант	Данные	Вариант	Данные
1	M20×2-6H/6g - LH	16	M75×2-5H6H/4jh
2	M12×1-6H/7g6g	17	M70-5H6H/4jk
3	M24-6H/6g-R	18	M85×65H6H/4j
4	M30×2-6H/6h	19	M90-4H6H/4jk
5	M36-6H/6d-LH	20	M95×44H6H/4j-LH
6	M42×3-6H/6e	21	M100-2H5C/2r
7	M48-6G/6d-60	22	M105×3-2H5C(2)/3p(2)
8	M56×4-6G/6h	23	M14-2H4C(3)/3n(3)
9	M52-6G/6e	24	M16×1-6H/6g
10	M60×3-6G/6f-18	25	M18-6H/7g6g
11	M64-6H/6g	26	M20-6H/6g-LH
12	M68×2-6H/6f-R	27	M60-6H/6g
13	M72-3H6H/3p	28	M12-6H/7g6g
14	M76×4-3H6H/3n	29	M10×1,25 -6g- LH
15	M80-3H6H/2m-LH	30	M36×3-6g6h-20

Таблица 1.2- Варианты РГЗ для выполнения контрольной работы для студентов заочной формы обучения

а \ б	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	11	21	30	20	10	4	14	29	3
1	2	12	22	29	19	9	5	15	22	5
2	3	13	23	28	18	8	6	16	25	7
3	4	14	24	27	17	7	7	17	21	9
4	5	15	25	26	16	6	8	18	23	1
5	6	16	26	25	15	5	9	19	27	2
6	7	17	27	24	14	4	10	20	28	4
7	8	18	28	23	13	3	1	11	26	6
8	9	19	29	22	12	2	2	12	21	8
9	10	20	30	21	11	1	3	13	24	10

Примечание: а, б – последняя и предпоследняя цифра зачетной книжки

2 Теоретическая часть

2.1 Основные понятия и определения

Резьбовые соединения получили большое распространение в машиностроении. В современных машинах детали, имеющую резьбу, составляют свыше 60% от общего количества деталей.

Резьбовое соединение - соединение двух деталей с помощью **резьбы**, т.е. элементов деталей, имеющих один или несколько равномерно расположенных винтовых выступов резьбы постоянного сечения, образованных на боковой поверхности цилиндра или конуса.

Профиль резьбы - контур сечения канавок и выступов в плоскости, проходящей через ось резьбы, общий для наружной и внутренней резьбы.

2.1.1 Классификация резьб

1. По профилю винтовой поверхности, т.е. от вида фигуры в сечении, резьба бывает треугольной (рис. 2.1, а), трапециoidalной (рис. 2.1, б), пилообразной (упорные) (рис. 2.1, в), круглой (рис.2.1, г), прямоугольной (рис.2.1, д).

2. По виду поверхности, на которой она нанесена, резьба разделяется на цилиндрическую и коническую (конусную), а также на наружную, которые часто для краткости называют болтом, и внутреннюю — их часто называют гайкой. В дальнейшем мы тоже будем пользоваться этими краткими терминами.

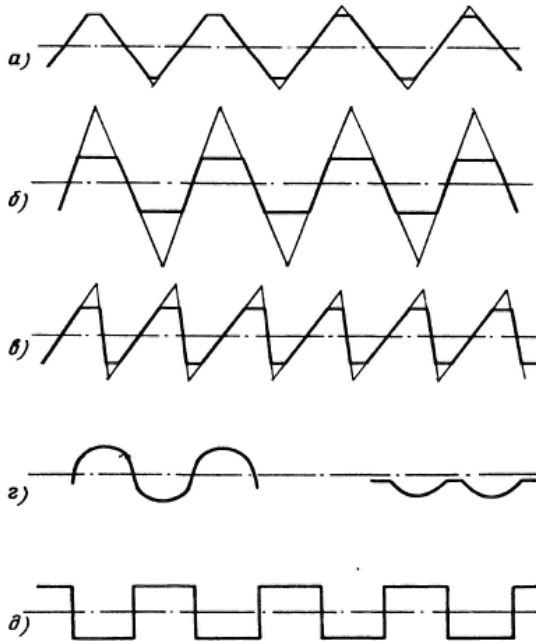


Рис.2.1- Профили резьбовых элементов

3. По числу заходов (т.е. по числу винтовых выступов) резьбы бывают однозаходные и многозаходные.

4. В зависимости от используемых единиц измерения, в которых выражаются параметры резьбы, они разделяются на метрические и дюймовые.

5. По направлению винтовой линии – на правые и левые.

6. По эксплуатационному признаку, т.е. по области применения, резьбы бывают следующих видов:

- резьбы общего назначения, которые применяются для соединения разнообразных типов деталей;
- специальные резьбы, предназначенные для соединения одного типа деталей определенного механизма.

Резьбы общего назначения подразделяются на:

Крепежные резьбы (метрическая, дюймовая) используются для обеспечения разъемного соединения. К этим резьбам предъявляются требования прочности соединения при длительной эксплуатации и неподвижности стыков в процессе эксплуатации. Она обычно имеет треугольный профиль и наиболее распространена.

Кинематические резьбы используются для преобразования вращательных движений в поступательные в так называемых винтовых механизмах (ходовые винты для станков). Эти резьбы обычно имеют трапецидальный или круглый профиль. Основное требование к этим резьбам - обеспечение точного и плавного перемещения. Во многих случаях они должны обладать способностью выдерживать большие нагрузки.

Силовые резьбы используются для создания значительных осевых усилий, например, в домкратах, прессах и т.д.

