

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Соловьев Андрей Борисович
Должность: Директор
Дата подписания: 27.09.2023 11:08:06
Уникальный программный ключ:
с83cc511feb01f5417b9367d12790179df14ac173



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
В Г. ТАГАНРОГЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ
ПИ (филиал) ДГТУ в г. Таганроге**

**Методические указания по выполнению практических
работ по дисциплине
Допуски и технические измерения
для обучающихся специальности
15.02.16 Технология машиностроения**

2023 г

Разработчик:

Преподаватель

_____ Ю.Г. Чернега

«__» _____ 202__ г.

Методические рекомендации рассмотрены и одобрены на заседании ЦМК «Технология машиностроения и сварочное производство»

Протокол № _____ от «__» _____ 20__ г

Председатель ЦМК «ТМиСП»

_____ Т.В. Новоселова

«__» _____ 202__ г.

Методические рекомендации предназначены для обучающихся специальности 15.02.16
Технология машиностроения.

Практическое занятие – это организованная преподавателем активная деятельность обучающегося, направленная на выполнение поставленной цели. Активная деятельность обучающихся предполагает осмысление теоретического материала, закрепление, развитие специальных умений, навыков и способностей при работе с литературой, а также обобщение и систематизацию знаний.

Практическое занятие обучающихся по дисциплине Допуски и технические измерения для специальности определяется Федеральным Государственным образовательным стандартом, учебной рабочей программой дисциплины, содержанием учебников, учебных пособий и методических рекомендаций.

Контроль практического занятия и оценка ее результатов организуется как контроль и оценка преподавателя.

Задачи изучения дисциплины Разработка и внедрение управляющих программ изготовления деталей машин основываются на необходимости получения выпускником умений и знаний в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом, на основе которых формируются соответствующие компетенции.

Практическая работа

Определение предельных отклонений размеров по стандартам, технической документации, анализ технической документации

Теоретические предпосылки.

Поле допуска – поле, ограниченное наибольшим и наименьшим предельными размерами и определяемое величиной допуска и его положением относительно нулевой линии, соответствующей номинальному размеру. Графическое изображение полей допусков посадки с зазором приведено на рис. 1в.

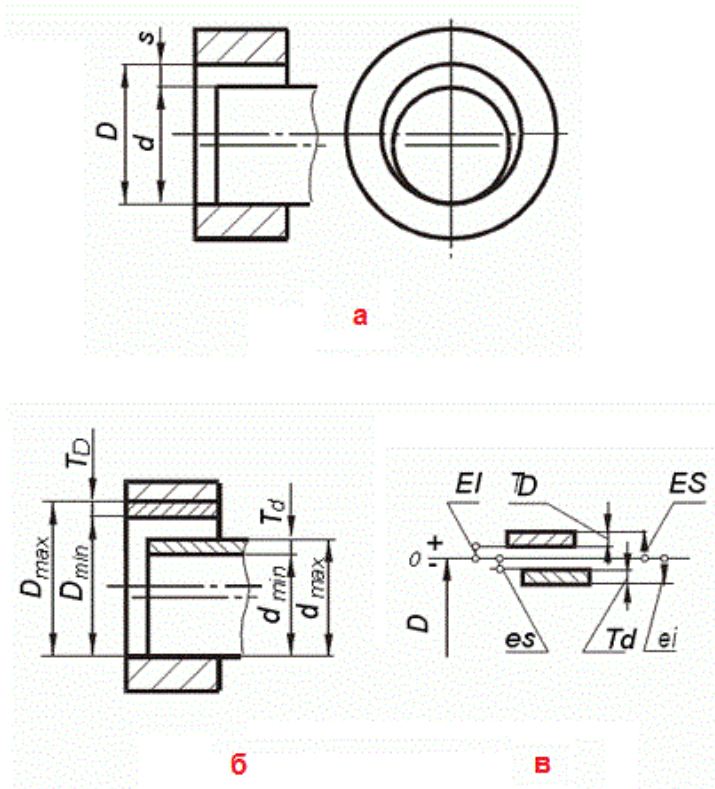


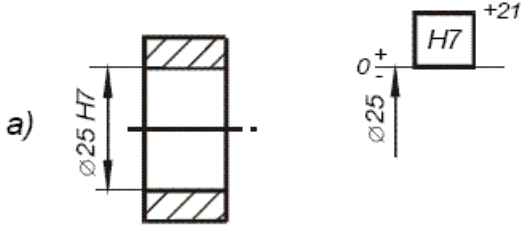
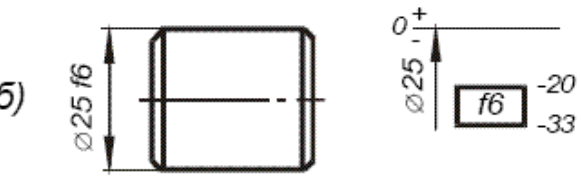
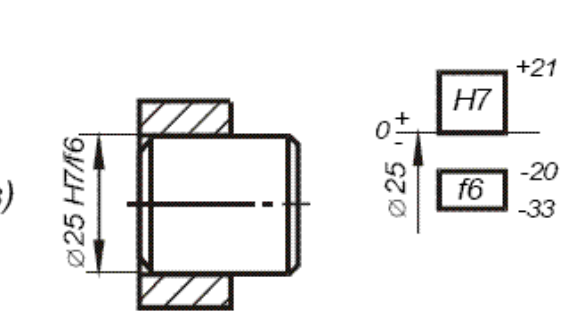
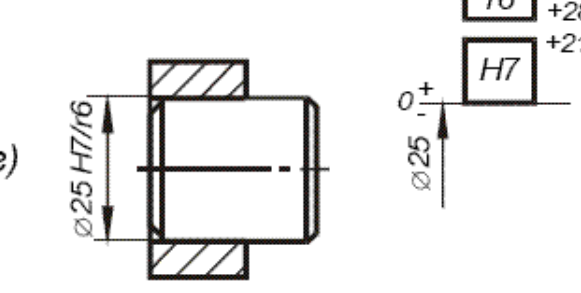
Рисунок 1.

Чем уже поле между верхним и нижним отклонениями, тем выше при прочих равных условиях степень точности, которая обозначается цифрой и называется квалитетом. Положение допуска относительно нулевой линии определяется основным отклонением – одним из двух предельных отклонений, ближайшим к нулевой линии, и обозначается одной из букв (или их сочетаний) латинского алфавита. Прописные буквы относятся к отверстиям, а строчные – к валам. Таким образом, поле допуска обозначается сочетанием буквы, указывающей на положение допуска относительно нулевой линии, с цифрой, говорящей о степени точности – величине допуска. Примеры обозначения на чертеже полей допусков и схемы их построения для отверстия и вала, а также значения отклонений и расчет допусков приведены в таблице на рис. а, б.

В зависимости от взаимного расположения полей допусков отверстия и вала различают посадки трех типов: с зазором, с натягом и переходные. В таблице на рис. в, г, д приведены примеры различных посадок. Указаны формулы для расчета зазоров и натягов в соединениях и амплитуды их колебаний, называемые допуском посадки (TS , TN). Нетрудно заметить, что допуск посадки, независимо от ее типа, есть сумма допусков отверстия и вала, составляющих соединение. Наибольший зазор переходной посадки часто представляют в виде отрицательного наименьшего натяга см. таблицу рис. д. При расчете и выборе посадок конструктора могут интересовать не только предельные зазоры

и натяги, но и средние, обычно наиболее вероятные, зазоры и натяги: средний зазор: $S_c = (S_{max} + S_{min}) / 2$, средний натяг: $N_c = (N_{max} + N_{min}) / 2$.

Таблица 1.

Отверстие	
<p>а)</p> 	<p>Верхнее отклонение: $ES = +21$ мкм Нижнее отклонение: $EI = 0$ Допуск: $T = ES - EI = +21 - 0 = 21$ мкм</p>
Вал	
<p>б)</p> 	<p>Верхнее отклонение: $es = -20$ мкм Нижнее отклонение: $ei = -33$ мкм Допуск: $Td = es - ei = -20 - (-33) = 13$ мкм</p>
Посадка с зазором	
<p>в)</p> 	<p>Параметры отверстия: $ES = +21$ мкм $EI = 0$, $TD = 21$ мкм Параметры вала: $es = -20$ мкм $ei = -33$ мкм, $Td = 13$ мкм Наибольший и наименьший зазоры: $S_{max} = ES - ei = +21 - (-33) = 54$ мкм $S_{min} = EI - es = 0 - (-20) = 20$ мкм Допуск посадки: $TS = S_{max} - S_{min} = 54 - 20 = 34$ мкм $TS = ES - ei - EI + es = TD + Td$ $TS = 21 + 13 = 34$ мкм</p>
Посадка с натягом	
<p>г)</p> 	<p>Параметры отверстия: $ES = +21$ мкм $EI = 0$ $TD = 21$ мкм Параметры вала: $es = +41$ мкм $ei = +28$ мкм $Td = 13$ мкм Наибольший и наименьший натяги: $N_{max} = es - EI = +41 - 0 = 41$ мкм $N_{min} = ei - ES = +28 - 21 = 7$ мкм Допуск посадки: $TN = N_{max} - N_{min} = 41 - 7 = 34$ мкм $TN = es - EI - ei + ES = TD + Td$</p>

		$TN = 21 + 13 = 34 \text{ мкм}$
Посадка переходная		
	Параметры отверстия: $ES = +21 \text{ мкм}$ $EI = 0, T = 21 \text{ мкм}$ Параметры вала: $es = +15 \text{ мкм}$ $ei = +2 \text{ мкм}$ $T = 13 \text{ мкм}$ Наибольший и наименьший натяги: $N_{\max} = es - EI = +15 - 0 = 15 \text{ мкм}$ $N = ei - ES = +2 - 21 = -19 \text{ мкм} - N_{\min}$ $= S_{\max}$ Допуск посадки: $TN = N_{\max} - N_{\min} = 15 - (-19) = 34 \text{ мкм}$ $TN = es - EI - ei + ES = T + T$ $TN = 21 + 13 = 34 \text{ мкм}$	

Методы выбора посадок

Выбор посадок производится одним из трех методов.

- Метод прецедентов, или аналогов. Посадка выбирается по аналогии с посадкой в надежно работающем узле. Сложность метода заключается в оценке и сопоставлении условий работы посадки в проектируемом узле и аналоге.

- Метод подобия – развитие метода прецедентов. Посадки выбираются на основании рекомендаций отраслевых технических документов и литературных источников. Недостатком метода является, как правило, отсутствие точных количественных оценок условий работы сопряжений.

- Расчетный метод – является наиболее обоснованным методом выбора посадок. Посадки рассчитываются на основании полуэмпирических зависимостей. Однако формулы не всегда учитывают сложный характер физических явлений, происходящих в сопряжении.

В любом случае новые опытные образцы изделий перед запуском в серийное производство проходят целый ряд испытаний, по результатам которых отдельные посадки могут быть подкорректированы. Квалификация конструктора, в частности, определяется и тем, потребовалась ли корректировка посадок в разработанном им узле.

Особенности посадок с зазором

- В сопряжении образуются зазоры. На рис. 2 приведена в сокращении схема расположения полей допусков посадок с зазором в системе отверстия для размеров до 500 мм.

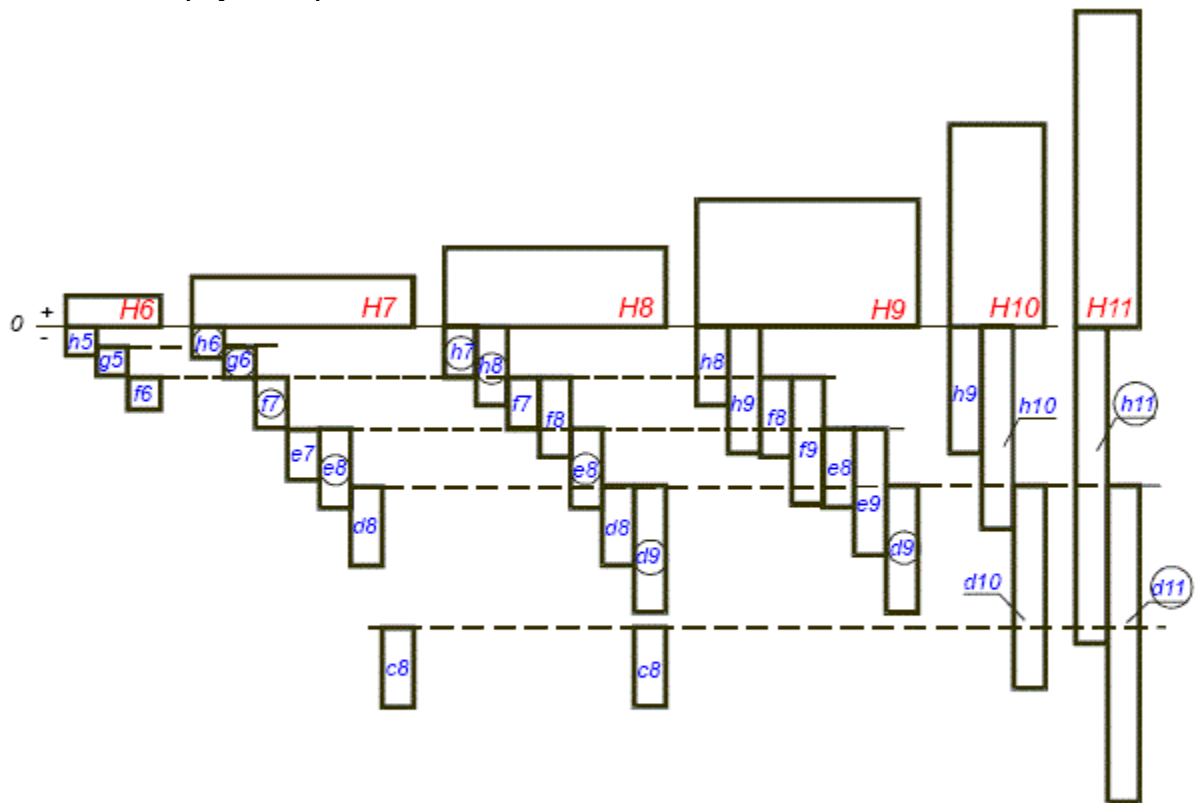
- Посадки применяются как в точных, так и в грубых качествах.

Посадки предназначены для подвижных сопряжений, например, для подшипников скольжения, а также для неподвижных сопряжений, например, для обеспечения беспрепятственной сборки деталей, что особенно важно при автоматизации сборочных операций.

Области применения некоторых рекомендуемых посадок с зазором

- Посадки H/h – «скользящие». Наименьший зазор в посадках равен нулю. Они установлены во всем диапазоне точностей сопрягаемых размеров (4...12-й качества). В точных качествах они применяются как центрирующие посадки, т.е. обеспечивают высокую степень совпадения центра вала, с центром сопрягаемого с ним отверстия. Допускают медленное вращение и продольное перемещение, чаще всего используемое при настройках и регулировках.

- Посадка $H7/h6$ применяется в неподвижных соединениях при высоких требованиях к точности центрирования часто разбираемых деталей: сменные зубчатые колеса на валах, фрезы на оправках, центрирующие корпуса под подшипники качения, сменные кондукторные втулки и т.д. Для подвижных соединений применяется посадка шпинделя в корпусе сверлильного станка.



○ - предпочтительные посадки

• Рисунок 2.

- Посадки $H8/h7$, $H8/h8$ имеют примерно то же назначение, что и посадка $H7/h6$, но характеризуются более широкими допусками, облегчающими изготовление детали.
- Посадки H/h в более грубых качествах (с 9-го по 12-й) предназначены для неподвижных и подвижных соединений малой точности. Применяются для посадки муфт, звездочек, шкивов на валы, для неотчетственных шарниров, роликов и т.п.
- Посадки H/g , G/h – «движения». Обладают минимальным по сравнению с другими посадками гарантированным зазором. Установлены только в точных качествах с 4-го по 7-й. Применяются для плавных, чаще всего возвратно-поступательных перемещений, допускают медленное вращение при малых нагрузках.
- Посадки $H6/g5$, $H7/g6$ применяются в плунжерных и золотниковых парах, в шпинделе делительной головки и т.п.
- Посадки H/f , F/h – «ходовые». Характеризуются умеренным гарантированным зазором. Применяются для обеспечения свободного вращения в подшипниках скольжения общего назначения при легких и средних режимах работы со скоростями не более 150 рад/с и в опорах поступательного перемещения.
- Посадки $H7/f7$, $H8/f8$ применяются в подшипниках скольжения коробок передач различных станков, в сопряжениях поршня с цилиндром в компрессорах, в гидравлических прессах и т.п.

