# **Лабораторная работа 1**

Цель работы

Ознакомиться:

— с системой сохранения единства мер в машиностроении;

— с плоскопараллельными концевыми мерами длины, их клас­сификацией и применением в машиностроении;

Приобрести навыки:

— в составлении блока концевых мер и угловых мер;

— в определении размера блока концевых и угловых мер с уче­том погрешностей.

Необходимое оборудование и инструмент:

– комплекты образцовых мер.

Время проведения работы 2 часа.

Теоретическое содержание работы

Система сохранения единства мер в машиностроении

 Для обеспечения принципа взаимозаменяемости деталей необ­ходимо, чтобы все предприятия страны имели единые меры и изме­рительные средства, обеспечивающие надлежащую точность изме­рения изготавливаемых деталей. С этой целью в СССР была вне­дрена Государственная система обеспечения единства измерения. Эта система устанавливает организацию, порядок и способы дове­дения точности государственных эталонов до всех производствен­ных измерений.

 До 1960 г. за международный эталон основной единицы длины был принят - 1 м, а также за государственный эталон СССР было принято расстояние между осями двух соседних штрихов, нанесен­ных на стержне X - образного сечения, выполненного из сплава иридия с платиной. Точность воспроизведения единицы длины этим эталоном не превышала 0,1 мкм. Эти искусственные эталоны не удовлетворяли возрастающих требований технического прогресса, поэтому было принято решение создать естественный эталон еди­ницы длины, и в 1960 г. совместно с утверждением Международной системы единиц было принято новое определение метра, а старое отменено.

 Согласно ГОСТ 8.417-81 за международный метр принята длина, равная 1650763,73 длине волны в вакууме излучения, соот­ветствующего переходу между уровнями 2р10 и 5d5 атома криптона-86. Новый метод воспроизведения единицы длины позволяет воспроизводить основную единицу длины - 1 метр с точностью 0,002 мкм,

 Передача основной единицы длины от эталона к детали осу­ществляется в соответствии с поверочной схемой . Согласно поверочной схеме от эталонного метода воспроизведения метра в длинах световых волн единица длины передается на рабочие эталоны.

 Рабочие эталоны представляют собой концевые меры длины, выполненные из кварца. Они хранятся в определенных условиях в центральных метрологических институтах и используются ими для проверки образцовых мер 1-го разряда. От рабочих эталонов размер единицы измерения передается на образцовые концевые меры длины от 1-го до 5-го разрядов.

 Образцовые меры предназначены для хранения единицы изме­рения, проверки и градуировки по ним других мер и измерительных приборов и инструментов. Образцовые меры также периодически проверяются. Образцовые меры 2-го разряда проверяются по мерам 1-­го разряда, меры 3-го разряда - по мерам 2-го разряда и т.д.

 От образцовых концевых мер размер единицы длины или ее до­ли передается на рабочие меры длины и рабочие измерительные при­боры и инструменты.

 Передача единицы плоского угла также производится от эталона к измерительным приборам и инструментам. В качестве эталона еди­ницы плоского угла ГОСТ 8.016-75 устанавливает 36-гранную квар­цевую призму с центральным углом между смежными гранями 10°. От эталона единица плоского угла передается с помощью вторичных эталонов образцовым мерам. Рабочие меры и измерительные приборы проверяются по образцовым мерам.

 Стандарт устанавливает порядок проведения поверки измери­тельных средств. Согласно стандарту поверке подвергаются все изме­рительные средства предприятий. Периодичность поверки установле­на соответствующими инструкциями. Например, поверка штанген-инструментов, микрометрических и индикаторных инструментов и приборов производится один раз в год, микроскопов и других оптиче­ских приборов - один раз в два года и т.д. Сроки поверки устанавли­ваются специальными графиками, утвержденными руководителем предприятия. Поверка контрольно-измерительных средств произво­дится в центральных измерительных лабораториях (ЦИЛ) предпри­ятий, в контрольно-поверочных пунктах (КПП) цехов и специальных метрологических лабораториях.

 Результаты поверки измерительных средств заносятся в специ­альные паспорта и аттестаты, хранящиеся при инструментах и прибо­рах.

 Поверка измерительных средств, так же, как и выполнение ли­нейных измерений в пределах от I до 500 мм и измерение углов с длиной меньшей стороны до 500 мм, должна производиться в нор­мальных условиях. Стандарт устанавливает следующие значения ос­новных влияющих на качество измерений величин:

температура окружающей среды - 20°С;

атмосферное давление - 101324,73 Па (760 мм рт. ст.);

относительная влажность - 58%.

Плоскопараллельные концевые меры длины

 Плоскопараллельные концевые меры длины (рис.2) представ­ляют собой наборы параллелепипедов (пластин, брусков, реже -цилиндрических стержней) из стали длиной до 1000 мм или твердо­го сплава длиной до 100 мм с двумя плоскими взаимно параллель­ными измерительными поверхностями (ГОСТ 9038-83).

Плоскопараллельные концевые меры длины применяются:

—для непосредственного измерения линейных размеров при самых разнообразных контрольно-проверочных работах ;

— для передачи размера единицы длины от первичного этало­на концевым мерам меньшей точности, для передачи размера от эталона до изделия.

Плоскопараллельные концевые меры длины являются основными средствами сохранения единства мер в машиностроении:­

— как установочные меры для установки прибора или инструмента на нуль при относительном методе измерения;

— как образцовые меры для проверки точности инструментов и приборов: штангенциркулей, микрометров, индикаторов, миниметров, оптиметров и т.д.;

— для настройки инструментов, приборов, станков. За размер концевой меры принимается номинальная длина с учетом отклоне­ния длины и отклонения от плоскопараллельности. При составлении блоков мер погрешности суммируются. Рабочие поверх­ности мер выполняются настолько качественно, что при их методических соприкосновениях проявляется взаимное сцепление, обусловленное действием межмолекулярных сил. Благодаря этому явлению, получившему название притираемость, меры легко собира­ются в блоки и не распадаются во время работы. Меры из стали выдерживают -500, из твердого сплава -300 притираний при кон­трольном усилии сдвига 15 *Н*.

