**Лекция**

**Тема № 5** Допуски и посадки

**Введение**

В процессе разработки изделия (машины, агрегата, узла) необходимо исходить из заданного уровня стандартизации и унификации, который определяется коэффициентами применяемости, повторяемости и межпроектной унификации. С повышением значений этих коэффициентов повышается экономическая эффективность разрабатываемого изделия в процессе его производства и эксплуатации. Для повышения уровня стандартизации и унификации необходимо, уже на стадии при проектирования изделия, использовать большее число составных частей, выпускаемых промышленностью, и стремиться к разумному ограничению разработки оригинальных составных частей. При этом, основным вопросом в процессе разработки является точность взаимозаменяемых деталей, узлов и комплектующих изделий, прежде всего по геометрическим параметрам.

Взаимозаменяемость деталей, узлов и агрегатов позволяет осуществить агрегатирование, как один из методов стандартизации, организовать поставку запасных частей, облегчить ремонт, особенно в сложных условиях, сведя его к простой замене изношенных частей.

**1.Общие сведения о взаимозаменяемости**

**Взаимозаменяемость** - свойство независимо изготовленных деталей занимать свое место в сборочной единице без дополнительной механической или ручной обработки при сборке, обеспечивая при этом нормальную работу собираемых изделий (узлов, механизмов).

Из самого определения взаимозаменяемости следует, что она является предпосылкой расчленения производства, т.е. независимого изготовления деталей, узлов, агрегатов, которые в последующем собираются последовательно в сборочные единицы, а сборочные единицы - в общую систему (механизм, машину, прибор). Сборку можно вести двумя способами: с подгонкой и без подгонки собираемых деталей или сборочных единиц. Сборку без подгонки применяют в массовом и поточном производствах, а с подгонкой - в единичном и мелкосерийном. При сборке без подгонки детали должны быть изготовлены с необходимой точностью. Однако взаимозаменяемость не обеспечивается одной только точностью геометрических параметров. Необходимо, чтобы материал, долговечность деталей, сборочных единиц и комплектующих изделий был согласован с назначением и условиями работы конечного изделия. Такая взаимозаменяемость называется **функциональной**, а взаимозаменяемость по геометрическим параметрам является частным видом функциональной взаимозаменяемости.

Взаимозаменяемость бывает полная и неполная, внешняя и внутренняя.

**Полная взаимозаменяемость** позволяет получить заданные показатели качества без дополнительных операций в процессе сборки.

При **неполной взаимозаменяемости** во время сборки сборочных единиц и конечных изделий допускаются операции, связанные с подбором и регулировкой некоторых деталей и сборочных единиц. Она позволяет получать заданные технические и эксплуатационные показатели готовой продукции при меньшей точности деталей. При этом, функциональная взаимозаменяемость должна быть только полной, а геометрическая - как полной, так и неполной.

**Внешняя взаимозаменяемость** - это взаимозаменяемость узлов и комплектующих изделий по эксплуатационным параметрам и присоединительным размерам. Например, замена электродвигателя. Его эксплуатационными параметрами будут - мощность, частота вращения, напряжение, ток; к присоединительным размерам относятся диаметры, число и расположение отверстий в лапах электродвигателя и др.

**Внутренняя взаимозаменяемость** обеспечивается точностью параметров, которые необходимы для сборки деталей в узлы, а узлов в механизмы. Например, взаимозаменяемость шарикоподшипников или роликов подшипников качения, узлов ведущего и ведомого валов коробки передач и т.д.

Принципы взаимозаменяемости распространяются на детали, сборочные единицы, комплектующие изделия и конечную продукцию.

Взаимозаменяемость обеспечивается точностью параметров изделий, в частности - размерами. Однако, в процессе изготовления неизбежно возникают погрешности Х, численные значения которых находят по формуле

 , (0)

где Х - заданное значение размера (параметра);

Хi - действительное значение этого же параметра.

Погрешности подразделяются на **систематические, случайные и грубые** (промахи).

Влияние случайных погрешностей на точность измерения можно оценивать методами теории вероятностей и математической статистики. Многочисленными опытами доказано, что распределение случайных погрешностей чаще всего подчиняется закону нормального распределения, который характеризуется кривой Гаусса (рисунок 1).

