

Детали машин и их отдельные элементы изготавливаются с различной степенью точности, в зависимости от назначения и характера соединения сопрягаемых поверхностей. В отечественном машиностроении приняты десять классов точности: 1-й, 2-й, 2а, 3-й, 3а, 4-й, 5-й, 7-й, 8-й и 9-й. 1-й класс является (по точности) высшим.

Наибольшее распространение в машиностроении имеют 2-й, 3-й и 4-й классы. Чем выше принят класс точности, тем выше стоимость изготовляемой детали. Правильно выбранным классом точности следует считать наиболее грубый класс, обеспечивающий надёжную работу соединения.

1-й класс точности. 1-й класс точности применяется для особенно точных однородных посадок. Основным методом окончательной обработки поверхностей: очень точная шлифовка для валов, многократное развёртывание для отверстий, притирка и прочие доводочные операции.

В общем машиностроении 1-й класс точности применяется редко. Он находит применение при изготовлении шарикоподшипников и редко при их посадке на вал или в корпус, в некоторых специальных деталях пневматических машин, в соединениях точных измерительных приборов и механизмов.

2-й класс точности. 2-й класс точности применяется для изготовления важных и ответственных сопряжений, требующих однородности и взаимозаменяемости.

Основным видом изготовления: а) для валов—шлифование или тщательная обточка, б) для отверстий—шлифование или тщательная расточка, чистое развёртывание.

2-й класс точности одновременно с 3-м, 4-м, 5-м классами в основном применяется: в станкостроении, авто-и тракторостроении, электро-торостроении, общем машиностроении, производстве пневматических машин и др. В общем машиностроении посадки 2-го класса являются наиболее распространёнными.

2-й класс точности охватывает все указанные ранее виды посадок как для неподвижных, так и подвижных соединений. Рассмотрим эти посадки.

Горячая посадка (Гр) применяется при необходимости получения прочного неподвижного соединения деталей, подверженных действию ударных или переменных нагрузок, или испытывающих в эксплуатации термические деформации, например: посадка бандажей на железно-рожные колёса, маховых колёс на шейки валов, венца червячного колеса на обод и т. п. При горячих посадках натяг сопрягаемых деталей уничтожается при сборке путём нагрева детали, имеющей отверстие, или путём охлаждения вала. Горячая посадка обеспечивает неподвижность и прочность деталей в соединении исключительно за счёт натяга.

Прессовая посадка (Пр) применяется в случаях необходимости менее прочного и, следовательно, менее надёжного неподвижного соединения, с меньшим натягом, чем при горячей посадке. Прессовая посадка может быть получена под прессом без нагрева. Эта посадка применяется при соединении, например, венца зубчатого колеса со ступицей, при посадке глухих втулок в корпуса подшипников, при посадке втулок в головки шатунов и т. д. В этих соединениях прочность прессового соединения достигается также за счёт натяга.

Легкопрессовая посадка (Пл) обеспечивает неподвижность соединения, но без особой гарантии, и применяется чаще всего там, где прессовую посадку из-за слабости деталей применить нельзя, например при соединении тонкостенных втулок подшипников, у которых не может быть обеспечен значительный натяг. Запрессовка таких деталей происходит при небольших усилиях с помощью лёгкого пресса.

Глухая посадка (Г), в отличие от предыдущих—Гр, Пр, Пл, может иметь теоретически до 9% соединений с зазорами; она применяется с обязательным подбором деталей, обеспечивающим средний натяг соединения. При применении глухих посадок необходимо вводить дополнительное крепление соединённых деталей.

Применяется эта посадка там, где требуется иметь возможность разборки соединения,

например: для посадки ведущих шкивов, зубчатых колёс, соединительных муфт валов, вкладышей в подшипники и т. д. и где в то же время между соединёнными деталями должен существовать известный натяг.

Тугая посадка (Т) теоретически может иметь до 32% соединений с зазорами. При этой посадке обязательно предохранение деталей от смещения. Применяется она в соединениях таких деталей, которые требуют периодической замены, например: при соединении зубчатых колёс с валиками в коробках скоростей станков, шкивов, распределительных кулачков, при посадке шарикоподшипников и т. п.