Уплотнительные резьбы (трубные цилиндрическая и коническая, коническая дюймовая), используются для соединения трубопроводов с их арматурой в нефтеперерабатывающей промышленности, сантехническом оборудовании и т.д. Основное требование к этим резьбам — обеспечение герметичности и прочности соединения.

Эксплуатационные требования к резьбам, зависят от назначения резьбовых соединений. Требование надежности, долговечности и свинчиваемости без подгонки изготовленных резьбовых деталей при сохранении эксплуатационных качеств соединений является общим для всех резьб

2.1.2 Основные размеры

Основные размеры метрической резьбы с профилем по ГОСТ 9150-2002, ИСО 68-1-98 (взамен ГОСТ 9150-81), диаметрами от 1 до 600 мм по ГОСТ 8724-2002, ИСО 261-98 (взамен ГОСТ 8724-81) и ГОСТ 16967-81 и допусками и посадками по ГОСТ 16093-2004, ИСО 965-1-98, ИСО 965-3-98 (взамен ГОСТ 6093-81) (рис.2.2):

- $d = D$ - номинальные значения наружных диаметров болта и гайки;
- $d_2 = D_2$ - номинальные значения средних диаметров болта и гайки;
- $d_1 = D_1$ - номинальные значения внутренних диаметров болта и гайки;
- d_3 - внутренний диаметр болта по дну впадины (размер этот является справочным и задается для построения резьбообразующего инструмента);
- P – шаг резьбы;
- H – высота исходного треугольника;
- es_{d_2} и ei_{d_2} - верхнее и нижнее отклонения среднего диаметра болта;
- es_d и ei_d - верхнее и нижнее отклонения наружного диаметра болта;
- es_{d_1} - верхнее отклонение внутреннего диаметра болта;
- R - номинальный радиус закругления впадины болта;

- EI_D - нижнее отклонение наружного диаметра гайки;
- ES_{D_2} и EI_{D_2} - верхнее и нижнее отклонения среднего диаметра гайки;
- ES_{D_1} и EI_{D_1} - верхнее и нижнее отклонения внутреннего диаметра гайки;
- T_d и T_{d_2} - допуски наружного и среднего диаметра болта;
- T_{D_1} и T_{D_2} - допуски внутреннего и среднего диаметров гайки.

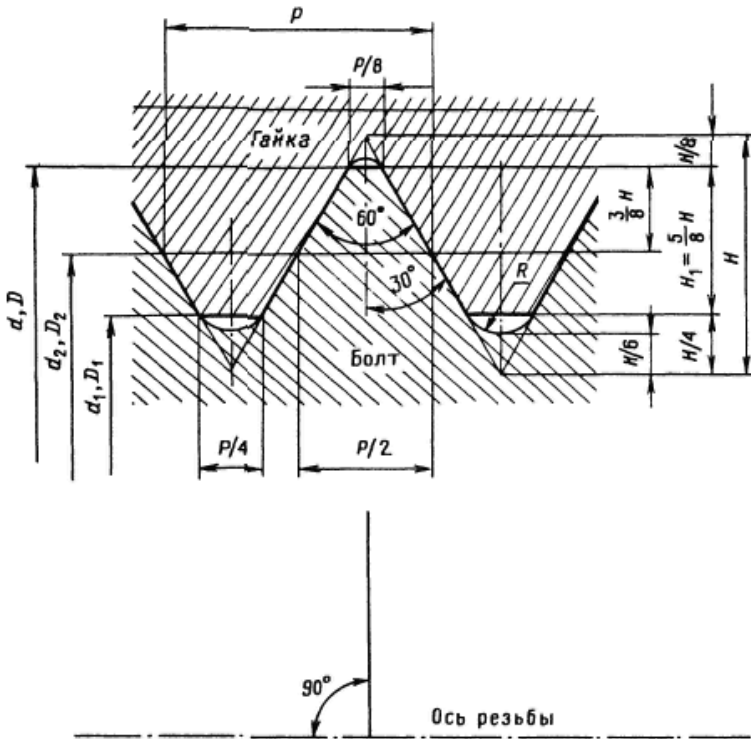


Рис.2.2- Основные размеры метрической резьбы: гайка- внутренняя резьба, болт- наружная резьба

3 Допуски и посадки метрических резьб

Внутренние и наружные резьбы общего назначения, а также большинство резьб специального назначения контактируют по боковым сторонам

профиля. Возможность контакта по вершинам и впадинам резьбы исключается соответствующим расположением полей допусков по $d(D)$ и $d_1(D_1)$. В зависимости от характера сопряжения по боковым сторонам профиля (т.е. по среднему диаметру) различают посадки с зазором, натягом и переходные.

Действительный характер взаимного контакта боковых сторон профиля резьбы на длине свинчивания, т.е. посадку, определяют не только действительные значения средних диаметров, но и отклонения шага и половины угла профиля резьбы соединяемых деталей, поэтому характер посадки резьбового соединения зависят от зазора или натяга, которые численно представляют собой разницу действительных значений приведенных средних диаметров резьбы болта и гайки.

Система допусков и посадок на метрические резьбы диаметром от 1 до 600 мм регламентирована:

- ГОСТ 16093-2004 – посадки с зазором,
- ГОСТ 4608-81 – посадки с натягом (последнее изменение внесено в 2010 г),
- ГОСТ 24834-81 – переходные посадки (последнее изменение внесено в 2002 г).

Эта система имеет большое значение в международной унификации, она позволяет обеспечить более широкое внедрение резьб с зазорами, которые облегчают сборку соединений, дают возможность антикоррозионных покрытий, а также повышают циклическую прочность резьбовых соединений, испытывающих переменные нагрузки.