 Отечественные заводы изготовляют плоскопараллельные кон­цевые меры, номинальные размеры которых указаны в стандарте ГОСТа 9038-83.

 В зависимости от допускаемых отклонений номинальной дли­ны и от плоскопараллельности концевых мер с учетом точности из­готовления они относятся к тому или другому классу точности.



 а) - плоскопараллельные; б) - цилиндрические

Рисунок I Концевые меры



Концевые меры изготовляют следующих классов точности: 00, О, 1, 2, 3 - из стали; 00, О, 1, 2 и 3 - из твердого сплава. К каждому набору прилагают паспорт , включающий инструкцию по эксплуата­ции. Из четырех-пяти мер с градацией от 0,001 до 100 мм выпускае­мых наборов можно составлять нужные блоки. Плитки комплектуют­ся в наборы с разным количеством плиток (от 2-х до 112) и с разной градацией размеров (0,001,0,01,01,0,5,1 и др.).

При использовании плоскопараллельных концевых мер для непосредственных измерений применяются защитные плитки, которые вводятся попарно в любой блок и притираются с обеих сторон блока;
предохраняя измерительные поверхности основных концевых мер от преждевременного износа и повреждений при непосредственных из­мерениях (см, рис 2).

Для удобства, пользования концевыми мерами и расширения возможностей их применения изготовляются наборы принадлежно­стей к плоскопараллельным концевым мерам (струбцинки, боковички, лекальная линейка, державка с основанием).

При составлении блоков заданных размеров следует использо­вать минимальное количество плиток (не больше 3-4).

Помимо деления плиток на классы они подразделяются еще по точности аттестации на 5 разрядов: 1-й, 2-й, 3-й, 4-й, 5-й. (1 – самый точный, 5 - самый грубый). Разряд определяется предельной погрешностью измерения самой плитки при определении ее действительного размера и допустимым отклонением от плоскопараллельности.

Концевые меры длины могут быть аттестованы по разряду или классу точности.

При получении блоков из концевых мер. аттестованных по классу точности, оценивается размер с учетом случайных погрешно­стей отклонения от номинального значения и от плоскопараллельности. Случайные погрешности, как правило, подчиняются вероятност­ному закону нормального распределения, и поэтому они подвергают­ся квадратичному суммированию с оценкой и знаком ±:

= ±

где i - погрешность каждой меры.

В процессе притирания мер в блоки добавятся дополнительные погрешности по притирочному слою. Эти погрешности носят систе­матический характер и ведут к увеличению размера, имея знак "+". Можно заметить, что число их будет на единицу меньше числа мер в блоке. Анализируя систематические погрешности, заметим, что эти величины различны для разных номинальных значений мер. Они из­меняются от 0,1 до 0,4 мкм для размеров мер 0,1 ... 100 мкм.

Можно усреднённо принять  = 0,3 мкм. Допускаемые отклонения концевых мер приведены в таблице 1.

|  |  |
| --- | --- |
| Размеры мер, мм | Допускаемые отклонения концевых мер, *мкм*, для классов точности от номинального значения, (±) |
| 00 | 01 | 0 | 1 | 2 | 3 |
| До 10 | 0,05 | 0,18 | 0,10 | 0,18 | 0,35 | 0,08 |
| Св.10 до 25 | 0,07 | 0,27 | 0,14 | 0,27 | 0,55 | 1,20 |
| 25÷50 | 0,10 | 0,35 | 0,20 | 0,35 | 0,70 | 1,60 |
| 50÷75 | 0,12 | 0,45 | 0,25 | 0,45 | 0,90 | 2,00 |
| 75÷100 | 0,14 | 0,55 | 0,30 | 0,55 | 1,10 | 2,50 |
| 100÷150 | 0,20 | 0,80 | 0,40 | 0,80 | 1,60 | 3,00 |
| 150÷200 | 0,25 | 1,00 | 0,50 | 1,00 | 2,00 | 5,00 |

Экспериментально- практическая работа

Методика составления блока и расчета его размера по заданному номинальному размеру

Подбор плиток для составления нужного нам блока (размера) следует начинать от последнего десятичного знака блока (размера). Затем подбирается плитка, обеспечивающая предпоследний десятич­ный знак блока (размера), и так далее. Методику составления блока плиток по заданному номинальному размеру лучше всего проследить на конкретном примере.

Таблица 1 Допускаемые отклонения концевых мер

Пример. Составить блок плиток, обеспечивающий размер 42,385 мм,

пользуясь набором в три плитки.

Решение:

выбираем плитку, обеспечивающую третий десятичный знак блока. Записываем ее значение - 1,005 мм;

выбираем плитку, обеспечивающую второй десятичный знак блока. Записываем ее значение - 1,38.

Две выбранные плитки дают размер 1,005 + 1,38 = 2,385 мм. Остается набрать блок с размером 42,385 -2,385 = 40 мм;

последняя плитка будет иметь размер равный 40 мм;

проверяем правильность составления блока:

плитка-1,005 мм;

плитка- 1,38 мм;

плитка - 40,00 мм.

Сумма 42,385 мм.

Пример решения для одного блока.