- Посадки H/e, E/h – «легкоходовые». Обладают значительным гарантированным зазором, вдвое большим, чем у ходовых посадок. Применяются для свободного вращательного движения при повышенных режимах работы со скоростями более 150 рад/с, а также для компенсации погрешностей монтажа и деформаций, возникающих во время работы.

- Посадки H7/e8, H8/e8 применяются для подшипников жидкостного трения турбогенераторов, больших электромашин, коренных шеек коленчатых валов.

- Посадки H/d, D/h – «широкоходовые». Характеризуются большим гарантированным зазором, позволяющим компенсировать значительные отклонения расположения сопрягаемых поверхностей и температурные деформации и обеспечить свободное перемещение деталей или их регулировку и сборку.

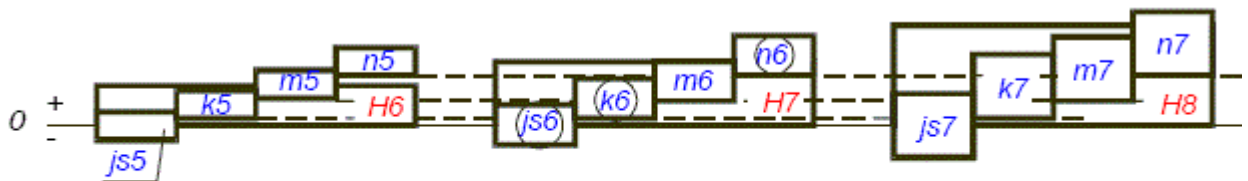
- Посадки H8/d9, H9/d9 применяются для соединений при невысоких требованиях к точности, для подшипников трансмиссионных валов, для поршней в цилиндрах компрессоров.

- Посадка H11/d11 применяется для крышек подшипников и распорных втулок в корпусах, для шарниров и роликов на осях.

Особенности переходных посадок

- В сопряжении могут получаться как зазоры, так и натяги. На рис. 3 приведена в сокращении схема расположения полей допусков переходных посадок в системе отверстия для размеров до 500 мм.

- Применяются только в точных качествах – с 4-го по 8-й.
- Используются как центрирующие посадки.
- Предназначены для неподвижных, но разъемных соединений, так как обеспечивают легкую сборку и разборку соединения.
- Требуют, как правило, дополнительного крепления соединяемых деталей шпонками, штифтами, болтами и т.п.



○ - предпочтительные посадки

Рисунок 3.

Области применения некоторых рекомендуемых переходных посадок

- Посадки H/js; Js/h - «плотные». Вероятность получения натяга P(N) ≈ 0.5 ... 5%, и, следовательно, в сопряжении образуются преимущественно зазоры. Обеспечивают легкую собираемость.

- Посадка H7/js6 применяется для сопряжения стаканов подшипников с корпусами, небольших шкивов и ручных маховичков с валами.

- Посадки H/k; K/h - «напряженные». Вероятность получения натяга P(N) ≈ 24...68%. Однако из-за влияния отклонений формы, особенно при большой длине соединения, зазоры в большинстве случаев не ощущаются. Обеспечивают хорошее центрирование. Сборка и разборка производится без значительных усилий, например, при помощи ручных молотков.

- Посадка H7/k6 широко применяется для сопряжения зубчатых колес, шкивов, маховиков, муфт с валами.

- Посадки Н/т; М/н - «тугие». Вероятность получения натяга $P(N) \approx 60...99,98\%$. Обладают высокой степенью центрирования. Сборка и разборка осуществляется при значительных усилиях. Разбираются, как правило, только при ремонте.

- Посадка Н7/т6 применяется для сопряжения зубчатых колес, шкивов, маховиков, муфт с валами; для установки тонкостенных втулок в корпуса, кулачков на распределительном валу.

- Посадки Н/п ; Н/н - «глухие». Вероятность получения натяга $P(N) \approx 88...100\%$. Обладают высокой степенью центрирования. Сборка и разборка осуществляется при значительных усилиях: применяются прессы. Разбираются, как правило, только при капитальном ремонте.

- Посадка Н7/п6 применяется для сопряжения тяжело нагруженных зубчатых колес, муфт, кривошипов с валами, для установки постоянных кондукторных втулок в корпусах кондукторов, штифтов и т.п.

Расчет переходных посадок

Расчеты переходных посадок выполняются редко и в основном как проверочные.

Расчеты могут включать:

- расчет вероятности получения зазоров и натягов в соединении
- расчет наибольшего зазора по известному предельно допустимому эксцентриситету соединяемых деталей
- расчет прочности сопрягаемых деталей от действия сил, возникающих при сборке (только для тонкостенных втулок)

Особенности посадок с натягом

- В сопряжении образуются только натяги. На рис. 3 приведена в сокращении схема расположения полей допусков посадок с натягом в системе отверстия для размеров до 500 мм.
- Посадки применяются только в точных квалитетах.
- Они используются для передачи крутящих моментов и осевых сил без дополнительного крепления, а иногда для создания предварительно напряженного состояния у сопрягаемых деталей.
- Посадки предназначены для неподвижных и неразъемных соединений. Относительная неподвижность деталей обеспечивается силами трения, возникающими на контактирующих поверхностях вследствие их упругой деформации, создаваемой натягом при сборке соединения.
- Преимущество посадок – отсутствие дополнительного крепления, что упрощает конфигурацию деталей и их сборку. Посадки обеспечивают высокую нагрузочную способность сопряжения, которая резко возрастает с увеличением диаметра сопряжения.
- В то же время прочность и качество сопряжения зависят от материала сопрягаемых деталей, шероховатостей их поверхностей, формы, способа сборки (сборка под прессом или способ термических деформаций) и т.п.

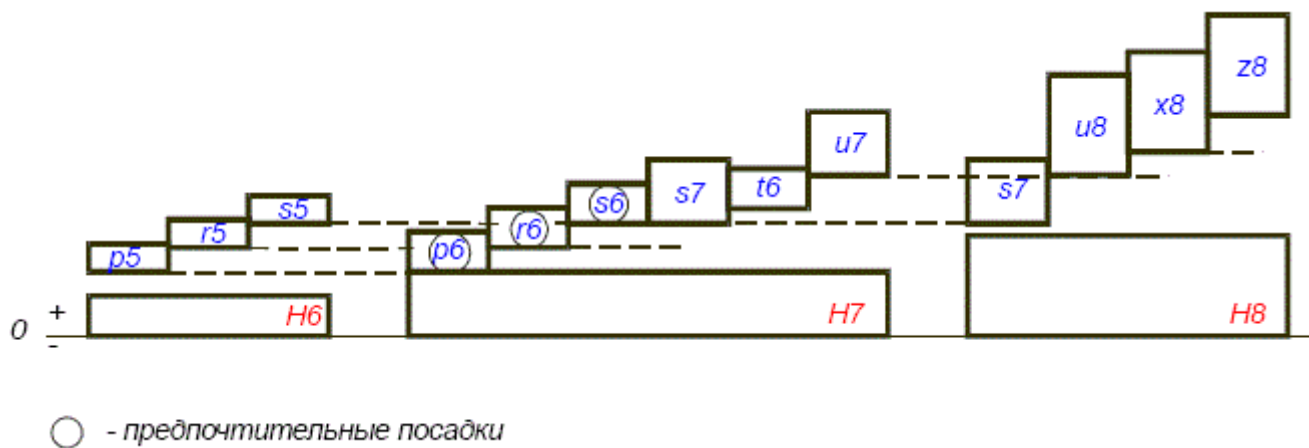


Рисунок. 4

Области применения некоторых рекомендуемых посадок с натягом

- Посадки H/p; P/h - «легкопрессовые». Имеют минимальный гарантированный натяг. Обладают высокой степенью центрирования. Применяются, как правило, с дополнительным креплением.

- Посадка H7/p6 применяется для сопряжения тяжело нагруженных зубчатых колес, втулок, установочных колец с валами, для установки тонкостенных втулок и колец в корпуса.

- Посадки H/r; H/s; H/t и R/h; S/h; T/h - «прессовые средние». Имеют умеренный гарантированный натяг в пределах $N=(0.0002...0.0006)D$. Применяются как с дополнительным креплением, так и без него. При сопряжении возникают, как правило, упругие деформации.

- Посадки H7/r6 , H7/s6 применяются для сопряжения зубчатых и червячных колес с валами в условиях тяжелых ударных нагрузок с дополнительным креплением (для стандартных втулок подшипников скольжения предусмотрена посадка H7/r6).

- Посадки H/u; H/x; H/z и U/h - «прессовые тяжелые». Имеют большой гарантированный натяг в пределах $N = (0.001...0.002)D$. Предназначены для соединений, на которые воздействуют большие, в том числе и динамические нагрузки. Применяются, как правило, без дополнительного крепления соединяемых деталей. В сопряжении возникают упругопластические деформации. Детали должны быть проверены на прочность.

- Посадки H7/u7; H8/u8 наиболее распространенные из числа тяжелых посадок. Примеры применения: вагонные колеса на осях, бронзовые венцы червячных колес на стальных ступицах, пальцы эксцентров и кривошипов с дисками.

Расчет посадок с натягом

У посадок с натягом неподвижность сопрягаемых деталей под действием нагрузок обеспечивается силами трения, возникающими при упругой деформации деталей, создаваемой натягом. Минимальный допускаемый натяг определяется исходя из возможных наибольших сил, действующих на сопряжение, а максимальный натяг рассчитывается из условий прочности деталей. Разность между диаметром вала и внутренним диаметром втулки до сборки называется натягом N. При запрессовке деталей происходит растяжение втулки на величину ND (рис. 4) и одновременно сжатие вала на величину Nd, при этом: $N = ND+Nd/$

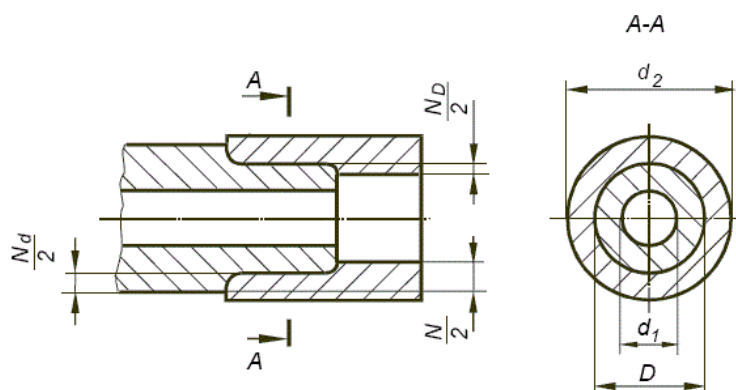


Рисунок 5.

Рекомендации по выбору посадок гладких соединений

- В первую очередь следует выбирать посадки для наиболее ответственных и точных сопряжений, определяющих качество работы узла. Например, в редукторе вначале выбираются посадки подшипников качения, затем посадка зубчатого колеса на вал и посадка стакана в корпусе, а уже затем посадка, связанная с установкой уплотнения, посадка проставочного кольца и крышки подшипника.

- При назначении посадок необходимо применять соответствующие стандарты и нормативно технические документы, устанавливающие виды посадок, предельные отклонения и порядок их выбора. Например, выбор посадок подшипников качения, посадок типовых соединений (шпоночных, шлицевых, резьбовых и т.д.), назначение предельных отклонений для деталей уплотнительных элементов, сопрягаемых со стандартной манжетой и т.п.

- Перед выбором посадки необходимо определить:
 - характер сопряжения (подвижное или неподвижное)
 - основные конструктивные требования, предъявляемые к сопряжению (скорость относительного перемещения деталей, компенсация погрешностей монтажа, необходимость центрирования сопрягаемых деталей или величина и характер нагрузок, передаваемых сопряжением)

- После выбора вида посадки необходимо решить вопрос о точности выполнения сопряжения. При этом не следует забывать, что излишне высокая точность выполнения деталей ведет к значительным и неоправданным затратам при их изготовлении.

Выбор качества зависит:

- от точностных требований непосредственно к сопряжению
- от типа выбранной посадки, например, при применении переходных посадок изменение качества незначительно
- от точности, обусловленной эксплуатационным назначением механизма или машины в целом, особенно это относится к ответственным сопряжениям, например, точность сопряжения деталей в коробке скоростей прецизионного станка может значительно отличаться от точности посадок аналогичных деталей в коробке скоростей трактора

В общих чертах можно указать на следующее применение квалитетов.

- Квалитеты 4-й и 5-й применяются сравнительно редко, в особо точных соединениях, требующих высокой однородности зазора или натяга (приборные подшипники в корпусах и на валах, высокоточные зубчатые колеса на валах и оправках в измерительных приборах).

- Квалитеты 6-й и 7-й применяются для ответственных соединений в механизмах, где к посадкам предъявляются высокие требования в отношении определенности зазоров и натягов для обеспечения точности перемещений, плавного хода, герметичности соединения, механической прочности сопрягаемых деталей, а также для обеспечения точной сборки деталей (подшипники качения нормальной точности в корпусах и на валах, зубчатые колеса высокой и средней точности на валах, подшипники скольжения и т.п.).

- Квалитеты 8-й и 9-й применяются для посадок при относительно меньших требованиях к однородности зазоров или натягов и для посадок, обеспечивающих среднюю точность сборки (посадки с зазором для компенсации погрешностей формы и расположения сопрягаемых поверхностей, опоры скольжения средней точности, посадки с большими натягами).

- Квалитет 10-й применяется в посадках с зазором и в тех же случаях, что и 9-й, если условия эксплуатации допускают некоторое увеличение колебания зазоров в соединениях.

- Квалитеты 11-й и 12-й применяются в соединениях, где необходимы большие зазоры и допустимы их значительные колебания (грубая сборка). Эти квалитеты распространены в неответственных соединениях машин (крышки, фланцы, дистанционные кольца и т.п.).

Правила образования посадок

- Можно применять любое сочетание полей допусков, установленных стандартом.
- Посадки должны назначаться либо в системе отверстия, либо в системе вала.
- Применение системы отверстия предпочтительней.
- Следует отдавать предпочтение рекомендуемым посадкам, при этом в первую очередь – предпочтительным.
- Посадки с 4-го по 7-й квалитеты рекомендуется образовывать путем сопряжения отверстия на квалитет грубее, чем вал.

Отверстия при прочих равных условиях изготавливаются с большими погрешностями, чем валы, поэтому и допуск посадки делится не поровну, большая часть отдается отверстию, меньшая – валу.

Нанесение предельных отклонений размеров

Способы нанесения предельных отклонений линейных размеров приведены в таблице 2. При указании предельных отклонений следует руководствоваться следующими правилами.

- Предельные отклонения размеров следует указывать непосредственно после номинальных размеров.

- Предельные отклонения линейных и угловых размеров относительно низкой точности допускается не указывать непосредственно после номинальных размеров, а оговаривать общей записью в технических требованиях чертежа. Например, H14, h14, ± IT14/2, что означает неуказанные предельные отклонения отверстий должны быть выполнены по H14, валов – по h14, прочие размеры должны иметь симметричные отклонения ± IT14/2. Данная запись одновременно устанавливает предельные отклонения радиусов закруглений, фасок, углов с неуказанными допусками. Числовые значения предельных отклонений приведены в ГОСТ 30893.1 -2002.

- При указании предельных отклонений предпочтение следует отдавать условному обозначению полей допусков.

- При указании предельных отклонений условными обозначениями обязательно указывать их числовые значения в следующих случаях:

- при назначении предельных отклонений размеров, не включенных в ряды нормальных линейных размеров.

- при назначении предельных отклонений, условные обозначения которых не предусмотрены в ГОСТ 25347 - 82
- при назначении предельных отклонений размеров уступов с несимметричным полем допуска

Предельные отклонения угловых размеров указывают только числовыми значениями.

Методика выполнения работы.

1. Выпишите задание из таблицы 3 по номеру в списке группы.
2. Определите вид посадки (с зазором, с натягом, переходная).
3. Рассчитайте (см. табл.1):
 - Параметры отверстия: ES, EI, T
 - Параметры вала: es, ei, T.
 - Наибольший и наименьший натяги или зазоры в посадке: Nmax, Nmin, Smax, Smin.
 - Допуск посадки.
4. Постройте схемы расположения полей допусков в посадках.

Таблица 2.