Напряжённая посадка (Н) теоретически может иметь до 60% соединений с зазором и требует для неподвижности установки применения шпонок, винтов и т. п. Применяется она при посадке маховиков и шкивов на валах, при посадке шарикоподшипников, сальников втулок и т. д.

Плотная посадка (П) теоретически может дать до 92% соединений с зазором. Соединение производится от руки или деревянным молотком. Применяется в соединениях неподвижных осей в опорах, в соединениях сменных шестерён в станках, в соединениях маховичков с валиками и т. д. Применение предохранительных деталей от смещения обязательно.

Скользкая посадка (С) применяется как основная при соединении деталей без натягов и допускает при смазке продольное перемещение деталей от руки, например: переключающиеся зубчатые колёса на валиках коробки скоростей в станках, в редукторах, фрезы на оправках пиноли в колонках радиально-сверлильных станков, центрирующие фланцы и выступы в переходных элементах и др.

Посадка движения (Д) имеет незначительный гарантированный зазор в соединении. Применяется для соединения медленно вращающихся или перемещающихся одна относительно другой деталей с минимальным зазором, например: для соединения пальца с шатуном, в передвижных и вращающихся шестернях станков, в шпинделях и делительных головках и т. д.

Ходовая посадка (Х) имеет значительный гарантированный зазор. Применяется

ходовая посадка для соединения деталей, вращающихся с умеренным числом оборотов, и там, где требуется наличие гарантированного зазора для слоя масла, например: в соединении подшипников со шпинделями токарных, фрезерных, сверлильных станков, в подшипниках валов, распределительных валиков и т. п.

Легкоходовая посадка (Л) имеет удвоенный наименьший зазор, по сравнению с зазором при ходовой посадке, и увеличенный допуск основной детали. Применяется для соединений, где вал вращается с большой скоростью, или для валов, работающих в длинных подшипниках, например: для подшипников валов турбогенераторов, в коренных подшипниках и подшипниках распределительных валиков двигателей внутреннего сгорания, в коренных подшипниках компрессоров, подшипниках ходовых валиков супортов станков, подшипниках многоопорных валов и др.

Широкоходовая посадка (Ш)—это посадка наибольших зазоров. Применяется в соединениях подшипников с валами у точных многооборотных трансмиссий, в соединениях многооборотных холостых шкивов и т. д.

3-й класс точности. Основной метод изготовления деталей: расточка, обточка и развёртывание. 3-й класс точности довольно часто применяется в комбинации со 2-м и 4-м классами.

Основное отличие этого класса заключается в значительно больших допусках отверстия и вала, по сравнению со вторым классом.

Наибольшее распространение посадки 3-го класса имеют в тяжёлом машиностроении:—при изготовлении паровых машин, в дизеле- и паро-возостроении, в оружейном деле, текстильном и сельскохозяйственном машиностроении. 3-й класс имеет кроме скользящей C_3 и подвижных H_3 , $Ш_3$ три прессовые посадки $ПР1_3$, $ПР2_3$, $ПР3_3$. Прессовые посадки 3-го класса применяются там, где большие натяги не вызывают опасности для прочности деталей, а выполнение соединения по посадкам 2-го класса не вызывается необходимостью или такая точность трудно достигается.

Сборку соединений по посадкам $ПР1_3$, $ПР2_3$, $ПР3_3$ предпочтительно производить методом подбора деталей.

4-й класс точности. Основным методом изготовления деталей — механическая обработка резцом, волочение или прокатка.

Основное распространение 4-й класс имеет в сельскохозяйственном машиностроении, паровозо- и вагоностроении.

Прессовая посадка ($ПР_4$) 4-го класса разработана специально для паровозо- и вагоностроения, причём по допускам 4-го класса выполняется отверстие, а вал изготавливается по 3-му классу.

Посадки C_4 , X_4 , L_4 , $Ш_4$ применяются для грубых подвижных соединений с большим зазором.

5-й класс точности. Применяется в тех же областях промышленности, что и 4-й класс, и имеет две посадки: C_5 и X_5 . 7-й, 8-й и 9-й классы точности. Эти классы точности применяются для несопрягаемых размеров, и допуски их могут быть различно расположены по отношению к номинальному размеру.