3.1 Скользящие посадки

Эти посадки являются наиболее распространенными. Номинально скользящая посадка принята не только по среднему, но и по наружному и внутреннему диаметрам. Это дает возможность так расположить поля допусков наружного и внутреннего диаметров, чтобы исключить натяг по вершинам и впадинам резьбы. В действительности же по этим диаметрам в большинстве случаев создаются зазоры.

Верхнее отклонение наружного диаметра резьбы гайки и нижнее отклонение внутреннего диаметра резьбы болта не нормируются и не проверяются.

3.2 Посадки с зазором

Резьбовые соединения, имеющие гарантированные зазоры по диаметрам резьбы, применяются: когда на резьбовые детали наносят антикоррозионные покрытия; резьбовые детали работают при высоких температурах; необходима быстрая и легкая свинчиваемость резьбовых деталей даже при наличии небольшого загрязнения или повреждения резьбы и когда необходима повы-

шенная циклическая прочность резьбовых соединений.

3.2.1 Степень точности резьбы

Степени точности резьбы установлены по ГОСТ 16093-2004 и представлены в табл. 3.1.

3.2.2 Поля допусков болтов и гаек

Для получения посадок резьбовых деталей с зазором в ГОСТ 16093–2004 предусмотрено пять основных отклонений (**d, e, f, g и h**) для наружной и четыре (**E, F, G и H**) для внутренней резьбы. Эти отклонения одинаковы для диаметров d_1, d_2, d и D, D_2, D_1 (рис.3.1). Основные отклонения E и F установлены только для специального применения при значительных толщинах слоя защитного покрытия. Отклонения отсчитывают от номинального профиля резьбы в направлении, перпендикулярном оси резьбы.

Таблица 3.1- Степени точности метрической резьбы

диаметры болта	Степени точности							
	наружный		4		6		8	
средний	3	4	5	6	7	8	9	10*
диаметры гайки	Степени точности							
	внутренний		4	5	6	7	8	
	средний		4	5	6	7	8	9*

* Степень точности резьб на деталях из пластмасс

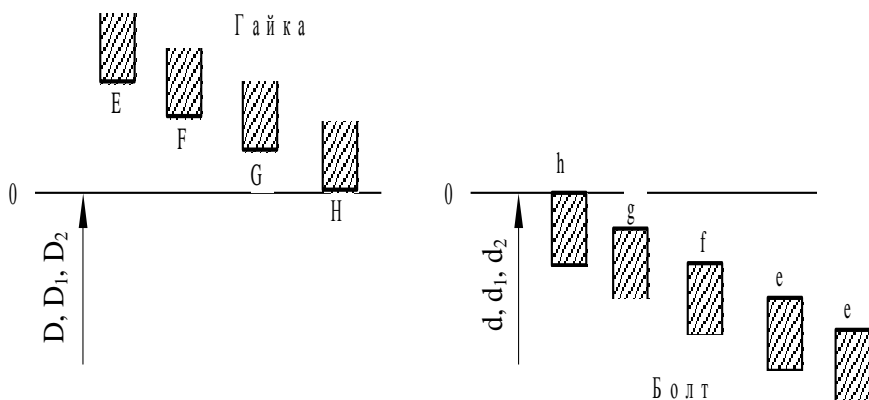


Рис. 3.1- Основные отклонения метрической резьбы при посадке с зазором

При сочетании основных отклонений **H/h** образуется посадка с наименьшим зазором, равным нулю; при сочетаниях **H/g, f, e, d**, а также **G, E, F/h, g, f, e, d** образуются посадки с гарантированным зазором. Указанные основные отклонения для наружной резьбы определяют верхние отклонения, а для внутренней – нижние отклонения диаметров резьбы. Второе предельное отклонение определяют по принятой степени точности резьбы. Сочетанием основного отклонения, обозначаемого буквой с допуском по принятой степени точности, образуют поле допуска диаметра резьбы. Поле допуска резьбы образуют сочетанием поля допуска среднего диаметра с полем допуска диаметра выступов (d_1 или D_1). Поля допусков болтов и гаек в посадках с зазором указаны в табл. 3.2.

Поля допусков, заключенные в рамки, рекомендуется для предпочтительного применения. Поля допусков, заключенные в скобки, не рекомендуется применять. Наиболее распространенной является резьба с небольшим зазором (**6H/6g**). В обоснованных случаях разрешается применять поля допусков, образованные иными сочетаниями полей допусков, например: для болтов - **4h6h, 8h6h, 8g6g**; для гаек - **5H6H**. Предпочтительно следует сочетать поля допусков одной степени точности.

Таблица 3.2 - Поля допусков болтов и гаек в посадках с зазором

Длины свинчивания	Классы точности	Поля допуска болтов			Поля допуска гаек	
		Отклонения				
		h	g	e	H	G
S	Точный	(3h4h)	-	-	4H	-
	Средний	(5h6h)	5g6g	-	5H*	(5G)
	Грубый	-	-	-	-	-
N	Точный	4h**	-	-	5H*	-
	Средний	6h**	6g**	6e**	6H**	(6G)**
	Грубый	-	8g**	-	7H**	(7G)**
L	Точный	(5h4h)	-	-	6H**	-
	Средний	(7h6h**)	(7g6g**)	(7e6e**)	7H**	(7G)**
	Грубый	-	(9g8g)	-	8H	(8G)

* Поле допуска резьбы гайки, которое может быть получено сочетанием полей допусков среднего и внутреннего диаметров

** Поля допусков резьб по ГОСТ 16093 - 2004

3.3 Посадки с натягом

Посадки с натягом по среднему диаметру резьбы болта разделяются на посадки с гарантированным натягом (так называемые тугие резьбы) и плотные посадки (в соединениях возможен как натяг, так и зазор). Посадки с натягом используются в тех случаях, когда конструкция составной части машины не допускает применения резьбового соединения типа "болт-гайка" вследствие возможного нарушения герметичности и самоотвинчивания шпилек при действии вибраций, переменных нагрузок и изменении рабочей температуры. Примером может являться посадка резьбы шпилек в корпус двигателей. Шпильку следует ввинчивать в корпус настолько туго, чтобы исключить ее проворачивание при затяжке в процессе сборки и эксплуатации или при отвинчивании гайки (соединенной по посадке Н/н с другим концом шпильки) для ремонта и осмотра механизма.