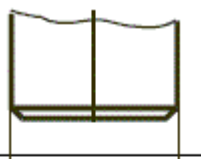
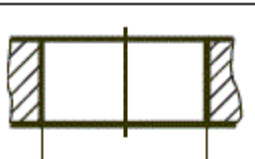
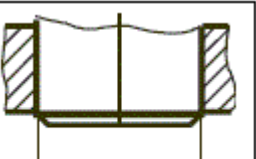
Способы указания на чертежах предельных отклонений			
	$\varnothing 64 k6$	$\varnothing 64 H7$	$\varnothing 64 \frac{H7}{k6}$
	$\varnothing 64 \begin{matrix} +0.021 \\ +0.002 \end{matrix}$	$\varnothing 64^{+0.03}$	$\varnothing 64 \begin{matrix} +0.030 \\ +0.021 \\ +0.002 \end{matrix}$
	$\varnothing 64 k6 \begin{pmatrix} +0.021 \\ +0.002 \end{pmatrix}$	$\varnothing 64 H7 \begin{pmatrix} +0.03 \end{pmatrix}$	$\varnothing 64 \frac{H7 \begin{pmatrix} +0.030 \end{pmatrix}}{k6 \begin{pmatrix} +0.021 \\ +0.002 \end{pmatrix}}$

Таблица 3. Варианты заданий.

1	22H7/h6	120H12/b12	39H7/p6	7H7/js6
2	44H12/h11	38H8/u8	8H7/m6	69H9/h8
3	38H6/h5	91H7/k6	18H12/a11	108H7/r6
4	14H14/h13	54H11/a11	100H7/n6	7H7/s6
5	25H11/d11	74H7/s7	12H7/js7	42H8/h8
6	88H8/h8	14H7/m6	8H12/b11	91H8/s7
7	4H12/h11	55H7/p6	56H7/k6	102H7/g6
8	104H7/s6	63H11/h11	35H14/h13	30H7/js6
9	85H8/h8	40H7/n6	38H7/s7	107H12/a11
10	7H12/a11	202H8/s7	22H7/m6	32H12/b12

11	5H11/d11	40H12/h11	23H7/p6	16H7/n6
12	8H8/h8	65H7/k6	67H8/u8	67H12/h11
13	94H7/p6	78H12/b11	19H8/h8	42H7/js6
14	4H8/u8	79H11/h11	40H7/m6	130H12/b12
15	19H6/h5	99H7/k6	46H7/r6	109H9/h8
16	200H7/h6	55H7/js7	19H7/g6	104H7/s6
17	50H7/s7	11H11/a11	83H7/n6	4H9/h8
18	120H7/h6	21H7/n6	85H14/h13	33H8/s7
19	79H7/p6	67H8/h8	60H7/m6	77H12/a11
20	71H7/js6	12H8/u8	80H12/b12	41H7/h6
21	99H9/h8	169H7/r6	16H7/k6	43H6/h5
22	11H7/s6	89H6/h5	75H11/d11	72H7/n6
23	9H8/h8	11H7/m6	20H7/h6	83H7/s7
24	96H7/js6	65H12/h11	62H8/s7	102H6/h5
25	122H7/h6	10H12/b12	10H7/k6	23H7/p6

Допуски и посадки таблица

Ближайшее поле допуска	Д	С	П	Н	Т	Г	Пл	Пр	А	Х	П _{2а}	Пр1 _{2а}	А _{2а}	Ш	Л	С ₃	Пр2 _{2а}	А ₃	Ш ₃	Х ₃	А ₄	Ш ₄	Л ₄	Х ₄	С ₄	А ₅	Ч ₅	С ₅	А ₇	В ₇	СМ ₇			
	Поля допусков отверстий и валов.																																	
	Интервал размеров мм.	g6	h6	js6	k6	m6	n6	p6	r6	s6	H7	f7	js7	s7	H8	d8	e8	h8	u8	H9	d9	f9	H11	a11	b11	c11	d11	h11	H12	b12	h12	H14	h14	js14
	предельные отклонения мкм.																																	
От 1 до 3 вкл.	-2 -8	0 -6	+3 -3	+6 0	+8 +2	+10 +4	+12 +6	+16 +10	-	+10 -6	-6 -5	+5 +14	+14 +14	-20 -34	-14 -28	0 -14	+32 +18	+25 0	-20 -45	-6 -31	+60 0	-270 -330	-	-60 -120	-20 -80	0 -60	+100 0	-140 -240	0 -100	+250 0	0 -250	+125 -125		
Св. 3 до 6 вкл.	-4 -12	0 -8	+4 -4	+9 +1	+12 +4	+16 +8	+20 +12	+23 +15	-	+12 0	-10 -22	+6 -6	+31 +19	+18 0	-30 -48	-20 -38	+41 -18	+30 +23	-30 -60	-10 -40	+75 0	-270 -345	-	-70 -145	-30 -105	0 -75	+120 0	-140 -260	0 -120	+300 0	0 -300	+150 -150		
Св. 6 до 10 вкл.	-5 -14	0 -9	+4,5 -4,5	+10 +1	+15 +6	+19 +10	+24 +15	+28 +19	-	+15 0	-13 -28	+7 -7	+38 +23	+22 0	-40 -62	-25 -47	0 -22	+50 +28	+36 0	-40 -76	-13 -49	+90 0	-280 -370	-	-80 -170	-40 -130	0 -90	+150 0	-150 -300	0 -150	+360 0	0 -360	+180 -180	
Св. 10 до 14 вкл.	-6 -17	0	+5,5	+12	+18	+23	+29	+24	-	+18	-16	+9	+46	+27	-50	-32	0	+60	+43	-50	-16	+110	-290	-	-95	-50	0	+180	-150	0	+430	0	+215	
Св. 14 до 18 вкл.	-11	-5,5	+1	+7	+12	+18	+23	-	0	-34	-9	+28	0	-77	-59	-27	+33	0	-93	-59	0	-400	-	-205	-160	-110	0	-330	-180	0	-430	-215		
Св. 18 до 24 вкл.	-7 -20	0	+6,5	+15	+20	+28	+35	+41	-	+21	-20	+10	+56	+33	-65	-40	0	+74 +41	+52	-65	-20	+130	-300	-	-110	-65	0	+210	-160	0	+520	0	+260	
Св. 24 до 30 вкл.	-13	-6,5	+2	+8	+15	+22	+28	-	0	-41	-10	+35	0	-98	-73	-33	+81 +48	0	-117	-72	0	-430	-	-240	-195	-130	0	-370	-210	0	-520	-260		
Св. 30 до 40 вкл.	-9 -25	0	+8	+18	+25	+33	+42	+50	-	+25	-25	+12	+68	+39	-80	-50	0	+99 +60	+62	-80	-25	+160	-310 -470	-170 -330	-	-80	0	+250	-170 -420	0	+620	0	+310	
Св. 40 до 50 вкл.	-16	-8	+2	+9	+17	+26	+34	-	0	-50	-12	+43	0	-119	-89	-39	+109 +70	0	-142	-87	0	-320 -480	-180 -340	-	-240	-160	0	-180 -430	-250	0	-620	-310		
Св. 50 до 65 вкл.	-10 -29	0	+9,5	+21	+30	+39	+51	+60 +41	-	+30	-30	+15	+83 +53	+46	-100	-60	0	+133 +37	+74	-100	-30	+190	-340 -530	-190 -380	-	-100	0	+300	-190 -490	0	+740	0	+370	
Св. 65 до 80 вкл.	-19	-9,5	+2	+10	+20	+32	+42	+62 +43	-	0	-60	-15	+89 +59	0	-146	-106	-46	+148 +102	0	-174	-104	0	-360 -550	-200 -390	-	-290	-190	0	-200 -500	-300	0	-740	-370	
Св. 80 до 100 вкл.	-12 -34	0	+11	+25	+35	+45	+59	+73 +93	+71	+35	-36	+17	+106 +71	+54	-120	-72	0	+178 +124	+87	-120	-36	+220	-380 -600	-220 -440	-	-120	0	+350	-220 -570	0	+870	0	+435	
Св.100 до120 вкл.	-22	-11	+3	+13	+23	+37	+76	+101 +79	0	-71	-17	+114 +79	0	-174	-126	-54	+198 +144	0	-207	-123	0	-410 -630	-240 -460	-	-340	-220	0	-240 -590	-350	0	-870	-435		
Св.120 до140 вкл.								+117 +92					+132 +92				+233 +170						-460 -710	-260 -510					-260 -660					
Св.140 до160 вкл.	-14 -39	0 -25	+12,5 -12,5	+28 +3	+40 +15	+52 +27	+68 +43	+125 +100	+40	-43	+20	+140 +100	+63	-145	-85	0	+253 +190	+100	-145	-43	+250	-520 -770	-280 -530	-	-145	0	+400	-280 -680	0	+1000	0	+500		
Св.160 до180 вкл.								+133 +108					+148 +108				+273 +210						-580 -830	-310 -560					-310 -710					
Св.180 до200 вкл.								+151 +122					+168 +122				+308 +236						-660 -950	-240 -530					-340 -800					
Св.200 до225 вкл.	-15 -44	0 -29	+14,5 -14,5	+33 +4	+46 +17	+60 +31	+79 +50	+159 +130	+46	-50	+23	+176 +130	+72	-170	-100	0	+330 +258	+115	-170	-50	+290	-740 -1030	-260 -550	-	-170	0	+460	-380 -840	0	+1150	0	+575		
Св.225 до250 вкл.								+169 +140					+186 +140				+356 +284						-820 -1110	-280 -570	-				-420 -880					
Св.250 до280 вкл.	-17 -49	0 -32	+16 -16	+36 +4	+52 +20	+66 +34	+88 +56	+190 +158	+52	-56	+26	+210 +158	+81	-190	-110	0	+315 +431	+130	-190	-56	+320	-920 -1240	-300 -620	-	-300 -620	-190	0	+520	-480 -1000	0	+1300	0	+650	
Св.280 до315 вкл.								+202 +170	0	-108	-26	+222 +170	0	-271	-191	-81	+431 +350	0	-320	-186	0	-1050 -1370	-330 -650	-	-510	-320	0	-540 -1060	-520	0	-1300	-650		
Св.315 до355 вкл.	-18 -54	0 -36	+18 -18	+40 +4	+57 +21	+73 +37	+98 +62	+226 +190	+57	-62	+28	+247 +190	+89	-210	-125	0	+479 +390	+140	-210	-62	+360	-1200 -1560	-360 -720	-	-360 -720	-210	0	+570	-600 -1170	0	+1400	0	+700	
Св.355 до400								+244					+265				+524						-1350	-400					-680				-700	

Практическое занятие

Выполнение расчетов величин предельных размеров и допуска по данным чертежа и определение годности заданных размеров

Теоретические предпосылки.

Влияние отклонений формы и расположения поверхностей на качество изделий

Точность геометрических параметров деталей характеризуется не только точностью размеров ее элементов, но и точностью формы и взаимного расположения поверхностей. Допуски формы и расположения поверхностей регламентируются следующими стандартами.

[ГОСТ 24642-81](#). Допуски формы и расположения поверхностей. Основные термины и определения.

[ГОСТ 24643-81](#). Числовые значения отклонений формы и взаимного положения.






[ГОСТ 25069-81](#). Неуказанные допуски формы и расположения поверхностей.

[ГОСТ 2.308-79](#). Указание на чертежах допусков формы и расположения поверхностей.

Отклонения и допуски формы

Отклонением формы **EF** называется отклонение формы реального элемента от номинальной формы, оцениваемое наибольшим расстоянием от точек реального элемента по нормали к прилегающему элементу. Неровности, относящиеся к шероховатости поверхности, в отклонения формы не включаются. Допуском формы **TF** называется наибольшее допускаемое значение отклонения формы.

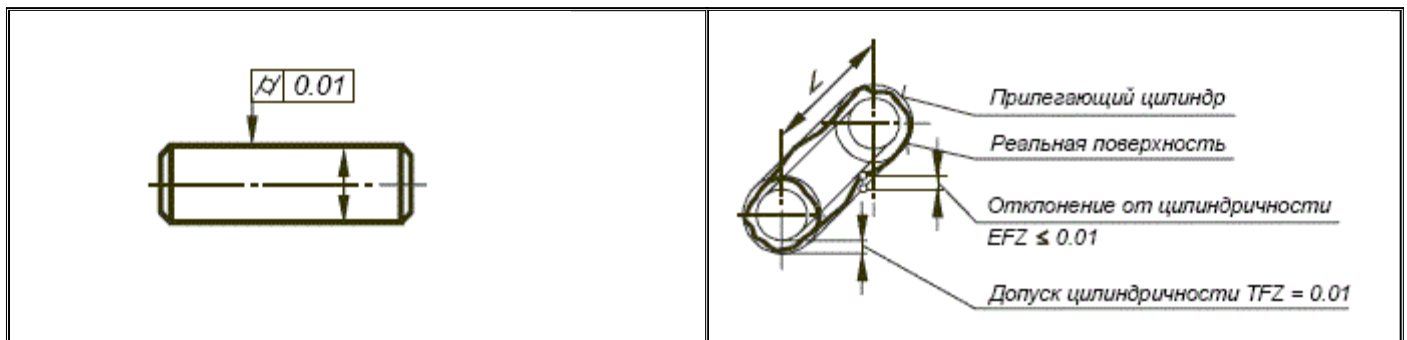
Таблица 1. Виды допусков, их обозначение и изображение на чертежах

№	вид допуска и его обозначение по ГОСТ 24642-81	изображение на чертеже
1	допуск цилиндричности TFZ	
2	допуск круглости TFK	
3	допуск профиля продольного сечения цилиндрической поверхности TFP	
4	допуск плоскостности TFE	
5	допуск прямолинейности TFL	

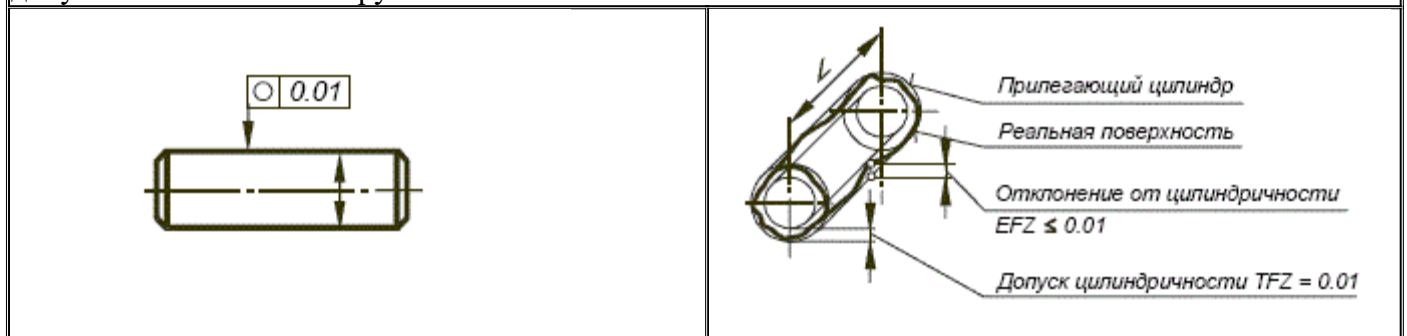
Числовые значения допусков в зависимости от степени точности приведены в [ГОСТ 24643-81](#). Выбор допусков зависит от конструктивных и технологических требований и, кроме того, связан с допуском размера. Поле допуска размера для сопрягаемых поверхностей ограничивает также и любые отклонения формы на длине соединения. Ни одно из отклонений формы не может превысить допуска размера. Допуски формы назначают только в тех случаях, когда они должны быть меньше допуска размера.