Обычно для несопрягаемых размеров деталей, получающихся механической обработкой, применяются допуски по 7-му классу, а для необработанных плоскостей (литьё, поковка) применяются допуски по 9-му классу точности.

Порядок применения этих классов точности в каждой отрасли промышленности обуславливается ведомственными (отраслевыми) нормами.

2а и 3а классы точности. 2а и 3а классы точности являются промежуточными — соответственно между 2-м и 3-м и между 3-м и 4-м классами.

Увязка размеров и допусков. Производственные погрешности вызыва-ются следующими отступлениями от номинальных данных, указываемых в чертежах:

- 1) отклонениями в диаметральнх, линейных и угловых размерах деталей;
- 2) неправильностями геометрической формы деталей (конусность, овальность, изгиб и т. д.);
- 3) непараллельностью, перпендикулярностью, невыдерживанием заданных углов между линиями и плоскостями в деталях и собранных узлах;
- 4) эксцентриситетом и несоосностью цилиндрических поверхностей, зубчатых колёс и т. д.;
- 5) непрохождением осей через заданные точки;
- 6) невыдерживанием заданных значений зазоров при сборке и т. д.

К многочисленным и разнообразным причинам, вызывающим появ-ление производственных погрешностей, относятся: погрешности оборудова-ния; погрешности инструмента; колебания режима работы; погрешности рабочих приспособлений; неоднородность материала изделия; ошибки рабочего; нагрев деталей при обработке и т. д.

Поэтому всякая рационализация в назначении допусков в размерных и кинематических цепях положительно сказывается на трудоёмкости и стоимости изготовления деталей, а также стоимости сборочного процесса, так как это даёт возможность устранить доделку деталей при сборке, пригонку их по месту и тому подобные дорогостоящие операции.

Конструктор и технолог должны учитывать вопросы экономики в стадии проектирования и изготовления машины.

Одним из основных требований качественного проектирования является соблюдение технологичности конструкции.

Технологичность конструкции в широком смысле этого слова охватывает не только технологическую, но и экономическую стороны производства и показывает: в какой мере конструктор сумел экономно спроектировать машину, избежал введения в конструкцию излишних, трудно-выполнимых и дорогостоящих деталей или операций, экономно использовал материал и освоённые в производстве детали, а также насколько целесообразно назначил допуски и посадки и т. д.

При проектировании машины все эти вопросы должны находиться в поле зрения конструктора и должны решаться им продуманно и технически грамотно, со знанием не только всех условий, влияющих на технологичность конструкции, но и конкретных технологических возможностей её изготовления.

В комплексе элементов, влияющих на технологический процесс изготовления деталей, большое место занимают допуски и посадки.

Размерами и допусками в большой степени определяются взаимозаменяемость и технологичность деталей, а во многих случаях и их конструктивные формы. Ввиду такой тесной связи между конструктивными формами деталей и их размерами и допусками на конструктора возлагается особая ответственность за правильный выбор и назначение допусков. Излишнее ужесточение допусков (в целях перестраховки) приводит к удорожанию производства, требует повышенной квалификации рабочих, более точного оборудования или инструмента, удлиняет производственный цикл, чем, в конечном счёте, приводит к снижению производственной мощности предприятия и удорожанию продукции.

Следовательно, составленный конструктором чертёж должен заключать в себе экономически целесообразные, исчерпывающие в отношении характеристики детали сведения, необходимые для последующего составления технологического процесса её

изготовления.

Целесообразный выбор размеров и допусков, обеспечивающих технологичность деталей и требования взаимозаменяемости, сводится к соблюдению двух следующих основных условий:

- 1) разработки размеров и допусков, проставляемых на рабочих чертежах деталей, обеспечивающих правильное взаимодействие деталей, и
- 2) разработки размеров и допусков, связанных с технологическим процессом изготовления деталей.

В первом случае размеры и допуски должны рассматриваться как конструктивные, а во втором—как производственные.

Конструктивными называются те допуски, которые обуславливают качество работы механизма и взаимозаменяемость деталей или узлов. К этим допускам относятся допуски на размеры, входящие в сборочные размерные цепи, и допуски так называемых свободных размеров.