Рисунок 1 - Законы распределения случайных погрешностей

а - нормальный; б – Максвелла; в – треугольника (Симпсона); г - равновероятностный.

Максимальная ордината кривой соответствует среднему значению данного размера  (при неограниченном числе измерений называется математическим ожиданием и обозначается М(Х).

По оси абсцисс откладывают случайные погрешности или отклонения от . Отрезки, параллельные оси ординат, выражают вероятность появления случайных погрешностей соответствующей величины. Кривая Гаусса симметрична относительно максимальной ординаты. Поэтому отклонения от  одинаковой абсолютной величины, но разных знаков  одинаково возможны. Форма кривой показывает, что малые отклонения (по абсолютному значению) появляются значительно чаще, чем большие, а появление весьма больших отклонений практически маловероятно. Поэтому допустимые погрешности ограничиваются некоторыми предельными значениями  (V - практическое поле рассеяния случайных погрешностей, равное разности между наибольшими и наименьшими измеренными размерами в партии деталей). Значение  определяют из условия достаточной точности при оптимальных затратах на изготовление изделий. При регламентированном поле рассеяния за пределы  может выходить не более чем 2,7 % случайных погрешностей. Это значит, что из 100 обработанных деталей может оказаться не более трех бракованных. Дальнейшее уменьшение процента появления бракованных изделий в технико-экономическом отношении не всегда целесообразно, т.к. приводит к чрезмерному увеличению практического поля рассеяния, а, следовательно, увеличению допусков и снижению точности изделий. Форма кривой зависит от методов обработки и измерения изделий; точные методы дают кривую 1, имеющую поле рассеяния V1; методом высокой точности соответствует кривая 2, для которой V2<V1; методом низкой точности - кривая 3 (V3>V1).

В зависимости от принятого технологического процесса, объема производства и других обстоятельств, случайные погрешности могут распределяться не по закону Гаусса, а по равновероятностному закону (рис.1б), по закону треугольника (рис.1в), по закону Максвелла (рис.1г) и др. Центр группирования случайных погрешностей может совпадать с координатой среднего размера  (рис.1а) или смещаться относительно ее (рис.1г).

Нельзя полностью устранить влияние причин, вызывающих погрешности обработки и измерения, можно лишь уменьшить погрешность, применяя более совершенные технологические процессы обработки. Точность размера (любого параметра) называют степень приближения действительного размера к заданному, т.е. точность размера определяется погрешностью. С уменьшением погрешности точность увеличивается и наоборот.

На практике взаимозаменяемость обеспечивается ограничением погрешностей. С уменьшением погрешностей действительные значения параметров, в частности размеров, приближаются к заданным. При небольших погрешностях действительные размеры так мало отличатся от заданных, что их погрешность не ухудшает работоспособность изделий.

**2.Допуски и посадки. Понятие о квалитете**

Основные термины и определения установлены ГОСТ 25346, ГОСТ 25347, ГОСТ 25348 устанавливают допуски и посадки для размеров менее 1 мм, до 500 мм, свыше 500 до 3150 мм.

**Допуск** - разность между наибольшими и наименьшими допустимыми значениями какого-либо параметра. Допуски задают на геометрические параметры деталей машин и механизмов (линейные и угловые размеры, на форму и расположение поверхностей и др.), на механические, физико-химические и другие параметры (например, электрическое сопротивление, твердость, содержание химических элементов в материалах). В машиностроении допуски обеспечивают взаимозаменяемость деталей и позволяют осуществлять соединения с различными посадками.

Итак, в машиностроении допуск - это разница между наибольшим и наименьшим значениями допустимых размеров.

**Размеры** же выражают числовые значения линейных величин (диаметров, длин, и т.д.) и делятся на номинальные, действительные и предельные.

**Номинальный размер** - размер, относительно которого определяют предельные размеры и отсчитывают отклонения (обозначают D - для отверстий, d - для валов). Номинальные размеры являются основными размерами деталей и их соединений. Их назначают в результате расчетов деталей на прочность, жесткость, износостойкость и по другим критериям работоспособности, или исходя из конструктивных, технологических и эксплуатационных соображений. Сопрягаемые поверхности имеют общий номинальный размер.