Таблица 2. Примеры нанесения допусков формы и расположения на чертеже по [ГОСТ 2.308 - 79](#)

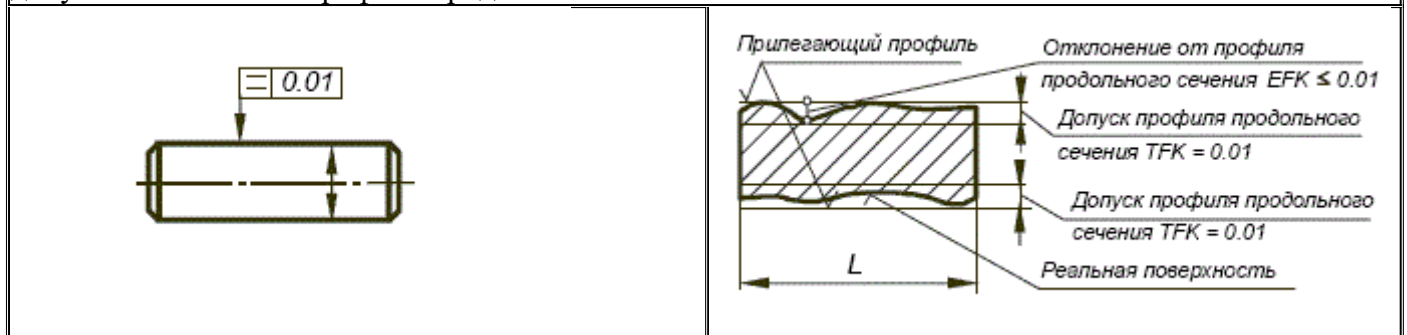
пример нанесения допуска на чертеже по ГОСТ 2.308 - 79	изображение допуска и отклонения
допуск и отклонение от цилиндричности	



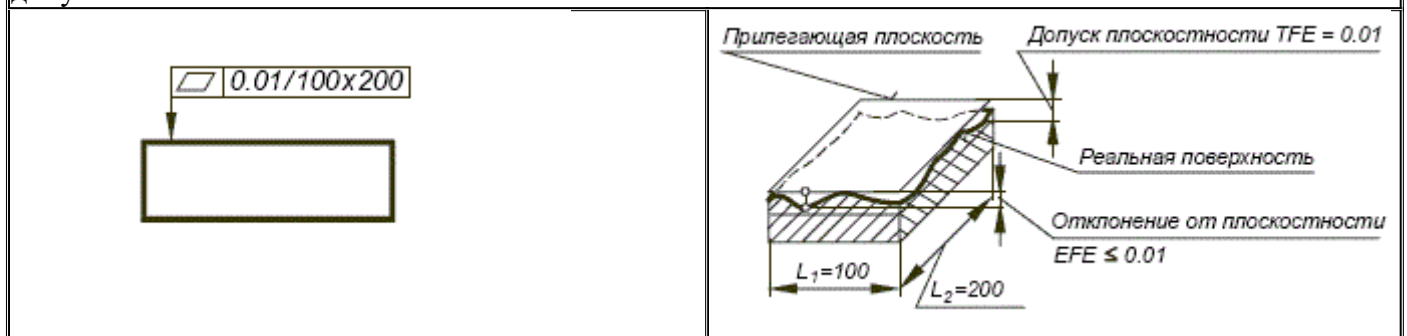
допуск и отклонение от круглости



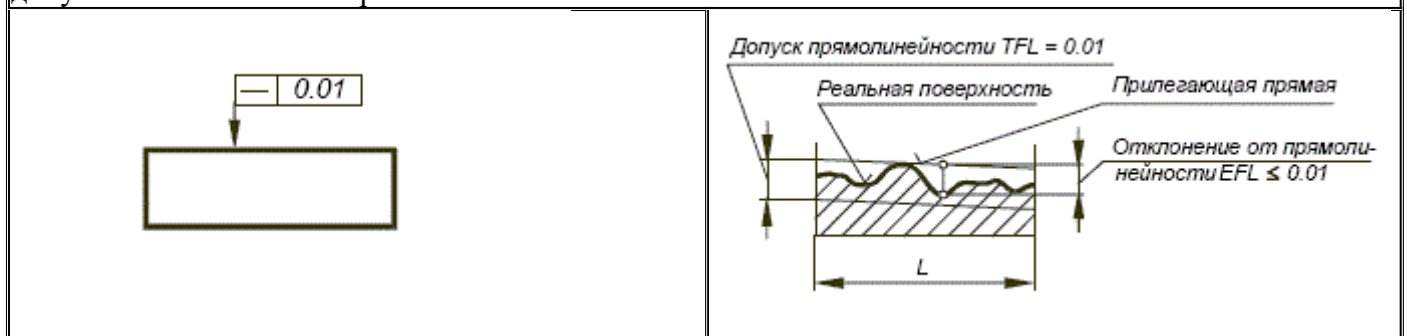
допуск и отклонение профиля продольного сечения



допуск и отклонение от плоскостности



допуск и отклонение от прямолинейности



Отклонения и допуски расположения поверхностей

Отклонением расположения ER называется отклонение реального расположения рассматриваемого элемента от его номинального расположения. Под номинальным понимается расположение, определяемое номинальными линейными и угловыми размерами. Для оценки

точности расположения поверхностей, как правило, назначают базы. Допуском расположения называется предел, ограничивающий допускаемое значение отклонения расположения поверхностей.

Поле допуска расположения ТР - область в пространстве или заданной плоскости, внутри которой должен находиться прилегающий элемент или ось, центр, плоскость симметрии в пределах нормируемого участка, ширина или диаметр которой определяется значением допуска, а расположение относительно баз – номинальным расположением рассматриваемого элемента.

В таблице приведены допуски, ограничивающие отклонения расположения между цилиндрическими и плоскими поверхностями. Оценка величины отклонения расположения производится по расположению прилегающей поверхности, проведенной к реальной поверхности; таким образом исключаются из рассмотрения отклонения формы. В графе Примечания (см. табл. 3) указаны допуски, которые могут назначаться либо в радиусном, либо в диаметральном выражениях. При нанесении этих допусков на чертежах следует указывать соответствующий знак перед числовым значением допуска.

Таблица 3. Виды допусков, их обозначение и изображение на чертежах

	плоскость			цилиндр				
	вид расположения, 24642-81	допуска ГОСТ	изображение	прим.	вид расположения, 24642-81	допуска ГОСТ	изображение	прим.
П Л О С К О С Т Ь	параллельности ТРА		//					
	перпендикулярности ТРР		⊥					
	наклона ТРН		∠					
	симметричности ТРС		≡	Т, Т/2				
Ц И Л И Н Д Р	параллельности ТРА		//		параллельности осей ТРАх		//	
	перпендикулярности ТРР		⊥		перекоса осей ТРАу		//	
	наклона ТРН		∠		перпендикулярности ТРР		⊥	
	симметричности ТРС		≡	Т, Т/2	наклона ТРН		∠	
	позиционный ТРР		⊕	∞, R	соосности ТРС		⊙	∞, R
					позиционный ТРР		⊕	∞, R
				пересечения ТРХ		×	Т, Т/2	

Суммарные допуски и отклонения формы и расположения поверхностей

Суммарным отклонением формы и расположения ЕС называется отклонение, являющееся результатом совместного проявления отклонения формы и отклонения расположения рассматриваемой поверхности или рассматриваемого профиля относительно баз. Поле суммарного допуска формы и расположения ТС - это область в пространстве или на заданной поверхности, внутри которой должны находиться все точки реальной поверхности или реального профиля в пределах нормируемого участка. Это поле имеет заданное номинальное положение относительно баз.

Таблица 4. Виды суммарных допусков, их обозначение

№	вид допуска и его обозначение по ГОСТ 24642-81	изображение на чертеже
1	допуск торцевого биения ТСА	
2	допуск полного торцевого биения ТСТА	
3	допуск радиального биения ТСР	

4	допуск полного радиального биения TCTR	
5	допуск биения в заданном направлении TCD	
6	допуск формы заданного профиля TCL	
7	допуск формы заданной поверхности TCE	

Указание допусков формы и расположения поверхностей на чертежах

1. Допуски формы и расположения поверхностей указывают на чертежах условными обозначениями. Указание допусков формы и расположения текстом в технических требованиях допустимо лишь в тех случаях, когда отсутствует знак вида допуска.

2. При условном обозначении данные о допусках формы и расположения поверхностей указывают в прямоугольной рамке, разделенной на части (рис. 1):

- в первой части – знак допуска
- во второй части – числовое значение допуска, а при необходимости и длину нормируемого участка
- в третьей и последующих частях – буквенное обозначение баз;

4. Рамку рекомендуется выполнять в горизонтальном положении. Пересекать рамку допуска какими-либо линиями не допускается.

5. Если допуск относится к оси или к плоскости симметрии, то соединительная линия должна быть продолжением размерной линии (рис. 2, а). Если же отклонение или база относится к поверхности, то соединительная линия не должна совпадать с размерной.

6. Если размер элемента уже указан, размерная линия должна быть без размера, и ее рассматривают как составную часть условного обозначения допуска.

7. Числовое значение допуска действительно для всей поверхности или длины элемента, если не задан нормируемый участок.

8. Если для одного элемента необходимо задать два разных вида допуска, то рамки допуска можно объединять и располагать их так, как показано на рис 2. Базы обозначают зачерненным треугольником, который соединяют при помощи соединительной линии с рамкой допуска или рамкой, в которой указывают буквенное обозначение базы.

10. Если нет необходимости выделять как базу ни одну из поверхностей, то треугольник заменяют стрелкой.

11. Линейные и угловые размеры, определяющие номинальное расположение элементов, ограничиваемых допуском расположения, указывают на чертежах в прямоугольных рамках.

12. Если допуск расположения или формы не указан как зависимый, то его считают независимым.

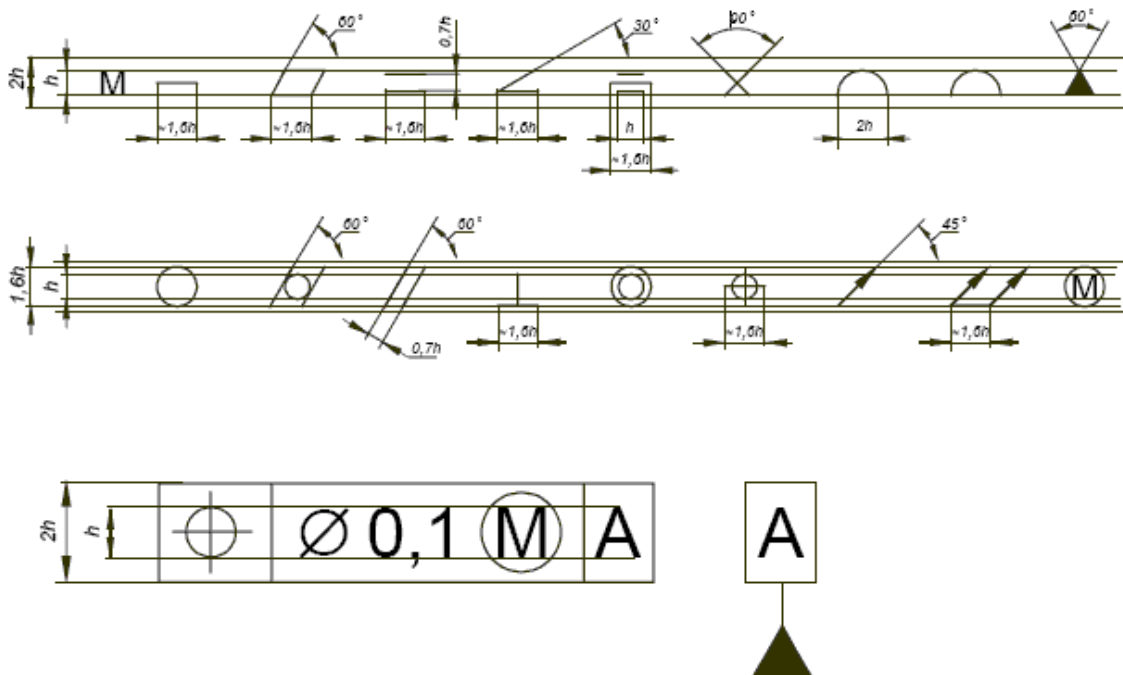


Рисунок 1.

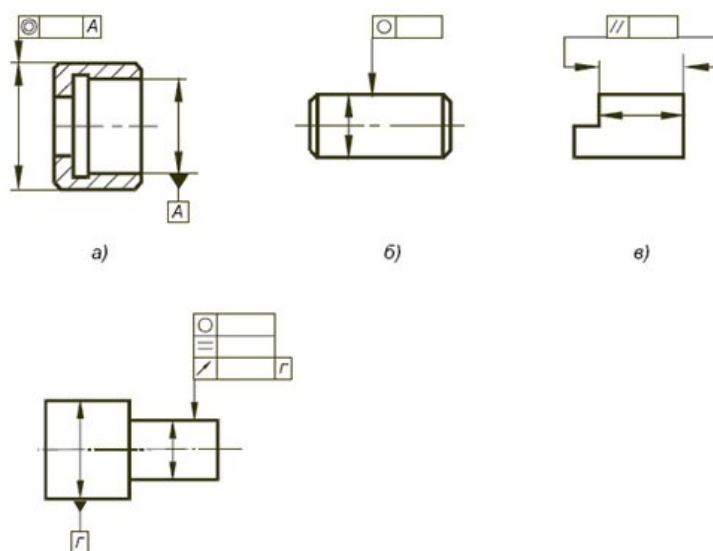


Рисунок 2

Числовые значения допусков формы, допусков расположения и суммарных допусков формы и расположения поверхностей должны соответствовать указанным в табл. 5.

Таблица 5

МКМ									
0,1	0,12	0,16	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8
1	1,2	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8
10	12	16	20	25	30	40	50	60	80
100	120	160	200	250	300	400	500	600	800
1000	1200	1600	2000	2500	3000	4000	5000	6000	8000
10000	12000	16000	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 6. Уровни относительной геометрической точности и соответствующие им степени точности формы цилиндрических поверхностей 2

Квалитеты допуска размера	Уровни геометрической точности	Степени точности по табл. ГОСТ 24643-81
4	A	3
	B	2

	C	1
5	A B C	4 3 2
6	A B C	5 4 3
7	A B C	6 5 4
8	A B C	7 6 5
9	A B C	8 7 6
10	A B C	9 8 7
11	A B C	10 9 8
12	A B C	11 10 9

Таблица 7. Допуски цилиндричности, круглости, профиля продольного сечения

Интервалы номинальных размеров, мм				Степени точности															
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
				мкм												мм			
До	3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	0,08	0,12	0,2	0,3		
Св.	3	"	10	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	0,1	0,16	0,25	0,4
"	10	"	18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	0,12	0,2	0,3	0,5
"	18	"	30	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	0,16	0,25	0,4	0,6
"	30	"	50	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	0,2	0,3	0,5	0,8
"	50	"	120	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	0,25	0,4	0,6	1
"	120	"	250	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	0,3	0,5	0,8	1,2
"	250	"	400	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	0,4	0,6	1	1,6
"	400	"	630	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	0,5	0,8	1,2	2
"	630	"	1000	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	0,6	1	1,6	2,5
"	1000	"	1600	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	0,8	1,2	2	3
"	1600	"	2500	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1	1,6	2,5	4

Примечание. Под номинальным размером понимается номинальный диаметр поверхности.

Таблица 8. Допуски параллельности, перпендикулярности, наклона, торцевого биения и полного торцевого биения

Интервалы	Степени точности
-----------	------------------

номинальных размеров, мм	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	МКМ												ММ			
До 10	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	0,1	0,16	0,25	0,4
Св. 10 "	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	0,12	0,2	0,3	0,5
" 16 "	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	0,16	0,25	0,4	0,6
" 25 "	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	0,2	0,3	0,5	0,8
" 40 "	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	0,25	0,4	0,6	1
" 63 "	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	0,3	0,5	0,8	1,2
" 100 "	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	0,4	0,6	1	1,6
" 160 "	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	0,5	0,8	1,2	2
" 250 "	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	0,6	1	1,6	2,5
" 400 "	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	0,8	1,2	2	3
" 630 "	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1	1,6	2,5	4
" 1000 "	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1,2	2	3	5
0 " 160 "	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1,6	2,5	4	6
0 " 2500 "	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2	3	5	8
" 400 "	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1600	2,5	4	6	10
0 " 630 "	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2000	3	5	8	12
0																

Примечание. При назначении допусков параллельности, перпендикулярности, наклона под номинальным размером понимается номинальная длина нормируемого участка или номинальная длина всей рассматриваемой поверхности (для допуска параллельности - номинальная длина большей стороны), если нормируемый участок не задан. При назначении допусков торцевого биения под номинальным размером понимается заданный номинальный диаметр или номинальный больший диаметр торцевой поверхности. При назначении допусков полного торцевого биения под номинальным размером понимается номинальный больший диаметр рассматриваемой торцевой поверхности.

Таблица 9. Допуски радиального биения и полного радиального биения. Допуски соосности, симметричности, пересечения осей в диаметральном выражении

Интервалы номинальных размеров, мм	Степени точности															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	МКМ												ММ			
До 3	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	0,2	0,3	0,5	0,8
Св. 3 "	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	0,25	0,4	0,6	1
" 10 "	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	0,3	0,5	0,8	1,2
" 18 "	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	0,4	0,6	1	1,6
" 30 "	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	0,5	0,8	1,2	2
" 50 "	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	0,6	1	1,6	2,5
" 120 "	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	0,8	1,2	2	3
" 250 "	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1	1,6	2,5	4

"	400	"	630	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1,2	2	3	5
"	630	"	1000	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1,6	2,5	4	6
"	1000	"	1600	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2	3	5	8
"	1600	"	2500	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1600	2,5	4	6	10

Примечание. При назначении допусков радиального биения и полного радиального биения под номинальным размером понимается номинальный диаметр рассматриваемой поверхности. При назначении допусков соосности, симметричности, пересечения осей под номинальным размером понимается номинальный диаметр рассматриваемой поверхности вращения или номинальный размер между поверхностями, образующими рассматриваемый симметричный элемент. Если база не указывается, то допуск определяется по элементу с большим размером.

