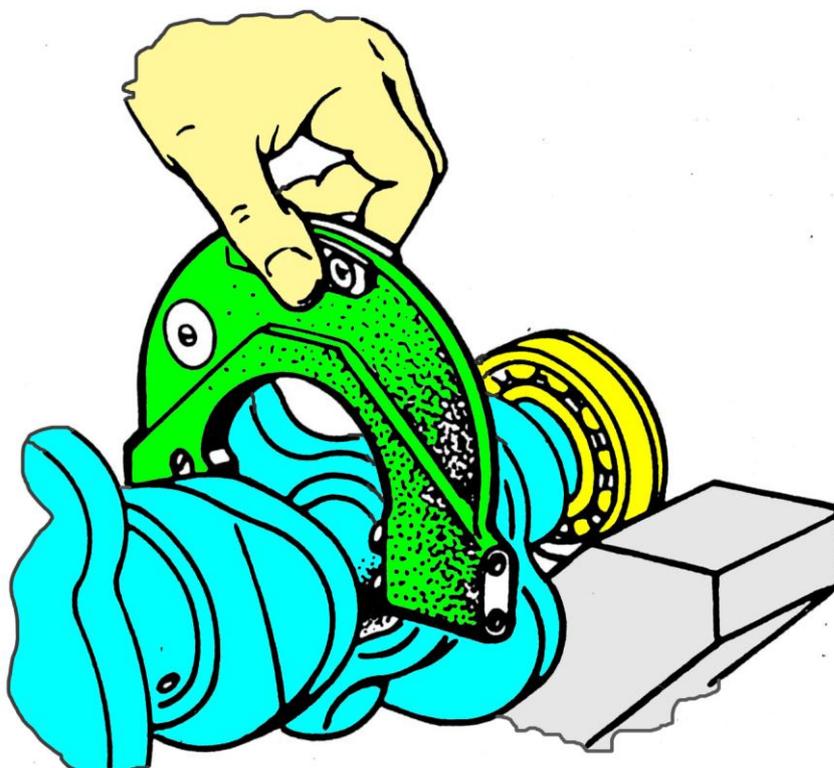


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(МГИУ)

**«КАЛИБРЫ ДЛЯ ГЛАДКИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ И
УСТУПОВ»**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ



Составитель: доцент Мороз В.Г.

Москва 2004 г.

ВВЕДЕНИЕ

В практике годности действительных размеров устанавливают либо путем их измерения, либо путем контроля. В зависимости от целевого назначения применяют различные виды технического контроля (ГОСТ 16504—) входной, операционный, приемочный, инспекционный, штучный и др..

Измерить — значит определить действительный размер с заданной точностью в принятых линейных единицах с помощью каких-либо универсальных измерительных средств. Сравнив измеренные в нескольких сечениях размеры с предельными, делают заключение о годности детали. Метод применяют в единичном и мелкосерийном производствах, при ремонтных и экспериментальных работах.

Проконтролировать — значит установить факт годности или негодности проверяемого размера, что часто возможно и без определения его действительной величины. Методы контроля подразделяются на пассивные и активные.

Пассивные методы контроля констатируют годность или негодность изготовленных деталей.

Активные методы контролируют ход технологического процесса, при этом выдается предупреждение-сигнал для подналадки данного технологического процесса, который поступает до момента появления брака и часто служит управляющим.

Основными и наиболее распространенными средствами контроля деталей в машиностроении являются калибры. Рассматриваемый инструмент находит очень широкое применение в производстве различаясь по:

форме: гладкий, конусный, резьбовой, шпоночный, шлицевый, профильный,
назначению: проходной, непроходной, поэлементный, комплексный, рабочий, приёмный, контрольный, установочный, сортировочный, глубины (высоты) уступа, расположения,
конструктивным признакам: пробки, кольца, скобы, втулки, регулируемые, нерегулируемые, полные, неполные, однопредельные, односторонние двупредельные, двухсторонние двупредельные.

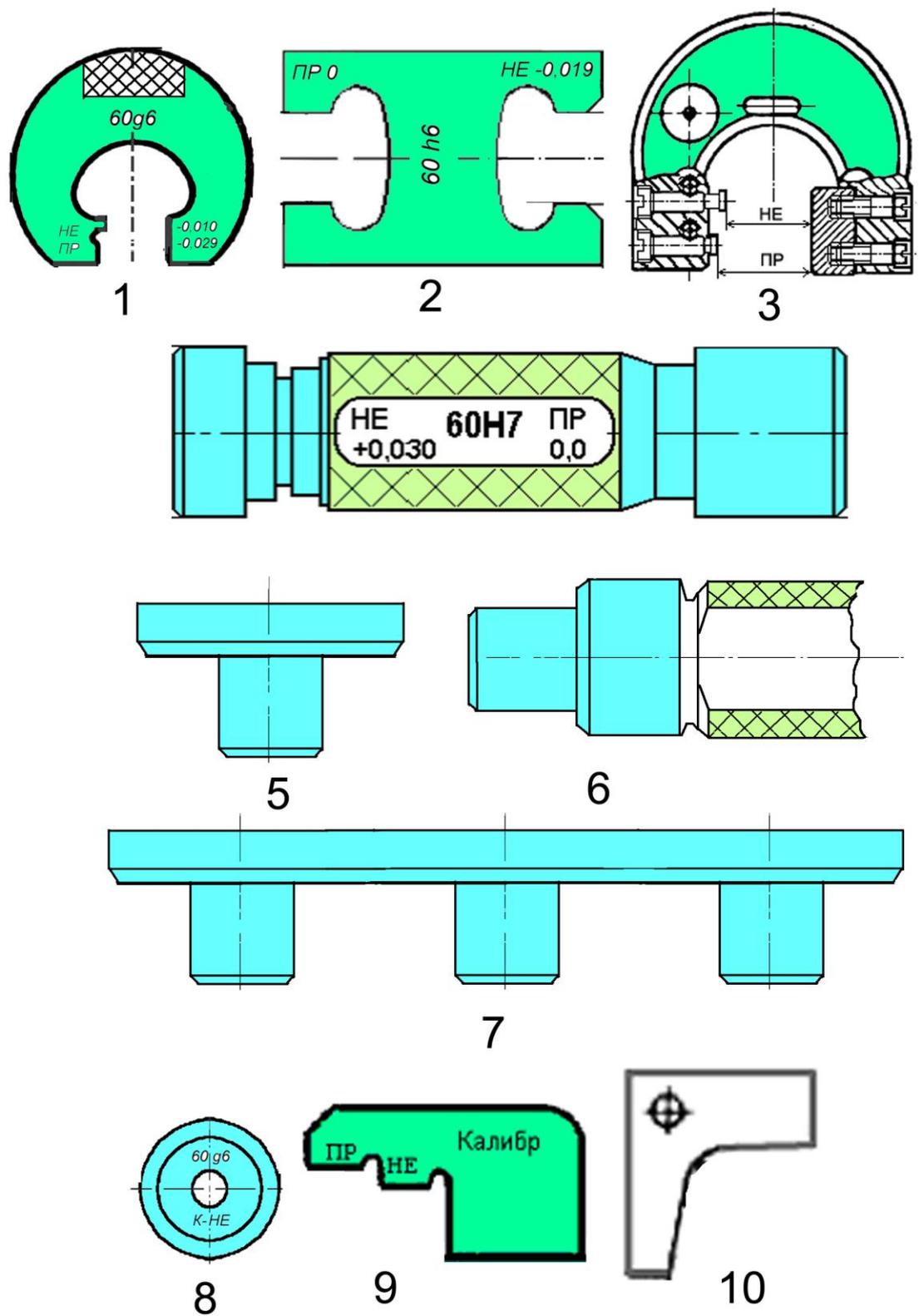


Рисунок 1. Типы калибров

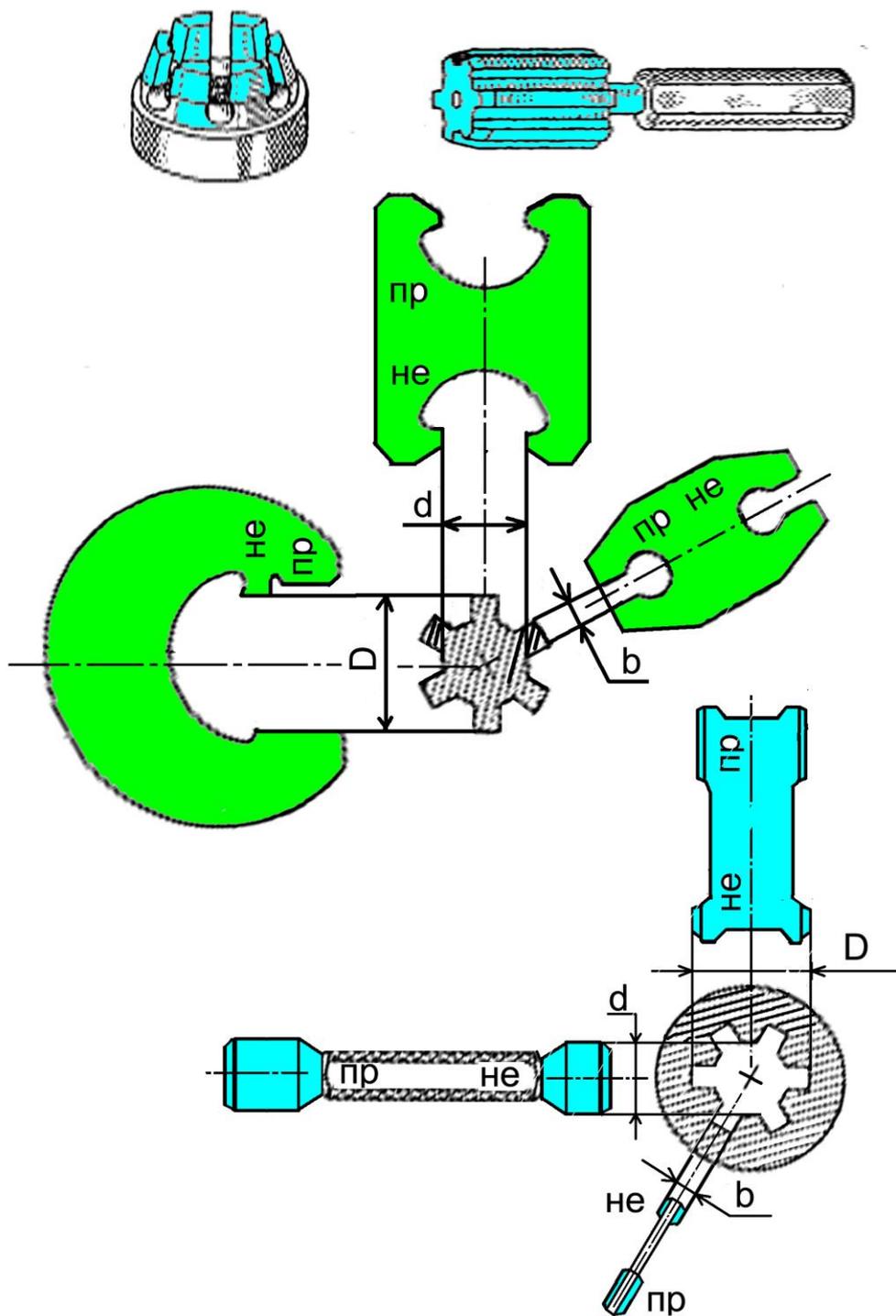


Рисунок 2. Калибры для шлицевого соединения.

На рис.1,2 показаны некоторые типы калибров, которые охватывают лишь часть из числа применяемых. Как видно инструменты существенно разнообразны, но для их создания заложены базовые принципы, знание и освоение которых позволяет без особого труда взяться за конструирование любых калибров.

Калибр-средство контроля, воспроизводящее геометрические параметры элементов изделия, определяемыми заданными предельными линейными или угловыми размерами, и контактирующее с элементом изделия по поверхностям линиям или точкам.

Конструирование калибров базируется на принципе подобия, согласно которому проходные калибры должны являться прототипом сопрягаемой детали и контролировать в комплексе различные виды погрешностей.

Проходные калибры в виде колец, для контроля валов применяют достаточно редко, только в особо ответственных случаях, когда требуется контролировать отклонение от цилиндричности.. Кольца имеют существенный вес, не удобны для пользования, сложнее в изготовлении. Рациональнее проходные калибры для валов делать в виде скоб. Проверять детали скобами необходимо в нескольких местах по длине и не менее чем в двух взаимоперпендикулярных направлениях каждого сечения для определения конусообразности, овальности и др. отклонений формы.

Проходные и непроходные калибры — пробки применяют для контроля размеров отверстий. Для одновременной проверки диаметра и отклонений формы оси отверстий, а также повышения износостойкости проходная пробка обязательно имеет большую длину, чем непроходная.

Вследствие дешевизны и высокой точности нерегулируемые калибры широко применяются в промышленности.. Для повышения долговечности и удержания точности мерительные поверхности калибров закаливают до высокой твердости (*HRC 62 ... 65*), хромируют либо наносят иные износостойкие покрытия, или оснащают твердыми сплавами (ГОСТ 16775—,16780—).

При контроле гладкими калибрами необходимо пользоваться только калибрами предназначенными для данного изделия, следить за чистотой мерительных поверхностей, не пытаться силой проталкивать проходные калибры (калибры при массе свыше 100 г. должны проходить под действием силы тяжести), не следует держать калибры в руках дольше, чем это необходимо во избежание нагрева и изменения их размера, детали после обработки должно контролировать только остывшие. Односторонние скобы, начиная с размеров свыше 20 мм для контроля валов до 8-го качества включительно, обязательно должны снабжаться теплоизоляционными ручками-накладками

1.0 КАЛИБРЫ

1.1. Общие положения

В производстве не всегда нужно знать величину действительного размера. Иногда достаточно лишь убедиться в том, что действительный размер детали находится в пределах установленного допуска, т.е. между наибольшим и наименьшим предельными размерами. В этом случае действительный размер

детали сравнивают с предельно допустимым с помощью специальных контрольных инструментов – калибров.

Калибрами называют бесшкальные контрольные инструменты, которые предназначены для сравнения размеров, формы и взаимного расположения поверхностей детали с предписанными. Различают два типа калибров: *нормальные* и *предельные*.

1.2. Нормальные калибры

Нормальный калибр-калибр, воспроизводящий заданный линейный или угловой размер и форму сопрягаемой с ним поверхности контролируемого элемента изделия.

Нормальные калибры, называемые обычно шаблонами, представляют собой стальные пластины толщиной 1,5 ... 5 мм с точно выполненным фасонным рабочим контуром. При пользовании нормальным калибром о годности того или иного элемента детали судят по степени его прилегания к проверяемой поверхности. Точность изготовления тем выше, чем меньше протяженность и величина получающихся между ними зазоров, которые оценивают «на просвет», «на краску» (по оставляемым следам слегка смазанного шаблона) либо с помощью набора щупов.

В промышленности шаблоны широко применяют при обработке криволинейных контуров и фасонных поверхностей: полостей ручьев в штампах объемной штамповки, пресс-формах, кокилях, формовочных моделей, направляющих треугольного или трапецеидального сечения, соединений типа «ласточкин хвост», при изготовлении фасонного режущего инструмента (различные фрезы, резцы) и т. п.

К общим шаблонам относят угловые, радиусные, галтельные и др. (рис.3, а- в), которые должны иметься в наличии комплектами для встречающегося диапазона размеров R . Контурные шаблоны воспроизводят конфигурацию различных фасонных поверхностей в плане, профильные в поперечном сечении.

Большинство шаблонов изготавливают в паре с контршаблоном (рис.3, г). Контур проверяемой детали (фасонной рукоятки) изображен штрихами. При изготовлении контршаблон окончательно доводят с проверкой на проекторе, добиваясь точного совпадения тени с контурами тщательно вычерченного в определенном масштабе (обычно 1: 10) профиля.

Контршаблон используют для:

- 1) периодической проверки шаблонов в процессе их эксплуатации;
- 2) доводки контура шаблона и изготовления нужного количества идентичных дубликатов, при симметричной фигуре обязательно добиваются плотного прилегания шаблона в обоих положениях (до и после поворота на 180°);
- 3) при необходимости заточки фасонного режущего инструмента.