Таблица 2 Выбор концевых мер для составления блока

|  |  |
| --- | --- |
| Блок | Концевая мера, *мм* |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 42,385 | 1,005 | 1,38 | 40,00 |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

Таблица 3 Параметры расчетных отклонений размеров плиток и блока

|  |
| --- |
| Исходный размер 42,385 класс мер 2  |
| номинальный размер плиток, *мм* | Допускаемые отклонения от номинального значения, *мкм* |
| 1. 1,005
2. 1,38
3. 4,00
 | 1. 0,35
2. 0,35
3. 0,70
 |
| =42,385 | =±=0,8573\*10-3 |
| *Lбл=*42,385±0,8573\*10-3 |

Отчет о выполнении работы

Отчет о выполнении данной лабораторной работы оформляет­ся в виде краткого конспекта.

Отчет также должен включать в себя краткую методику со­ставления блока концевых мер и методику определения размера блока.

В конце отчета должны быть приведены расчет и результаты расчета размеров блоков концевых мер с учетом погрешностей изго­товления каждой.

Размерность блоков и их количество задается каждому студенту согласно варианта.

Отчет о выполнении лабораторной работы оформляется в виде конспекта, где следует изложить:

–применение концевых мер длины и угловых мер;

–деление на классы и разряды;

–методика составления блоков.

Экспериментально-практическая работа:

–составить блоки мер для выданных размеров в соответствии с методикой;

–определить суммарную длину каждого блока мер с учетом погрешностей;

–результаты свести в таблицы.

Варианты задач работы выбираются по двум последним цифрам номера зачётной книжки. В этих случаях вариант определяется по сумме двух последних цифр зачётной книжки (см. таблицу 4).

Таблица 4 – Данные для выбора вариантов заданий к работе

|  |  |
| --- | --- |
| *Шифр**2- последние цифры зачётной книжки* | *Темы работ* |
| *Вариант* |
| 00;01; | 1 |
| 02;20;19 | 2 |
| 03;21,30 | 3 |
| 04;22;31;40 | 4 |
| 05;23;32;41;50 | 5 |
| 06;24;33;42;51;60 | 6 |
| 07;25;34;43;52;61;70 | 7 |
| 08;26;35;44;53;62;71;80 | 8 |
| 09;27;36;45;54;63;72;81;90 | 9 |
| 10;19;28;37;46;55;64;73;82 | 10 |
| 11;29;38;47;56;65;74;83;92 | 11 |
| 12;39;48;57;66;75;84;93 | 12 |
| 13;49;58;67;76;85;94 | 13 |
| 14;59;68;77;86;95 | 14 |
| 15;69;78;87;96 | 15 |
| 16;79;88;97 | 16 |
| 17;89;98 | 17 |
| 18;99 | 18 |

Таблица 5. Варианты работ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *Вариант* | Блок, мм набор 1 | Блок, мм набор 1 | Блок, мм набор 2 | Блок, мм набор 2 |
| *1* | 38,235 | 24,75 | 43,435 | 22,65 |
| *2* | 23,545 | 27,35 | 42,65 | 33,75 |
| *3* | 42,55 | 34,85 | 42,385 | 25,75 |
| *4* | 52,655 | 32,505 | 25,375 | 33,45 |
| *5* | 15,455 | 32,75 | 44,655 | 28,75 |
| *6* | 24,75 | 23,545 | 38,235 | 43,435 |
| *7* | 27,35 | 42,55 | 52,655 | 15,455 |
| *8* | 34,85 | 52,655 | 15,455 | 24,75 |
| *9* | 32,505 | 15,455 | 27,35 | 52,655 |
| *10* | 38,235 | 42,55 | 34,85 | 27,35 |
| *11* | 43,435 | 24,75 | 38,235 | 32,505 |
| *12* | 25,375 | 52,655 | 42,55 | 15,455 |
| *13* | 22,65 | 38,235 | 24,75 | 34,85 |
| *14* | 52,655 | 23,545 | 27,35 | 24,75 |
| *15* | 42,55 | 15,455 | 32,505 | 23,545 |
| *16* | 44,655 | 27,35 | 52,655 | 15,455 |
| *17* | 15,455 | 24,75 | 38,235 | 42,55 |
| *18* | 33,75 | 23,545 | 15,455 | 52,655 |

Для обучающихся дистанционно выбрать концевые меры из рисунка 1согласно таблицы состава наборов 1 или 2 и составить блоки и выполнить расчеты отклонений.

Состав наборов:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ набора** | **Размер плитки (мм)** | **Градация (мм)** | **Кол-во в наборе (шт)** |
| **Набор 1** **(из 83 мер)класс мер 2** | 0,5 |   | 1 |
| 1,005 |   | 1 |
| от 1,0 до 1,5 (включит.) | 0,01 | 51 |
| от 1,6 до 2 | 0,1 | 5 |
| от 2,5 до 10 | 0,5 | 16 |
| от 20 до 100 | 10 | 9 |
| **Набор 2 (из 112 мер)****Класс мер 1** | 0,5 |   | 1 |
| 1,005 |   | 1 |
| от 1,0 до 1,5 (включит.) | 0,01 | 51 |
| от 1,6 до 2 | 0,1 | 5 |
| от 2,5 до 25 | 0,5 | 46 |
| от 30 до 100 | 10 | 8 |

# Лабораторная работа 3

**Посадки гладких цилиндрических соединений**

Цель работы

Теоретическая (2 часа):

—система посадок в машиностроении;

—методы выбора посадок

Практическая (2 часа):

—расчет посадок;

—определение размера зазоров и натягов в посадках.

Время проведения работы в целом –4 часа.

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.

Посадки с зазором

Особенности посадок

В сопряжении образуются зазоры. На (рис. 1.) 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 квалитетах.

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.