Методика выполнения работы.

Студенту выдается заготовка чертежа, на котором указано, какие требования к точности формы и точности взаимного расположения поверхностей необходимо нанести на чертеж.

1. Проанализируйте чертеж детали. Опишите кратко физическую сущность каждого из требований.

2. Определите степень точности из таблицы 6.

Вариант	Уровень геометрической точности	Вариант	Уровень геометрической точности	Вариант	Уровень геометрической точности
1	A	10	A	19	A
2	B	11	B	20	B
3	C	12	C	21	C
4	A	13	A	22	A
5	B	14	B	23	B
6	C	15	C	24	C
7	A	16	A	25	A
8	B	17	B		
9	C	18	C		

3. Выпишите допуски на заданные параметры (см. табл. 7, 8 и 9).

4. Вычертите эскиз вала и нанесите на него требования к точности формы и взаимного расположения поверхностей с учетом требований пп. 1-12 и таблицы 5.

Практическое занятие

Выполнение графиков полей допусков и полей рассеяния, по выполненным расчетам

Теоретические предпосылки.

Изложение методики будем сопровождать примером. В примере испытанию подверглась литейная форма для получения отливок из черных и цветных сплавов литьем в металлическую форму. Класс размерной точности таких отливок – 6-й. Для размера отливки $A = 210\text{мм}$ этому классу соответствует максимально возможное поле допуска $T_A = 0,9\text{ мм}$. При симметричном расположении поля допуска относительно конца номинального значения, т.е. при $E_s = 0$, на отливке

задан размер $A = 210 \pm 0,45$ мм. При эксплуатационных испытаниях металлической формы были изготовлены 100 отливок, в них измерен полученный размер, и результаты измерений приведены в приложении 1.

Работа выполняется в следующей последовательности.

1. Получение задания. Задание выдает преподаватель в виде таблицы 100 значений одного из показателей служебного назначения машины, полученных в результате эксплуатационных испытаний. В таблице указаны допустимые значения этого же показателя, определенные в техническом задании на проектирование машины. Как правило, в заданиях приводятся результаты испытаний технологических машин. Необходимо уяснить, о какой машине идет речь, какой показатель служебного назначения измерялся при эксплуатационных испытаниях, как задана требуемая стабильность этого показателя.

В примере испытанию подверглась литейная форма для получения отливок из черных и цветных сплавов литьем в металлическую форму. Класс размерной точности таких отливок – 6-й. Для размера отливки $A = 210$ мм этому классу соответствует максимально возможное поле допуска $\Delta A = 0,9$ мм. При симметричном расположении поля допуска относительно конца номинального значения, т.е. при $E_s = 0$, на отливке задан размер $A = 210 \pm 0,45$ мм. При эксплуатационных испытаниях металлической формы были изготовлены 100 отливок, в них измерен полученный размер, и результаты измерений приведены в приложении 1.

2. Определение количественных характеристик стабильности показателя служебного назначения. Формулы для расчетов этих характеристик приведены в табл.1

Для удобства расчетов лучше сначала заполнить табл.2, данные которой (столбцы 3,5,6,7,8) упрощают расчеты по формулам таблицы 1.

В этой таблице полученное поле рассеяния ωA разбивается на k одинаковых интервалов. Количество интервалов рекомендуется принимать от 10 до 15. Границы интервалов записываются в графу 3. Границу первого интервала нужно выбрать так, чтобы наименьшее измеренное значение показателя оказалось в середине этого интервала.

В примере было принято 10 интервалов с ценой интервала 0,08 мм. За счет того, что граница первого интервала сдвинута в сторону уменьшения на половину интервала интервалов, заполненных измеренными значениями размера, оказалось 11.

Затем все значения показателя из таблицы исходных данных распределяются по интервалам, используя условное обозначение каждого значения в соответствующем интервале черточкой в графе 4. Определяют количество значений в каждом интервале m_i , подсчитывая количество черточек в соответствующей строке графы 4 и записывая в графу 5. В результате колонки 1,2,5 табл. 2 образуют табличное представление распределения значений исследуемого показателя.

Таблица 1

Формулы для расчетов характеристик стабильности показателя A

№ п/п	Характеристика	Условное обозначение	Расчетная формула	Условные обозначения
1	Размах измеренных значений	R	$R = A_{max} - A_{min}$	A_{max}, A_{min} - максимальное и минимальное значения, полученные при
2	Координата середины поля рассеяния	$EC\omega$	$EC\omega = \frac{A_{max} + A_{min}}{2} - A_0$	

3	Среднее значение (центр группирования)	A_{cp}	$A_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k A_i m_i$	испытанияи; A_0 - номинальное значение A_i - значение показателя в середине i-го интервала (см. табл.2) k - количество интервалов m_i – количество значений показателя в i-ом интервале n – общее количество измеренных значений показателя TA – поле допуска показателя E_c – координата середины поля допуска показателя
4	Координата центра группирования	$M(x)$	$M(x) = A_{cp} - A_0$	
5	Среднее квадратическое отклонение	σ_A	$\sigma_A = \sqrt{\frac{1}{n} \left\{ \sum_{i=1}^k (A_i - A_{cp})^2 m_i \right\}}$	
6	Поле рассеяния показателя	ωA	$\omega A = 6\sigma_A$	
7	Смещение центра группирования относительно середины поля рассеяния	E_m	$E_m = M(x) - E_c \omega$	
8	Коэффициент точности	K_T	$K_T = \frac{TA}{\omega A}$	
9	Коэффициент относительной асимметрии	α	$\alpha = \frac{E_m \times 2}{\omega A}$	
10	Коэффициент смещения поля рассеяния относительно поля допуска	E	$E = \frac{E_c - M(x)}{TA}$	

Используя формулы табл.1 и итоговые результаты колонок 5,6 и 8 табл. 2 для примера определяем:

$$R = A_{max} - A_{min} = 210,41 - 209,61 = 0,8 \text{ мм}$$

$$E_{c\omega} = 0,5(A_{max} + A_{min}) - A_0 = 0,5 \times 420,02 - 210 = +0,02 \text{ мм}$$

$$A_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k A_i m_i = 2100516 : 100 = 210,05 \text{ мм}$$

$$M(x) = A_{cp} - A_0 = 210,05 - 210 = +0,05 \text{ мм}$$

$$\sigma_A = \sqrt{\frac{1}{n} \left\{ \sum_{i=1}^k (A_i - A_{cp})^2 m_i \right\}} = \sqrt{\frac{3,2704}{100}} = 0,18 \text{ мм}$$

$$\omega A = 6\sigma = 6 \times 0,18 = 1,08 \text{ мм}$$

$$E_m = M(x) - E_{c\omega} = 0,05 - 0,02 = 0,03 \text{ мм}$$

$$K_T = \frac{TA}{\omega A} = \frac{0,9}{1,08} = 0,83$$

$$\alpha = \frac{E_m \times 2}{\omega A} = \frac{0,03 \times 2}{1,08} = 0,056$$

$$E = \frac{E_c - M(x)}{TA} = \frac{0 - 0,05}{0,9} = 0,055$$

Таблица 2

Расчетная таблица

№ п/п	Границы интервалов	Середина интервала A_i	Количество значений в интервале	Количество значений в интервале m_i	$A_i \times m_i$	$A_i - A_{cp}$	$(A_i - A_{cp})^2 \times m_i$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	209,57-209,65	209,61	/	1	209,61	-0,44	0,1936
2	209,65-209,73	209,69	//	2	419,38	-0,36	0,2592
3	209,73-209,81	209,77	////	6	1258,62	-0,28	0,4704
4	209,81-209,89	209,85	////////	11	2308,35	-0,20	0,44
5	209,89-209,97	209,93	//////////	14	2939,02	-0,12	0,2016
6	209,97-210,05	210,01	//////////	18	3780,18	-0,04	0,0288
7	210,05-210,13	210,09	//////////	14	2941,26	0,04	0,0224
8	210,13- 210,21	210,17	//////////	11	2311,87	0,12	0,1584
9	210,21-210,29	210,25	//////////	12	3523	0,2	0,48
10	210,29-210,37	210,33	////////	8	1682,64	0,28	0,6272
11	210,37-210,45	210,41	///	3	631,23	0,36	0,3888
Итого				100	21005,16		3,2704

3. Построение полигона распределения. Полигон распределения – это графическая форма представления распределения. Полигон распределения строится в координатах «значение показателя в середине интервала– частота в интервале m_i » Данные для построения полигона – в таблице 2 колонки 3 и 5. Значения показателя в середине интервалов откладывают по оси абсцисс, масштаб следует выбрать таким, чтобы на оси можно было показать поле допуска показателя и полученное поле рассеяния. Частоту m_i (количество) в интервале откладывают по оси ординат, масштаб выбирают, ориентируясь на наибольшее значение m_i . Соединив полученные точки отрезками, получают ломаную линию, которая и представляет собой полигон распределения.

На графике следует показать:

- номинальное значение показателя A_0 ,
- заданное поля допуска показателя и координату его середины E_c ,
- полученное поле рассеяния показателя и координату его середины $E_c\omega$,
- рассчитанное среднее значение показателя A_{cp} (центр группирования) и координату его середины $M(x)$,

Пример приведен на рис.1

4. Функциональное представление распределения показателя. Такое представление обеспечивается законом распределения, который функционально описывает частоту (вероятность) в зависимости от текущего значения показателя. Наиболее часто в технологии машиностроения для описания рассеяния используется закон нормального распределения (закон Гаусса):

$$y = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x_i - x_{cp})^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$

Для того чтобы оценить в первом приближении насколько адекватно исследуемое рассеяние показателя может быть описано законом нормального распределения, достаточно наложить на полигон распределения соответствующую кривую Гаусса. Чтобы построить эту кривую нужно рассчитать ряд ординат для разных значений показателя, в нашем примере – для разных значений размера A внутри поля рассеяния. Это можно сделать по уравнению (1), задавая разные значения аргумента $X_i = A_i$. При наличии компьютера и соответствующего программного обеспечения такая задача решается достаточно быстро и просто.

В настоящей работе предлагается ручной расчет этих ординат. Этот расчет базируется на методике, разработанной математиками задолго до появления компьютеров. Методика основана на том, что функция (1) табулирована для $\sigma=1$. Эта таблица приведена в приложении 2. Для того чтобы определить ординату кривой при любом значении σ , нужно табличное значение ординаты умножить на переводной коэффициент, учитывающий еще и масштаб (количество исследуемых значений), в нашем примере – $n = 100$:

$$k = \frac{h}{\sigma} n = \frac{0,08}{0,18} \times 100 = 44,4$$

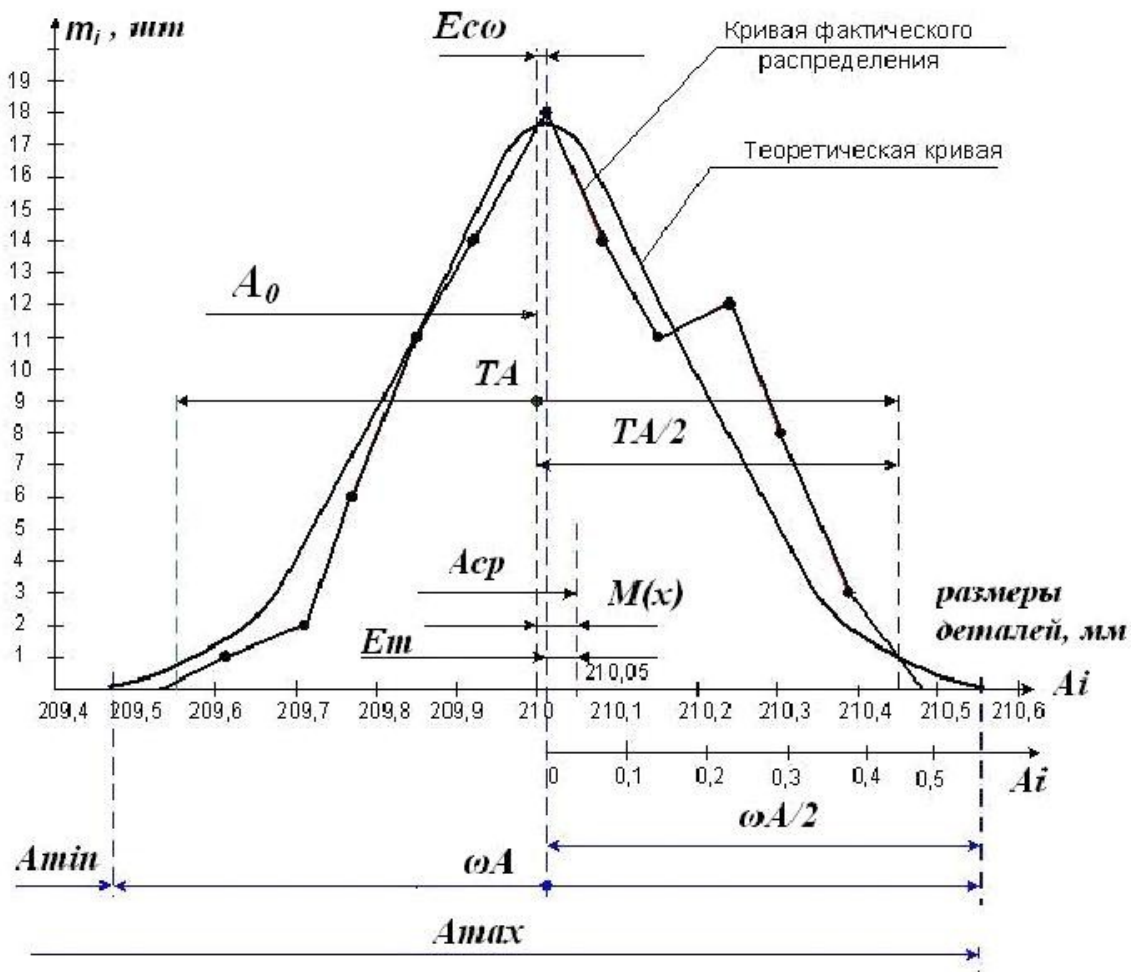


Рис. 1. Графическое представление распределения показателя

Так как кривая Гаусса симметрична относительно центра группирования (среднего размера), для построения за начало координат примем центр группирования и от него в обе стороны на рис. 1 отложим ряд точек, расположенных друг относительно друга на расстоянии принятого интервала. Таких точек должно быть столько, чтобы на оси абсцисс до последней точки было расстояние не менее половины рассчитанного поля рассеяния. В нашем примере цена интервала – 0,08 мм., таких точек 8 в каждую сторону. Расстояние каждой из точек x_i' от начала координат выразим через

$$z_i = \frac{x_i'}{\sigma}$$

отношение и по таблице приложения 2 найдем ординаты кривой в этих точках при $\sigma=1$, а затем умножим их на переводной коэффициент. Для удобства эти расчеты сведем в табл. 3. По значениям колонок 1 и 4 табл.3 на рис.1 строим график функции закона нормального распределения. Сравнение построенной кривой Гаусса с полигоном распределения позволяет заключить, что фактическое распределение близко к закону нормального распределения.

Таблица 3

Вычисление параметров для теоретической кривой

x_i'	$z_i = \frac{x_i'}{\sigma}$	$y_{табл.i}$	y_i'
1	2	3	4
$x_1' = 0$	0	0,3989	17,7
$x_2' = 0,08$	0,444	0,3615	15,05
$x_3' = 0,16$	0,888	0,2695	11,96
$x_4' = 0,24$	1,332	0,1667	7,4
$x_5' = 0,32$	1,776	0,0840	3,73
$x_6' = 0,40$	2,22	0,0347	1,55
$x_7' = 0,48$	2,664	0,0115	0,5
$x_8' = 0,56$	3,111	0,0002	0,01

5. Определение процента значений показателя за пределами допуска.

Вероятный процент брака определяется по таблице приложения 2 по значениям коэффициентов точности K_T и смещения E .

В примере по значениям коэффициентов точности $K_T = 0,83$ и смещения $E = 0,055$ методом интерполирования находим вероятный процент брака $B \approx 1,5\%$.

6. Обсуждение результатов и формулирование выводов.

1). Достигнутая стабильность показателя служебного назначения оценивается полем рассеяния, полученным в ходе эксплуатационных испытаний. Требуемая стабильность задана полем допуска этого показателя. Сравнение этих величин через коэффициент точности позволяет судить, во-первых, о степени достижения требуемой стабильности и возможности сертификации машины по этому показателю или же необходимости анализа возможных причин недостаточной стабильности и

их источников. Необходимо адресовать вопросы к участникам процесса создания машины – конструкторам, технологам, а возможно, и к метрологам.