Посадки с натягом регламентированы ГОСТ 4608-81, который распространяется на метрические резьбы с профилем по ГОСТ 9150-2002 диаметром 5...45 мм и шагом 0,8...3 мм.

Расположение полей допусков наружной и внутренней резьбы показано на рис. 3.2.

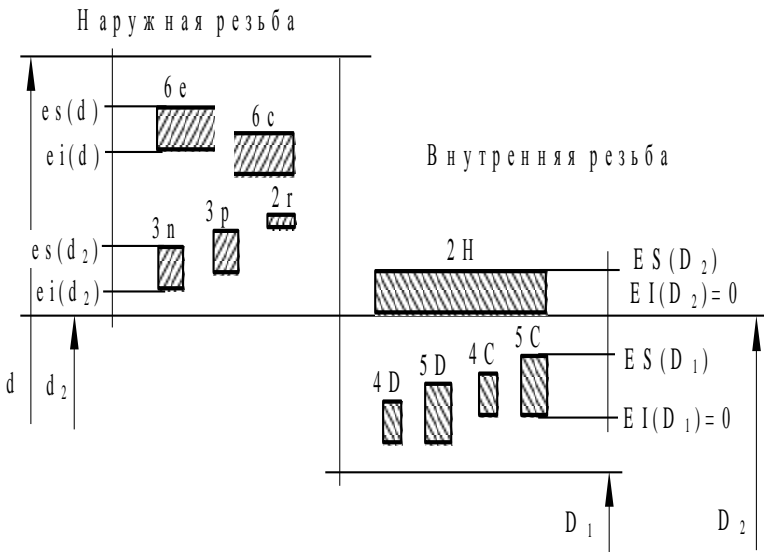


Рис. 3.2 - Расположение полей допусков резьбы с натягом

Посадки с натягом по среднему диаметру предусмотрены только в системе отверстия, имеющей большие технологические преимущества перед си-

стемой вала.

Допуски среднего диаметра резьбы деталей, сортируемых на группы, не включают диаметральных компенсаций отклонений шага и угла наклона боковой стороны профиля. Это объясняется тем, что крутящий момент при затяжке соединения в большей степени зависит от натяга по собственно средним диаметрам, чем от натяга по приведенным средним диаметрам резьбы, поэтому указанные в стандарте предельные отклонения собственно средних диаметров резьбы гнезда и шпильки используют при их сортировке на группы для селективной сборки.

Установленные поля допусков и посадки приведены в табл.3.3. Длины свинчивания резьбовых соединений при посадках с натягом:

- $(1...1,25) \cdot d$, когда деталь с внутренней резьбой изготовлена из стали;
- $(1,25...1,5) \cdot d$, когда деталь с внутренней резьбой изготовлена из чугуна;
- $(1,5...2) \cdot d$, когда деталь с внутренней резьбой изготовлена из алюминиевых и магниевых сплавов. При других длинах свинчивания или других материалах требуется дополнительная проверка посадок.

Таблица 3.3 - Поля допусков и посадки для резьб с натягом

Материал детали с внутренней резьбой	Поле допуска резьбы			Посадка при Р, мм	
	наружной	внутренней при Р, мм		при Р, мм	
		до 1,25	св. 1,25	до 1,25	св. 1,25
Чугун и алюминиевые сплавы	2г	2Н5D	2Н5С	$\frac{2Н5D}{2г}$	$\frac{2Н5С}{2г}$
Чугун, алюминий и магниевые сплавы	3р (2)*	2Н5D (2)	2Н5С (2)	$\frac{2Н5D(2)}{3р(2)}$	$\frac{2Н5С(2)}{3р(2)}$
Сталь, высокопрочные и титановые сплавы	3п (3)	2Н4D (3)	2Н4С (3)	$\frac{2Н4D(3)}{3п(3)}$	$\frac{2Н4С(3)}{3п(3)}$

Примечание*. В скобках указано число групп сортировки.

Для обеспечения более однородного натяга и повышения прочности соединений резьбовые детали сортируют на группы, а затем выбирают из одноименных групп (см. табл. 3.3).

Экспериментально установлено, что погрешности шага и профиля резьбы, близкие к максимально допускаемым, снижают крутящий момент затяжки на 10 – 25 %, причем влияние погрешности шага проявляется в большей степени, чем влияние погрешности угла профиля.

Допускается применение посадок **3Н 6Н/3р** и **3Н 6Н/3п** без сортировки на группы. Указанные посадки относятся к переходным и их применение тре-

бует дополнительной проверки.

3.4 Переходные посадки

Переходные посадки для резьбы применяются редко, только в тех случаях, когда детали должны свинчиваться без ключа и в то же время иметь возможно меньший зазор. Такие требования предъявляются к резьбовым соединениям, подвергающимся действиям вибраций и ударов, вследствие которых может произойти самоотвинчивание, а также в тех случаях, когда необходимо точно центрировать детали по резьбе.