**Действительный размер** (Dr, dr) - размер, установленный измерениями с допустимой погрешностью. Погрешность измерения, а следовательно, и выбор средств измерения необходимо согласовывать с точностью, которая требуется для данного размера. Это объясняется тем, что измерения высокой точности, с малыми погрешностями, выполняются сложными приборами, обходятся дорого и не всегда технически целесообразны.

**Предельные размеры** - два параллельно допустимых размера, при которых сохраняется работоспособность изделия, между которыми должен находиться или которым может быть равен действительный размер. Больший из двух предельных размеров называют наибольшим предельным размером (Dmax, dmax), а меньший - наименьшим предельным размером (Dmin, dmin). Предельные размеры позволяют оценивать точность обработки деталей.

Если предельные значения действительных размеров намечены (предписаны) заранее, исходя из назначения и условий работы детали, то они являются наибольшим и наименьшим предельными размерами. Пользуясь ими можно отбраковывать детали.

Алгебраическую разность между размерами (действительным, предельным) и соответствующим номинальным размером называют **отклонением**. Отклонения отверстий обозначают “Е”, валов -”е”. Отклонения различают: действительное и предельное. При этом, предельное отклонение может быть верхнее, нижнее и среднее.

**Действительное** отклонение () равно алгебраической разности действительного и номинального размеров:

;

 (1)

**Предельное** отклонение равно алгебраической разности предельного и номинального размеров.

**Верхнее** отклонение (, ) равно алгебраической разности наибольшего предельного и номинального размеров:

;

 (2)

**Нижнее** отклонение (, ) равно алгебраической разности наименьшего предельного и номинального размеров:

;

 (3)

**Среднее** отклонение (, ) равно полусумме верхнего и нижнего отклонений:

;

 (4)

Отклонения являются алгебраическими величинами и могут быть положительными, если предельный и действительный размер больше номинального; отрицательным, если предельный или действительный размер меньше номинального. Поэтому всегда следует учитывать знак отклонения.

Значения верхних и нижних предельных отклонений на чертежах и других технических документах проставляются в миллиметрах с их знаками, непосредственно после номинального размера. Если отклонения имеют разные абсолютные значения, то их помещают одно над другим (верхнее над нижним) и пишут меньшими цифрами. Например . Число знаков в обоих отклонениях обязательно выравнивают (запись  неправильная). Если отклонения имеют одинаковые абсолютные значения, но разные знаки, то указывается только одно отклонение со знаком , например 10  0,011.

Предельные отклонения, как и предельные размеры характеризуют точность действительных размеров и погрешностей обработки деталей. Поэтому, для оценки точности изготовления деталей должны быть заданы или предельные размеры, или предельные отклонения. Однако при выполнении многих расчетов и проведении ряда измерении ряда измерений удобнее пользоваться предельными отклонениями, а не предельными размерами, поэтому в стандартных таблицах допусков и посадок приведены числовые значения верхних и нижних отклонений. В таблицах отклонения приводят, как правило, в микрометрах и обязательно со знаком.

**2.1 Понятие о допуске размера**

Из вышеизложенного ясно, что разброс действительных размеров неизбежен. Но при этом не должна нарушаться работоспособность деталей и их соединений, т.е. действительные размеры годных деталей должны находиться в допустимых пределах, которые в каждом конкретном случае определяются предельными размерами или предельными отклонениями. Отсюда и происходит такое понятие как допуск размера. Погрешность размера, при которой сохраняется работоспособность изделий, называют допустимой погрешностью или **допуском размера** **Т** (TD - допуск отверстия, Td - допуск вала). В стандартах допуски установлены по условию (больше или равно разности наибольшего и наименьшего размеров). Термины “вал” и “отверстие” относятся не только к цилиндрическим деталям, но и к деталям другой формы, например к деталям, ограниченным двумя параллельными поверхностями.

Допуски в машиностроении обеспечивают взаимозаменяемость деталей и позволяют осуществлять соединения с неподвижной, подвижной или переходной посадками.