Для оценки степени достижения требуемой стабильности можно руководствоваться следующими рекомендациями:

при $K_T > 1,3$ достигнутая стабильность показателя считается удовлетворительной;

при $K_T = 1 \div 1,3$ достигнутая стабильность показателя требует внимательного наблюдения, так как запас точности недостаточен и со временем могут появиться изделия за пределами допуска;

при $K_T < 1$ – достигнутая стабильность показателя считается неудовлетворительной.

2). В случаях появления машин, значения показателя служебного назначения которых выходят за пределы допуска, следует высказать предложения о возможных действиях разных участников процесса создания машины для устранения причин появления таких машин.

В примере в изготовленной партии отливок бракованных не оказалось, но опасность их появления при эксплуатации сохраняется, о чем свидетельствует низкий коэффициент точности $K_T = 0,83$ и вызванный этой причиной теоретически возможный (вероятный) процент брака $B \approx 1,5\%$. Превышающее заданный допуск поле рассеяния скорее всего вызвано особенностями технологического процесса литья. Следует проанализировать технологию и если стабильность процесса повысить невозможно, сертифицировать литейную форму для получения отливок 7 класса размерной точности.

Список приложений:

Приложение 1. Исходные данные – результаты эксплуатационных испытаний

Приложение 2. Таблица для определения ординат кривой Гаусса на поле рассеяния

Приложение 3. Таблица для определения процента значений показателя за пределами допуска (% вероятного брака).

Приложение 4. Бланк отчета

Практическое занятие

Определение поля допуска для изготовления детали типа «Болт-гайка» М 20 х 1,25 – 6Н используя техническую ЕСТД

Теоретические предпосылки.

Метрическая цилиндрическая резьба применяется главным образом в качестве крепежной и разделяется на резьбу с крупным шагом диаметром 1...64 мм и резьбу с мелким шагом диаметром 1...600 мм. При равных наружных диаметрах метрические резьбы с мелким шагом отличаются от резьб с крупным шагом меньшей высотой профиля и меньшим углом подъема резьбы. Поэтому резьбы с мелким шагом рекомендуется применять при малой длине свинчивания, на тонкостенных деталях, а также при переменной нагрузке, толчках и вибрациях. Резьбы с крупным шагом рекомендуется применять для соединения деталей, не подвергающихся таким нагрузкам, так как они менее надежны при переменной нагрузке и вибрациях и более склонны к самоотвинчиванию.

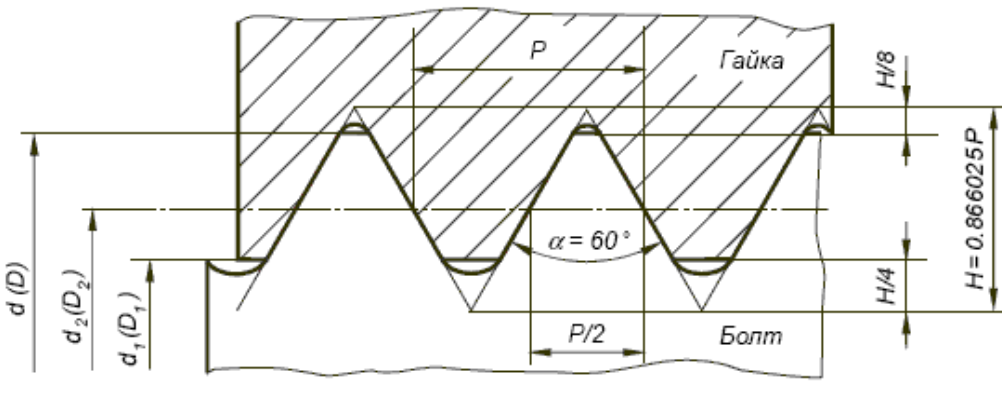
Основные параметры крепежных цилиндрических метрических резьб

К основным параметрам цилиндрических резьб относятся:

- d_2 (D2) – средний диаметр резьбы соответственно болта и гайки;
- d (D) – наружный диаметр резьбы соответственно болта и гайки;
- d_1 (D1) – внутренний диаметр резьбы соответственно болта и гайки;
- P – шаг резьбы;

- α – угол профиля резьбы, для метрических резьб $\alpha = 60^\circ$.

Таблица 1. Значения основных параметров метрических резьб по ГОСТ 9150-81



шаг резьбы P, мм	наружный диаметр d для резьб		средний диаметр d2, D2, мм				внутренний диаметр d1, D1, мм			
	с крупным шагом, мм	с мелким шагом, мм								
1	6	8 10	5.350	7.350	9.350	4.917 6.917 8.917				
1.25	8	10	7.188	9.188	6.647 8.647					
1.5	10	12 14 16	9.026	11.026	13.026	15.026	8.386 10.386 12.386 14.386			
1.75	12		10.863	10.106						
2	14 16	18 20 22 24	12.701	14.701	16.701	18.701	11.835	13.835	15.835	17.835
2.5	18 20 22		16.376	18.376	20.376	15.294 17.294 19.274				
3	24 27	30 36 42 48 56 64 72 80	22.051	25.051	28.051	34.051	20.752	23.752	26.752	32.752
			40.051	46.051	54.051	62.051	38.752	42.752	52.752	60.752
			70.051	78.051	68.752 76.752					
3.5	30 33		27.727	30.727	26.211 29.211					
4	36	64 72 80 90	33.402	61.402	69.402	77.402	31.670	59.670	67.670	75.670
			87.402	85.670						
4.5	42		39.077	37.129						
5	48		44.752	42.587						
6	64	72 80 90 100	60.103	68.103	76.103	86.103	57.505	65.505	73.505	83.505
			96.103	93.505						

Предельные отклонения метрической резьбы. Посадки с зазором.

Резьбы при свинчивании контактируют только боковыми сторонами профиля, поэтому только средний диаметр, шаг и угол профиля резьбы определяют характер сопряжения в резьбе. Для компенсации накопленной погрешности шага и погрешности угла профиля производят смещение действительного среднего диаметра резьбы. Вследствие взаимосвязи между отклонениями шага, угла профиля и собственно среднего диаметра, допускаемые отклонения этих параметров раздельно не нормируют. Устанавливают только суммарный допуск на средний диаметр болта и гайки, который включает допускаемые отклонения собственно среднего диаметра и диаметральные компенсации погрешности шага и угла профиля. Кроме этого, задается допуск на наружный диаметр болта и внутренний диаметр у гайки, т.е. на диаметры, которые формируются перед нарезанием резьбы и при измерении готовых изделий наиболее доступны. Поля допусков основного отбора метрической резьбы для посадок с зазором нормируются по ГОСТ 16093-81. Цифры обозначают степень точности, а буквы - основное отклонение.

Длина свинчивания в силу конструктивных особенностей резьбовых соединений оказывает влияние на качество и характер сопряжения. Установлено три группы длин свинчивания:

S – короткие: с длиной свинчивания менее $2.24 \times P \times d^{0.2.7}$.

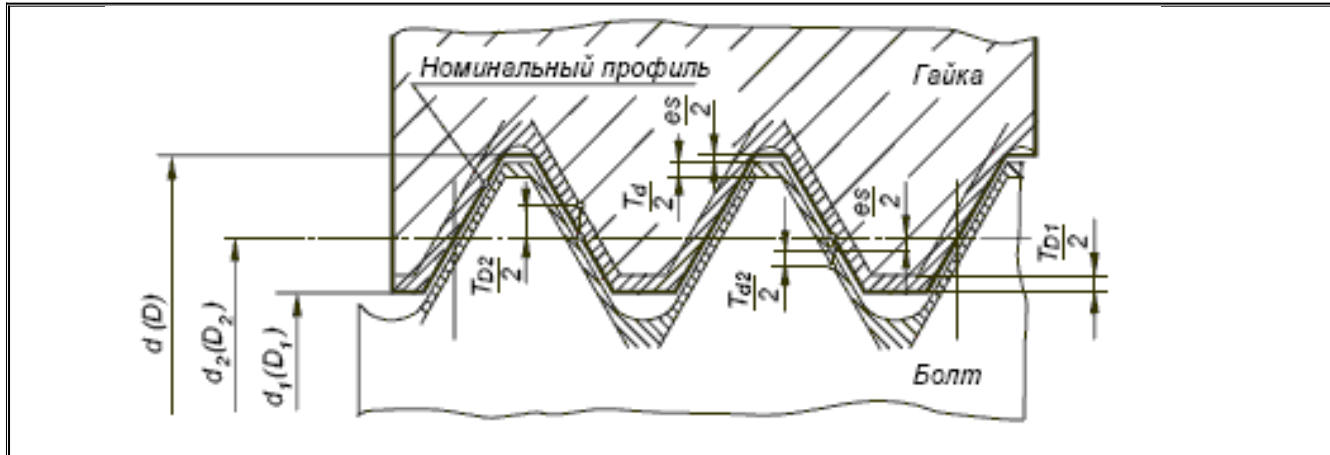
N – нормальные: с длиной свинчивания не менее $2.24 \times P \times d^{0.2}$ и не более $66.7 \times P \times d^{0.2}$.

L – длинные: с длиной свинчивания более $6.7xP \times d^{0.2}$.

Точные значения длин свинчивания установлены ГОСТ 16093-81.

Класс точности - понятие условное (на чертежах указывают поля допусков); и его используют для сравнительной оценки точности резьбы. *Точный класс* рекомендуется для ответственных резьбовых соединений. *Средний класс* - для резьб общего назначения. *Грубый класс* - для резьб, нарезаемых на горячекатаных заготовках, в длинных глухих отверстиях и т.п.

Таблица 2.



Деталь	Класс точности	Поле допуска при длине свинчивания		
		S - короткая	N - нормальная	L - длинная
Наружная резьба (болт)	Точный	-	4h 4g	-
	Средний	5h6h 5g6g	6h 6g 6f 6e 6d	7g6g
	Грубый	-	8g	-
Внутренняя резьба (гайка)	Точный	4H	4H5H 5H	6H
	Средний	5H	6H 6G	7H
	Грубый	-	7H 7G	8H

Примечания.

1. Для получения различных посадок можно применять любые сочетания полей допусков резьбы болтов и гаек.
2. При длинах свинчивания S и L допускается применять поля допусков, установленные для длин свинчивания N.
4. Наиболее распространенной посадкой для крепежных метрических резьб является 6g 6H.

Таблица 3.

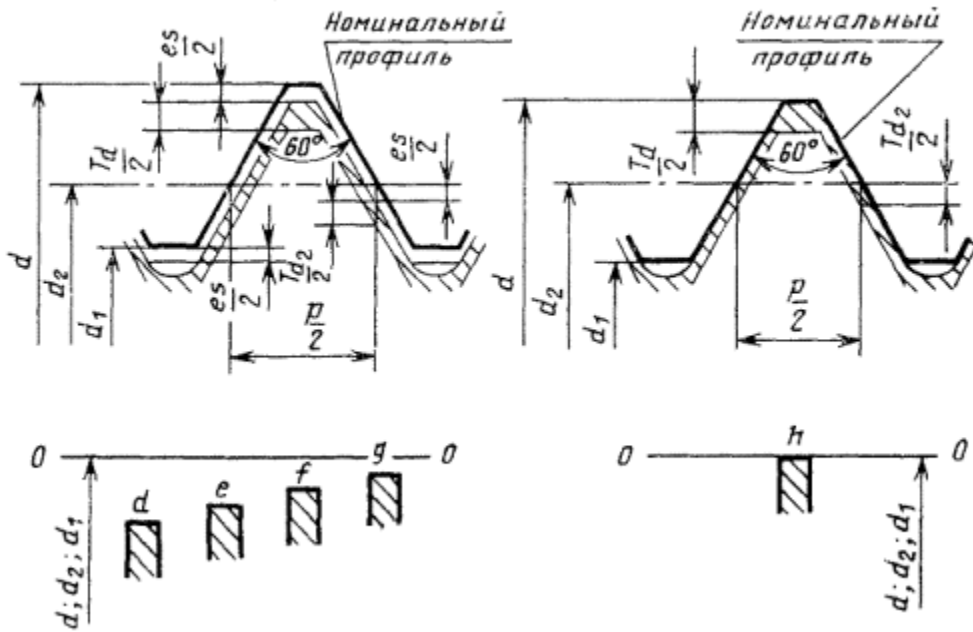
Номинальный диаметр резьбы d, мм	Шаг P, мм	Поле допуска наружной резьбы																													
		3h4h						4g						4h						5h4h						5g6g					
		Диаметр резьбы																													
		d	d ₂	d ₁	d	d ₂	d ₁	d	d ₂	d ₁	d	d ₂	d ₁	d	d ₂	d ₁	d	d ₂	d ₁	d	d ₂	d ₁	d	d ₂	d ₁						
		Предельные отклонения, мкм																													
		es	ei	es	ei	es	ei	es	ei	es	ei	es	ei	es	ei	es	ei	es	ei	es	ei	es	ei	es							
Св. 5,6 до 11,2	0,25	0	-42	0	-32	0	-18	-60	-18	-58	-18	0	-42	0	-40	0	0	-42	0	-50	0	-18	-85	-18	-68	-18					
	0,35	0	-53	0	-36	0	-19	-72	-19	-64	-19	0	-53	0	-45	0	0	-53	0	-56	0	-19	-104	-19	-75	-19					
	0,5	0	-67	0	-42	0	-20	-87	-20	-73	-20	0	-67	0	-53	0	0	-67	0	-67	0	-20	-126	-20	-87	-20					
	0,75	0	-90	0	-50	0	-22	-112	-22	-85	-22	0	-90	0	-63	0	0	-90	0	-80	0	-22	-162	-22	-102	-22					
	1	0	-112	0	-56	0	-26	-138	-26	-97	-26	0	-112	0	-71	0	0	-112	0	-90	0	-26	-206	-26	-116	-26					
	1,25	0	-132	0	-60	0	-28	-160	-28	-103	-28	0	-132	0	-75	0	0	-132	0	-95	0	-28	-240	-28	-123	-28					
	1,5	0	-150	0	-67	0	-32	-182	-32	-117	-32	0	-150	0	-85	0	0	-150	0	-106	0	-32	-268	-32	-138	-32					
Св. 11,2 до 22,4	0,35	0	-53	0	-38	0	-19	-72	-19	-67	-19	0	-53	0	-48	0	0	-53	0	-60	0	-19	-104	-19	-79	-19					
	0,5	0	-67	0	-45	0	-20	-87	-20	-76	-20	0	-67	0	-56	0	0	-67	0	-71	0	-20	-126	-20	-91	-20					
	0,75	0	-90	0	-53	0	-22	-112	-22	-89	-22	0	-90	0	-67	0	0	-90	0	-85	0	-22	-162	-22	-107	-22					
	1	0	-112	0	-60	0	-26	-138	-26	-101	-26	0	-112	0	-75	0	0	-112	0	-95	0	-26	-206	-26	-121	-26					
	1,25	0	-132	0	-67	0	-28	-160	-28	-113	-28	0	-132	0	-85	0	0	-132	0	-103	0	-28	-240	-28	-134	-28					
	1,5	0	-150	0	-71	0	-32	-182	-32	-122	-32	0	-150	0	-90	0	0	-150	0	-112	0	-32	-268	-32	-144	-32					
	1,75	0	-170	0	-75	0	-34	-204	-34	-129	-34	0	-170	0	-95	0	0	-170	0	-118	0	-34	-299	-34	-152	-34					
2	0	-180	0	-80	0	-38	-218	-38	-138	-38	0	-180	0	-101	0	0	-180	0	-125	0	-38	-318	-38	-163	-38						
2,5	0	-212	0	-85	0	-42	-254	-42	-148	-42	0	-212	0	-106	0	0	-212	0	-132	0	-42	-377	-42	-174	-42						
Св. 22,4 до 45	0,5	0	-67	0	-48	0	-20	-87	-20	-80	-20	0	-67	0	-60	0	0	-67	0	-75	0	-20	-126	-20	-95	-20					