3.5 Форма впадины наружной резьбы

Форма впадины резьбы болта, если нет указаний, не регламентируется и может быть как закругленной, так и плоскосрезанной. Закругленная форма впадины резьбы болта является предпочтительной. Исходным при проектировании резьбообразующего инструмента является скругление или срез на расстоянии $H/6=0,144 \cdot P$ от вершины остроугольного профиля. Обязательное закругление впадины резьбы болта должно быть указано в технических требованиях или в конце обозначения резьбы.

При неоговоренной форме впадины резьбы болта рекомендуется, чтобы впадина не выходила за линию плоского среза на расстоянии $H/8$ от вершины остроугольного профиля (рис.3.3, а).

При оговоренной закругленной форме впадины резьбы болта радиус кривизны впадины ни в одной из точек не должен быть менее $0,1 \cdot P$ (рис.3, б).

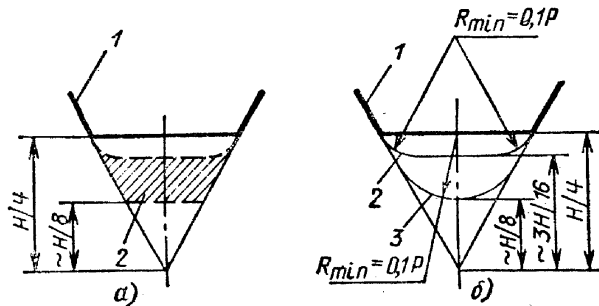


Рис.3.3 - Форма впадин

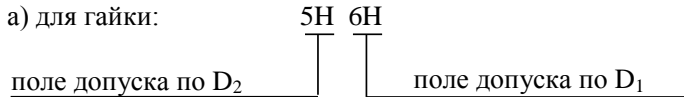
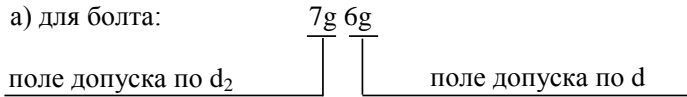
- а – неоговоренная форма впадины: 1 – номинальный профиль; 2 – зона, в которой рекомендуется располагать впадину болта;
- б – закругленная впадина: 1 – номинальный профиль; 2 – верхний предельный профиль; 3 – нижний предельный профиль

3.6 Обозначения метрической резьбы на чертеже

Обозначение поля допуска диаметра резьбы состоит из цифры, показывающей степень точности, и буквы, обозначающей основное отклонение, например: 7H, 8g. Прописными буквами обозначаются основные отклонения гаек, а строчными - болтов.

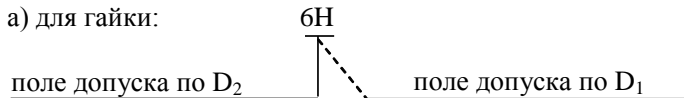
Обозначение полей допусков резьбы состоит из обозначения поля среднего диаметра (на первом месте) и обозначения поля диаметра выступов (d, D_1).

Например:



Если обозначение поля допуска диаметра выступов совпадает с обозначением поля допуска среднего диаметра, то оно в обозначении поля допуска резьбы не повторяется.

Например:



В условном обозначении резьбы обозначение поля допуска должно следовать за обозначением размера резьбы.

Резьба с крупным шагом (наиболее крупным при данном диаметре) обозначается буквой М с указанием номинального диаметра, например: **M90**.

Резьба с мелким шагом обозначается буквой М с указанием диаметра и шага, например: **M90 × 3**.

Примеры обозначения резьбы:

а) с крупным шагом:

- наружной резьбы (для болта) **M90 – 6g**;
- внутренней резьбы (для гайки) **M90 – 6H**;
- б) с мелким шагом:
 - наружной резьбы (для болта) **M90×3 – 6g**;
 - внутренней резьбы (для гайки) **M90×3 – 6H**;
- в) левой резьбы:
 - наружной резьбы (для болта) **M90×3LH – 6g**;
 - внутренней резьбы (для гайки) **M90×3LH – 6H**.
- г) с оговоренной формой впадины болта
 - наружной резьбы (для болта) **M90×3 – 6g – R**.

Посадка в резьбовом соединении обозначается дробью, в числителе которой указывают обозначение поля допуска внутренней резьбы, а в знаменателе – обозначение поля допуска наружной резьбы.

Например:

M90 – 6H/6g

M90×3 – 6H/6g;

M90×3LH – 6H/6g.

3.7 Длины свинчивания

Для выбора степени точности в зависимости от длины свинчивания резьбы и требования к точности соединений установлены три группы длин свинчивания: **S – короткие, N – нормальные и L – длинные**. Длины свинчивания свыше $2,24 \cdot P \cdot d^{0,2}$ до $6,7 \cdot P \cdot d^{0,2}$ относятся к группе N; длины свинчивания меньше нормальных относятся к группе S, а больше – к группе L (при этом P и d измеряются в мм).

Допуск резьбы, если нет особых оговорок, относится к наибольшей нормальной длине свинчивания или ко всей длине резьбы, если она меньше наибольшей нормальной длине свинчивания.

Длина свинчивания, к которой относится допуск резьбы, при необходимости должна быть оговорена в технических требованиях или указана в обозначении резьбы в следующих случаях:

- а) если она относится к группе L;
- б) если она относится к группе S, но меньше, чем вся длина резьбы.