Из определения термина “допуск” следует, что:

 (5)

. (6)

Допуск также можно выразить через абсолютные величины разности верхнего и нижнего предельных отклонений:

 (7)

. (8)

Вывод формул (7) и (8) производится из следующих соображений. Как следует из формул (2) и (3) наибольший и наименьший предельные размеры равны суммам номинального размера и соответствующего предельного отклонения:

  (9)

  (10)

Подставив в формулу (5) значения предельных размеров из формулы



Сократив подобные члены, получим формулу (7). Аналогично выводится формула (8).

Рисунок - Поля допусков отверстия и вала при посадке с зазором (отклонения отверстия положительные, отклонения вала отрицательные)

Допуск всегда является положительной величиной независимо от способа его вычисления.

**ПРИМЕР.** Вычислить допуск по предельным размерам и отклонениям. Дано: = 20,010 мм; = 19,989 мм; = 10 мкм; = -11 мкм.

Решение.

1). Вычисляем допуск через предельные размеры по формуле (6):

Td = 20,010 - 19,989 = 0,021 мм

2). Вычисляем допуск по предельным отклонениям по формуле (8):

Td = 10 - (-11) = 0,021 мм

**ПРИМЕР**. По заданным условным обозначениям вала и отверстия (вал -  , отверстие  20), определить номинальный и предельные размеры, отклонения и допуски (в мм и мкм).

**2.2 Единицы допуска и понятие о квалитетах**

Точность размеров определяется допуском - с уменьшением допуска точность повышается, и наоборот.

Каждый технологический метод обработки деталей характеризуется своей экономически обоснованной оптимальной точностью, но практика показывает, что с увеличением размеров возрастают технологические трудности обработки деталей с малыми допусками и оптимальные допуски при неизменных условиях обработки несколько увеличиваются. Взаимосвязь между экономически достижимой точностью и размерами выражается условной величиной, называемой единицей допуска.

**Единица допуска**  () выражает зависимость допуска от номинального размера и служит базой для определения стандартных допусков.

Единицу допуска, мкм, вычисляют по формулам:

для размеров до 500 мм 

для размеров свыше 500 до 10000 мм 

где - средний диаметр вала в мм.

В приведенных формулах первое слагаемое учитывает влияние погрешностей обработки, а второе - влияние погрешностей измерений и температурных погрешностей.

К размерам, даже имеющим одинаковые значение, могут предъявляться различные требования в отношении точности. Это зависит от конструкции, назначения и условий работы детали. Поэтому вводится понятие ***квалитет***.

**Квалитет** - характеристика точности изготовления детали, определяемая совокупностью допусков, соответствующих одинаковой степени точности для всех номинальных размеров.

Допуск (Т) для квалитетов, за некоторым исключением, устанавливают по формуле

, (11)

где а - число единиц допуска;

i(I) - единица допуска.

По системе ИСО для размеров от 1 до 500 мм установлено **19 квалитетов**. Под каждым из них понимают совокупность допусков, обеспечивающих постоянную относительную точность для определенного диапазона номинальных размеров.

Допуска 19 квалитетов в порядке убывания точности ранжируют: 01, 0, 1, 2, 3,..17, и условно обозначают IT01, IT0, IT1...IT17. здесь IT - это допуска отверстий и валов, что означает “допуск ИСО”.

В пределах одного квалитета “а” постоянна, поэтому все номинальные размеры в каждом квалитете имеют одинаковую степень точности. Однако допуски в одном и том же квалитете для разных размеров все же изменяются, так как с увеличением размеров увеличивается единица допуска, что следует из выше приведенных формул. При переходе от квалитетов высокой точности к квалитетам грубой точности допуски увеличиваются вследствие увеличения числа единиц допуска, поэтому в разных квалитетах изменяется точность одних и тех же номинальных размеров.