В зависимости от применения посадок производятся и соответствующие расчеты, например, при­меняя посадку *H/h* как центрирующую, рекомендуется определить прежде всего наибольшую величину эксцентриситета. В тех случаях, когда рабочая температура для

деталей соединения существенно отличается от нормальной, расчет посадки рекомендуется производить исходя из температурных деформаций сопрягаемых деталей.



Рисунок 1- Посадки с зазором

Посадки переходные

Особенности посадок

 В сопряжении могут получаться как зазоры, так и натяги. На (рис. 2) приведена в сокращении схема расположения полей допусков переходных посадок в системе отверстия для раз­меров до 500 *мм*.



Рисунок 2- Посадки переходные

Применяются только в точных квалитетах — 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.

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 (только для тонкостенных втулок) и наибольшего уси­лия сборки при наибольшем натяге посадки.

Посадки с натягом

Особенности посадок

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*.



Рисунок 3- Посадки с натягом

Посадки применяются только в точных квалитетах.

Они используются для передачи крутящих моментов и осевых сил без дополнительного крепления, 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.

Размерные цепи отражают объективные размерные связи в кон­струкции машины, в технологических процессах изготовления ее деталей и сборки, при измерении.

Эти связи возникают из принципа инверсии и основываются на существовании преемственности между тремя последовательными процессами: изготовления, контроля, эксплуатации.

Свойства и закономерности размерных цепей отражаются систе­мой понятий и аналитическими зависимостями, позволяющими моделировать их и обеспечивать экономически оптимальную точ­ность по стадиям жизненного цикла.

2 ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Расчет посадок гладких цилиндрических соединений

 Для выполнения работы необходимо:

выбрать подвижную посадку по заданным функциональным зазорам;

 выбрать неподвижную посадку по заданным функциональным натягам;

 вычертить схемы расположения полей допусков для выбранных посадок с указанием: *ES, El, es, ei, Smax, Smin, Nmax, Nmin Sm, Nm*;

вычертить схемы полей допусков для заданных переходных посадок с указанием: *ES, El, es, ei, Smax, Smin, Nmax, Nmin Sm, Nm*;

вычертить с помощью системы Компас график отверстие, вал, сборку и проставить выбранные посад­ки, а также поля допусков на чертежах, ;

 для каждой из рассмотренных посадок дать ориентировочно об­ласть применения.

Примеры обозначения на чертеже полей допусков и схемы их построения для отверстия и вала (рисунок 4). Указаны формулы для расчета зазоров и натягов в соединениях.



Рисунок 4-Рисунки и схема расчета посадок.

Пример выполнения задания



Варианты задач работы выбираются по двум последним цифрам номера зачётной книжки (см. таблицу 1).

Таблица 1 – Данные для выбора вариантов заданий к работе

|  |  |
| --- | --- |
| *Шифр**2- последние цифры зачётной книжки* | *Темы работ* |
| *Вариант* |
| 00;01; | 1 |
| 02;20;19 | 2 |
| 03;21,30 | 3 |
| 04;22;31;40 | 4 |
| 05;23;32;41;50 | 5 |
| 06;24;33;42;51;60 | 6 |
| 07;25;34;43;52;61;70 | 7 |
| 08;26;35;44;53;62;71;80 | 8 |
| 09;27;36;45;54;63;72;81;90 | 9 |
| 10;19;28;37;46;55;64;73;82 | 10 |
| 11;29;38;47;56;65;74;83;92 | 11 |
| 12;39;48;57;66;75;84;93 | 12 |
| 13;49;58;67;76;85;94 | 13 |
| 14;59;68;77;86;95 | 14 |
| 15;69;78;87;96 | 15 |
| 16;79;88;97 | 16 |
| 17;89;98 | 17 |
| 18;99 | 18 |

Исходные данные для задачи

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номер варианта | Диаметр сопряжения, мм | Заданные посадки |
| 1 | 5 | H7/c8, H6js6, P7/h6 |
| 2 | 10 | H7/e8, H7/js6, R7/h6 |
| 3 | 15 | H8/d9, K7/h6, H7/s6 |
| 4 | 20 | F8/h8, Js7/h6, H7/r6 |
| 5 | 25 | H7/g6, M7/h6, H7/p6 |
| 6 | 30 | H8/h8, N7/h6 S7/h6 |
| 7 | 35 | H9/f9, H8/k7, T7/h6 |
| 8 | 45 | H8/e8, H7/n6, U8/h7 |
| 9 | 55 | H7/e7, H8/js7, H8/u8 |
| 10 | 70 | E9/h8, H8/m7, H7/t6 |
| 11 | 85 | H7/f7, H8/n7, S7/h6 |
| 12 | 95 | H7/h6, Js8/h7, H8/s7 |
| 13 | 100 | H8/h7, K8/h7, U8/h7 |
| 14 | 110 | D10/h10, M8/h7, H7/r6 |
| 15 | 125 | H8/e9, N8/h7, H8/s7 |
| 16 | 150 | H9/h9, Js8/h7, R7/h6 |
| 17 | 170 | D9/h9, H8/k7, H8/u8 |
| 18 | 180 | H9/e9, H8/j7, H7/r6 |