Пример обозначения резьбы с длиной свинчивания, отличающейся от нормальной:

$$M12 - 7g \ 6g - \frac{30}{\text{Длина свинчивания}}$$

3.8 Классы точности резьбы

В соответствии со сложившейся практикой поля допусков сгруппирова-

ны в **три класса точности**: точный, средний и грубый. Понятия о классах точности условное (на чертежах и калибрах указывают не классы, а поля допусков), его используют для сравнительной оценки точности резьбы. **Точный класс** рекомендуется для ответственных статически нагруженных соединений, прецизионных резьб, а также когда требуются малые колебания характера посадки, **средний класс** – для резьб общего применения и **грубый** – для случаев, когда могут возникнуть производственные затруднения, например, для резьб нарезаемых на горячекатаных заготовках, в длинных глухих отверстиях и т.п.

При одном и том же классе 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 свинчивания S следует принять степень точности 5, для N – степень точности 6, а для L – степень точности 7. Такая система позволяет выбирать точность резьбы в зависимости от конструктивных особенностей и технологических требований. Допуск резьбы, если нет специальных оговорок, относится к наибольшей нормальной длине свинчивания или ко всей длине резьбы, если она меньше наибольшей длины свинчивания.

Если длина свинчивания относится к группе L или S (но меньше, чем вся длина резьбы), то это оговаривают в обозначении резьбы или в технических требованиях.

4 Порядок выполнения расчетно-графического задания

1. Согласно варианту записать на чертежах резьбового соединения болта и гайки условное обозначение резьбы. Охарактеризовать данную резьбу.

2. По ГОСТ 24705-2004, ИСО 724: 1993 найти номинальные значения диаметров болта и гайки и по ГОСТ 9150-2002, ИСО 68-1-98 найти радиус R .

3. По ГОСТ 16093-2004 найти предельные отклонения по всем диаметрам резьбы, а также допуски по среднему диаметру и диаметру выступов.

4. Изобразить на схеме поля допусков резьбовых деталей по всем диаметрам.

5. Записать в таблице размеры резьб, указав номинальные размеры и предельные отклонения. В той же таблице следует указать рабочие размеры по всем диаметрам т.е.:

6.

$$(d_{\max})_{-Td} = (d + es)_{-Td}$$

для болта: $(d_{2\max})_{-Td_2} = (d_2 + es)_{-Td_2}$

$$d_{1\max} \text{ и менее}$$

D_{\min} и более

для гайки: $(D_{2\min})^{+TD_2} = (D_2 + EI)^{+TD_2}$

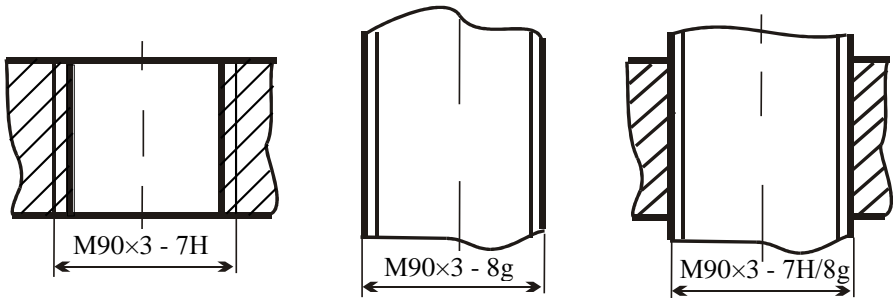
$$(D_{1\min})^{+TD_1} = (D_1 + EI)^{+TD_1}$$

6. Выполнить чертежи профилей резьбы болта и гайки, указав на чертежах рабочие размеры по осям диаметрам, шаг резьбы и угол профиля при вершине. При выполнении чертежа выдерживать масштаб 20:1, 40:1 или 50:1.

5 Пример выполнения расчетно-графического задания

6.1 Согласно полученному заданию резьба имеет условное обозначение **M 90×3 - 7H/8g**.

Характеристика резьбы – резьба метрическая цилиндрическая, номинальный диаметр (наружный) $d = D = 90$ мм, шаг резьбы мелкий $p = 3$ мм, 7H – поле допуска на приведенный средний диаметр гайки (7 степень точности и основное отклонение H), 8g - поле допуска на приведенный средний диаметр болта (8 степень точности и основное отклонение g), правая, класс точности средний.



5.2 Номинальные значения диаметров болта и гайки (ГОСТ 24705-2004):

$$d = D = 90 \text{ мм};$$

$$d_2 = D_2 = 88,051 \text{ мм};$$

$$d_1 = D_1 = 86,752 \text{ мм};$$

$$d_3 = 86,319 \text{ мм};$$

$$P = 3 \text{ мм};$$

$$R = 0,433 \text{ мм. (ГОСТ 9150-2002)}$$

5.3 Предельные отклонения диаметров резьбы и допуски по среднему диаметру и диаметру выступов (ГОСТ 16093-2004)

а) для болта:

$$es_d = es_{d_2} = es_{d_1} = -0,048 \text{ мм};$$

$$ei_d = -0,648 \text{ мм};$$

$$ei_{d_2} = -0,383 \text{ мм};$$

ei_{d_1} не нормируется;

$$T_d = es_d - ei_d = -0,048 - (-0,648) = 0,6 \text{ мм};$$

$$T_{d_2} = es_{d_2} - ei_{d_2} = -0,048 - (-0,383) = 0,335 \text{ мм.}$$

б) для гайки:

$$EI_D = EI_{D_2} = EI_{D_1} = 0;$$

ES_D не нормируется;