Из всего изложенного следует, что:

- единица допуска зависит от размера и не зависит от назначения, условий работы и способов обработки деталей, то есть единица допуска позволяет оценить точность различных размеров и является общей мерой точности или масштабом допусков разных квалитетов;

- допуски одинаковых размеров в разных квалитетах различны, так как зависят от числа единиц допуска “а”, то есть квалитеты определяют точность одинаковых номинальных размеров;

- различные способы обработки деталей обладают определенной экономически достижимой точностью: “черновое” точение позволяет обрабатывать детали с грубыми допусками; для обработки с весьма малыми допусками применяют тонкое шлифование и т.д., поэтому квалитеты фактически определяют технологию обработки деталей.

Область применения квалитетов:

* квалитеты от 01-го до 4-го используют при изготовлении концевых мер длины, калибров и контркалибров, деталей измерительных средств и других высокоточных изделий;
* квалитеты от 5-го до 12-го применяют при изготовлении деталей, преимущественно образующих сопряжения с другими деталями различного типа;
* квалитеты от 13-го до 18-го используют для параметров деталей, не образующих сопряжений и не оказывающих определяющего влияния на работоспособность изделий.Предельные отклонения определяют по **ГОСТ 25346-89**.

Условное обозначение полей допусков по **ГОСТ 25347-82**.

**Условное обозначение предельных отклонений и посадок**

Предельные отклонения линейных размеров указывают на чертежах условными (буквенными) обозначениями полей допусков или числовыми значениями предельных отклонений, а также буквенными обозначениями полей допусков с одновременным указанием справа в скобках числовых значений предельных отклонений (рис. 5.6, *а ... в).* Посадки и предельные отклонения размеров деталей, изображенных на чертеже в собранном виде, указывают дробью: в числителе — буквенное обозначение или числовое значение предельного отклонения отверстия либо буквенное обозначение с указанием справа в скобках его числового значения, в знаменателе — аналогичное обозначение поля допуска вала (рис. 5.6, *г, д).* Иногда для обозначения посадки указывают предельные отклонения только одной из сопрягаемых деталей (рис.5.6, *е).*

Рис. 5.6. Примеры обозначения полей допусков и посадок на чертежах

В условных обозначениях полей допусков обязательно указывать числовые значения предельных отклонений в следующих случаях: для размеров, не включенных в ряд нормальных линейных размеров, например 41,5 H7(+0,025); при назначении предельных отклонений, условные обозначения которых не предусмотрены ГОСТ 25347—82 например, для пластмассовой детали (рис. 5.6, ж).

Предельные отклонения следует назначать для всех размеров, проставленных на рабочих чертежах, включая несопрягаемые и неответственные размеры. Если предельные отклонения для размера не назначены, возможны лишние затраты (когда стремятся получить этот размер более точным, чем нужно) или увеличение массы детали и перерасход металла.

Для поверхности, состоящей из участков с одинаковым номинальным размером, но разными предельными отклонениями, наносят границу между этими участками тонкой сплошной линией и номинальный размер с соответствующими предельными отклонениями указывают для каждого участка отдельно.

Точность гладких элементов металлических деталей, если для них отклонения не указывают непосредственно после номинальных размеров, а оговаривают общей записью, нормируют либо квалитетами (от12 до 17 для размеров от 1 до 1000 мм), обозначаемыми IT, либо классами точности (точный, средний, грубый и очень грубый), установленными ГОСТ 25670—83. Допуски по классам точности обозначают t1, t2, t3 и t4 — соответственно для классов точности — точный, средний, грубый и очень грубый.

Неуказанные предельные отклонения для размеров валов и отверстий допускается назначать как односторонними, так и симметричными; для размеров элементов, не относящихся к отверстиям и валам, назначают только симметричные отклонения. Односторонние предельные отклонения можно назначать как по квалитетам (+IT или -IT), так и по классам точности (± t/2), но допускается и по квалитетам (± Т/2). Квалитету 12 соответствует класс точности «точный», квалитету 14 — «средний», квалитету 16 — «грубый», квалитету 17 — «очень грубый». Числовые значения неуказанных предельных отклонений приведены в ГОСТ 25670—83. Для размеров металлических деталей, обработанных резанием, неуказанные предельные отклонения предпочтительно назначать по квалитету 14 или классу точности «средний». Неуказанные предельные отклонения узлов, радиусов закругления и фасок назначают по ГОСТ 25670—83 в зависимости от квалитета или класса точности неуказанных предельных отклонений линейных размеров.