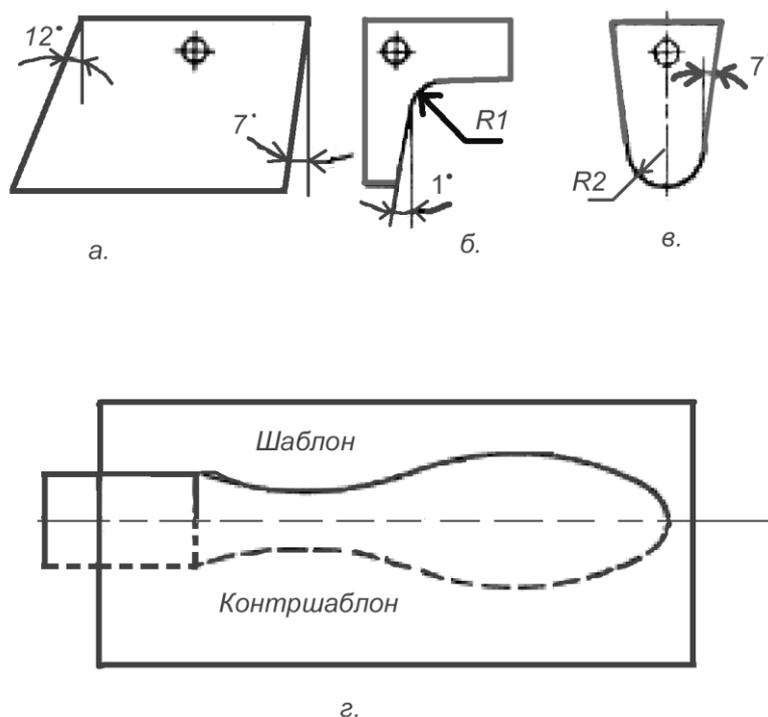


Рисунок 3. Нормальные калибры

Нормальные калибры изготавливают по номинальному размеру детали. Годность детали при контроле нормальными калибрами определяется оператором субъективно, по величине просвета между контурами детали и калибра. Контроль нормальным калибром требует от оператора высокой квалификации и не всегда обеспечивает требуемую точность контроля. Поэтому в настоящее время нормальные калибры применяют редко, в основном для контроля деталей сложной формы.

1.3. Предельные калибры.

Предельный калибр-калибр воспроизводящий проходной и(или) непроходной пределы геометрических параметров элемента изделия.

Предельные калибры, в отличие от нормальных ограничивают не один размер, а два: наибольший и наименьший предельные размеры. Поэтому предельные калибры имеют два размера: проходной **ПР** и непроходной **НЕ**. Годность детали при контроле предельными калибрами определяется последовательным сопряжением проходного и непроходного размеров калибра с поверхностью детали. Пример контроля отверстия посредством калибр-пробок показан на (рис.4), контроль же валов производится калибр-скобами, что показано на (рис.5).

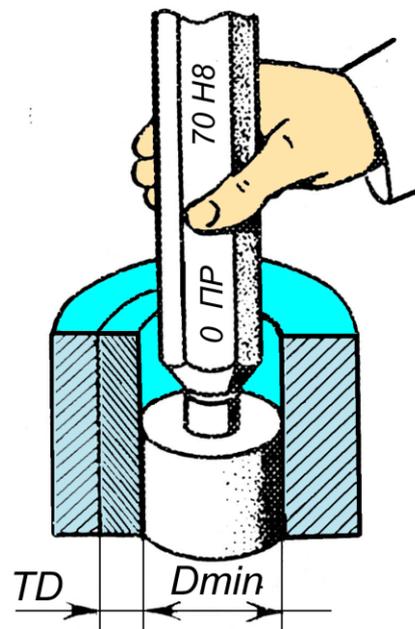
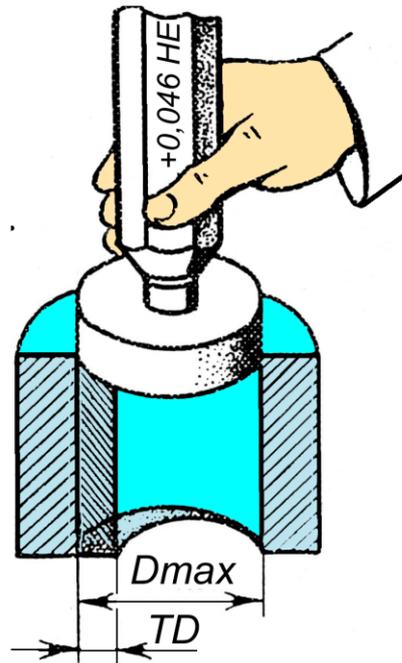


Рисунок 4. Контроль отверстия калибр-пробками

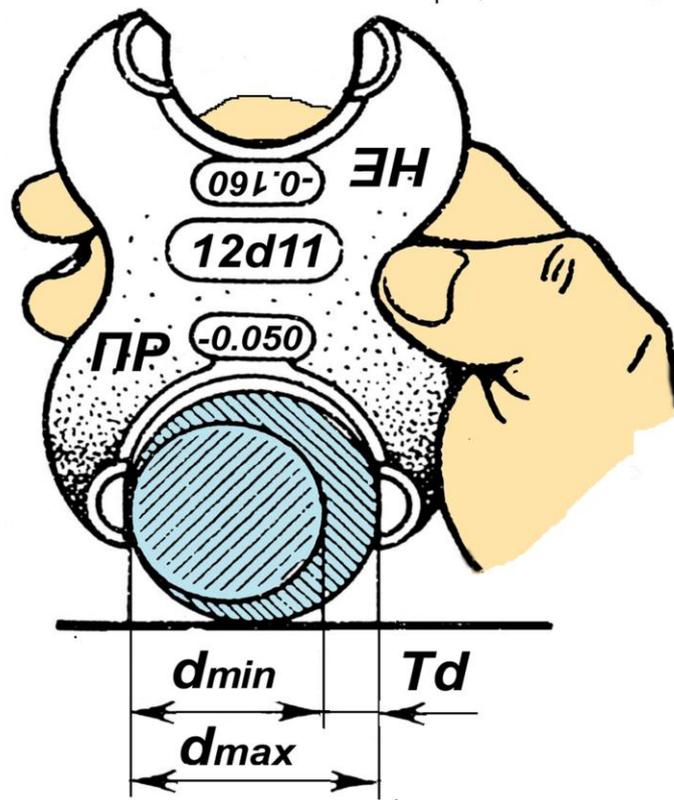
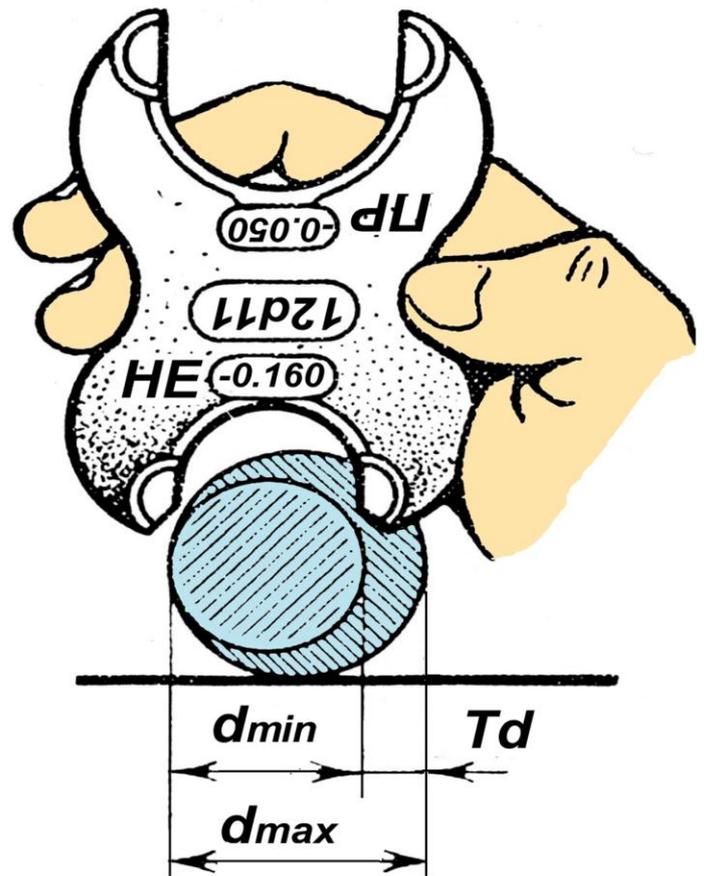


Рисунок 5. Контроль валов калибр-скобами

К калибрам предъявляются следующие основные требования:

1. Исполнительные размеры калибров должны быть изготовлены с высокой точностью. Для этого стандартами установлены специальные допуски размеров и формы для изготовления калибров и уровень шероховатости поверхностей.
 2. Измерительные поверхности калибров должны быть износостойкими. Для этого измерительные поверхности подвергаются дополнительной специальной обработке.
 3. Калибры должны иметь стабильные размеры, быть жесткими при наименьшей массе.
 4. Калибры должны быть удобными, обеспечивая надежный и быстрый контроль.
- Последние два требования обеспечиваются конструкцией калибров.

Калибры получили широкое распространение в различных отраслях промышленности, благодаря преимуществам перед универсальными измерительными приборами.

Применение калибров позволяет в 2 – 3 раза повысить производительность труда на контрольных операциях.

Калибры являются наиболее надежными измерительными средствами при обеспечении взаимозаменяемости проверяемых деталей.

Годность деталей с допуском от IT6 до IT17, особенно при массовом и крупносерийном производствах, наиболее часто проверяются *предельными калибрами*. Этими калибрами проверяют размеры гладких цилиндрических, конусных, резьбовых и шлицевых деталей, глубины и высоты уступов, а также расположение поверхностей и другие параметры.

Комплект рабочих предельных калибров для контроля размеров гладких цилиндрических деталей, состоит из:

1). **проходного калибра ПР**, номинальный размер которого равен наибольшему предельному размеру вала или наименьшему предельному размеру отверстия; им контролируют предельный размер, соответствующий максимуму материала проверяемого объекта ;

2). **непроходного калибра НЕ**, номинальный размер которого равен наименьшему предельному размеру вала или наибольшему предельному размеру отверстия; им контролируют предельный размер, соответствующий минимуму материала проверяемого объекта.

Деталь считается годной, если проходной калибр (проходная сторона калибра) под действием силы тяжести или силы, примерно равной ей, проходит, а непроходной калибр (непроходная сторона) не проходит по контролируемой поверхности детали. В этом случае действительный размер находится между заданными предельными размерами. Если проходной калибр не проходит, то деталь с исправимым браком; если непроходной калибр проходит, то деталь с неисправимым браком, т.к. размер такого вала меньше наименьшего допустимого, а размер такого отверстия больше наибольшего допустимого предельных размеров детали. Теперь можно заметить что, калибры – это измерительные инструменты, предназначенные не для определения числового значения измеряемых параметров, а для определения того, выходит ли величина контролируемого параметра за нижний или верхний предел или находится между двумя допустимыми пределами.

3). **Рабочие калибры (ПР и НЕ)** предназначены для контроля изделий в процессе их изготовления. Эти калибры используют рабочие и контролеры ОТК завода-изготовителя, причем для ОТК применяют частично изношенные калибры ПР (\approx на 75%) и новые калибры НЕ. Для проверки детали представителями заказчика в системе ГОСТ были приемные калибры

(проходной П-ПР и непроходной П-НЕ). В системе ISO эти калибры не предусмотрены; их можно ввести отраслевыми стандартами. Приемные калибры специально не изготавливают, ими могут быть изношенные проходные и новые непроходные рабочие калибры. Так делается для того, чтобы правильно принятые рабочими калибрами детали не были забракованы калибрами контролера и приемными.

4). Контрольные калибры: К-ПР, К-НЕ, К-И предназначены для установки регулируемых калибр–скоб и контроля нерегулируемых калибр–скоб. Контрольные калибры К-И являются непроходными и служат для изъятия из эксплуатации вследствие износа проходных рабочих скоб.

Несмотря на малую величину допуска контракалибров, они все же искажают установленные поля допусков на изготовление и износ рабочих калибров, поэтому контракалибры по возможности не следует применять. Целесообразно, особенно в мелкосерийном производстве, контрольные калибры заменять концевыми мерами или использовать универсальные измерительные приборы.

Валы и отверстия с допуском IT5 и точнее не рекомендуется проверять калибрами, так как они вносят большую погрешность измерения. Такие детали проверяют универсальными измерительными средствами. Для ответственных деталей 6-го и 7-го квалитетов, когда необходимо знать их точность в разных сечениях, а также, когда предъявляют высокие требования к точности формы деталей, вместо калибров целесообразно использовать показывающие измерительные средства.

Для контроля валов используют главным образом скобы. Применяют односторонние и двухсторонние скобы (см. рис 6). Кроме того применяют также и регулируемые скобы, которые могут быть настроены на размер и скорректированы при износе (рис7), но эти скобы имеют меньшую точность и применяются для квалитетов 8 и выше.

Маркировка калибров обязательна, где должно указать: буквенное и цифровое обозначение поля допуска и соответствующие отклонения, проверяемой детали. При измерениях калибр должно жестко удерживать перпендикулярно оси детали. Не следует применять особых усилий при контроле, калибр должен проходить под собственным весом (рис 9).

Для снижения затрат на калибры стремятся увеличить их износостойкость - изготавливают твердосплавные скобы и пробки, износостойкость которых повышается в 50 – 150 раз по сравнению со стальными калибрами и в 25 – 40 раз по сравнению с хромированными при повышении стоимости калибров только в 3 – 5 раз.

Калибры должны иметь наибольшую жесткость при наименьшей массе. Это требование наиболее существенно для больших скоб.