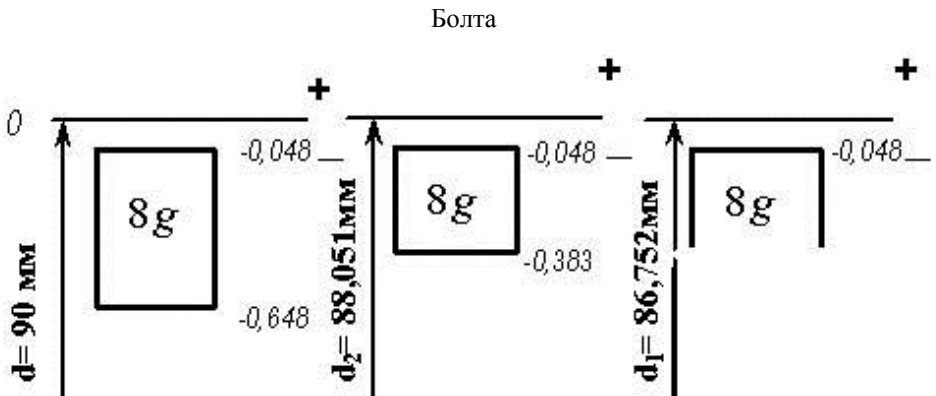
$$ES_{D_2} = 0,355 \text{ мм};$$

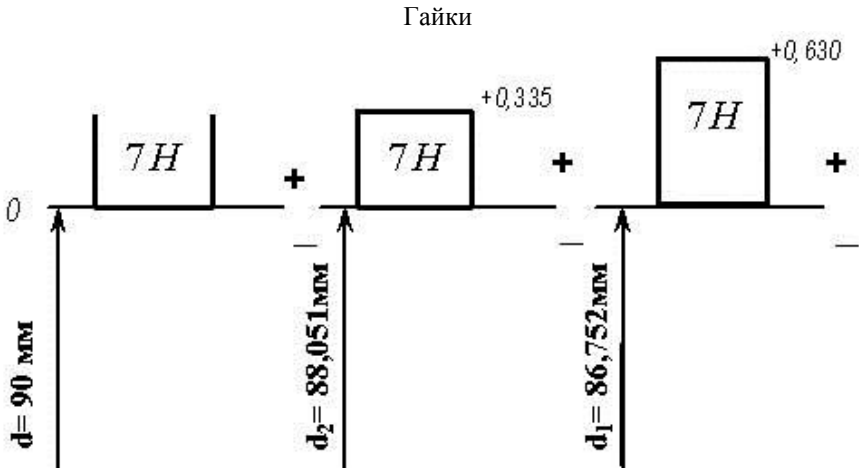
$$ES_{D_1} = 0,630 \text{ мм};$$

$$T_{D_1} = ES_{D_1} - EI_{D_1} = 0,630 - 0 = 0,630 \text{ мм};$$

$$T_{D_2} = ES_{D_2} - EI_{D_2} = 0,355 - 0 = 0,355 \text{ мм.}$$

5.4 Схема расположения полей допусков:



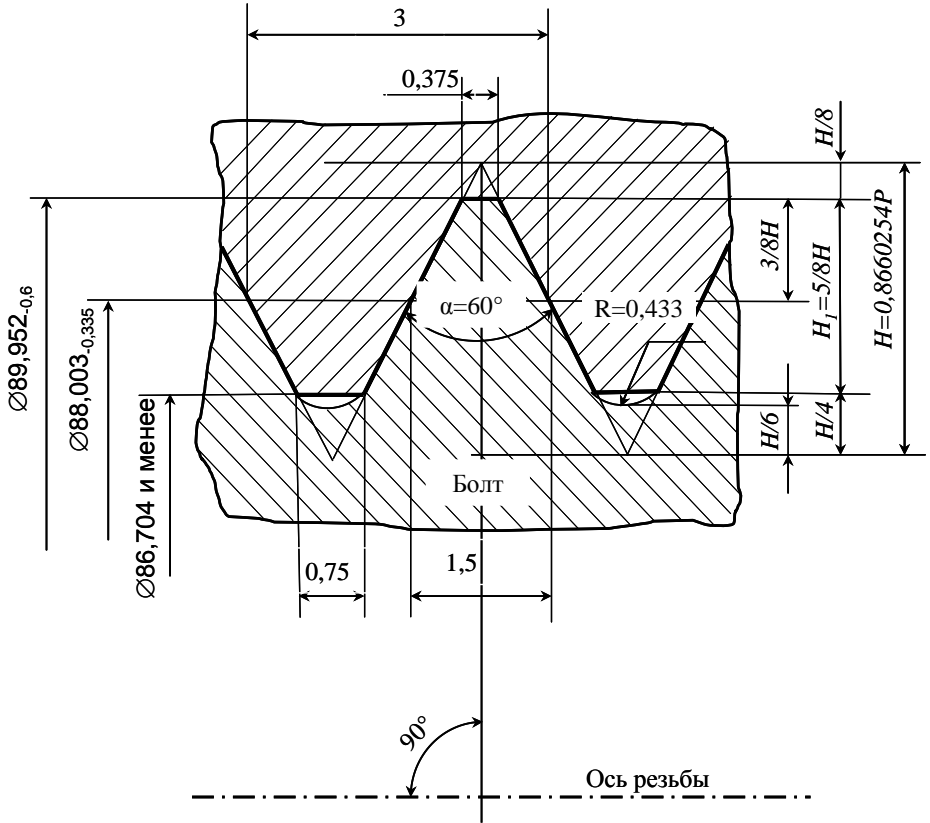


5.5 Номинальные размеры резьбы с предельными отклонениями и рабочие размеры по всем диаметрам