**3.Выбор системы посадок, допусков и квалитетов**

Соединение деталей (сборочных единиц) должно обеспечивать точность их положения или перемещения, надежность эксплуатации и простоту ремонта. В этой связи к конструкции соединений могут предъявляться различные требования. В одних случаях необходимо получить подвижное соединение с зазором, в других - неподвижное соединение с натягом.

**Зазором** **S** называют разность размеров отверстия и вала, если размер отверстия больше размера вала, т.е. **S = D - d**.

**Натягом** **N** называют разность размеров отверстия и вала, если размер вала больше размера отверстия. При подобном соотношении диаметров **d** и **D** натяг можно считать отрицательным зазором, т.е.

**N = - S = - (D-d) = d - D** , (12)

Зазоры и натяги обеспечиваются не только точностью размеров отдельно взятых деталей, но, главным образом, соотношением размеров сопрягаемых поверхностей - посадкой.

**Посадкой** называют характер соединения деталей, определяемый величиной получающихся в нем зазоров или натягов.

В зависимости от расположения полей допусков отверстия и вала посадки подразделяют на три группы:

- посадки с зазором (обеспечивают зазор в соединении);

- посадки с натягом (обеспечивают натяг в соединении);

- переходные посадки (дают возможность получать в соединениях как зазоры, так и натяги).

Посадки с зазором характеризуются предельными зазорами - наибольшим и наименьшим. Наибольший зазор **Smax** равен разности наибольшего предельного размера отверстия и наименьшего предельного размера вала. Наименьший зазор **Smin** равен разности наименьшего предельного размера отверстия и наибольшего предельного размера вала. К посадкам с зазором относятся также посадки, в которых нижняя граница поля допуска отверстия совпадает с верхней границей поля допуска вала.

Для образования натяга диаметр вала до сборки обязательно должен быть больше диаметра отверстия. В собранном состоянии диаметры обеих деталей в зоне сопряжения уравниваются. Наибольший натяг **Nmax** равен разности наибольшего предельного размера вала и наименьшего предельного размера отверстия. Наименьший натяг **Nmin** равен разности наименьшего предельного размера вала и наибольшего предельного размера отверстия.

**Nmax= dmax-Dmin; Nmin= dmin-Dmax.**

Предельные натяги, как и предельные зазоры, удобно вычислять через предельные отклонения:

  , (13)

Переходные посадки. Основной особенностью переходных посадок является то, что в соединениях деталей, относящихся к одним и тем же партиям, могут получаться или зазоры, или натяги. Переходные посадки характеризуются наибольшими зазорами и наибольшими натягами.

На основании расчетов сделаем следующие выводы:

- так как отрицательные зазоры равны положительным натягам и наоборот, то для определения в переходной посадке значений **Smax** и **Nmax** достаточно вычислить оба предельных зазора или оба предельных натяга;

- при правильном вычислении **Smin** или **Nmin** обязательно окажутся отрицательными, и по абсолютным значениям будут равняться соответственно **Nmax** или **Smax**.

Допуск посадки **ТП** равен сумме допусков отверстия и вала. Для посадок с зазором допуск посадки равен допуску зазора или разности предельных зазоров:

**ТП = TS = Smax- Smin** , (14)

Аналогично можно доказать, что для посадок с натягом допуск посадки равен допуску натяга или разности натягов:

**ТП = TN = Nmax- Nmin**, (15)

**3.1 Посадки в системе отверстия и в системе вала**

Деталь, у которой положение поля допуска не зависит от вида посадки, называют основной деталью системы. Основная деталь - это деталь, поле допуска которой является базовым для образования посадок, установленных в данной системе допусков и посадок.

**Основное** **отверстие** - отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю EI = 0. У основного отверстия верхнее отклонение всегда положительное и равно допуску ES = 0 = Т; поле допуска расположено выше нулевой линии и направлено в сторону увеличения номинального размера.

**Основной** **вал** - вал, верхнее отклонение которого равно нулю es = 0. У основного вала Td = 0(ei) = [ei] поле допуска расположено ниже нулевой линии и направлено в сторону уменьшения номинального размера.