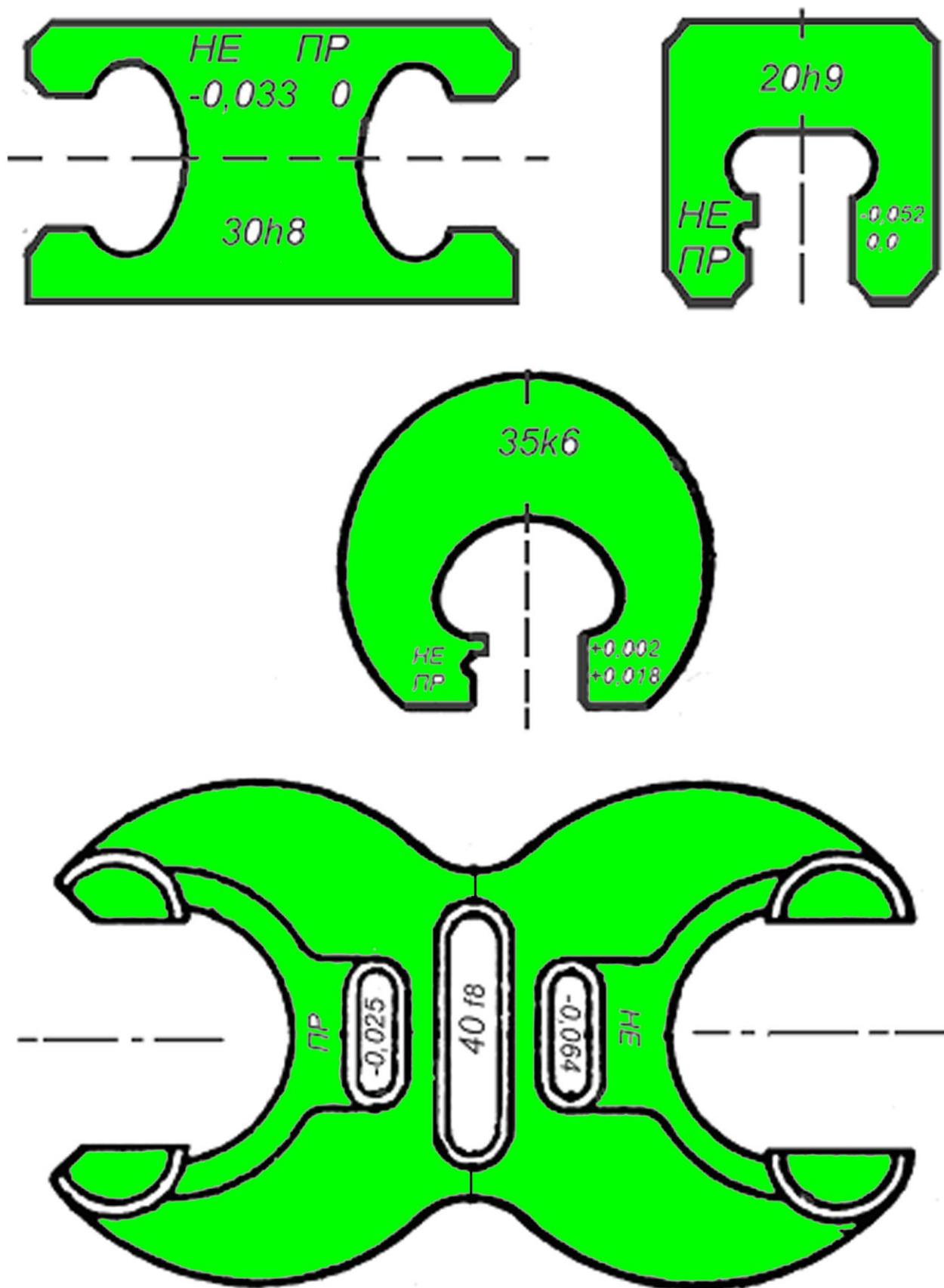


Рисунок 6. Штампованные и литые двух предельные скобы для контроля валов

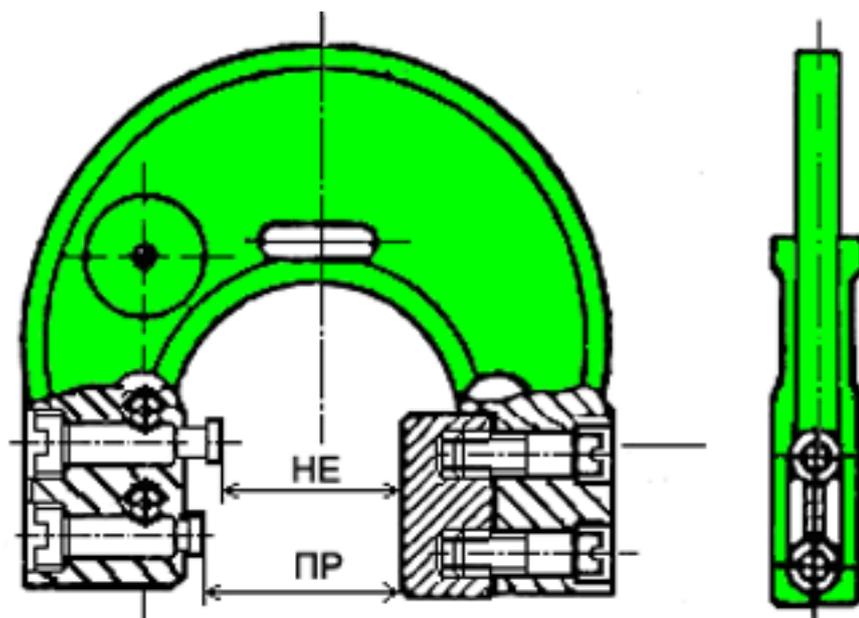
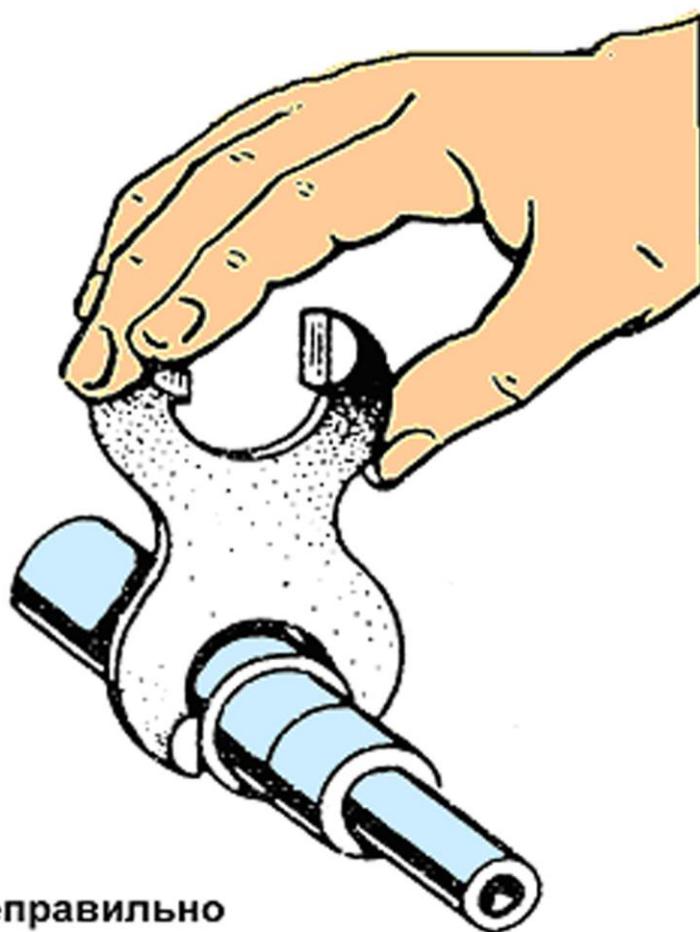


Рисунок 7.Односторонняя, двух предельная регулируемая скоба с твёрдосплавными вставками.



Неправильно



Правильно

Рисунок 8. Приёмы работы со скобой

Для контроля отверстий калибр-пробками применяют несколько разновидностей инструмента, представленных на **рисунке 9**. Важно заметить, что проходная сторона калибра всегда длиннее непроходной, в связи с тем, что ей проводится контроль как размера, так и формы. Контроль формы можно заметить калибром, если представить вал с отверстием уложившимся в допуск, но имеющим волнообразную форму в продольном направлении (**рис 10**). Теперь попробуем проконтролировать это отверстие: с одной стороны калибр-пробкой удлиненной цилиндрической поверхностью, с другой стороны калибр-пробкой укороченной до уровня шайбы. Сразу видно, что калибр-пробка с удлиненной цилиндрической поверхностью заклинит, указав на отклонение формы, в тоже время, если укороченный калибр покачивать, то его можно провести через всё отверстие и отклонение формы не заметить. Отверстие детали с правого и левого торцов может иметь разный размер, поэтому контроль должно проводить с двух сторон, а при необходимости неполным калибром. На **рисунках 10, 11 и 12** наглядно показана сущность такого контроля

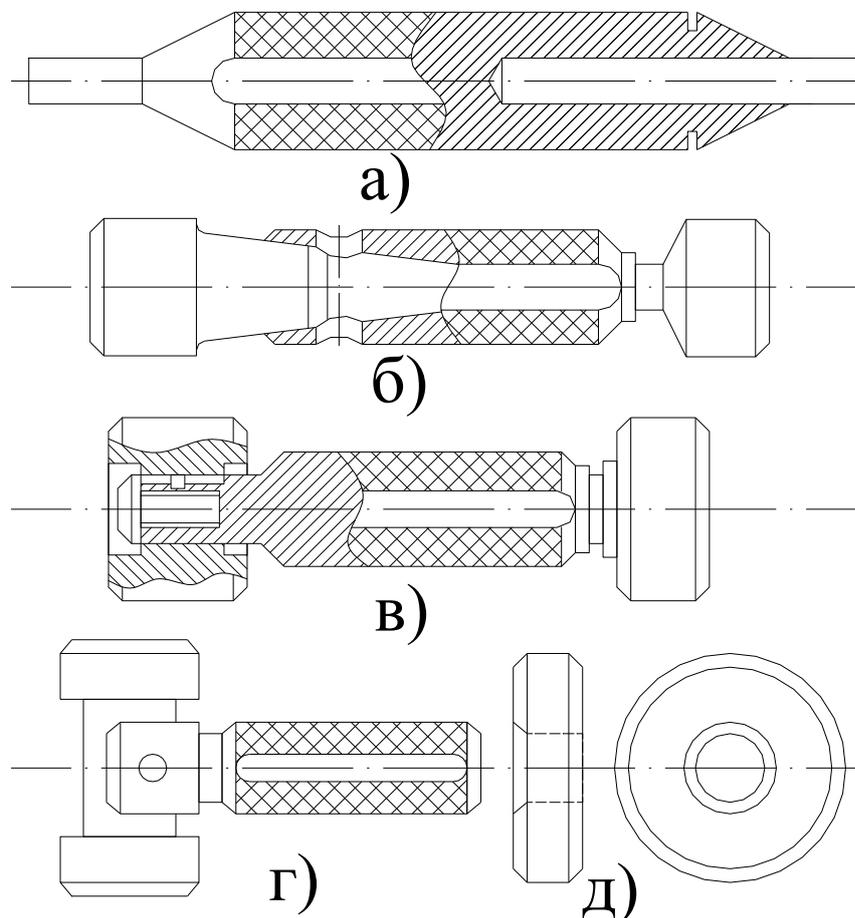


Рисунок 9. Основные типы калибр-пробок для контроля отверстий

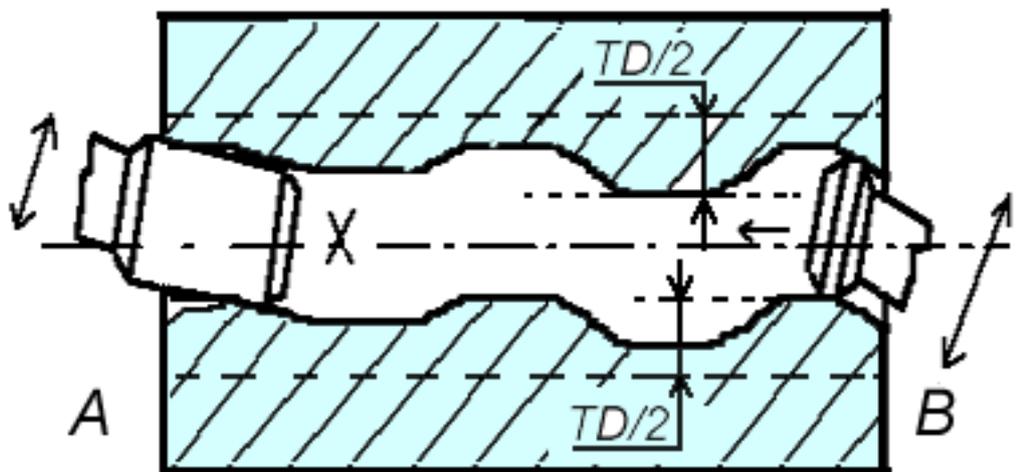


Рисунок 10. К контролю отклонений формы калибр-пробками

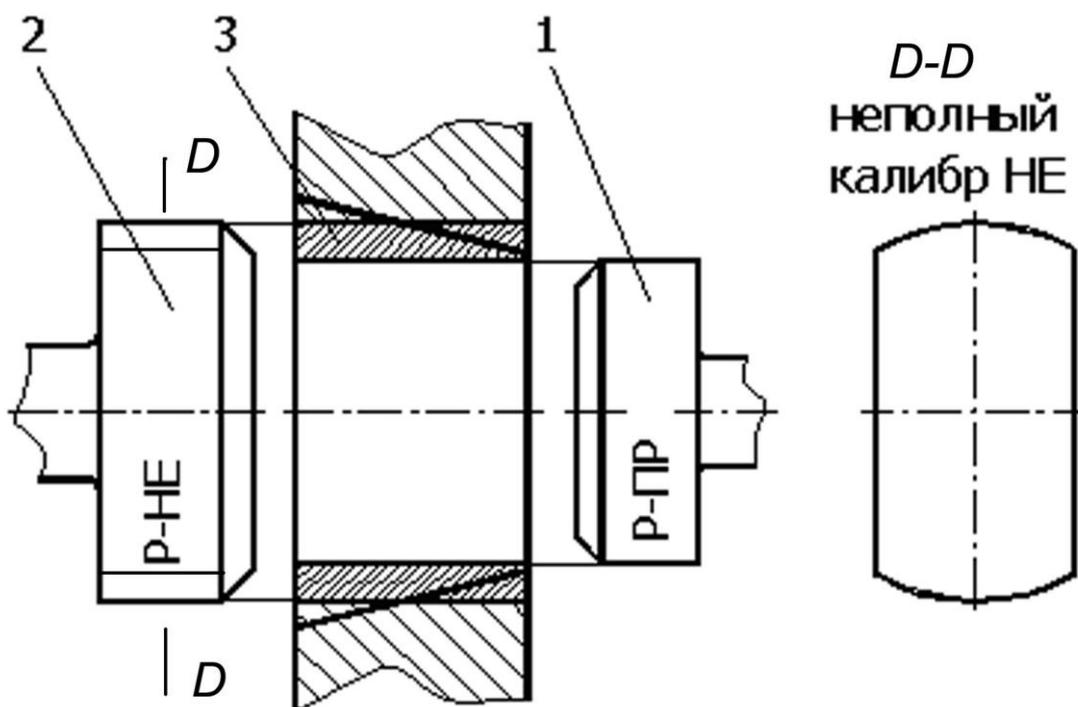


Рисунок 11. . Контроль продольного отклонения формы неполной калибр пробкой.

1,2-калибр-пробки: проходная и непроходная неполная, 3-поле допуска отверстия

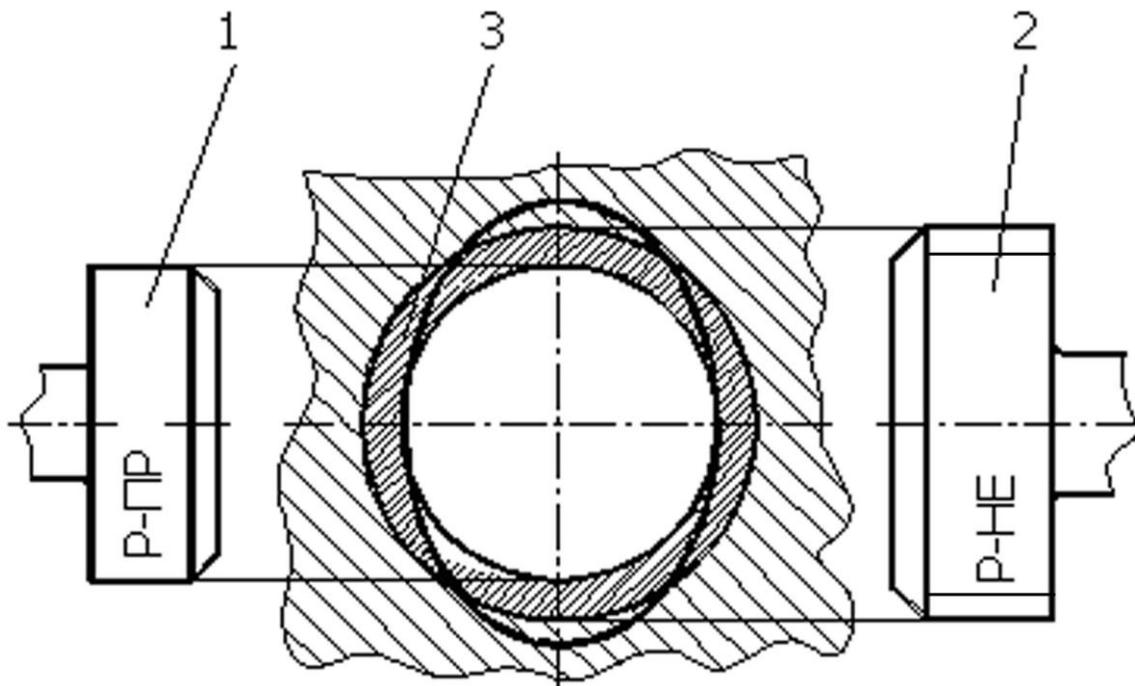


Рисунок 12. Контроль поперечного отклонения формы неполной калибр пробкой.

1,2-калибр-пробки: проходная и непроходная неполная, 3-поле допуска отверстия

При конструировании предельных калибров для гладких, резьбовых и других деталей нужно выполнять принцип подобия (принцип Тейлора), согласно которому проходные калибры по своей форме должны явиться прототипом сопрягаемой детали с длиной, равной длине соединения (т.е. для валов иметь форму колец), и контролировать размеры по всей длине соединения с учетом погрешностей формы деталей. Непроходные калибры должны иметь малую измерительную длину и контакт, приближающийся к точечному, для того, чтобы проверять только собственный размер детали, проходные же калибр-пробки имеют удлиненную цилиндрическую поверхность, что позволяет оценивать отклонение формы детали..

Из рисунка 10 можно заметить, что пробка, со стороны В, с коротким размером образующей, при её покачивании постепенно будет проходить в отверстие, не смотря на существенное отклонение формы. Пробка, со стороны А, в отверстие проходить не будет, указывая на то, что форма отверстия не соответствует требуемой. Контроль отверстий необходимо проводить с каждой из торцевых сторон (рис11), иначе можно признать годным отверстие размеры которого одной стороной выходят за пределы поля допуска. Если же отверстие имеет отклонение формы в поперечном направлении (овал-вместо окружности), или совокупно (овал и конусность) то контроль проводится неполной непроходной калибр пробкой, которая не проходит по малой оси овала но пройдёт по большой (рис11, 12), выходящей за пределы поля допуска. Предельные калибры дают возможность контролировать одновременно все связанные размеры и отклонения формы детали и проверять, находятся ли отклонения размеров и формы детали поверхностей деталей в поле допуска. Таким образом, изделие считается годным, когда погрешности размера, формы и расположения поверхностей находятся в поле допуска.