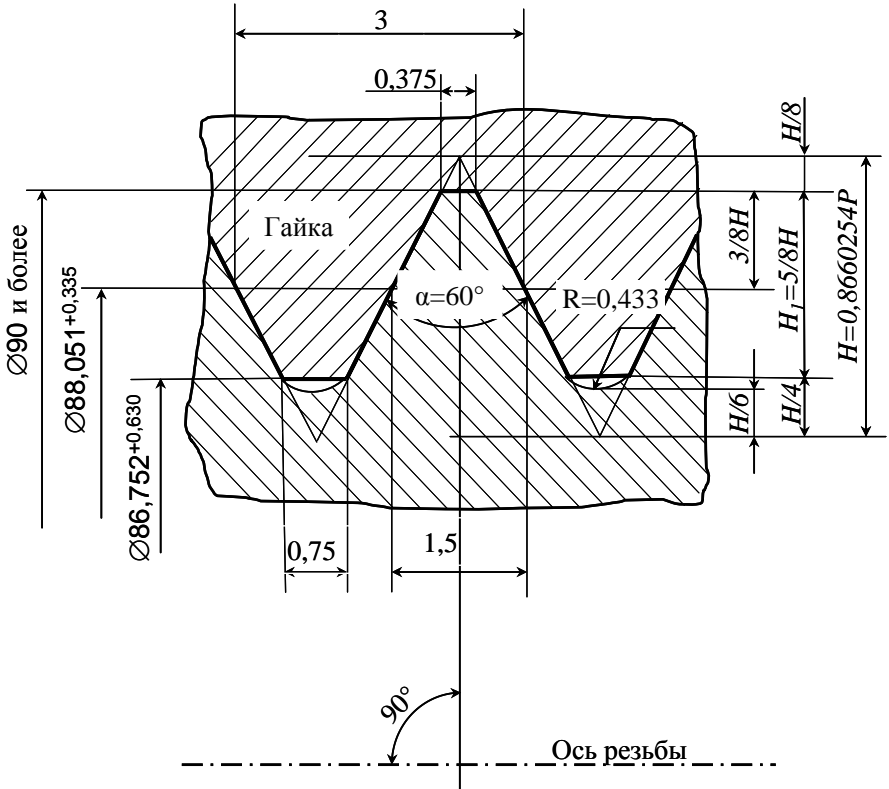
Болт		Гайка	
Размеры с предельными отклонениями, мм	Рабочие размеры, мм	Размеры с предельными отклонениями, мм	Рабочие размеры, мм
$d = 90_{-0,648}^{-0,048}$	$89,952_{-0,6}$	$D=90$ и более	90 и более
$d_2 = 88,051_{-0,383}^{-0,048}$	$88,003_{-0,335}$	$D_2 = 88,051^{+0,355}$	$88,051^{+0,355}$
$d_1 = 86,752_{\text{и менее}}^{-0,048}$	86,704 и менее	$D_1 = 86,752^{+0,630}$	$86,752^{+0,630}$

5.6 Чертежи профилей резьбы болта и гайки

Профиль болта (М 20:1)



Профиль гайки (М 20:1)



Рекомендуемая литература

1. *ГОСТ 9150-2002*. Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая: Профиль.
2. *ГОСТ 24705-2004*. Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая: Основные размеры.
3. *ГОСТ 16093-2004*. Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая: Допуски. Посадки с зазором.
4. *ГОСТ 4608-81*. Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Посадки с натягом.
5. Допуски и посадки. В 2-х ч. / Под ред. В.Д. Мягкова. Л.: Машиностроение. 1982.
6. *Марков Н.Н.* Нормирование точности в машиностроении. Учебник для машиностроит. спец. вузов. / Под ред. Ю.М. Соломенцева.-2-е изд., испр. и доп. - М.: Высшая школа.; Издательский центр «Академия», 2001.- 335 с.
7. *Якушев А.И.* Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: Учебник для втузов / А.И. Якушев, Л.Н. Воронцов, Н.М. Федотов. - М.: Машиностроение, 1987.

Оглавление

1. Выбор вариантов и исходные данные	3
2. Теоретическая часть	4
2.1. Основные понятия и определения	4
2.1.1. Классификация резьб	4
2.1.2. Основные размеры	6
3. Допуски и посадки метрических резьб	7
3.1. Скользящие посадки	8
3.2. Посадки с зазором	8
3.2.1. Степень точности резьбы	9
3.2.2. Поля допусков болтов и гаек	9
3.3. Посадки с натягом	11
3.4. Переходные посадки	13
3.5. Форма впадины наружной резьбы	13
3.6. Обозначение метрической резьбы на чертеже	14
3.7. Длины свинчивания	15
3.8. Классы точности резьбы	15
4. Порядок выполнения расчетно-графического задания	16
5. Пример выполнения расчетно-графического задания	17
Рекомендуемая литература	22

Учебное издание

Нахождение численных характеристик полей допусков
метрической резьбы

Методические указания по выполнению расчетно-графического задания
для студентов всех форм обучения по профилю подготовки
«Машины и аппараты химических производств»
по дисциплине «Основы взаимозаменяемости и нормирование точности из-
делий машиностроения»

Бегова Анастасия Владимировна

Редактор Туманова Е.М.

Подписано в печать Формат 60×84¹/₁₆

Бумага «Снегурочка». Отпечатано на ризографе.

Усл. печ. л. 2,09. Уч. изд. л. 1,5.

Тираж 50 экз. Заказ №

ФГБОУ ВПО «Российский химико-технологический
университет им. Д.И. Менделеева»

Новомосковский институт (филиал). Издательский центр.

Адрес университета: 125047, Москва, Миусская пл., 9

Адрес института: 301650, Новомосковск, Тульская обл., ул. Дружбы, 8