В зависимости от того, какая из двух сопрягаемых деталей является основной, системы допусков и посадок включают два ряда посадок: посадки в системе отверстия - различные зазоры и натяги получаются соединением различных валов с основным отверстием; посадки в системе вала - различные зазоры и натяги получаются соединением различных отверстий с основным валом.

В системе вала предельные размеры отверстий для каждой посадки различны, и для обработки потребуется три комплекта специальных инструментов. Посадки системы вала применяют при соединении нескольких деталей с гладким валом (штифтом) по разным посадкам. Например, в приборостроении точные оси малого диаметра (менее 3 мм) часто изготовляют из гладких калиброванных прутков.

Для получения разнообразных посадок в системе отверстия требуется значительно меньше специальных инструментов для обработки отверстий. По этой причине данная система имеет преимущественное применение в машиностроении.

**Дополнительно**

**Калибры для гладких цилиндрических деталей.** Калибры являются основным средством контроля деталей. Их используют для ручного контроля и широко применяют в автоматических средствах контроля деталей. Калибры обеспечивают высокую надежность контроля.

По назначению калибры делят на две основные группы: рабочие калибры — проходные Р—ПР и непроходные — Р—НЕ; контрольные калибры — К—РП, К—НЕ и К—И.

Рабочие калибры ПР и НЕ предназначены для контроля изделий в процессе их изготовления. Этими калибрами пользуются рабочие и контролеры ОТК завода-изготовителя.

Рабочие калибры называют предельными, так как их размеры соответствуют предельным размерам контролируемых деталей. Предельные калибры позволяют определить, находятся ли действительные размеры деталей в пределах допуска. Деталь считают годной, если она проходит в проходной калибр и не проходит в непроходной калибр.

Номинальными размерами калибров называют размеры, которые должны были бы иметь калибры при идеально точном их изготовлении. При этом условии номинальный размер проходной скобы будет равен наибольшему предельному размеру вала, а номинальный размер непроходной скобы — наименьшему предельному размеру вала. Номинальный размер проходной пробки будет равен наименьшему предельному размеру отверстия, а номинальный размер непроходной пробки — наибольшему предельному размеру отверстия.

К контролю предъявляют следующие требования: контроль должен *быть высокопроизводительным; время, потребное для контроля,* должно быть по возможности меньше времени, необходимого для изготовления детали; контроль должен быть надежным и экономически целесообразным.

Экономическая целесообразность контроля определяется стоимостью контрольных средств, износоустойчивостью измерительных поверхностей, величиной сужения табличного поля допуска детали.

Рис.

Например, наибольшее сужение поля допуска получается в том случае, когда действительные размеры калибров совпадают с их предельными размерами, расположенными внутри поля допуска детали.

Суженный за счет калибров табличный допуск называется производственным. Расширенный за счет калибров допуск называется гарантированным. Чем меньше производственный, тем дороже обходится изготовление деталей, особенно в более точных квалитетах.

Предельными калибрами проверяют годность деталей с допуском от *IT6* до *IT* 17, особенно в массовом и крупносерийном производствах.

В соответствии с принципом Тейлора проходные пробки и кольца имеют полные формы и длины, равные длинам сопряжении, а непроходные калибры часто имеют неполную форму: например, применяют скобы вместо колец, а также пробки, неполные по форме поперечного сечения и укороченные в осевом направлении. Строгое соблюдение принципа Тейлора сопряжено с определенными практическими неудобствами.

Контрольные калибры *К*—*И* применяют для установки регулируемых калибров-скоб и контроля нерегулируемых калибров-скоб, которые являются непроходными и служат для изъятия из эксплуатации вследствие износа проходных рабочих скоб. Несмотря на малый допуск контрольных калибров, они все же искажают установленные поля допусков на изготовление и износ рабочих калибров, поэтому контрольные калибры по возможности не следует применять. Целесообразно, особенно в мелкосерийном производстве, контрольные калибры заменять концевыми мерами или использовать универсальные измерительные приборы.