**Приложение 1.**Поля допусков отверстий.

+40

-40

+20

-20

0

*Квалитеты*

*5 и 6*

|  |  |
| --- | --- |
| Интервалразмеров,мм | Поля допусков |
| G5 | H5 | Js5 | K5 | M5 | N5 | G6 | H6 | Js 6 | K6 | M6 | N6 | P6 |
| Предельные отклонения, мкм |
| От 1 до 3 | +6+2 | +40 | +2-2 | 0-4 | -2-6 | -4-8 | +8+2 | +60 | +3-3 | 0-6 | -2-8 | -4-10 | -6-12 |
| Свыше 3 до 6 | +9+4 | +50 | +2,5-2,5 | 0-5 | -3-8 | -7-12 | +12+4 | +80 | +4-4 | +2-6 | -1-9 | -5-13 | -9-17 |
| Свыше 6 до10 | +11+5 | +60 | +3-3 | +1-5 | -4-10 | -8-14 | +14+5 | +90 | +4,5-4,5 | +2-7 | -3-12 | -7-16 | -12-21 |
| Свыше 10 до 14 | +14+5 | +80 | +4-4 | +2-6 | -4-12 | -9-17 | +17+6 | +110 | +5,5-5,5 | +2-9 | -4-15 | -9-20 | -15-26 |
| Свыше 14 до18 |
| Свыше 18 до 24 | +16+7 | +90 | +4,5-4,5 | +1-8 | -5-14 | -12-21 | +20+7 | +130 | +6,5-6,5 | +2-11 | -4-17 | -11-24 | -18-31 |
| Свыше 24 до 30 |
| Свыше 30 до 40 | +20+9 | +110 | +5,5-5,5 | +2-9 | -5-16 | -13-24 | +25+9 | +160 | +8-8 | +3-13 | -4-20 | -12-28 | -21-37 |
| Свыше 40 до 50 |
| Свыше 50 до 65 | +23+10 | +130 | +6,5-6,5 | +3-10 | -6-19 | -15-28 | +29+10 | +190 | +9,5-9,5 | +4-15 | -5-24 | -14-33 | -26-45 |
| Свыше 65 до 80 |
| Свыше 80 до 100 | +27+12 | +150 | +7,5-7,5 | +2-13 | -8-23 | -18-33 | +34+12 | +220 | +11-11 | +4-18 | -6-28 | -16-38 | -30-52 |
| Свыше 100 до 120 |
| Свыше 120 до 140 | +32+14 | +180 | +9-9 | +3-15 | -9-27 | -21-39 | +39+14 | +250 | +12,5-12,5 | +4-21 | -8-33 | -20-45 | -36-61 |
| Свыше 140 до 160 |
| Свыше 160 до 180 |
| Свыше 180 до 200 | +35+15 | +200 | +10-10 | +2-18 | -11-31 | -25-45 | +44+15 | +290 | +14,5-14,5 | +5-24 | -8-37 | -22-51 | -41-70 |
| Свыше 200 до 225 |
| Свыше 225 до 250 |
| Свыше 250 до 280 | +40+17 | +230 | +11,5-11,5 | +3-20 | -13-36 | -27-50 | +49+17 | +320 | +16-16 | +5-27 | -9-41 | -25-57 | -47-79 |
| Свыше 280 до 315 |
| Свыше 355 до 400 |
| Свыше 400 до 450 | +47+20 | +270 | +13,5-13,5 | +2-25 | -16-43 | -33-60 | +60+20 | +400 | +20-20 | +8-32 | -10-50 | -27-67 | -55-95 |
| Свыше 450 до 500 |

**Приложение 2.**Поля допусков отверстий.

Квалитет 7

*мкм*

-60

-30

0

+30

+60

|  |  |
| --- | --- |
| Интервал размеров, мм | Поля допусков |
| F7 | G7 | H7 | Js7 | К7 | M7 | N7 | P7 | R7 | S7 | T7 |
| Предельные отклонения, мкм |
| От 1до З | +16 +6 | + 12 +2 | 0+10 | +5-5 | 0-10 | -2 -12 | -4 -14 | -6-16 | -10 -20 | -14 -24 | — |
| Свыше 3 до 6 | +22+10 | +120 | +120 | +6-6 | +3-9 | 0-15 | -4-15 | -8-20 | -11-23 | -15-27 | — |
| Свыше 6 до 10 | +28+13 | +20+5 | +150 | +7-7 | +5-10 | 0-15 | -4-19 | -9-24 | -13-28 | -17-32 | — |
| Свыше10 до 14 | +34+16 | +24+6 | +180 | +9 -9 | + 6-12 | 0 -18 | -5-23 | -11-29 | -16-34 | -21-39 | — |
| Свыше 14 до 18 |
| Свыше I8 до 24 | +41+20 | +28+7 | +210 | +10-10 | +6-15 | 0-21 | -7-28 | -14-35 | -20-41 | -27-48 | — |
| Свыше 24 до 30 | -33-54 |
| Свыше 30 до 40 | +50 +25 | +34+9 | +250 | +12-12 | +7-18 | 0 -25 | -8-53 | -17 -42 | -25-50 | -34-59 | -39-64 |
| Свыше 40 до 50 | -45-70 |
| Свыше 50 до 65 | +50 +30 | +40 +10 | +30 0 | +15 -15 | + 9 -21 | 0 -30 | -9-39 | -21-51 | -30 -60 | -42 -72 | -55 -85 |
| Свыше 65 до 80 | -32 -62. | -48 -78 | -64-94 |
| Свыше 80 до 100 | +71+36 | +47+42 | +35 0 | +17-17 | +10-25 | 0-35 | -10-45 | -24-59 | -38-73 | -58-93 | -78-113 |
| Свыше 100 до 120 | -41-76 | -65-101 | -91-126 |
| Свыше 120 до 140 | +83+43 | +54+14 | +400 | +20.-20 | +12 -28 | 0 -40 | -12-52 | -28-68 | -48 -88 | -77 -117 | -107-147 |
| Свыше 140 до 160 | -50 -90 | -85-125 | -119 -159 |
| Свыше 160 до 180 | -53-93 | -93-133 | -131-171 |
| Свыше 180 до 200 | +96+50 | +61+15 | +460 | +23 -23 | +13-33 | 0-46 | -14-60 | -33-79 | -60-106 | -105 -151 | -149-195 |
| Свыше 200 до 225 | -63-109 | -113-159 | -163 -209 |
| Свыше 225 до 250 | -67 -113 | -123-163 | -179 -225 |
| Свыше 250 до 280 | +108 +56 | +69 +17 | +520 | +26 -26 | +16-36 | 0 -52 | -14-66 | -36-88 | -74 -126 | -138-190Л | -198 -250 |
| Свыше 280 до 315 | -78 -130 | -150-202 | -220-272 |
| Свыше 355 до 400 | -93-150 | -187-244 | -273-330 |
| Свыше 400 до 450 | +131 +68 | +83+20 | +63 0 | +31-31 | +18 -45 | 0 -63 | -17-80 | -45 -108 | -103-166 | -209-272 | -307-370 |
| Свыше 450 до 500 | -109 -172 | -229 -292 | -337-400 |