Однако, на практике приходится отступать от принципа Тейлора вследствие неудобств контроля, например, проходным кольцом, так как это требует многократного снятия детали, закрепленной в центрах станка. Поэтому вместо проходных колец применяют многократный контроль проходными скобами с широкими измерительными поверхностями.

1.4. Калибры для контроля глубин и высот уступов

Особую группу составляют предельные калибры для контроля глубин и высот уступов, конструктивно представляющие ступенчатые пластины той или иной формы. ГОСТ 2534—предусматривает охват размеров 1 ... 500 мм 11 ... 17-го квалитетов. Сторону рабочего калибра для наибольшего предельного размера обозначают буквами ПР, сторону для наименьшего предельного размера — буквами НЕ. Для калибров на оба размера ПР и НЕ всегда дается допуск на износ, который происходит по базирующей плоскости. Действительные размеры сторон при изготовлении и в процессе эксплуатации проверяют универсальными измерительными средствами.

Пользование рассматриваемыми калибрами основано на том же принципе: при годности размера контролируемого уступа ступень ПР калибра через него проходит, а НЕ — не проходит.

В зависимости от характера воздействия износа измерительных поверхностей на изменение размеров ПР и НЕ ГОСТ 2534—предусматривает три схемы расположения полей допусков [рис. 13,14,15,16,17](#),18. Для приёмных калибров, применяемых службами ОТК и представителями заказчика, вводят П-ПР и П-НЕ, которые должны быть близкими к предельным размерам контролируемого элемента изделия.

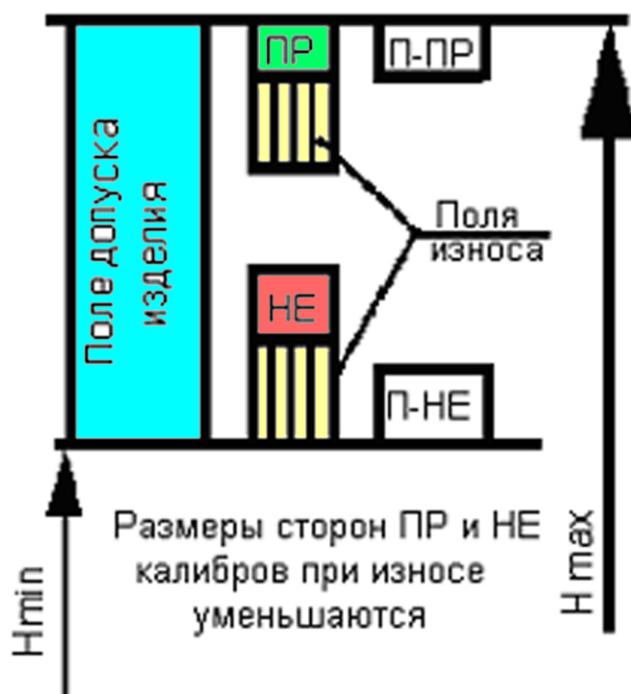


Рисунок 13. Поля допусков калибра для контроля высот уступов (схема 1).

Схема 1
Калибр для контроля высот уступов

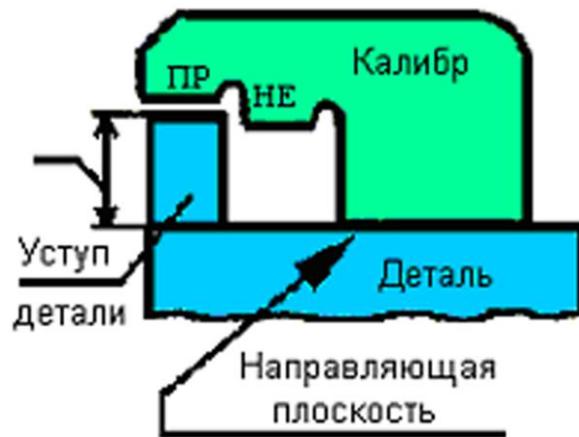


Рисунок 14. Калибр для контроля высот уступов (схема1).

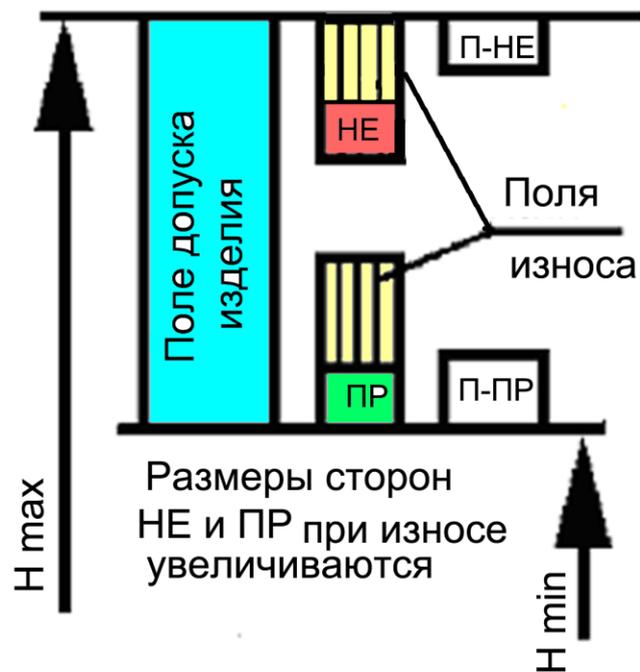


Рисунок 15. Поля допусков калибра для контроля высот уступов (схема 2).

Схема 2

Калибр для контроля высоты уступов



Рисунок 16. Калибр для контроля высот уступов (схема 2).



Рисунок 17. Поля допусков калибра для контроля высот уступов (схема 3).



Рисунок 18. Калибр для контроля высот уступов (схема 3).

2.0. ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАЛИБРОВ

2.1. Допуски калибров для контроля валов и отверстий.

Система допусков на гладкие калибры устанавливает обозначения (табл. 1) и допуски на изготовление (табл. 3):

H – допуск рабочих калибров (пробок) для отверстий (H_S – тех же калибров, но со сферическими измерительными поверхностями);

H_I – допуск калибров (скоб) для валов и

H_P – допуск контрольных калибров для скоб (рис, 21, 25).

При квалитетах от IT6 до IT10 включительно допуски H_I для скоб примерно на 50% больше допусков H для пробок, что объясняется большей сложностью изготовления скоб.

При квалитетах IT11 и грубее допуски H и H_I равны. Допуски H_P для всех типов контрольных калибров одинаковы. Установлены допуски на отклонение формы и шероховатость измерительных поверхностей калибров. Допуски на точность размеров и формы калибров устанавливаются с увеличением номера квалитета – допуск на разноразмерность калибра в любом сечении и на любой его длине.

Для проходных калибров, которые в процессе контроля изнашиваются, кроме допуска на изготовление, предусматривается допуск на их износ. Для всех размеров (1 – 500 мм.) износ калибров ПР с допуском до IT8 включительно может выходить за границу поля допуска детали на величину Y для пробок и Y_I для скоб; для калибров ПР квалитетов от IT9 до IT17 износ ограничивается проходным пределом, т.е. $Y=0$ и $Y_I=0$. Следует отметить, что поле допуска на износ отражает среднюю возможность износа калибра.

У всех проходных калибров поля допуска H (H_S) и H_1 сдвинуты внутрь поля допуска изделия на величину Z для калибр пробок и Z_1 для калибр-скоб. Можно заметить по рис. 19, что такое действие приводит к тому, что детали, размер которых укладывается между точками k, m не будут признаны годными, при контроле новой калибр-пробкой ПР. Анализ кривой распределения показывает, что вероятность появления этого события очень мала, а тем более, с износом калибр пробки будет стремиться к нулю. В тоже время, войдя в малый риск, удаётся во многом увеличить срок службы калибр – пробки ПР.

При номинальных размерах свыше 180 мм поле допуска непроходного калибра также сдвигается внутрь поля допуска детали на величину α для пробок и α_1 для скоб, создавая так называемую зону безопасности, которая вводится для компенсации погрешности контроля калибрами соответственно отверстий и валов размерами свыше 180 мм. Поле допуска калибров HE для размеров до 180 мм симметрично верхнему отклонению детали для пробок и нижнему – для скоб, т.е. $\alpha=0$ и $\alpha_1=0$. Сдвиг границ износа рис. 19 до точки n , из анализа кривой распределения также оказывается обоснованным, срок же службы калибр-пробки ПР теперь ещё увеличится и будет от точки k до n .

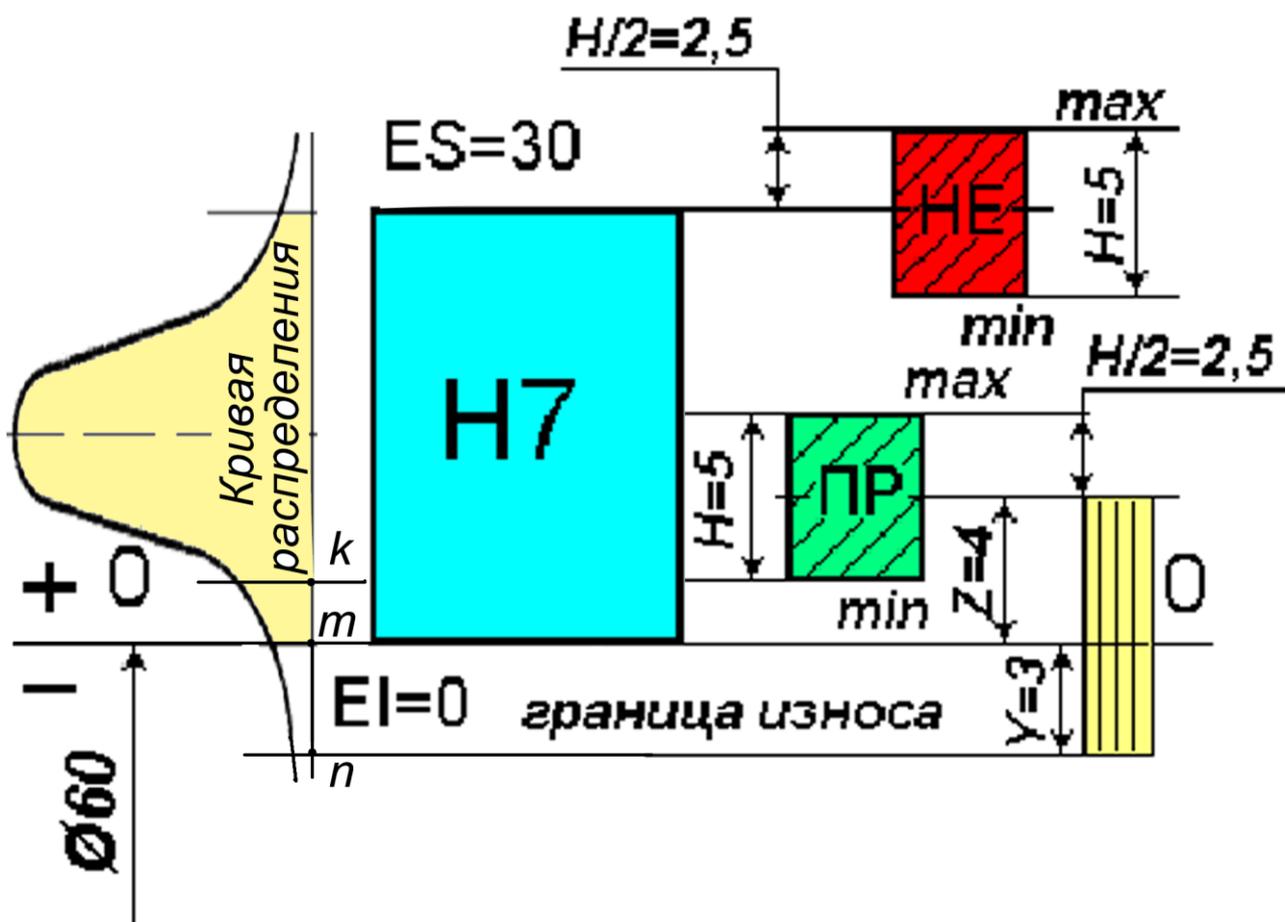


Рисунок 19. Поля допусков калибр-пробок, для поля допуска H7

2.2. Расчет исполнительных размеров калибров.

Исполнительными называются предельные размеры калибра, по которым изготавливают 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. Таким образом, отклонение на чертеже проставляют «в тело» калибра, что обеспечивает исходный максимум металла на изготовление и большую вероятность получения годных калибров. Формулы для получения исполнительных размеров мерительных поверхностей нетрудно получить на основе графического построения полей допусков, при условии чтобы допуск был направлен «в тело», либо воспользоваться таблицей 2. Ниже даны примеры расчета исполнительных размеров и размеров изношенных калибров.

2.2.1. Пример 1. (определение размеров калибров-пробок $\varnothing 60$ H7).

Определить размеры калибров-пробок для отверстия диаметром $D=60$ мм с полем допуска H7.

Находим предельные отклонения изделия: $+30$ мкм (табл.4) Наибольший и наименьший предельные размеры отверстия: $D_{\max}=60,030$ мм; $D_{\min}=60,000$ мм.

По табл. 3 для качества IT7 и интервала 50 - 80 мм находим данные для расчета размеров калибров: $H = 5$ мкм; $Z = 4$ мкм; $Y = 3$ мкм.

Схема расположения полей допусков приведена на рис. 19

Наибольший размер проходной новой калибр-пробки:

$$PP_{MAX} = D_{MIN} + Z + \frac{H}{2} = 60,000 + 0,004 + \frac{0,005}{2} = 60,0065 \text{ мм.}$$

Размер калибра ПР, проставляемый на чертеже, $60,0065_{-0,005}$ мм. (рис.20)
Исполнительные размеры: наибольший: 60,0065 мм; наименьший 60,0015 мм.

Наименьший размер изношенной проходной калибр-пробки:

$$PP_{ИЗНОШ} = D_{MIN} - Y = 60,000 - 0,003 = 59,997 \text{ мм}$$

Когда калибр ПР будет иметь указанный размер, его нужно изъять из эксплуатации. Наибольший размер непроходной новой калибр-пробки:

$$HE_{MAX} = D_{MAX} + \frac{H}{2} = 60,030 + \frac{0,005}{2} = 60,0325 \text{ мм}$$

Размер калибра HE, проставляемый на чертеже, $60,0325_{-0,005}$ мм. Исполнительный размеры: наибольший 60,0325; наименьший 60,0275 мм.

По табл.15 и табл.3 определяем параметры шероховатости поверхностей, радиального биения и отклонения от цилиндричности, и проставляем их на эскизе.

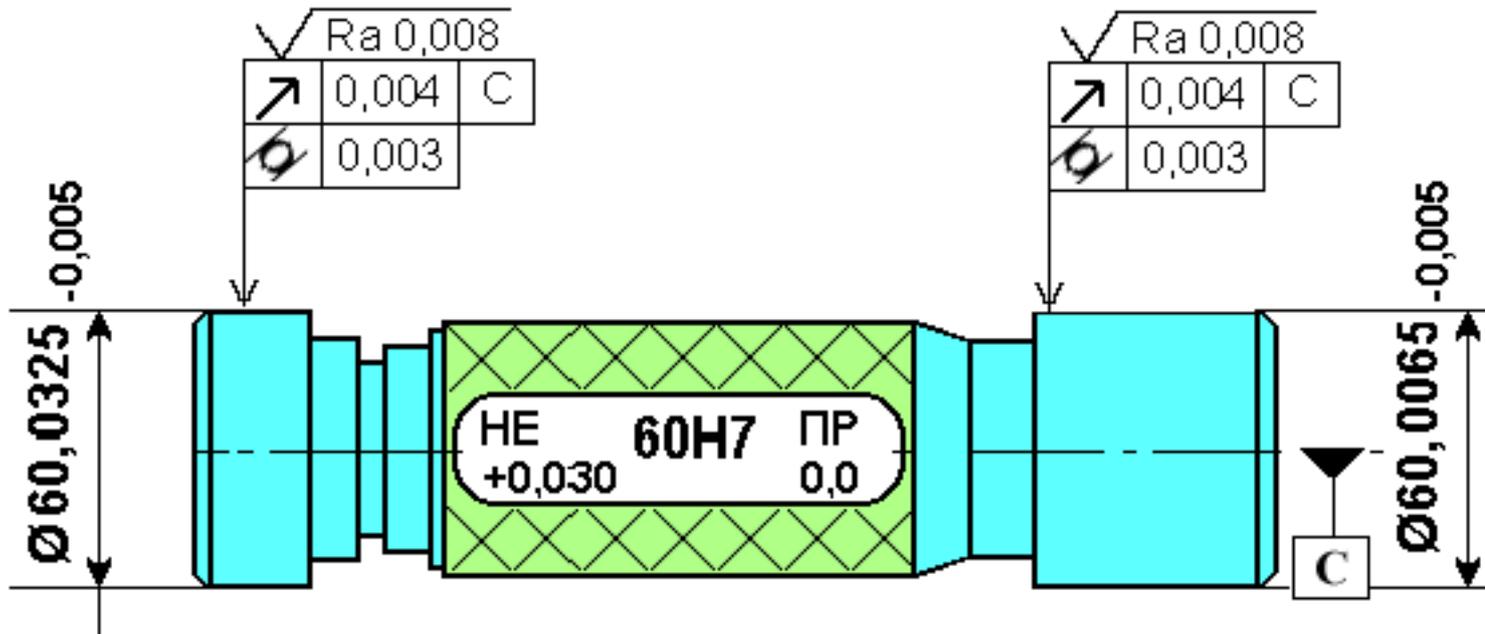


Рисунок 20. Калибр-пробки Н7

2.2.2. Пример 2. (определение размеров калибров-скоб Ø60 г6).