Производственными называются допуски, устанавливаемые по соображениям рациональности производства с целью получения размеров детали, отвечающей заданным конструктивным допускам. Эта связь размеров выражается так называемыми размерными цепями.

Размерной цепью называется замкнутый контур, образованный взаимно связанными размерами.

Сборочной размерной цепью называется размерная цепь, выражающая взаимную связь деталей или узлов механизма.

Подетальной размерной цепью называется размерная цепь, выражающая взаимную связь окончательных чистовых размеров одной и той же детали.

По взаимному расположению звеньев различают размерные цепи линейные, плоскостные и пространственные.

Рассмотрим на примере расчёт допусков линейной размерной сборочной цепи, представленной на фиг. 440.

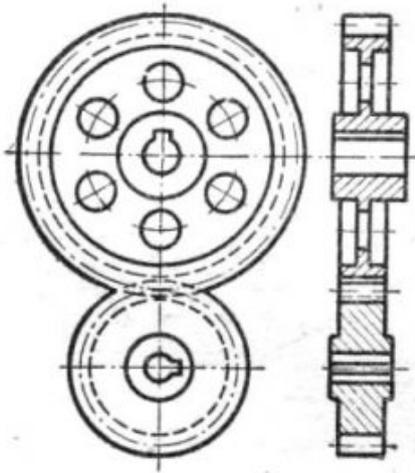
Сборочные размерные цепи выявляются на сборочных чертежах, а затем проверяются на замкнутость контура.

Для этой цели составляют схему размерной цепи, обходя цепь по часовой или против часовой стрелки так, чтобы конец каждого предыдущего звена и начало последующего встречались в одной точке. Когда схема готова, составляют уравнение цепи, для чего обходят систему по контуру, выписывая со знаком плюс или минус звенья цепи, имеющие одно и то же направление. Таким образом, показанную на фиг. 440 сборочную размерную цепь можно представить уравнением

$$A + B - C_2 - L - S - C_1 = 0.$$

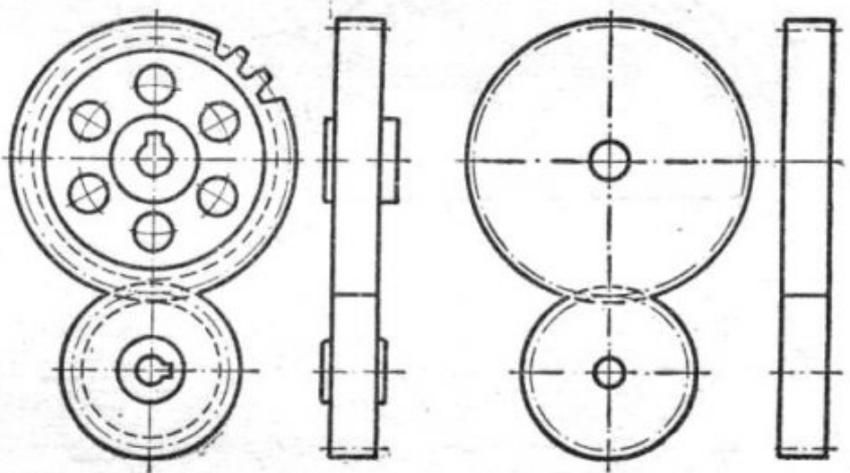
Звеньями этой цепи являются размеры деталей, входящие в эту цепь. Следовательно, данная сборочная цепь состоит из одной линейной цепи, связывающей различные детали.

Конструктивное изображение



Фиг. 362.

Полусхематическое изображение

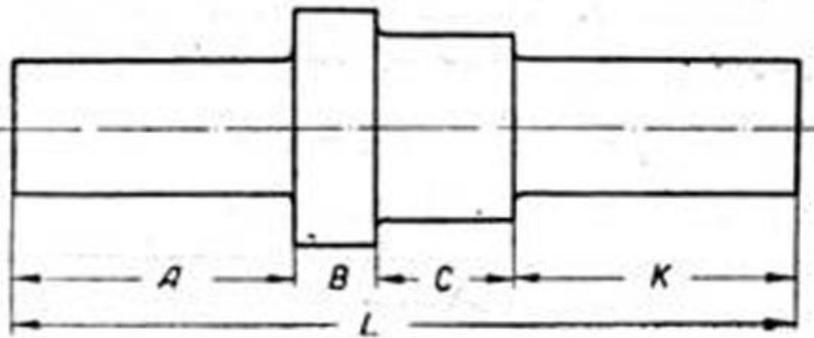


Фиг. 363.