**Приложение 3.**Поля допусков отверстий

квалитеты 8 и 9

+100

-100

0

|  |  |
| --- | --- |
| Интервалразмеров, мм | Поля допусков |
| D8 | E8 | F8 | H8 | Js8 | K8 | M8 | N8 | U8 | D9 | E9 | F9 | H9 | Js9x |
| Предельные отклонения, мкм |
| От 1 до 3 | +34+20 | +28+14 | +20+6 | +140 | +7-7 | 0-14 | \_ | -4-18 | -18-32 | +45+20 | +39+14 | +31+6 | +250 | +12-12 |
| Свыше 3 до 6 | +48+30 | +38+20 | +28+10 | +180 | +9-9 | +5-13 | +2-16 | -2-20 | -23-41 | +60+30 | +50+20 | +40+10 | +300 | +15-15 |
| Свыше 6 до 10 | +62+40 | +47+25 | +35+13 | +220 | +11-11 | +6-16 | +1-21 | -3-25 | -28-50 | +76+40 | +61+25 | +49+13 | +360 | +18-18 |
| Свыше 10 до 14 | +77+50 | +59+32 | +43+16 | +270 | +13-13 | +8-19 | +2-25 | -3-30 | -33-60 | +93+50 | +75+32 | +59+16 | +430 | +21-21 |
| Свыше 14 до 18 |
| Свыше 18 до 24 | +98+65 | +73+40 | +53+20 | +330 | +16-16 | +10-23 | +4-29 | -3-36 | -41-74 | +117+65 | +92+40 | +72+20 | +520 | +26-26 |
| Свыше 24 до 30 | -48-81 |
| Свыше 30 до 40 | +119+80 | +89+50 | +64+25 | +390 | +19-19 | +12-27 | +5-34 | -3-42 | -60-99 | +142+80 | +112+50 | +87+25 | +620 | +31-31 |
| Свыше 40 до 50 | -70-109 |
| Свыше 50 до 65 | +146+100 | +106+60 | +76+30 | +460 | +23-23 | +14-32 | +5-41 | -4-50 | -87-133 | +174+100 | +134+60 | +104+30 | +740 | +37-37 |
| Свыше 65 до 80 | -102-148 |
| Свыше 80 до100 | +174+120 | +126+72 | +90+36 | +540 | +27-27 | +15-38 | +6-43 | -4-58 | -124-178 | +207+120 | +159+72 | +123+36 | +870 | +43-43 |
| Свыше 100 до 120 | -144-198 |
| Свыше 120 до140 | +208+145 | +148+85 | +106+43 | +630 | +31-31 | +20-43 | +8-55 | -4-67 | -170-233 | +245+145 | +185+85 | +143+43 | +1000 | +50-50 |
| Свыше 140 до 160 | -190-253 |
| Свыше 160 до 180 | -210-273 |
| Свыше 180 до 200 | +242+170 | +172+100 | +122+50 | +720 | +36-36 | +22-50 | +9-63 | -5-77 | -236-308 | +285+170 | +215+100 | +165+50 | +1150 | +57-57 |
| Свыше 200 до 225 | -258-330 |
| Свыше 225 до 250 | -284-356 |
| Свыше 250 до 280 | +271+190 | +191+110 | +137 +56 | +810 | +40-40 | +25-56 | +9-72 | -5-86 | -315-396 | +320+190 | +240+110 | +186+56 | +1300 | +65-65 |
| Свыше 280 до 315 | -350-431 |
| Свыше 355 до 400 | -435-524 |
| Свыше 400 до 450 | +327+230 | +232+135 | +165+68 | +970 | +48-48 | +29-68 | +11-86 | -6-103 | -490-587 | +385+230 | +290+135 | +223+68 | +1550 | +77-77 |
| Свыше 450 до 500 | -540-637 |