Номинальный диаметр резьбы d , мм	Шаг P , мм	Поле допуска наружной резьбы																					
		3h4h			4g			4h			5h4h			5g6g									
		Диаметр резьбы																					
		d	d_2	d_1	d	d_2	d_1	d	d_2	d_1	d	d_2	d_1	d	d_2	d_1							
Предельные отклонения, мкм																							
		es	ei	es	ei	es	ei	es	ei	es	ei	es	ei	es	ei	es	ei	es	ei	es	ei		
0,75	0	-90	0	-56	0	-22	-112	-22	-93	-22	0	-90	0	-71	0	0	-90	0	-22	-162	-22	-112	-22
1	0	-112	0	-63	0	-26	-138	-26	-106	-26	0	-112	0	-80	0	0	-112	0	-26	-206	-26	-126	-26
1,5	0	-150	0	-75	0	-32	-182	-32	-127	-32	0	-150	0	-95	0	0	-150	0	-32	-268	-32	-150	-32
2	0	-180	0	-85	0	-38	-218	-38	-144	-38	0	-180	0	-106	0	0	-180	0	-38	-318	-38	-170	-38
3	0	-236	0	-100	0	-48	-284	-48	-173	-48	0	-236	0	-125	0	0	-236	0	-48	-423	-48	-208	-48
3,5	0	-265	0	-106	0	-53	-318	-53	-185	-53	0	-265	0	-132	0	0	-265	0	-53	-478	-53	-223	-53
4	0	-300	0	-112	0	-60	-360	-60	-200	-60	0	-300	0	-140	0	0	-300	0	-60	-535	-60	-240	-60
4,5	0	-315	0	-118	0	-63	-378	-63	-213	-63	0	-315	0	-150	0	0	-315	0	-63	-563	-63	-253	-63

Положения полей допусков наружной резьбы

с основными отклонениями d, e, f, g

с основным отклонением h



Положения полей допусков внутренней резьбы

с основными отклонениями E, F, G

с основным отклонением H

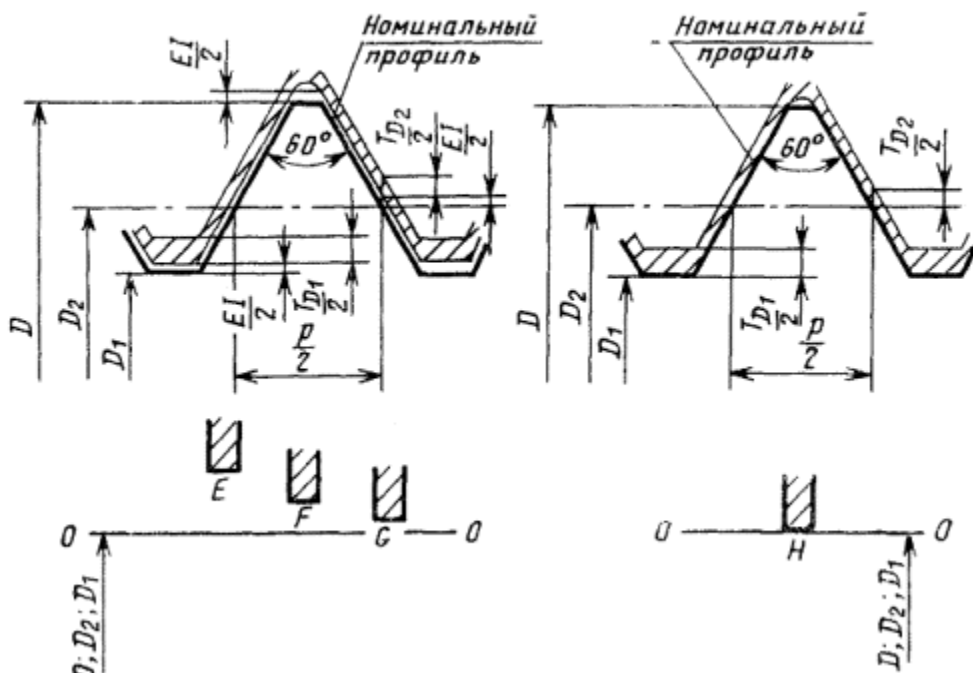


Рисунок 1.

Номинальный диаметр резьбы d , мм	Шаг P , мм	Поле допуска наружной резьбы																			
		5h6h			6d			6e			6f										
		Диаметр резьбы																			
		d	d_2	d_1	d	d_2	d_1	d	d_2	d_1	d	d_2	d_1								
		Предельные отклонения, мкм																			
es	ei	es	ei	es	es	ei	es	ei	es	es	ei	es	ei	es	es	ei	es	ei	es		
Св. 5,6 до 11,2	0,25	0	-67	0	-50	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-33	-100	-33	-96	-33	
	0,35	0	-85	0	-56	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-34	-119	-34	-105	-34	
	0,5	0	-106	0	-67	0	-	-	-	-	-	-50	-156	-50	-135	-50	-36	-142	-36	-121	-36
	0,75	0	-140	0	-80	0	-	-	-	-	-	-56	-196	-56	-156	-56	-38	-178	-38	-138	-38
	1	0	-180	0	-90	0	-90	-270	-90	-202	-90	-60	-240	-60	-172	-60	-40	-220	-40	-152	-40
	1,25	0	-212	0	-95	0	-95	-307	-95	-213	-95	-63	-275	-63	-181	-63	-42	-254	-42	-160	-42
	1,5	0	-236	0	-106	0	-95	-331	-95	-227	-95	-67	-303	-67	-199	-67	-45	-281	-45	-177	-45
Св. 11,2 до 22,4	0,35	0	-85	0	-60	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-34	-119	-34	-109	-34	
	0,5	0	-106	0	-71	0	-	-	-	-	-	-50	-156	-50	-140	-50	-36	-142	-36	-126	-36
	0,75	0	-140	0	-85	0	-	-	-	-	-	-56	-196	-56	-162	-56	-38	-178	-38	-144	-38
	1	0	-180	0	-95	0	-90	-270	-90	-208	-95	-60	-240	-60	-178	-60	-40	-220	-40	-158	-40
	1,25	0	-212	0	-106	0	-95	-307	-95	-227	-95	-63	-275	-63	-195	-63	-42	-254	-42	-174	-42
	1,5	0	-236	0	-112	0	-95	-331	-95	-235	-90	-67	-303	-67	-207	-67	-45	-281	-45	-185	-45
	1,75	0	-265	0	-118	0	-100	-365	-100	-250	-100	-71	-336	-71	-221	-71	-48	-313	-48	-198	-48
	2	0	-280	0	-125	0	-100	-380	-100	-260	-100	-71	-351	-71	-231	-71	-52	-332	-52	-212	-52
2,5	0	-335	0	-132	0	-106	-441	-106	-276	-106	-80	-415	-80	-250	-80	-58	-393	-58	-228	-58	
Св. 22,4 до 45	0,5	0	-106	0	-75	0	-	-	-	-	-	-50	-156	-50	-145	-50	-36	-142	-36	-131	-36
	0,75	0	-140	0	-90	0	-	-	-	-	-	-56	-196	-56	-168	-56	-38	-178	-38	-150	-38
	1	0	-180	0	-100	0	-90	-270	-90	-215	-90	-60	-240	-60	-185	-60	-40	-220	-40	-165	-40
	1,5	0	-236	0	-118	0	-95	-331	-95	-245	-95	-67	-303	-67	-217	-67	-45	-281	-45	-195	-45
	2	0	-280	0	-132	0	-100	-380	-100	-270	-100	-71	-351	-71	-241	-71	-52	-332	-52	-222	-52
	3	0	-375	0	-160	0	-112	-487	-112	-312	-112	-85	-460	-85	-285	-85	-63	-438	-63	-263	-63
	3,5	0	-425	0	-170	0	-118	-543	-118	-330	-118	-90	-515	-90	-302	-90	-	-	-	-	-
	4	0	-475	0	-180	0	-125	-600	-125	-349	-125	-95	-570	-95	-319	-95	-	-	-	-	-
4,5	0	-500	0	-190	0	-132	-632	-132	-368	-132	-100	-600	-100	-336	-100	-	-	-	-	-	

Номинальный диаметр резьбы d , мм	Шаг P , мм	Поле допуска наружной резьбы																			
		6g			6h			7e6e			7g6g										
		Диаметр резьбы																			
		d	d_2	d_1	d	d_2	d_1	d	d_2	d_1	d	d_2	d_1								
		Предельные отклонения, мкм																			
es	ei	es	ei	es	es	ei	es	ei	es	es	ei	es	ei	es	es	ei	es	ei	es		
Св. 5,6 до 11,2	0,25	-18	-85	-18	-81	-18	0	-67	0	-63	0	-	-	-	-	-	(-18)	(-85)	(-18)	(-99)	(-18)
	0,35	-19	-104	-19	-90	-19	0	-85	0	-71	0	-	-	-	-	-	-19	-104	-19	-109	-19
	0,5	-20	-126	-20	-105	-20	0	-106	0	-85	0	-50	-156	-50	-156	-50	-20	-126	-20	-126	-20
	0,75	-22	-162	-22	-122	-22	0	-140	0	-100	0	-56	-196	-56	-181	-56	-22	-162	-22	-147	-22
	1	-26	-206	-26	-138	-26	0	-180	0	-112	0	-60	-240	-60	-200	-60	-26	-206	-26	-166	-26
	1,25	-28	-240	-28	-146	-28	0	-212	0	-118	0	-63	-275	-63	-213	-63	-28	-240	-28	-178	-28
	1,5	-32	-268	-32	-164	-32	0	-236	0	-132	0	-67	-303	-67	-237	-67	-32	-268	-32	-202	-32
Св. 11,2 до 22,4	0,35	-19	-104	-19	-94	-19	0	-85	0	-75	0	-	-	-	-	-	-19	-104	-19	-114	-19
	0,5	-20	-126	-20	-110	-20	0	-106	0	-90	0	-50	-156	-50	-162	-50	-20	-126	-20	-132	-20
	0,75	-22	-162	-22	-128	-22	0	-140	0	-106	0	-56	-196	-56	-188	-56	-22	-162	-22	-154	-22
	1	-26	-206	-26	-144	-26	0	-180	0	-118	0	-60	-240	-60	-210	-60	-26	-206	-26	-176	-26
	1,25	-28	-240	-28	-160	-28	0	-212	0	-132	0	-63	-275	-63	-233	-63	-28	-240	-28	-198	-28
	1,5	-32	-268	-32	-172	-32	0	-236	0	-140	0	-67	-303	-67	-247	-67	-32	-268	-32	-212	-32
	1,75	-34	-299	-34	-184	-34	0	-265	0	-150	0	-71	-336	-71	-261	-71	-34	-299	-34	-224	-34
	2	-38	-318	-38	-198	-38	0	-280	0	-160	0	-71	-351	-71	-271	-71	-38	-318	-38	-238	-38
2,5	-42	-377	-42	-212	-42	0	-335	0	-170	0	-80	-415	-80	-292	-80	-42	-377	-42	-254	-42	
Св. 22,4 до 45	0,5	-20	-126	-20	-115	-20	0	-106	0	-95	0	-50	-156	-50	-168	-50	-20	-126	-20	-138	-20
	0,75	-22	-162	-22	-134	-22	0	-140	0	-112	0	-56	-196	-56	-196	-56	-22	-162	-22	-162	-22
	1	-26	-206	-26	-151	-26	0	-180	0	-125	0	-60	-240	-60	-226	-60	-26	-206	-26	-186	-26
	1,5	-32	-268	-32	-182	-32	0	-236	0	-150	0	-67	-303	-67	-257	-67	-32	-268	-32	-222	-32
	2	-38	-318	-38	-208	-38	0	-280	0	-170	0	-71	-351	-71	-283	-71	-38	-318	-38	-250	-38
	3	-48	-423	-48	-248	-48	0	-375	0	-200	0	-85	-460	-85	-335	-85	-48	-423	-48	-298	-48
	3,5	-53	-478	-53	-265	-53	0	-425	0	-212	0	-90	-515	-90	-355	-90	-53	-478	-53	-318	-53
4	-60	-535	-60	-284	-60	0	-475	0	-224	0	-95	-570	-95	-375	-95	-60	-535	-60	-340	-60	
4,5	-63	-563	-63	-296	-63	0	-500	0	-236	0	-100	-600	-100	-400	-100	-63	-563	-63	-363	-63	

Номинальный диаметр резьбы d , мм	Шаг P , мм	Поле допуска наружной резьбы																				
		7h6h			8g			8h (при $P \geq 0,8$ мм) 8h6h (при $P < 0,8$ мм)			9g8g											
		Диаметр резьбы																				
		d	d_2	d_1	d	d_2	d_1	d	d_2	d_1	d	d_2	d_1	d	d_2	d_1	d	d_2	d_1			
		Предельные отклонения, мкм																				
es	ei	es	ei	es	es	ei	es	ei	es	ei	es	es	ei	es	es	ei	es	ei	es			
0,8	0	-150	0	-118	0	-24	-260	-24	-174	-24	0	-236	0	-150	0	-24	-260	-24	-214	-24		
Св. 5,6 до 11,2	0,2	0	-67	0	-80	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	0,3	0	-85	0	-90	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	0,5	0	-106	0	-106	0	-	-	-	-	-	0	-106	0	-132	0	-	-	-	-	-	
	0,7	0	-140	0	-125	0	-	-	-	-	-	0	-140	0	-160	0	-	-	-	-	-	
	1	0	-180	0	-140	0	-26	-306	-26	-206	-26	0	-280	0	-180	0	-26	-306	-26	-250	-26	
	1,2	0	-212	0	-150	0	-28	-363	-28	-218	-28	0	-335	0	-190	0	-28	-363	-28	-264	-28	
	1,5	0	-236	0	-170	0	-32	-407	-32	-244	-32	0	-375	0	-212	0	-32	-407	-32	-297	-32	
Св. 11,2 до 22,4	0,3	0	-85	0	-95	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	0,5	0	-106	0	-112	0	-	-	-	-	-	0	-106	0	-140	0	-	-	-	-	„	
	0,7	0	-140	0	-132	0	-	-	-	-	-	0	-140	0	-170	0	-	-	-	-	-	
	1	0	-180	0	-150	0	-26	-306	-26	-216	-26	0	-280	0	-190	0	-26	-306	-26	-262	-26	
	1,2	0	-212	0	-170	0	-28	-363	-28	-240	-28	0	-335	0	-212	0	-28	-363	-28	-293	-28	
	1,5	0	-236	0	-180	0	-32	-407	-32	-256	-32	0	-375	0	-224	0	-32	-407	-32	-312	-32	
	1,7	0	-265	0	-190	0	-34	-459	-34	-270	-34	0	-425	0	-236	0	-34	-459	-34	-334	-34	
Св. 22,4 до 45	2	0	-280	0	-200	0	-38	-488	-38	-288	-38	0	-450	0	-260	0	-38	-488	-38	-353	-38	
	2,5	0	-335	0	-212	0	-42	-572	-42	-307	-42	0	-530	0	-265	0	-42	-572	-42	-377	-42	
	0,5	0	-106	0	-118	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	0,7	0	-140	0	-140	0	-	-	-	-	-	0	-140	0	-180	0	-	-	-	-	-	-
	1	0	-180	0	-160	0	-26	-306	-26	-226	-26	0	-280	0	-200	0	-26	-306	-26	-276	-26	
	1,5	0	-236	0	-190	0	-32	-407	-32	-268	-32	0	-375	0	-236	0	-32	-407	-32	-332	-32	
	2	0	-280	0	-212	0	-38	-488	-38	-303	-38	0	-450	0	-265	0	-38	-488	-38	-373	-38	
	3	0	-375	0	-250	0	-48	-648	-48	-363	-48	0	-600	0	-315	0	-48	-648	-48	-448	-48	
	3,5	0	-425	0	-265	0	-53	-723	-53	-388	-53	0	-670	0	-335	0	-53	-723	-53	-478	-53	
4	0	-475	0	-280	0	-60	-810	-60	-415	-60	0	-750	0	-355	0	-60	-810	-60	-510	-60		
4,5	0	-500	0	-300	0	-63	-863	-63	-438	-63	0	-800	0	-375	0	-63	-863	-63	-538	-63		

Примечание. Нижнее отклонение диаметра d_1 не устанавливается, но косвенно ограничивается формой впадины болта.

Таблица 4.