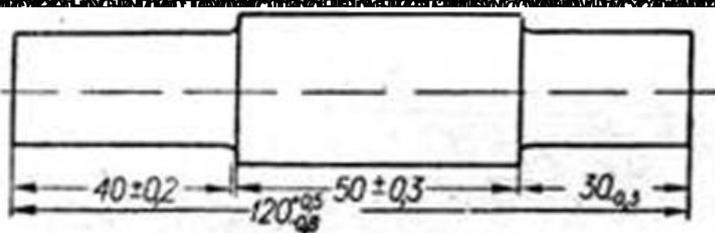
Фиг. 364.

$$120^{+0.5}_{-0.8} - 40 \pm 0.2 - 50 \pm 0.3 - 30_{-0.3} = 0.$$

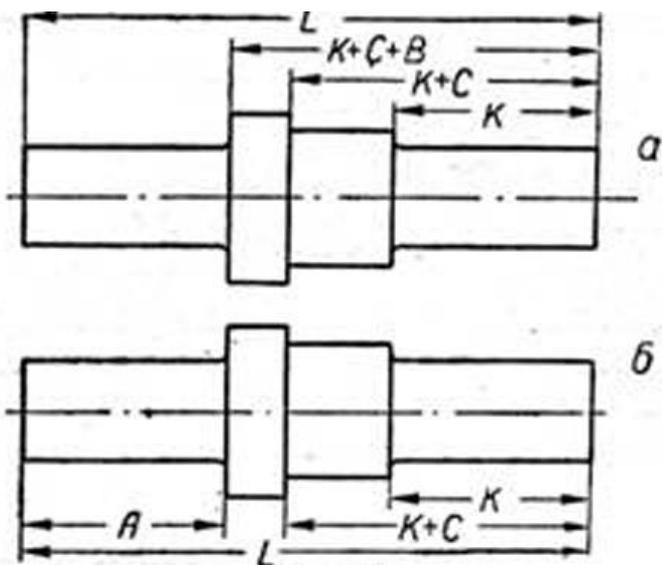
В результате выполнения этой работы вы сможете правильно читать чертежи и выполнять их по заданным размерам.



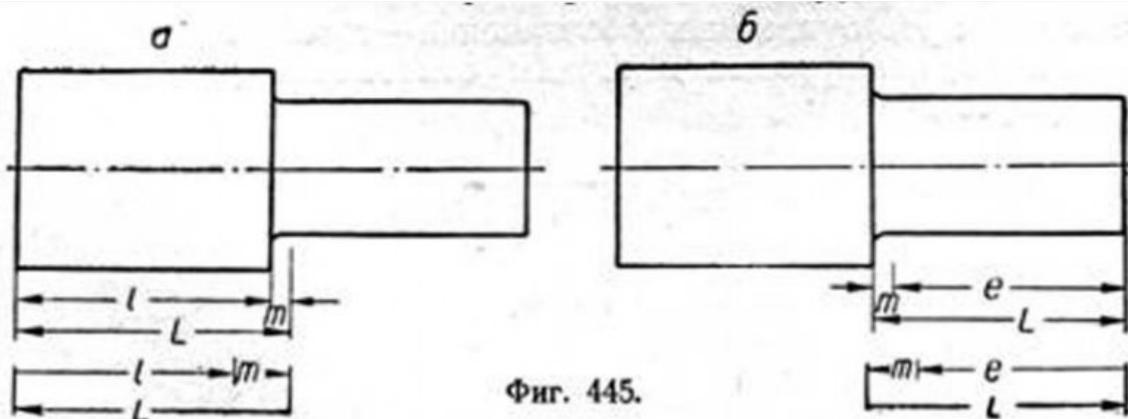
Фиг. 442.



Фиг. 443.



Фиг. 444.



Фиг. 445.