# **Приложение 4.** **Поля допусков вала**

0

Квалитет 6

+60

+30

-60

-30

|  |  |
| --- | --- |
| Интервалразмеров,мм | *Поля допусков* |
| f6 | g6 | h6 | js6 | k6 | m6 | n6 | p6 | r 6 | s6 | t6 |
| *Предельные отклонения, мкм* |
| От 1 до 3 | -6-12 | -2-8 | 0-6 | +3,0-3,0 | +60 | +8+2 | +10+4 | +12+6 | +16+10 | +20+14 | \_\_ |
| Свыше 3 до 6 | -10-18 | -4-18 | 0-8 | +4,0-4,0 | +9+1 | +12+4 | +16+9 | +20+12 | +23+15 | +27+19 | \_\_ |
| Свыше 6 до10 | -13-22 | -5-14 | 0-9 | +4,5-4,5 | +10+1 | +15+6 | +19+10 | +24+15 | +28+19 | +32+23 | \_\_ |
| Свыше 10 до 14 | -16-27 | -6-17 | 0-11 | +5,5-5,5 | +12+1 | +18+7 | +23+12 | +29+18 | +34+23 | +39+28 | \_\_ |
| Свыше 14 до18 |
| Свыше 18 до 24 | -20-33 | -7-20 | 0-13 | +6,5-6,5 | +15+2 | +21+8 | +28+15 | +35+22 | +41+28 | +48+25 | \_\_ |
| Свыше 24 до 30 | +54+41 |
| Свыше 30 до 40 | -25-41 | -9-25 | 0-16 | +8,0-8,0 | +18+2 | +25+9 | +33+17 | +42+26 | +50+34 | +59+43 | +64+48 |
| Свыше 40 до 50 | +70+54 |
| Свыше 50 до 65 | -30-49 | -10-29 | 0-19 | +9,5-9,5 | +21+2 | +30+11 | +39+20 | +51+32 | +60+41 | +72+53 | +85+66 |
| Свыше 65 до 80 | +62+43 | +78+59 | +94+75 |
| Свыше 80 до 100 | -36-58 | -12-34 | 0-22 | +11-11 | +25+3 | +35+13 | +45+23 | +59+37 | +73+51 | +93+71 | +113+91 |
| Свыше 100 до 120 | +76+54 | +101+79 | +126+104 |
| Свыше 120 до 140 | -43-68 | -14-39 | 0-25 | +12,5-12,5 | +28+3 | +40+15 | +52+27 | +68+43 | +88+63 | +117+92 | +147+122 |
| Свыше 140 до 160 | +93+65 | +125+100 | +159+134 |
| Свыше 160 до 180 | +93+68 | +133+108 | +171+146 |
| Свыше 180 до 200 | -50-79 | -15-44 | 0-29 | +14,5-14,5 | +33+4 | +46+17 | +60+31 | +79+50 | +106+77 | +151+122 | +195+166 |
| Свыше 200 до 225 | +109+80 | +159+130 | +209+180 |
| Свыше 225 до 250 | +113+84 | +169+140 | +225+196 |
| Свыше 250 до 280 | -56-88 | -17-49 | 0-32 | +16-16 | +36+4 | +52+20 | +66+34 | +88+56 | +126+94 | +190+158 | +250+218 |
| Свыше 280 до 315 | +130+98 | +202+17 | +272+240 |
| Свыше 315 до 355 | -62-98 | -18-54 | 0-36 | +18-18 | +40+4 | +57+21 | +73+37 | +98+62 | +144+108 | +226+190 | +304+268 |
| Свыше 400 до 450 | -68-108 | -20-60 | 0-40 | +20-20 | +45+5 | +63+23 | +80+40 | +108+58 | +166+126 | +272+232 | +370+330 |
| Свыше 450 до 500 | +172+132 | +292+252 | +400+360 |

# **Приложение 5.**

-100

+100

-50

+50

0

 Квалитет 7

*мкм*

|  |  |
| --- | --- |
| Интервал размеров, мм | Поля допусков |
| e7 | f7 | h7 | js7 | k7 | m7 | n7 | s7 | u7 |
| Предельные отклонения, мкм |
| от 1 до 3 | -14-24 | -6-16 | 0-10 | +5-5 | +100 | \_ | +14+4 | +24+14 | +28+18 |
| свыше 3 до 6 | -20-32 | -10-22 | 0-12 | +6-6 | +13+1 | +16+4 | +20+8 | +31+19 | +35+23 |
| свыше 6 до 10 | -25-40 | -13-28 | 0-15 | +7-7 | +16+1 | +21+6 | +25+10 | +38+23 | +43+28 |
| свыше 10 до 14 | -32-50 | -16-34 | 0-18 | +9-9 | +19+1 | +25+7 | +30+12 | +45+28 | +51+33 |
| свыше 14 до 18 |
| свыше 18 до 24` | -40-61 | -20-41 | 0-21 | +10-10 | +23+2 | +29+8 | +35+15 | +56+35 | +62+41 |
| свыше 24 до 30 | +69+48 |
| свыше 30 до 40 | -50-75 | -25-50 | 0-25 | +12-12 | +27+2 | +34+9 | +42+17 | +68+43 | +85+60 |
| свыше 40 до 50 | +95+70 |
| свыше 50 до 65 | -60-90 | -30-60 | 0-30 | +15-15 | +32+2 | +41+11 | +50+20 | +83+53 | +117+87 |
| свыше 65 до 80 | +89+59 | +132+102 |
| свыше 80 до 100 | -72-107 | -36-71 | 0-35 | +17-17 | +38+3 | +48+13 | +58+23 | +106+71 | +159+124 |
| свыше 100 до 120 | +114+79 | +179+144 |
| свыше 120 до 140 | -85-125 | -43-83 | 0-40 | +20-20 | +43+3 | +55+15 | +67+27 | +132+92 | +210+170 |
| свыше 140 до 160 | +140+100 | +230+190 |
| свыше 160 до 180 | +148+108 | +250+210 |
| свыше 180 до 200 | -100-146 | -50-96 | 0-46 | +23-23 | +50+4 | +63+17 | +77+31 | +168+122 | +282+236 |
| свыше 200 до 225 | +176+130 | +304+258 |
| свыше 225 до 250 | 186+140 | +330+284 |
| свыше 250 до 280 | -110-152 | -56-108 | 0-52 | +26-26 | +56+4 | +72+20 | +86+34 | +210+158 | +367+315 |
| свыше 280 до 315 | +222+170 | +402+350 |
| свыше 315 до 355 | -125-182 | -62-119 | 0-57 | +28-28 | +61+4 | +78+21 | +94+37 | +247+190 | +447+390 |
| свыше 400 до 450 | -135-198 | -68-131 | 0-63 | +31-31 | +68+5 | +86+23 | +103+40 | +295+232 | +553+490 |
| свыше 450 до 500 | +315+252 | +603+540 |