Определить размеры калибр-скоб для вала диаметром $d=60$ мм с полем допуска г6.

Находим по табл. 5, 4 предельные отклонения: $es=-10$; $ei=-29$ мкм.

Предельные размеры вала: $d_{max}=d-es=59,990$ мм; $d_{min}=d-ei=59,971$ мм.

По табл.3 находим данные для расчета размеров калибров:

$H_1=5$ мкм; $Z_1=4$ мкм; $Y_1=3$ мкм; $H_p=2$ мкм.

Схема расположения полей допусков приведена на рис.21.

Наименьший размер проходной новой калибр-скобы:

$$PP_{MIN} = d_{MAX} + Z_1 - \frac{H_1}{2} = 59,990 - 0,004 - \frac{0,005}{2} = 59,9835 \text{ мм.}$$

Размер калибра, проставляемого на чертеже, $59,9835^{+0,005}$ мм (рис.22) шероховатость поверхностей $Ra 0,04$ (табл 15). Исполнительные размеры: наибольший 59,9885 мм, наименьший 59,9835 мм.

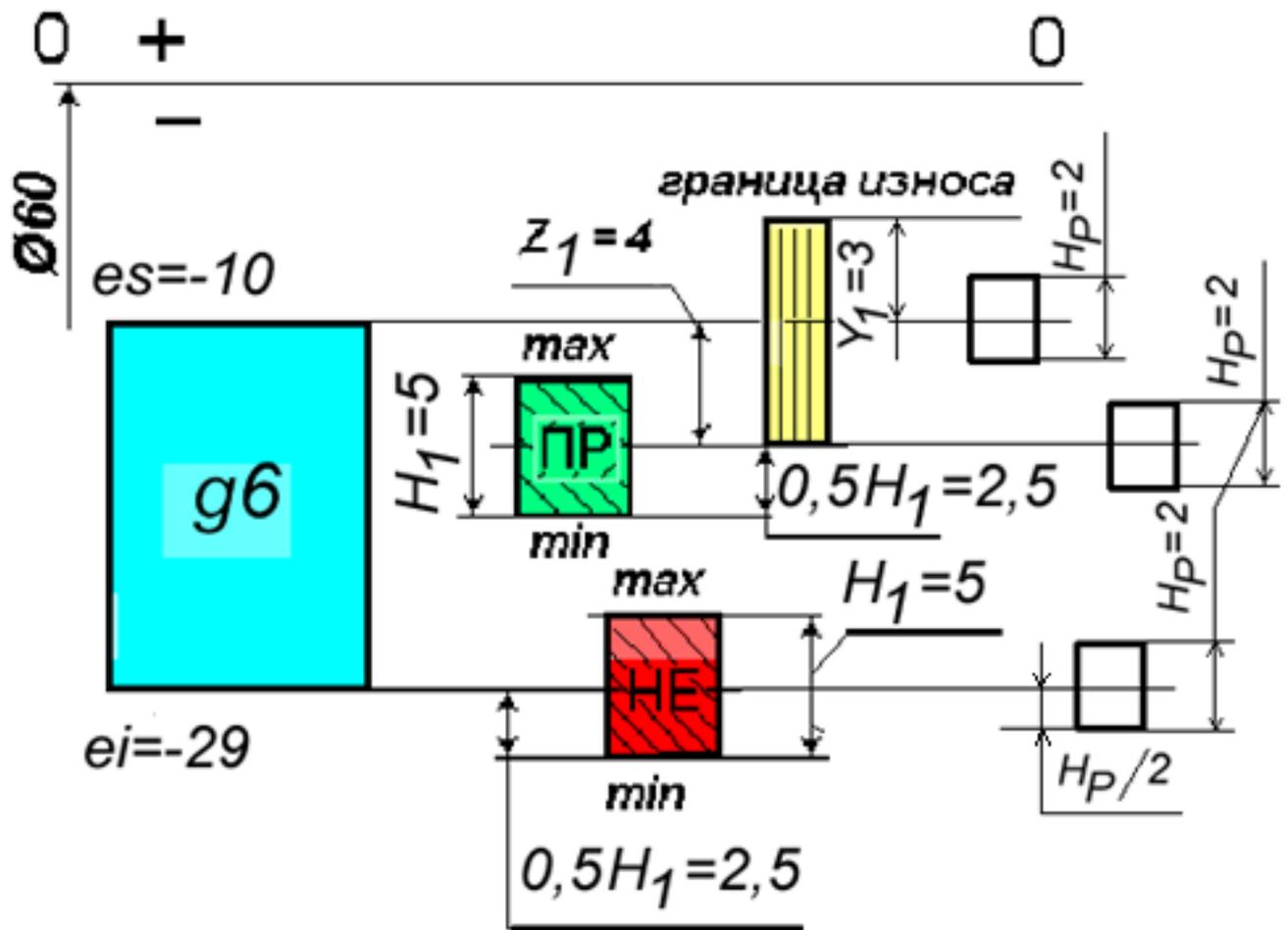


Рисунок 21. Поля допусков калибр-скобы, для поля допуска g6.

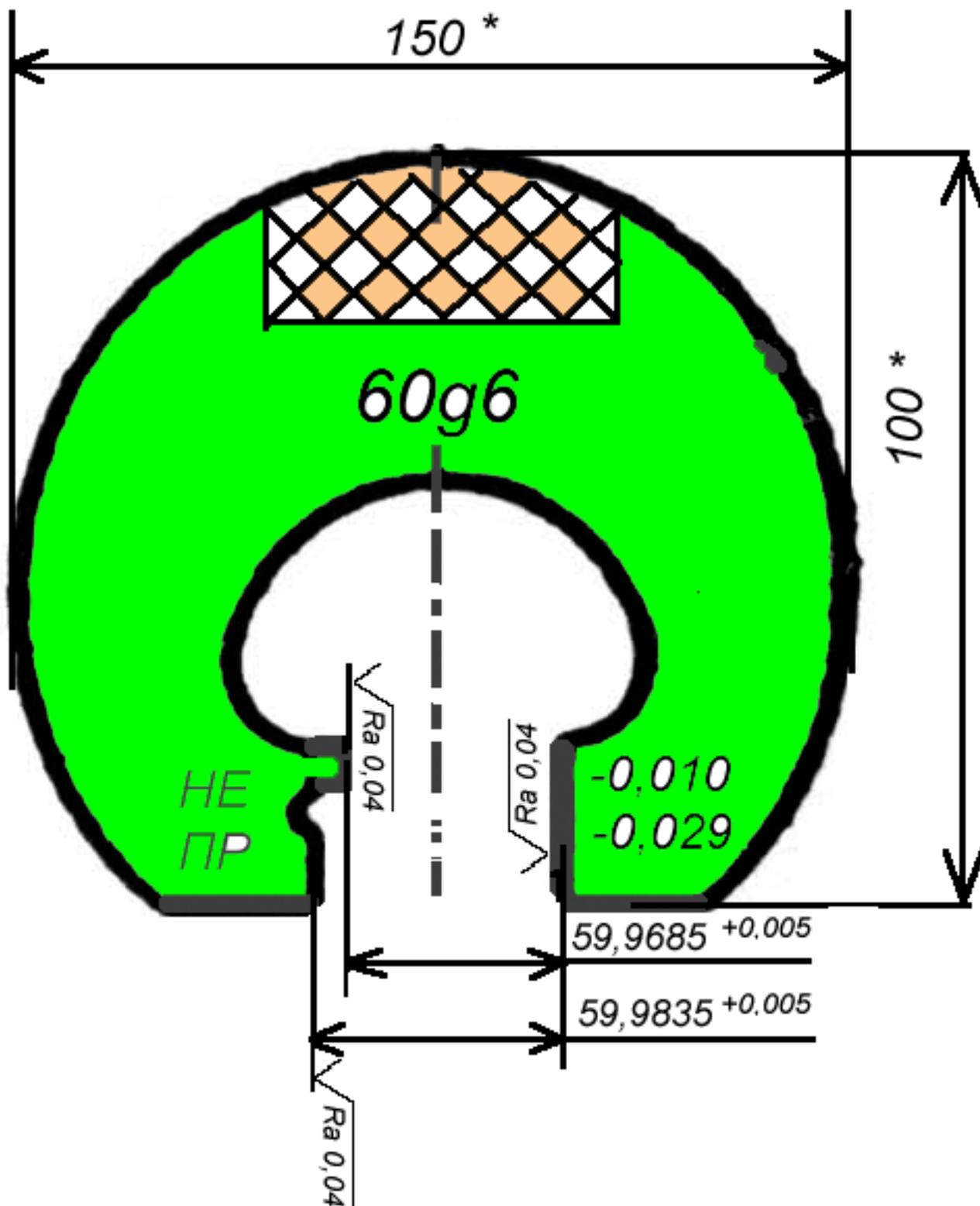


Рисунок 22. Односторонняя калибр-скоба 60g6 .

Наибольший размер изношенной проходной калибр-скобы:

$$PP_{ИЗНОШ} = d_{MAX} + Y_1 = 59,990 + 0,003 = 59,993\text{мм.}$$

Наименьший размер непроходной калибр-скобы:

$$HE_{MIN} = d_{MIN} - \frac{H_1}{2} = 59,971 - \frac{0,005}{2} = 59,9685\text{мм.}$$

Размер калибра HE, проставляемый на чертеже, : $59,9685^{+0,005}$ мм. Исполнительные размеры: наименьший 59,9685 мм, наибольший 59,9735 мм.

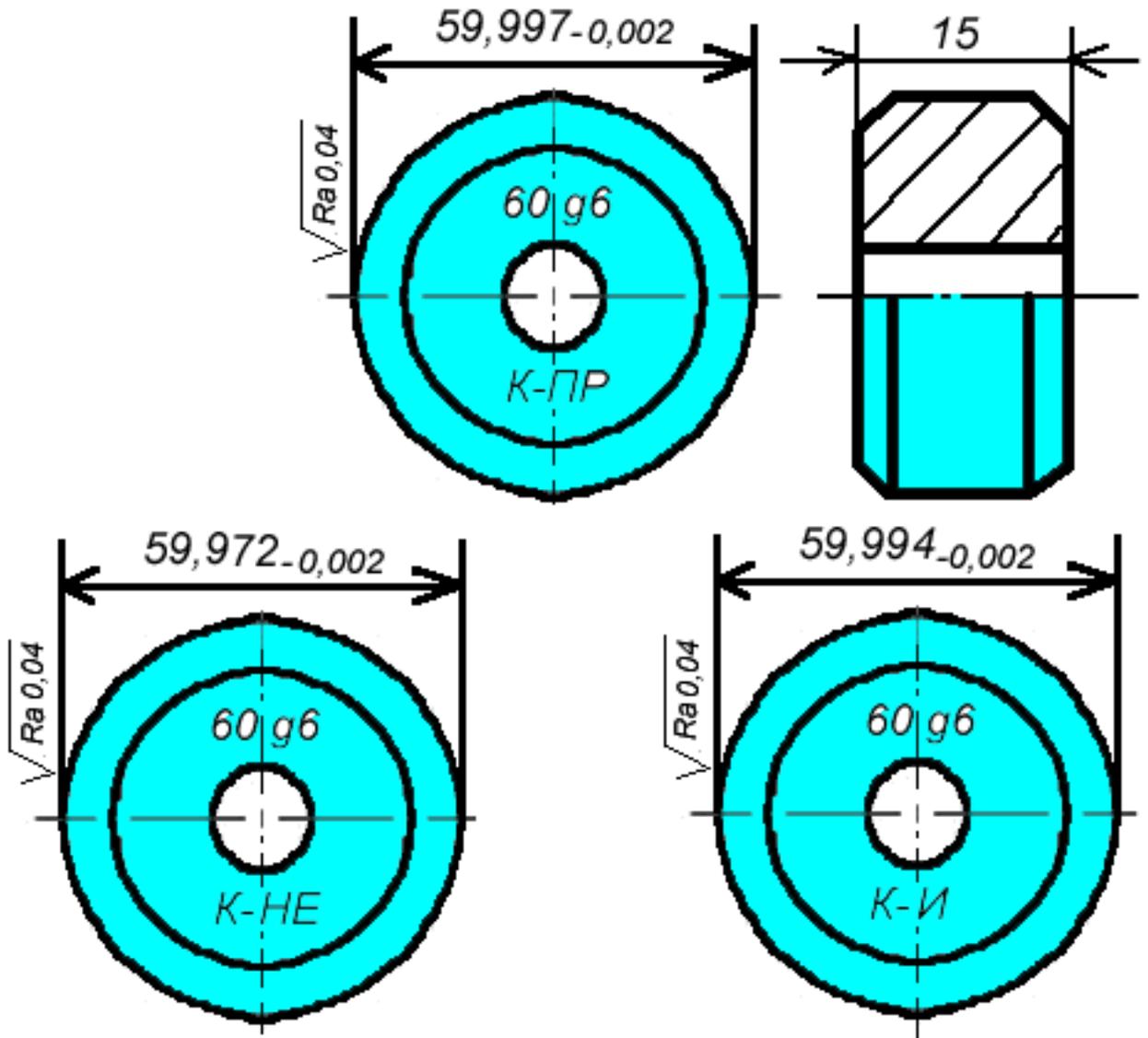


Рисунок 23. Контрольные калибры.-

Размеры контрольных калибров (рис. 23):

$$K - PP_{MAX} = d_{MAX} - Z_1 + \frac{H_P}{2} = 59,990 - 0,004 + \frac{0,002}{2} = 59,987\text{мм.}$$

Наибольший размер проходной новой калибр-пробки:

$$PP_{MAX} = D_{MIN} + Z + \frac{H}{2} = 59,9380 + 0,004 + \frac{0,005}{2} = 59,9445\text{мм.}$$

Размер калибра ПР, проставляемый на чертеже, $59,9445_{-0,005}$ мм. Исполнительные размеры: наибольший: 59,9445 мм; наименьший 59,9395 мм.

Наименьший размер изношенной проходной калибр-пробки:

$$PP_{ИЗНОШ} = D_{MIN} - Y = 59,9380 - 0,003 = 59,935\text{мм}$$

Когда калибр ПР достигнет указанного размера, его исключают из технологического процесса.

Наибольший размер непроходной новой калибр-пробки определяется по зависимости

$$HE_{MAX} = D_{MAX} + \frac{H}{2} = 59,968 + \frac{0,005}{2} = 59,9705\text{мм}$$

Размер калибра HE, проставляемый на чертеже, $59,9705_{-0,005}$ мм. Исполнительный размеры: наибольший 59,9705; наименьший 59,9655 мм.

По табл. 15 и табл. 3 определяются параметры шероховатости поверхностей, отклонения от цилиндричности, и проставляем их на эскизе.

Пример 4 .(определение размеров калибров-скоб $\varnothing 60$ h6).

Определить размеры калибр-скоб для вала диаметром $d=60$ мм с полем допуска h6 по табл. 4, 5. Находим предельные отклонения: 0; -19 мкм.

Предельные размеры вала: $d_{max}=60,000$ мм; $d_{min}=59,981$ мм.

По табл.3 находим данные для расчета размеров калибров:

$H_1=5$ мкм; $Z_1=4$ мкм; $Y_1=3$ мкм; $H_p=2$ мкм.

Схема расположения полей допусков приведена на рис25...

Наименьший размер проходной новой калибр-скобы:

$$PP_{MIN} = d_{MAX} + Z_1 - \frac{H_1}{2} = 60,000 - 0,004 - \frac{0,005}{2} = 59,9935\text{мм.}$$

Размер калибра, проставляемого на чертеже, $59,9935^{+0,005}$ мм (рис.26). Исполнительные размеры: наибольший 59,9985 мм, наименьший 59,9935 мм.