ГОСТ 24853—81 на гладкие калибры устанавливает следующие допуски на изготовление: *Н* — рабочих калибров (пробок) для отверстий (рис. 5.9, *a) (Hs* — тех же калибров, но со сферическими измерительными поверхностями); *Н\ —* калибров (скоб) для валов (рис. 5.9, *б); Нр* — контрольных калибров для скоб.

Для проходных калибров, которые в процессе контроля изнашиваются, кроме допуска на изготовление, предусматривается допуск на износ. Для размеров до 500 мм износ калибров ПР с допуском до *IT* 8 включительно может выходить за границу поля допуска деталей на величину *у* для пробок и *у1* для скоб; для калибров ПР с допусками от *IT*9 до *IT17* износ ограничивается проходным пределом, т.е. *у = 0* и *у1* =0. Следует отметить, что поле допуска на износ отражает средний возможный износ калибра.

Для всех проходных калибров поля допусков *Н* (*Н* s) и *Н1* сдвинуты внутрь поля допуска изделия на величину z для калибров-пробок и *z1* для калибров-скоб.

При номинальных размерах свыше 180 мм поле допуска непроходного калибра также сдвигается внутрь поля допуска детали на величину а для пробок и а] для скоб, создавая так называемую зону безопасности, введенную для компенсации погрешности контроля калибрами соответственно отверстий и валов. Поле допуска калибров *НЕ* для размеров до 180 мм симметрично и соответственно  = 0 и l =0.

Сдвиг полей допусков калибров и границ износа их проходных сторон внутрь поля допуска детали позволяет устранить возможность искажения характера посадок и гарантировать получение размеров годных деталей в пределах установленных полей допусков.

По формулам ГОСТ 24853—81 определяют исполнительные размеры калибров. Исполнительными называют предельные размеры калибра, по которым изготовляют новый калибр. Для определения этих размеров на чертеже скобы проставляют наименьший предельный размер с положительным отклонением; для пробки и контрольного калибра — их наибольший предельный размер с отрицательным отклонением.

При маркировке на калибр наносят номинальный размер детали, для которого предназначен калибр, буквенное обозначение поля допуска изделия, числовые значения предельных отклонений изделия в миллиметрах (на рабочих калибрах), тип калибра (например, *ПР, НЕ, К*—*И)* и товарный знак завода-изготовителя.

**Заключение**

На сегодняшнем занятии мы рассмотрели следующие учебные вопросы:

- общие сведения о взаимозаменяемости.

- допуски и посадки. Понятие о квалитете.

- выбор системы посадок, допусков и квалитетов.

**Задание на самоподготовку**

(1 час на самоподготовку)

Дополнить конспект лекции.

Получить литературу:

**Основная**

1. Стандартизация, метрология, сертификация. Под ред. Смирнова А.М. ВУ РХБЗ, дсп, 2001. 322 с. (инв. 3460).

**Дополнительная**

1. Сергеев А.Г., Латышев М.В., Терегеря В.В. Стандартизация, метрология, сертификация. Учебное пособие. – М.: Логос, 2005. 560 с.(стр. 355-383)

2. Лифиц И.М. Стандартизация, метрология и сертификация. Учебник. 4-е изд. –М.: Юрайт. 2004. 335 с.

3. Эксплуатация вооружения химических войск и средств защиты. Учебное пособие. ВАХЗ, дсп. 1990. (инв. 2095).

4. Контроль качества разработки и производства ВВТ. Под редакцией А.М. Смирнова. дсп. 2003. 274 с. (инв. 3447).

В ходе занятия быть готовыми:

1. Ответить на вопросы преподавателя.

Представить рабочие тетради с отработанными вопросами согласно задания.

**Литература**

**взаимозаменяемость деталь механический обработка**

1. Стандартизация, метрология, сертификация. Под ред. Смирнова А.М. ВУ РХБЗ, дсп, 2001. 322 с. (инв. 3460).

2. Сергеев А.Г., Латышев М.В., Терегеря В.В. Стандартизация, метрология, сертификация. Учебное пособие. – М.: Логос, 2005. 560 с.

3. Технология металлов. Учебник. Под ред. В.А. Бобровского. -М. Воениздат. 1979, 300 с.

## Наглядные пособия и приложения

1. "Лектор-2000".

2. Комплект слайдов.