Номинальный диаметр резьбы d , мм	Шаг P , мм	Поле допуска внутренней резьбы																			
		4H			4H5H			5G			5H										
		Диаметр резьбы																			
		D	D_2	D_1	D	D_2	D_1	D	D_2	D_1	D	D_2	D_1	D	D_2	D_1	D	D_2	D_1		
		Предельные отношения, мкм																			
EI	ES	EI	ES	EI	EI	ES	EI	ES	EI	EI	ES	EI	EI	ES	EI	EI	ES	EI	ES	EI	
Св. 5,6 до 11,2	0,25	0	+53	0	+45	0	0	+53	0	+56	0	+18	+85	+18	+74	+18	0	+67	0	+56	0
	0,35	0	+60	0	+63	0	0	+60	0	+80	0	+19	+94	+19	+99	+19	0	+75	0	+80	0
	0,5	0	+71	0	+90	0	0	+71	0	+112	0	+20	+110	+20	+132	+20	0	+90	0	+112	0
	0,75	0	+85	0	+118	0	0	+85	0	+150	0	+22	+128	+22	+172	+22	0	+106	0	+150	0
	1	0	+95	0	+150	0	0	+95	0	+190	0	+26	+144	+26	+216	+26	0	+118	0	+190	0
	1,25	0	+100	0	+170	0	0	+100	0	+212	0	+28	+153	+28	+240	+28	0	+125	0	+212	0
	1,5	0	+112	0	+190	0	0	+112	0	+236	0	+32	+172	+32	+268	+32	0	+140	0	+236	0
Св. 11,2 до 22,4	0,35	0	+63	0	+63	0	0	+63	0	+80	0	+19	+99	+19	+99	+19	0	+80	0	+80	0
	0,5	0	+75	0	+90	0	0	+75	0	+112	0	+20	+115	+20	+132	+20	0	+95	0	+112	0
	0,75	0	+90	0	+118	0	0	+90	0	+150	0	+22	+134	+22	+172	+22	0	+112	0	+150	0
	1	0	+100	0	+150	0	0	+100	0	+190	0	+26	+151	+26	+216	+26	0	+125	0	+190	0
	1,25	0	+112	0	+170	0	0	+112	0	+212	0	+28	+168	+28	+240	+28	0	+140	0	+212	0
	1,5	0	+118	0	+190	0	0	+118	0	+236	0	+32	+182	+32	+268	+32	0	+150	0	+236	0
	1,75	0	+125	0	+212	0	0	+125	0	+265	0	+34	+194	+34	+299	+34	0	+160	0	+265	0
Св. 22,4 до 45	2	0	+132	0	+236	0	0	+132	0	+300	0	+38	+208	+38	+338	+38	0	+170	0	+300	0
	2,5	0	+140	0	+280	0	0	+140	0	+355	0	+42	+222	+42	+397	+42	0	+180	0	+355	0
	0,5	0	+80	0	+90	0	0	+80	0	+112	0	+20	+120	+20	+132	+20	0	+100	0	+112	0
	0,75	0	+95	0	+118	0	0	+95	0	+150	0	+22	+140	+22	+172	+22	0	+118	0	+150	0

Номинальный диаметр резьбы d , мм	Шаг P , мм	Поле допуска внутренней резьбы																							
		4H						4H5H						5G						5H					
		Диаметр резьбы																							
		D	D_2	D_1				D	D_2	D_1				D	D_2	D_1				D	D_2	D_1			
		Предельные отношения, мкм																							
	1	0	+106	0	+150	0	0	+106	0	+190	0	+26	+158	+26	+216	+26	0	+132	0	+190	0				
	1,5	0	+125	0	+190	0	0	+125	0	+236	0	+32	+192	+32	+268	+32	0	+160	0	+236	0				
	2	0	+140	0	+236	0	0	+140	0	+300	0	+38	+218	+38	+338	+38	0	+180	0	+300	0				
	3	0	+170	0	+315	0	0	+170	0	+400	0	+48	+260	+48	+448	+48	0	+212	0	+400	0				
	3,5	0	+180	0	+355	0	0	+180	0	+450	0	+53	+277	+53	+503	+53	0	+224	0	+450	0				
	4	0	+190	0	+375	0	0	+190	0	+475	0	+60	+296	+60	+535	+60	0	+236	0	+475	0				
	4,5	0	+200	0	+425	0	0	+200	0	+530	0	+63	+313	+63	+593	+63	0	+250	0	+530	0				

Номинальный диаметр резьбы d , мм	Шаг P , мм	Поле допуска внутренней резьбы														
		6G					6H					7G				
		Диаметр резьбы														
		D	D_2	D_1			D	D_2	D_1			D	D_2	D_1		
		Предельные отклонения, мкм														
Св. 5,6 до 11,2	0,25	+18	+103	+18	+89	+18	0	+85	0	+71	0	-	-	-	-	-
	0,35	+19	+114	+19	+119	+19	0	+95	0	+100	0	-	-	-	-	-
	0,5	+20	+132	+20	+160	+20	0	+112	0	+140	0	+20	+160	+20	+200	+20
	0,75	+22	+154	+22	+212	+22	0	+132	0	+190	0	+22	+192	+22	+258	+22
	1	+26	+176	+26	+262	+26	0	+150	0	+236	0	+26	+216	+26	+326	+26
	1,25	+28	+188	+28	+293	+28	0	+160	0	+265	0	+28	+228	+28	+363	+28
	1,5	+32	+212	+32	+332	+32	0	+180	0	+300	0	+32	+256	+32	+407	+32
Св. 11,2 до 22,4	0,35	+19	+119	+19	+119	+19	0	+100	0	+100	0	-	-	-	-	-
	0,5	+20	+138	+20	+160	+20	0	+118	0	+140	0	+20	+170	+20	+200	+20
	0,75	+22	+162	+22	+212	+22	0	+140	0	+190	0	+22	+202	+22	+258	+22
	1	+26	+186	+26	+262	+26	0	+160	0	+236	0	+26	+226	+26	+326	+26
	1,25	+28	+208	+28	+293	+28	0	+180	0	+265	0	+28	+252	+28	+363	+28
	1,5	+32	+222	+32	+332	+32	0	+190	0	+300	0	+32	+268	+32	+407	+32
	1,75	+34	+234	+34	+369	+34	0	+200	0	+335	0	+34	+284	+34	+459	+34
Св. 22,4 до 45	2	+38	+250	+38	+413	+38	0	+212	0	+375	0	+38	+303	+38	+513	+38
	2,5	+42	+266	+42	+492	+42	0	+224	0	+450	0	+42	+322	+42	+602	+42
	0,5	+20	+145	+20	+160	+20	0	+125	0	+140	0	-	-	-	-	-
	0,75	+22	+172	+22	+212	+22	0	+150	0	+190	0	+22	+212	+22	+258	+22
	1	+26	+196	+26	+262	+26	0	+170	0	+236	0	+26	+238	+26	+326	+26
	1,5	+32	+232	+32	+332	+32	0	+200	0	+300	0	+32	+282	+32	+407	+32
	2	+38	+262	+38	+413	+38	0	+224	0	+375	0	+38	+318	+38	+513	+38
Св. 5,6 до 11,2	3	+48	+313	+48	+548	+48	0	+265	0	+500	0	+48	+383	+48	+678	+48
	3,5	+53	+333	+53	+613	+53	0	+280	0	+560	0	+53	+408	+53	+763	+53
	4	+60	+360	+60	+660	+60	0	+300	0	+600	0	+60	+435	+60	+810	+60
	4,5	+63	+378	+63	+733	+63	0	+315	0	+670	0	+63	+463	+63	+913	+63

Номинальный диаметр резьбы d , мм	Шаг P , мм	Поле допуска внутренней резьбы														
		7H					8G					8H				
		Диаметр резьбы														
		D	D_2	D_1			D	D_2	D_1			D	D_2	D_1		
		Предельные отклонения, мкм														
От 1 до 1,4	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	0,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Св. 5,6 до 11,2	0,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	0,5	0	+140	0	+180	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	0,75	0	+170	0	+236	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	1	0	+190	0	+300	0	+26	+262	+26	+401	+26	0	+236	0	+375	0
	1,25	0	+200	0	+335	0	+28	+278	+28	+453	+28	0	+250	0	+425	0
	1,5	0	+224	0	+375	0	+32	+312	+32	+507	+32	0	+280	0	+475	0
Св. 11,2 до 22,4	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	0,5	0	+150	0	+180	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	0,75	0	+180	0	+236	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	1	0	+200	0	+300	0	+26	+276	+26	+401	+26	0	+250	0	+375	0
	1,25	0	+224	0	+335	0	+28	+308	+28	+453	+28	0	+280	0	+425	0
	1,5	0	+236	0	+375	0	+32	+332	+32	+507	+32	0	+300	0	+475	0
	1,75	0	+250	0	+425	0	+34	+349	+34	+564	+34	0	+315	0	+530	0
2	0	+265	0	+455	0	+38	+373	+38	+638	+38	0	+335	0	+600	0	

Номинальный диаметр резьбы d , мм	Шаг P , мм	Поле допуска внутренней резьбы														
		7H				8G				8H						
		Диаметр резьбы														
		D	D_2	D_1	D	D_2	D_1	D	D_2	D_1	D	D_2	D_1			
Предельные отклонения, мкм																
		EI	ES	EI	ES	EI	ES	EI	ES	EI	ES	EI	ES	EI	ES	
	2,5	0	+280	0	+560	0	+42	+397	+42	+752	+42	0	+355	0	+710	0
Св. 22,4 до 45	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,75	0	+190	0	+236	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1	0	+212	0	+300	0	+26	+291	+26	+401	+26	0	+265	0	+375	0
Св. 22,4 до 45	1,5	0	+250	0	+375	0	+32	+347	+32	+507	+32	0	+315	0	+475	0
	2	0	+280	0	+475	0	+38	+393	+38	+638	+38	0	+355	0	+600	0
	3	0	+335	0	+630	0	+48	+473	+48	+848	+48	0	+425	0	+800	0
	3,5	0	+355	0	+710	0	+53	+503	+53	+953	+53	0	+450	0	+900	0
	4	0	+375	0	+750	0	+60	+535	+60	+1010	+60	0	+475	0	+950	0
	4,5	0	+400	0	+850	0	+63	+563	+63	+1123	+63	0	+500	0	+1060	0

Примечание. Верхнее отклонение диаметра D не устанавливается.

Условные обозначения метрических резьб.

Примеры обозначения посадок метрических резьб приведены на рис.2. Если обозначение поля допуска наружного диаметра у болта или внутреннего диаметра у гайки совпадает с обозначением поля допуска среднего диаметра, его в обозначении не приводят. Пример условного обозначения резьбового сопряжения с левой резьбой и мелким шагом $P = 1$ мм: $M12 \times 1LH - 6H/6g$.

Таблица 5. Расчет диаметра отверстия под резьбу.

Шаг резьбы, мм	диаметр отверстия		Шаг резьбы, мм	диаметр отверстия	
	номинал, мм	допуск, мм		номинал, мм	допуск, мм
0.5	-0,5	+0,1	3	-3,18	+0,31
0.75	-0,77	+0,15	3.5	-3,7	+0,33
1	-1,04	+0,16	4	-4,23	+0,38
1.25	-1,3	+0,16	4.5	-4,75	+0,43
1.5	-1,55	+0,17	5	-5,3	+0,48
1.75	-1,82	+0,2	5.5	-5,85	+0,54
2	-2,1	+0,23	6	-6,38	+0,58
2.5	-2,64	+0,25			

Пример: $M10 \times 1.5 = 8.45^{+0.17}$

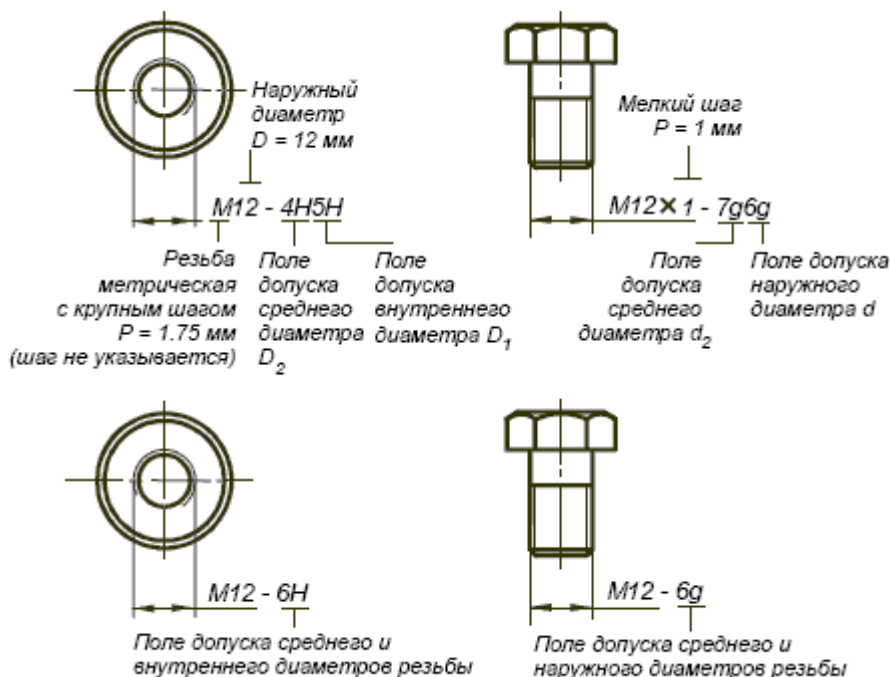


Рисунок 2.

Методика выполнения работы.

1. Выпишите задание из таблицы 6 по номеру в списке группы.
2. Определите основные параметры крепежной резьбы d_2 (D2), d (D), d_1 (D1) и их отклонения из таблиц 1, 2, 3, 4.
3. Рассчитайте и постройте схемы расположения полей допусков в резьбовом соединении.
4. Сформируйте обозначение резьбового соединения.
5. Рассчитайте диаметр отверстия под резьбу Таблица 5.

Таблица 6. Варианты заданий.

Вариант	Обозначение резьбы	Шаг резьбы	Длина свинчивания	Класс точности
1	M12	1,75	N - нормальная	Точный
2	M6	1,0	S - короткая	Средний
3	M8	1,25	L - длинная	Грубый
4	M10	1,5	S - короткая	Точный
5	M14	2,0	N - нормальная	Средний
6	M12	1,5	L - длинная	Грубый
7	M18	2,0	S - короткая	Точный
8	M20	2,0	N - нормальная	Средний
9	M27	3,0	L - длинная	Грубый
10	M16	1,5	S - короткая	Точный
11	M30	3,5	N - нормальная	Средний
12	M22	2,0	L - длинная	Грубый
13	M24	3,0	S - короткая	Точный
14	M33	3,5	N - нормальная	Средний
15	M36	3,0	L - длинная	Грубый
16	M20	2,5	S - короткая	Точный
17	M36	4,0	N - нормальная	Средний
18	M8	1,0	L - длинная	Грубый
19	M24	2,0	S - короткая	Точный
20	M16	2,0	N - нормальная	Средний
21	M14	1,5	L - длинная	Грубый
22	M42	4,5	S - короткая	Точный
23	M30	3,0	N - нормальная	Средний
24	M10	1,25	L - длинная	Грубый
25	M18	2,5	N - нормальная	Точный

Информационное обеспечение обучения

Карта методического обеспечения дисциплины

№	Автор	Название	Издательство	Гриф издания	Год издания	Кол-во в библиотек	Наличие на электронных носителях	Электронные учеб. пособия
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3.2.1 Основная литература								

3.2.1.1	А.А. Жолобов Ж.А. Мрочек	Станки с ЧПУ: устройство, программирование, инструментальное обеспечение и оснастка	М. : ФЛИНТА		2017		ЭБС «Руконт» https://lib.rucont.ru/efd/246515	
3.2.1.2	Гончаров А. А.	Устройства программного управления в автоматизированном производстве	Минск : РИПО	Министерство образования Республики Беларусь	2017		ЭБС Znanium.com https://znanium.com/catalog/product/978173	
3.2.1.3	Стародубов В.С.	Металлорежущие станки с ЧПУ	М. : ИНФРА-М		2018		ЭБС Znanium.com http://znanium.com/catalog/product/961465	
3.2.2 Дополнительная литература								
3.2.2.1	Дулькевич А.О.	Токарная и фрезерная обработка. Программирование систем ЧПУ НААС в примерах	Мн.: РИПО		2016		ЭБС Znanium.com http://znanium.com/catalog/product/949463	
3.2.3 Периодические издания								
3.2.3.1		РИТМ машиностроения					www.jurnali-online.ru	
		ВЕСТНИК машиностроения					www.i.uran.ru	
3.2.4 Практические (семинарские), лабораторные занятия, практика								
3.2.4.1	Пономарева В.А.	Методические рекомендации (указания) по выполнению практических (лабораторных) работ по дисциплине ОП.10 Программирование для автоматизированного оборудования для обучающихся по специальности 15.02.08 Технология машиностроения			2020			
3.2.5 Курсовая работа (проект)								
3.2.5.1								
3.2.6 Контрольные работы								
3.2.6.1	Пономарева В.А.	Методические указания по выполнению			2020			

		<p>контрольной работы по дисциплине ОП.10 Программирование для автоматизированного оборудования для обучающихся заочной формы обучения по специальности 15.02.08 Технология машиностроения</p>						
3.2.7 Программно-информационное обеспечение, Интернет-ресурсы								
3.2.7.1		<p>Научно-техническая библиотека ДГТУ</p>						<p>www.n tb- donstu. ru</p>