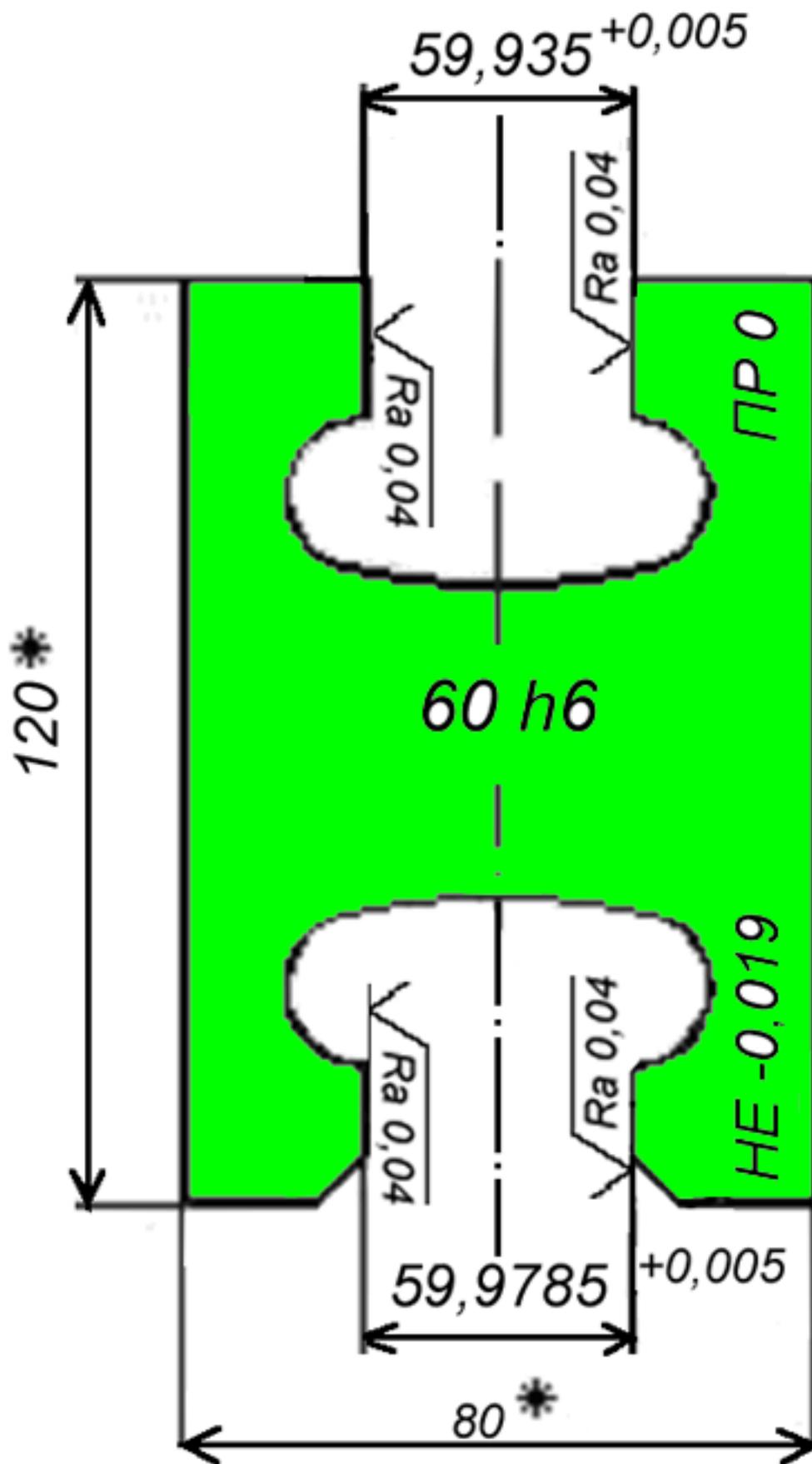


Рисунок 26. Двухсторонняя калибр-скоба (вариант исполнения).

Размеры контрольных калибров:

$$K - ПР_{MAX} = d_{MAX} - Z_1 + \frac{H_P}{2} = 60,000 - 0,004 + \frac{0,002}{2} = 59,997 \text{ мм.}$$

Размер калибра К-ПР, проставляемый на чертеже, 59,997_{-0,002} мм.

$$K - HE_{MAX} = d_{MIN} + \frac{H_P}{2} = 59,981 + \frac{0,002}{2} = 59,982 \text{ мм.}$$

Размер калибра К-HE, проставляемый на чертеже, 59,982_{-0,002} мм.

$$K - И_{MAX} = d_{MAX} + Y_1 + \frac{H_P}{2} = 60,000 + 0,003 + \frac{0,002}{2} = 60,004 \text{ мм.}$$

Размер калибра К-И, проставляемый на чертеже, 60,004_{-0,002} мм.

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

В приложении **рис. 36** приведен вариант графического оформления данного раздела курсовой работы по «МСиС» «Калибры гладкие» на листе формата А3.

2.2.5. Пример 5. (определение размеров калибров для контроля глубин и высот уступов)

Определить предельные размеры калибра, указанного на схеме 1, для изделий номинальным размером А=30 мм с полем допуска h11 **рис.27**.



Рисунок 27. Деталь 1.

. Находим предельные отклонения для 30 h11: верхнее 0; нижнее -130 мкм.

Предельные размеры изделия 30 h11: $A_{max}=30,000$ мм; $A_{min}=29,87$ мм.

Находим предельные размеры сторон калибров (**см. табл. 9**), здесь предельные отклонения стороны для большей, которую назовём ПР: ES=0, EI=-

9мкм, граница изношенного калибра расположена на уровне $Y=-24$, для меньшей стороны HE: $ES1=+24\text{мкм}$, $EI1=+15\text{мкм}$, граница изношенного калибра расположена на уровне $Y1=0$, **рис.28**.

Получим формулы и проведём вычисления для проходного калибра
Наибольший размер проходного нового калибра:

$$PR_{\max} = A_{\max} + ES = 30 + 0 = 30,000\text{мм};$$

Наименьший размер проходного нового калибра:

$$PR_{\min} = A_{\max} + EI = 30 + (-0,009) = 29,991\text{мм};$$

Наименьший размер изношенной стороны PR при полном износе:

$$PR_{\text{изнош}} A + Y = 30 + (-0,024) = 29,976\text{мм}.$$

Теперь получим параметры непроходного калибра:

Наибольший размер непроходного нового калибра:

$$HE_{\max} = A_{\min} + ES1 = 29,87 + 0,024 = 29,894\text{мм};$$

Наименьший размер непроходного нового калибра:

$$HE_{\min} = A_{\min} + EI1 = 29,87 + 0,015 = 29,885\text{мм};$$

Наименьший размер изношенной стороны HE при полном износе:

$$HE_{\text{изнош}} = A_{\min} + Y = 29,87 + 0 = 29,870\text{мм}.$$

Рассматривая плоскости калибра с базирующей плоскостью как отверстия,

На чертёж (**рис.29**) вынесем размеры:

для проходной поверхности калибра $29,991^{+0,009}$

для непроходной $29,885^{+0,009}$.

По табл. 5.1 определяем шероховатость поверхностей $Ra=0,016$ мкм.

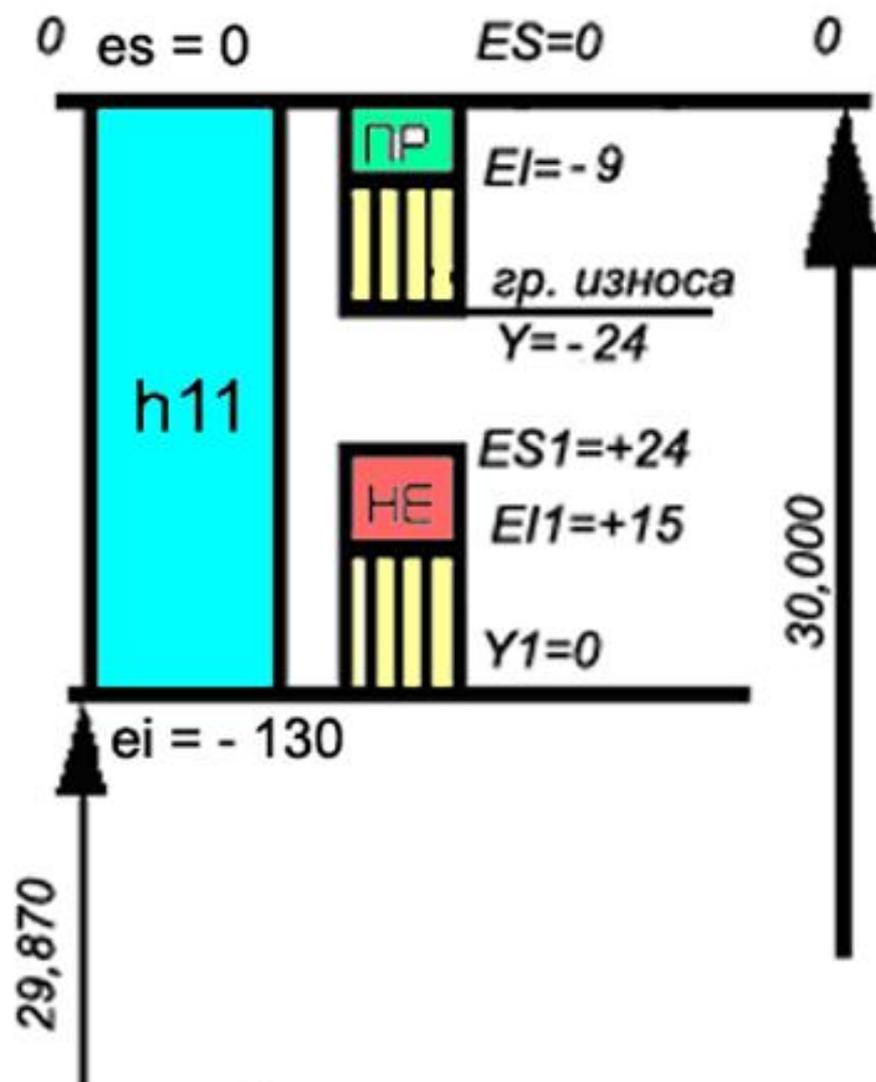


Рисунок 28. Схема полей допусков калибра, для контроля выступов по h_{11} .

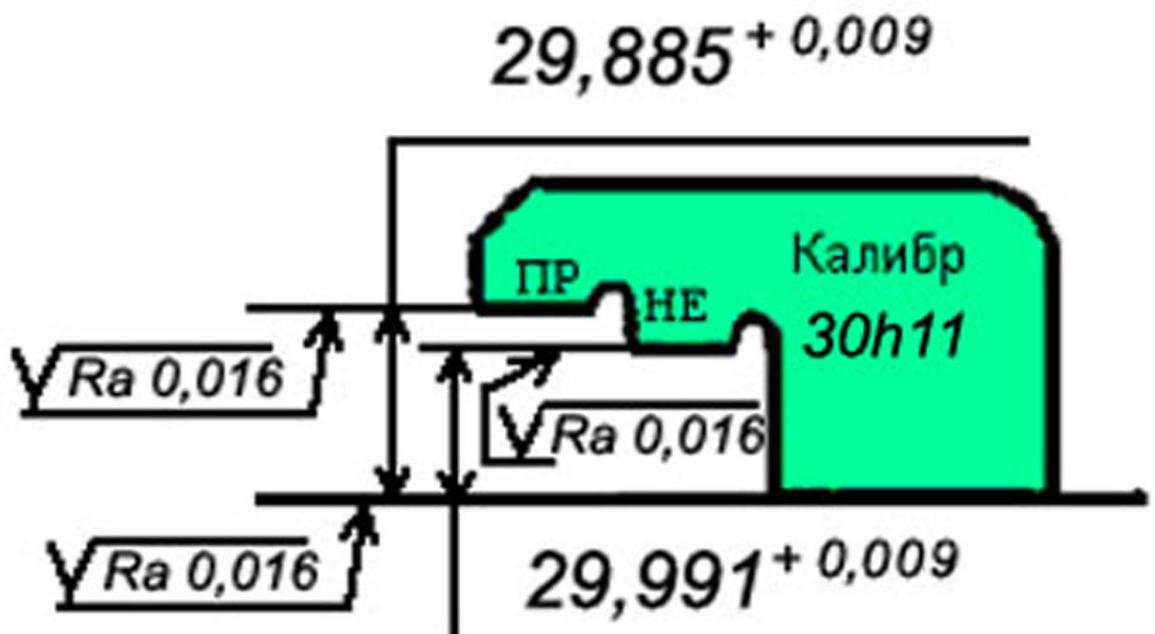


Рисунок 29. Калибр уступов

2.2.6. Пример 6. (определение размеров калибров для контроля глубин и высот уступов)

Определить предельные размеры калибра, указанного на схеме 2, для изделия номинальным размером 12 мм с полем допуска Н12 **рис.30**.

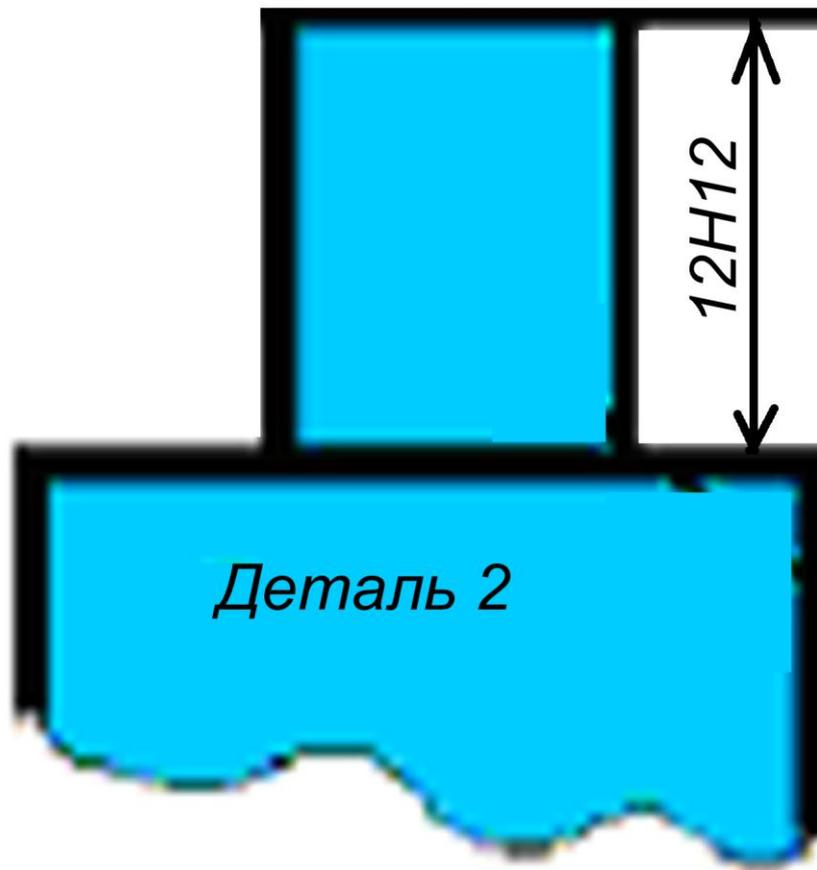


Рисунок 30. . Деталь 2.

Находим предельные отклонения, для детали 12H12: $EI = 0$; $ES = +180$ мкм.

Предельные размеры для детали: $D_{\max} = 12,18$ мм; $D_{\min} = 12$ мм.

Предельные размеры сторон калибров (см. табл. 12 и рис. 31):

Наибольший размер проходного нового калибра:

$$HE_{\max} = 12,18 - 0,012 = 12,168 \text{ мм};$$

Наименьший размер проходного нового калибра:

$$HE_{\min} = 12,18 - 0,020 = 12,16 \text{ мм};$$

Наименьший размер изношенной стороны ПР при полном износе:

$$HE_{\text{изнош}} = 12,18 - 0 = 12,18 \text{ мм}.$$

Наибольший размер непроходного нового калибра:

$$PR_{\max} = 12 + 0,008 = 12,008 \text{ мм};$$

Наименьший размер непроходного нового калибра:

$$PR_{\min} = 12 + 0 = 12 \text{ мм};$$

Наименьший размер изношенной стороны HE при полном износе:

$$PR_{\text{изнош}} = 12 + 0,020 = 12,02 \text{ мм}.$$

Рассматривая плоскости калибра с базирующей плоскостью как отверстия,

На чертёж (рис. 32) вынесем размеры:

для проходной поверхности калибра $12,16^{+0,008}$
 для непроходной $12,00^{+0,008}$.
 Проставляем шероховатость поверхностей $Ra=0,016$ мкм,
 определив по табл. 15.