Приложение 6 Поля допусков вала

Квалитеты 8 и 9

*мкм*

*+200*

*+100*

*0*

*-100*

*-200*

|  |  |
| --- | --- |
| *Интервал размеров,* *мм* | *Поля допусков* |
| *c8* | *d8*  | *e8* | *f8* | *h8* | *Js8x* | *u8* | *x8* | *r8* | *d9* | *e9* | *f9* |  *h9*  | *Js9x* |
| *Предельные отклонения, мкм* |
| *От 1 до 3* | *-60* *-74* | *-20**-34* | *-14* *-28* | *-5**-20* | *0**-14* | *+7**-7* | *+32 +18* | *+34* *+20* | *+40* *+26* | *-20*  *-45* | *-14**-39* | *-6* *-31* | *0**-25* | *+12* *-12* |
| *Свыше 3 до 6* | *-70* *-88* | *-30* *-48* | *-20**-38* | *-10**-28* | *0**-18* | *+9**-9* | *+41* *+23* | *+46* *+28* | *+53**+35* | *-30* *-60* | *-20**-50* | *-10**-40* | *0**-30* | *+15* *-15* |
| *Свыше 6 до 10* | *-80* *-102* | *-40* *-62* | *-25* *-47* | *-13**-35* | *0**-22* | *+11**-11* | *+50* *+28* | *+56 +34* | *+64* *+42* | *-40* *-76* | *-25* *-61* | *-13* *-49* | *0* *-36* | *+18* *-18* |
| *Свыше 10 до 14* | *-95**-122* | *-60**-77* | *-32**-59* | *-16**-43* | *0**-27* | *+13* *-13* | *+60 +33* | *+67**+40* | *+77**+50* | *-50**-93* | *-32* *-75* | *-16**-59* | *0* *-43* | *+21* *-21* |
| *Свыше 14 до 18* | *+72 +45* | *+87 +60* |
| *Свыше 18 до 24* | *-110**-143* | *-65**-98* | *-40**-73* | *-20**-53* | *0**-33* | *+16**-16* | *+ 74 + 41* | *+87 +54* | *+106 +73* | *-65**-117* | *-40* *-92* | *-20* *-72* | *0* *-52* | *+26* *-26* |
| *Свыше 24 до 30* | *+ 81 + 48* | *+ 97**+ 64* | *+121 +88* |
| *Свыше 30 до 40* | *-120**-159* | *-80**-119* | *-50**-89* | *-25* *-64* | *0**-39* | *+19**-19* | *+99**+60* | *+119**+80* | *+151**+112* | *-80* *-142* | *-50* *-112* | *-25* *-87* | *0* *-62* | *+31* *-31* |
| *Свыше 40 до 50* | *-130**-169* | *+109**+70* | *+136**+97* | *+175 +136* |
| *Свыше 50 до 65* | *-140**-186* | *-100**-146* | *-60* *-106* | *-30**-76* | *0* *-46* | *+23**-23* | *+133**+ 87* | *+168 +122* | *+118**+172* | *-100* *-174* | *-60* *-134* | *-30**-104* | *0* *-74* | *+37**-37* |
| *Свыше 65 до 80* | *-150**-196* | *+148**+ 102 j* | *+192**+146* | *+256 +210* |
| *Свыше 80 до 100* | *-170 -224* | *-120**-174* | *-72**-126* | *-36**-90* | *0* *-64* | *+27**-27* | *+178 +124 ¥124,* | *+232 +178* | *+312 +258* | *-120**-207* | *-72**-159\* | *-36* *-123* | *0* *-87* | *+43* *-43* |
| *Свыше 100 до 120* | *-180 -234* | *+198**+144* | *+264 +210* | *+364 +310* |
| *Свыше 120 до 140* | *-200 -263* | *-145* *-208* | *-85**-140* | *-43* *-106* | *0* *-63* | *+31* *-31* | *+ 233**+ 170* | *+31l +248* | *+428 +365* | *-145* *-245* | *-85* *-186* | *-43**-143* | *0**-100* | *+50* *-50* |
| *Свыше 140 до 160* | *-210 -273* | *+253 +190* | *+343 +280* | *+478 +415* |
| *Свыше 160до 180* | *-250 -193* | *+273**+210* | *+373 +310* | *+528**+465* |
| *Свыше 180 до 200* | *-240 -312* | *-170**-242* | *-100* *-172* | *-50* *-122* | *0**-72* | *+36* *-36* | *+308 +236* | *+422 +350* | *+592**+520* | *-170**-285* | *-100* *-215* | *-50* *-165* | *0* *-115* | *+57* *-57* |
| *Свыше 200 до 225* | *-260 -332* | *+330 +258* | *+ 457 +385* | *+647 +575* |
| *Свыше 225 до 250* | *-280 -352* | *+356**+284* | *+ 497**+ 425* | *+712 +640* |
| *Свыше 250 до 280* | *-300 -381* | *-190 -271* | *-110* *-191* | *-66* *-137* | *0* *-81* | *+40* *-40* | *+396 +315* | *+556 +475* | *+ 791 + 710* | *-190* *-320* | *-110**-240* | *-56**-186* | *0* *-130* | *+65* *-65* |
| *Свыше 280 до 315* | *-330 -411* | *+431 +350* | *+606 +525* | *+871**+790* |
| *Свыше 355 до 400* | *-400 -489* | *+524 +435* | *+749 +660* | *+1089 +1000* |
| *Свыше 450 до 500* | *-400 -677* | *+637 +540* | *+ 917 +820* | *+1347 +1250* |

**ВАРИАН 13**