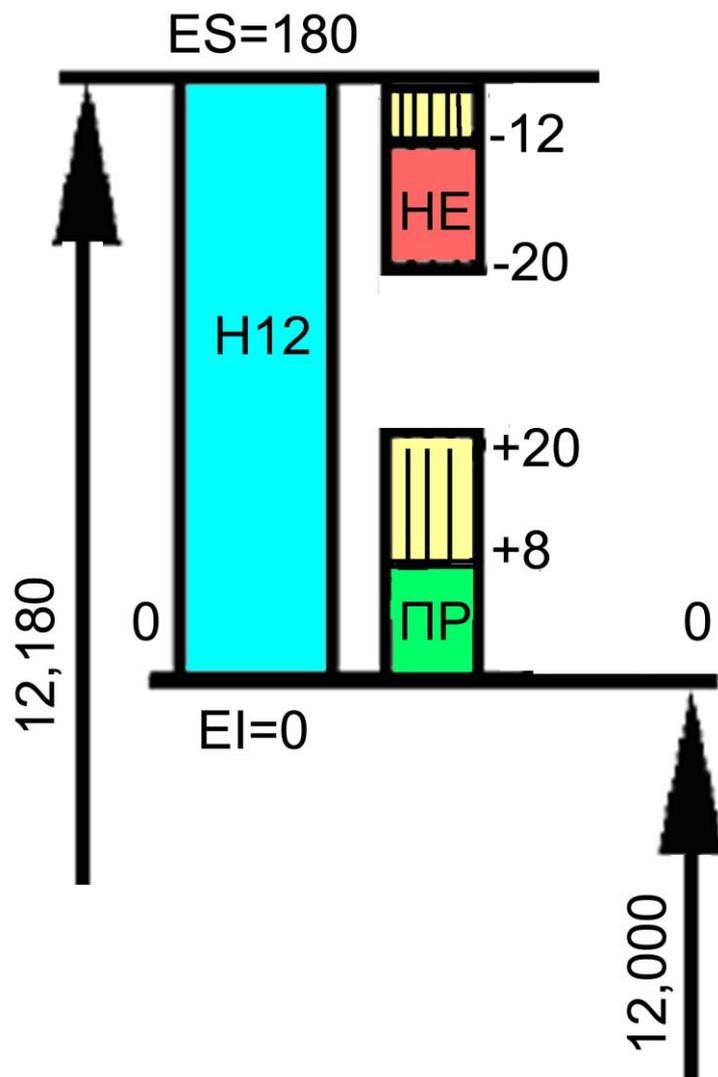


Рисунок 31. Расположение полей калибра уступов .

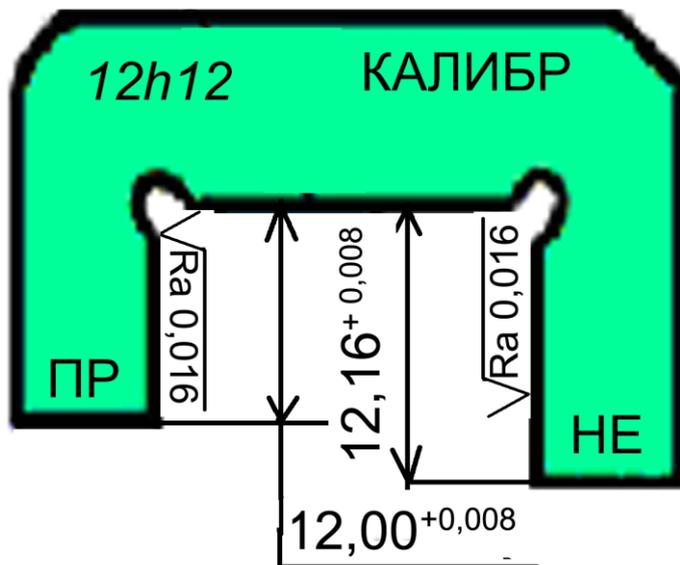


Рисунок 32. Калибр уступов.

2.2.7. Пример 7. (определение размеров калибров для контроля глубин и высот уступов)

Определить предельные размеры калибра, указанного на схеме 3, для изделий (рис.33) номинальным размером 330 мм с полем допуска Js11.

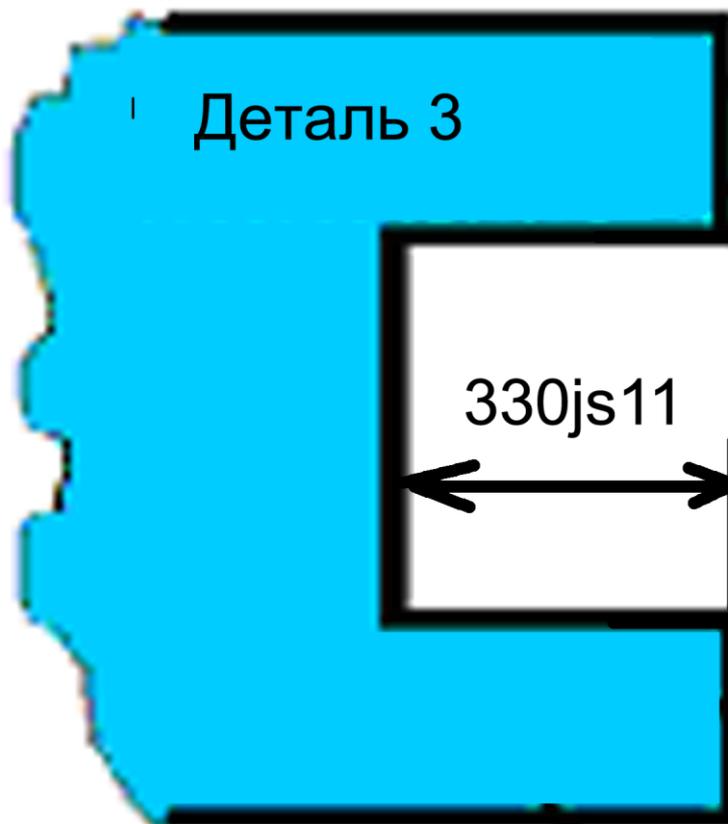


Рисунок 33. Деталь 3.

Находим предельные отклонения: $e_s = +180\text{мкм}$; $e_i = -180\text{ мкм}$.

Предельные размеры изделия 330Js11: $d_{\max} = 330,180\text{мм}$; $d_{\min} = 329,820\text{мм}$.

Предельные размеры сторон калибров (см. табл. 13 и рис. 34):

Наибольший размер проходного нового калибра:

$$ПР_{\max} = 330,180 - 0,015 = 330,165\text{мм};$$

Наименьший размер проходного нового калибра:

$$ПР_{\min} = 330,180 - 0,040 = 330,140\text{мм};$$

Наименьший размер изношенной стороны ПР при полном износе:

$$ПР_{\text{изнош}} = 330,180 - 0,062 = 330,118\text{мм}.$$

Наибольший размер непроходного нового калибра:

$$НЕ_{\max} = 329,820 + 0,040 = 329,860\text{мм};$$

Наименьший размер непроходного нового калибра:

$$НЕ_{\min} = 329,820 + 0,015 = 329,835\text{мм};$$

Наименьший размер изношенной стороны НЕ при полном износе:

$$НЕ_{\text{изнош}} = 329,820 + 0,062 = 329,882\text{мм}.$$

Рассматривая плоскости калибра с базирующей плоскостью как вал,

На чертёж (рис. 35) вынесем размеры:

для проходной поверхности калибра $330,165_{-0,025}$

для непроходной $329,860_{-0,025}$.

По табл. 15 определяем шероховатость поверхностей $Ra=0,016$ мкм.

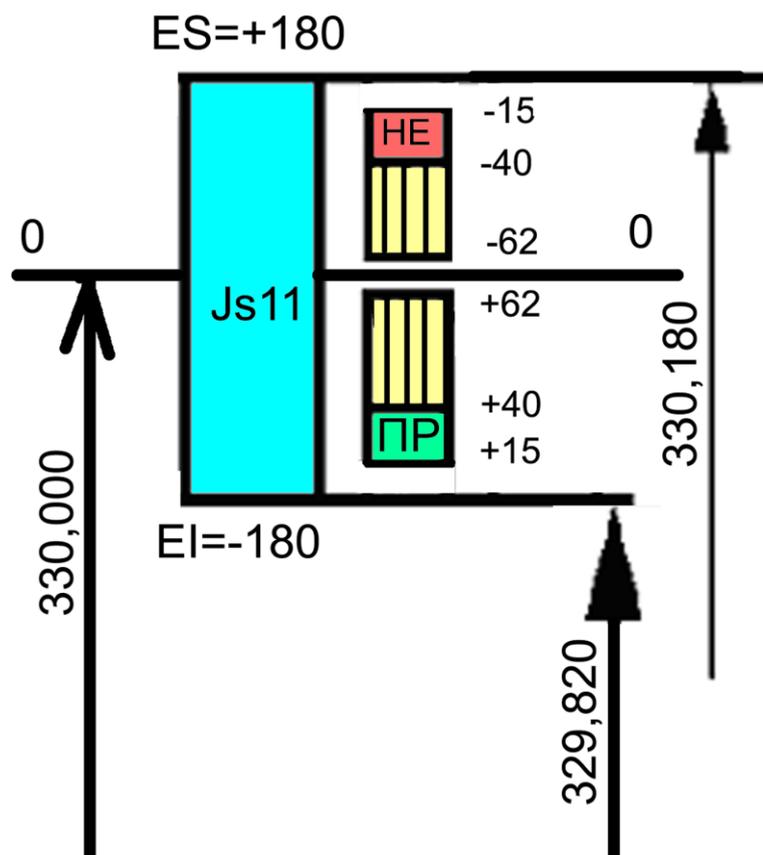
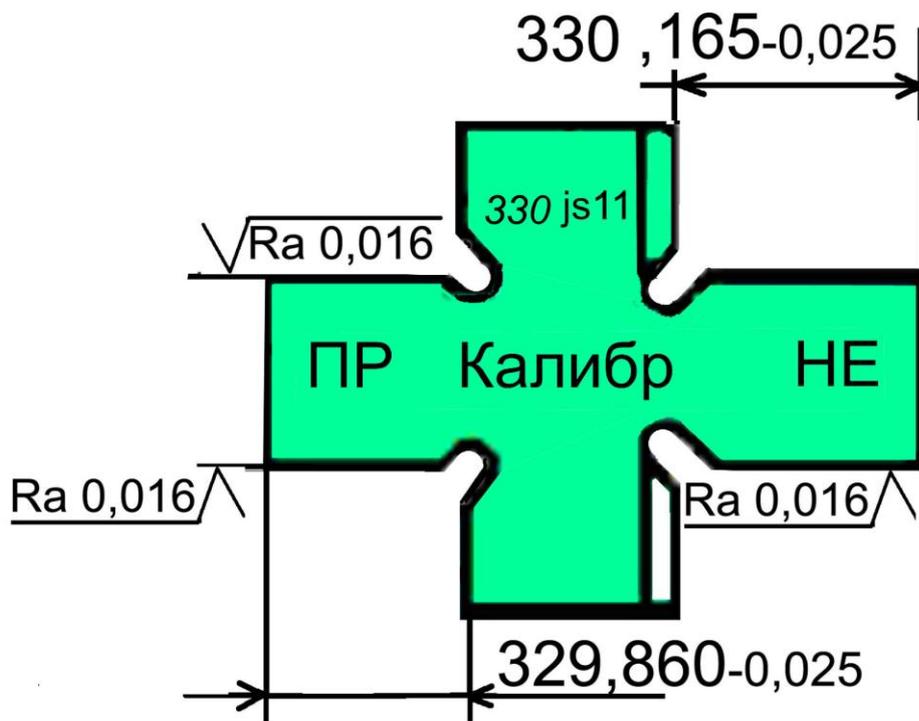
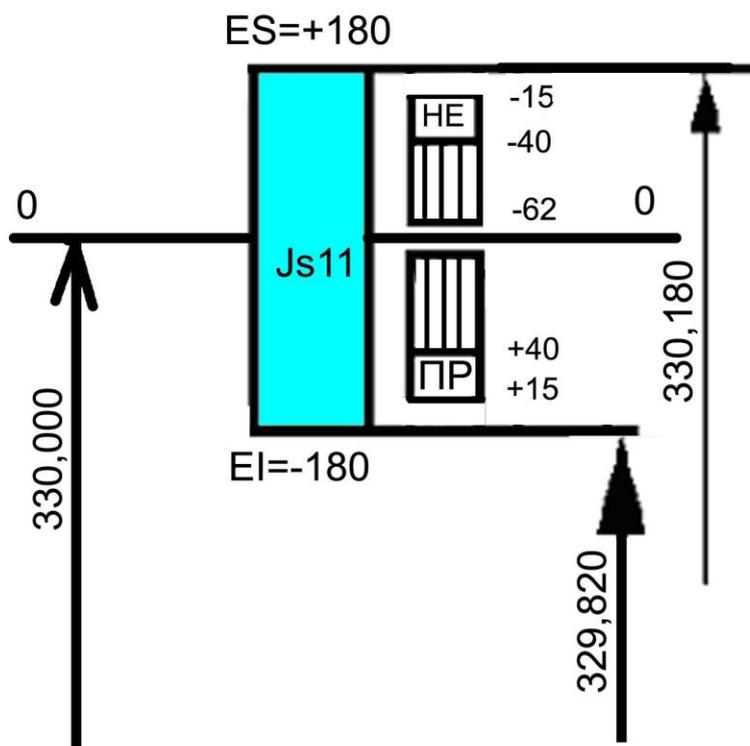


Рисунок 34. Расположение полей калибра для контроля впадин.





Контрольные вопросы

1. Что общего и в чём разница между контролем и измерением ?
2. Какой принцип положен в основу конструирования калибров ?
3. Какие типы калибров Вам известны?
4. Для каких видов производств рационально применение калибров ?
5. Для каких калибров применяют оценку « на просвет», «на краску» ?
6. Для всех ли квалитетов изготовления деталей применяют предельные калибры ?
7. Для всех ли квалитетов изготовления деталей применяют регулируемые калибр-скобы?
8. Из каких материалов изготавливают калибры?
9. Почему взамен калибр-колец повсеместно применяют плоские калибр-скобы ?
10. Почему изготавливают и применяют калибры с твёрдосплавными вставками ?
11. В силу каких причин калибр-пробка ПР существенно длиннее калибр-пробки НЕ ?
12. Каким калибром контролируют не только размер, но и форму изделий?
13. В связи с чем применяют неполные калибр-пробки?
14. Поле допуска проходной калибр-пробки занесено в область поля допуска детали на величину $Z \neq 0$ и следовательно, часть годных деталей будет отбракована. В силу каких причин предусмотрено данное противоречие?
15. Величина границы износа для многих калибров смещена от предельного значения на $Y \neq 0$, а это приводит к тому что негодные детали будут признаны годными, так в силу каких причин это допускается ?
16. Какие калибры изнашиваются больше ПР или НЕ ?
17. На что влияют при контроле шероховатость и отклонение формы калибра?
18. Почему новые калибры ПР выдают рабочим, а частично изношенные приёмщикам ОТК ?
19. Какие параметры должны указываться при клеймении калибров ?
20. Область применения нормальных калибров, и приёмы их использования ?
21. Для каких целей применяют контрольные калибры ?

22. Какой ориентировочный уровень износа должен иметь калибр ПР при передаче его в ОТК?
23. Какими измерительными приборами и инструментами, по Вашему мнению, можно проверять размеры калибров?
24. Почему для односторонних калибр-скоб, применяемых для контроля валов с качеством 8 и точнее, предусматривается обязательная установка теплоизоляционных ручек - накладок ?
25. Где контроль калибрами носит комплексный, а где дифференциальный характер ?
26. С какой целью калибры закаливают и хромируют?
27. Каковы главные достоинства применения калибров?
28. Что необходимо указывать в маркировке и условном обозначении предельных калибров?
29. Почему контрольные калибры применяют только для контроля калибр скоб?
30. Какие размеры принимаются как номинальные для предельных калибров?

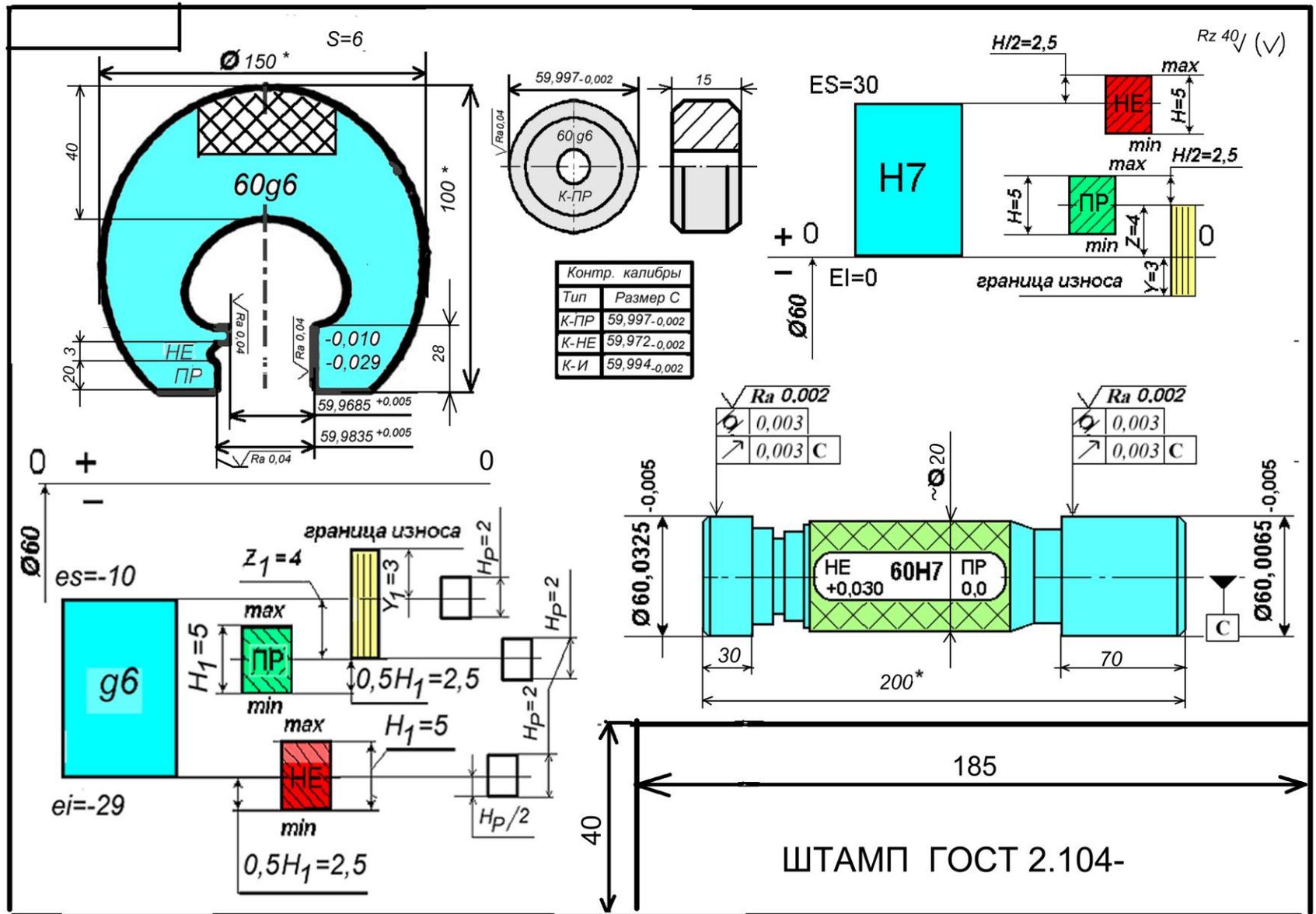


Рисунок 36 . Оформление листа курсовой работы (на формате А3)

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.

Принятые обозначения.

Таблица 1.

D -	номинальный размер изделий;
D_{min} -	наименьший предельный размер изделий;
D_{max} -	наибольший предельный размер изделий;
IT -	допуск изделия;
H -	допуск на изготовление калибров (за исключением калибров со сферическими измерительными поверхностями) для отверстия;
H_S -	допуск на изготовление калибров со сферическими измерительными поверхностями для отверстия;
H_I -	допуск на изготовление калибров для вала;
H_P -	допуск на изготовление контрольного калибра для скобы;
z -	отклонение середины поля допуска на изготовление проходного калибра для отверстия относительно наименьшего предельного размера изделия;
z_I -	отклонение поля допуска на изготовление проходного калибра для вала относительно наибольшего предельного размера;
Y -	допустимый выход размера изношенного проходного калибра для отверстия за границу поля допуска изделия;
Y_I -	допустимый выход размера изношенного проходного калибра для вала за границу поля допуска изделия;
α -	величина для компенсации погрешности контроля калибрами отверстий с размерами свыше 180 мм.
α_I -	величина для компенсации погрешности контроля калибрами валов с размерами свыше 180 мм.

Формулы для определения исполнительных размеров калибра

Таблица 2.

Калибр	Номинальный размер изделия, мм.	
	До 180	Свыше 180 до 500

		Рабочий калибр		Контрольный калибр		Рабочий калибр		Контрольный калибр	
		размер	допуск	размер	допуск	размер	допуск	размер	допуск
Для отверстия	Проходная сторона новая	$D_{\min}+Z$	$\pm \frac{H}{2}$	--	--	$D_{\min}+Z$	$\pm \frac{H}{2}$ или $\pm \frac{H_s}{2}$	--	--
	Проходная сторона изношенная	$D_{\min}-Y$	--	--	--	$D_{\min}-Y+\alpha$	--	--	--
	Непроходная сторона	D_{\max}	$\pm \frac{H}{2}$ или $\pm \frac{H_s}{2}$	--	--	$D_{\max}-\alpha$	$\pm \frac{H}{2}$ или $\pm \frac{H_s}{2}$	--	--
Для вала	Проходная сторона новая	$D_{\max}-Z_1$	$\pm \frac{H_1}{2}$	$D_{\max}-Z_1$	$\pm \frac{H_p}{2}$	$D_{\max}-Z_1$	$\pm \frac{H_1}{2}$	$D_{\max}-Z_1$	$\pm \frac{H_p}{2}$
	Проходная сторона изношенная	$D_{\max}+Y_1$	--	$D_{\max}+Y_1$	$\pm \frac{H_p}{2}$	$D_{\max}+Y_1-\alpha_1$	--	$D_{\max}+Y_1-\alpha_1$	$\pm \frac{H_p}{2}$
	Непроходная сторона	D_{\min}	$\pm \frac{H_1}{2}$	D_{\min}	$\pm \frac{H_p}{2}$	$D_{\min}+\alpha_1$	$\pm \frac{H_1}{2}$	$D_{\min}+\alpha_1$	$\pm \frac{H_p}{2}$

Примечание к таблице 1:

При подсчете исполнительных размеров калибров (наибольших для отверстий и наименьших для валов) необходимо пользоваться следующим правилом округления:

Округление размеров рабочих калибров (наибольших для отверстий и наименьших для валов) для изделий квалитетов 15-17 следует производить до целого микрометра;

Для изделий квалитетов 6-14 и всех контрольных калибров следует округлять до величин, кратных 0,5 мкм, при этом допуск на калибры сохраняется;

Размеры, оканчивающиеся на 0,25 и 0,75 мкм, следует округлять до величин, кратных 0,5 мкм, в сторону сокращения производственного допуска изделия.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Допуски и отклонения калибров.

Таблица 3.

Квалитеты	Обозна-	Интервалы размеров, мм	Д о п
-----------	---------	------------------------	-------

допусков изделий	чения	Интервалы размеров, мм														
		До 3	Свыше 3 до 6	Свыше 6 до 10	Свыше 10 до 18	Свыше 18 до 30	Свыше 30 до 50	Свыше 50 до 80	Свыше 80 до 120	Свыше 120 до 180	Свыше 180 до 250	Свыше 250 до 315	Свыше 315 до 400	Свыше 400 до 500	Допуск на форму калибра	
6	Z	1	1,5	1,5	2	2	2,5	2,5	3	4	5	6	7	8		
	Y	1	1	1	1,5	1,5	2	2	3	3	4	5	6	7		
	α, α_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	4	5		
	Z_1	1,5	2	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8	10	11		
	Y_1	1,5	1,5	1,5	2	3	3	3	4	4	5	6	6	7		
	H, H_S	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10	IT1	
	H_1	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15	IT2	
	H_P	0,8	1	1	1,2	1,5	1,5	2	2,5	3,5	4,5	6	7	8	IT1	
7	Z, Z_1	1,5	2	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8	10	11		
	Y, Y_1	1,5	1,5	1,5	2	3	3	3	4	4	6	7	8	9		
	α, α_1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	5	6	7		
	H, H_1	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15	IT2	
	H_S	--	--	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10	IT1	
	H_P	0,8	1	1	1,2	1,5	1,5	2	2,5	3,5	4,5	6	7	8	IT1	
8	Z, Z_1	2	3	3	4	5	6	7	8	9	12	14	16	18		
	Y, Y_1	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	9	9	11		
	α, α_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6	7	9		
	H	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	16	IT2	
	H_1	3	4	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	IT3	
	$H_S^* H_P$	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10	IT1	
Квалитеты допусков изделий	Обозна- чения	Интервалы размеров, мм														Допуск на форму калибра
		До 3	Свыше 3 до 6	Свыше 6 до 10	Свыше 10 до 18	Свыше 18 до 30	Свыше 30 до 50	Свыше 50 до 80	Свыше 80 до 120	Свыше 120 до 180	Свыше 180 до 250	Свыше 250 до 315	Свыше 315 до 400	Свыше 400 до 500		
9	Z, Z_1	5	6	7	8	9	11	13	15	18	21	24	28	32		
	Y, Y_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	α, α_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6	7	9		
	H	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15	IT2	
	H_1	3	4	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	IT3	

	$H_S^* H_P$	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10	IT1
10	Z, Z_1	5	6	7	8	9	11	13	15	18	24	27	32	37	
	Y, Y_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	α, α_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	9	11	14	
	H	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15	IT2
	H_1	3	4	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	IT3
	$H_S^* H_P$	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10	IT1
11	Z, Z_1	10	12	14	16	19	22	25	28	32	40	45	50	55	
	Y, Y_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	α, α_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	15	15	20	
	H, H_1	4	5	6	8	9	11	13	15	18	20	23	25	27	IT4
	H_S	--	--	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	IT3
	H_P	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10	IT1
12	Z, Z_1	10	12	14	16	19	22	25	28	32	45	50	65	70	
	Y, Y_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	α, α_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	20	30	35	
	H, H_1	4	5	6	8	9	11	13	15	18	20	23	25	27	IT4
	H_S	--	--	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	IT3
	H_P	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10	IT1
Квалитеты допусков изделий	Обозначения	Интервалы размеров, мм													Допуск на форму калибра
		До 3	Свыше 3 до 6	Свыше 6 до 10	Свыше 10 до 18	Свыше 18 до 30	Свыше 30 до 50	Свыше 50 до 80	Свыше 80 до 120	Свыше 120 до 180	Свыше 180 до 250	Свыше 250 до 315	Свыше 315 до 400	Свыше 400 до 500	
13	Z, Z_1	20	24	28	32	36	42	48	54	60	80	90	100	110	
	Y, Y_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	α, α_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	35	45	55	
	H, H_1	10	12	15	18	21	25	30	35	40	46	52	57	63	IT5
	H_S	--	--	9	11	13	16	19	22	25	29	32	36	40	IT5
	H_P	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15	IT2
	Z, Z_1	20	24	28	32	36	42	48	54	60	100	110	125	145	
	Y, Y_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	α, α_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	55	70	90	

14 ^{**}	H, H_l	10	12	15	18	21	25	30	35	40	46	52	57	63	IT5
	H_S	--	--	9	11	13	16	19	22	25	29	32	36	40	IT5
	H_P	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15	IT2
15 ^{**}	Z, Z_l	40	48	56	64	72	80	90	100	110	170	19	210	240	
	Y, Y_l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	α, α_l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	90	110	140	
	H, H_l	10	12	15	18	21	25	30	35	40	46	52	57	63	IT5
	H_S	--	--	9	11	13	16	19	22	25	29	32	36	40	IT5
	H_P	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15	IT2

Примечания:

- *
3. К размерам до 6 мм не относятся.
- **
2. К размерам до 1 мм не относятся

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Величины допусков и основных отклонений Величины допусков

Таблица 4

Интервалы размеров	Квалитет																	
	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15*	16*
До 3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600
Св.3 до 6	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750
6 до 10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900
10 до 18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	480	700	1100
18 до 30	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300
30 до 50	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600
50 до 80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900
80 до 120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200
120 до 180	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500
180 до 250	2	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900

250 до 315	2,5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200
315 до 400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300	3600

Основные отклонения размеров отверстий и валов для всех квалитетов, мкм.
(от A,a до H,h)

Таблица 5

Верхнее отклонение валов es брать со знаком «-»

Нижнее отклонение отверстий EI брать со знаком «+»

Интервалы номинальных размеров, мм.	Обозначение основного отклонения вала	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>cd</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>ef</i>	<i>f</i>	<i>fg</i>	<i>g</i>	<i>h</i>
	Обозначение основного отклонения отверстия	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>CD</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>EF</i>	<i>F</i>	<i>FG</i>	<i>G</i>	<i>H</i>
	Св...до...											
1...3	270	140	60	34	20	14	10	6	4	2	0	
3...6	240	140	70	43	30	20	14	10	6	4	0	
6...10	280	160	80	56	40	25	18	13	8	5	0	
10...14	290	150	95	--	50	32	--	16	--	6	0	
14...18												
18...24	300	160	110	--	65	40	--	20	--	7	0	
24...30												
30...40	310	170	120	--	80	50	--	25	--	9	0	
40...50	320	180	130									
50...65	340	190	140	--	100	60	--	30	--	10	0	
65...80	360	200	150									
80...100	380	220	170	--	120	72	--	36	--	12	0	
100...120	410	240	180									
120...140	460	260	200	--	145	85	--	43	--	14	0	
140...160	520	280	210									
160...180	580	310	230									
180...200	660	330	240									
200...225	740	380	260	--	170	100	--	50	--	15	0	
225...250	820	420	280									
250...280	920	480	300									
280...315	1050	540	330	--	190	110	--	56	--	17	0	
315...350	1200	600	360									
350...400	1360	680	400									
400...450	1500	760	440									
450...500	1680	840	480	--	230	135	--	68	--	20	0	

Основные отклонения отверстий и валов для всех квалитетов, мкм (от P,p до Zc,zc)

Таблица 6

Нижнее отклонение для валов e_i брать со знаком «+»

Верхнее отклонение для отверстий ES брать со знаком «-»

Интервалы номинальных размеров, мкм.	Обозначение основного отклонения вала	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>s</i>	<i>t</i>	<i>u</i>	<i>v</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	<i>za</i>	<i>zb</i>	<i>zc</i>
	Обозначение основного отклонения отверстия	<i>P</i>	<i>R</i>	<i>S</i>	<i>T</i>	<i>U</i>	<i>V</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Z</i>	<i>ZA</i>	<i>ZB</i>	<i>ZC</i>
	Св ... до...												
	1...3	6	10	14	--	18	--	20	--	26	32	40	60
	3...6	12	15	19	--	23	--	28	--	35	42	50	80
	6...10	15	19	23	--	28	--	34	--	42	52	67	97
	10...14	18	23	28	--	33	--	40	--	50	64	90	130
	14...18						39	45	--	60	77	108	150
	18...24	22	28	35	--	41	47	54	63	73	98	130	188
	24...30				41	48	55	64	75	88	118	160	218
	30...40	26	34	43	48	60	68	80	94	112	148	200	274
	40...50				54	70	81	97	114	136	180	242	325
	50...65	32	41	53	66	87	102	122	144	172	226	300	405
65...80	43		59	75	102	120	146	174	210	274	360	480	
80...100	37	51	71	91	124	146	178	214	258	335	445	585	
100...120		54	79	104	144	172	210	254	310	400	525	690	
120...140	43	63	92	122	170	202	248	300	365	470	620	800	
140...160		65	100	134	190	228	280	340	415	585	700	900	
160...180		68	108	146	210	256	310	380	465	600	780	1000	

Интервалы номинальных размеров, мкм.	Обозначение основного отклонения вала	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>s</i>	<i>t</i>	<i>u</i>	<i>v</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	<i>za</i>	<i>zb</i>	<i>zc</i>
	Обозначение основного отклонения отверстия	<i>P</i>	<i>R</i>	<i>S</i>	<i>T</i>	<i>U</i>	<i>V</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Z</i>	<i>ZA</i>	<i>ZB</i>	<i>ZC</i>
	Св ... до...												
	180...200	50	77	122	166	236	284	350	425	520	670	880	1150
	200...225		80	130	180	258	310	385	470	575	740	960	1250
	225...250		84	140	196	284	340	425	520	640	840	1050	1350
	250...280	56	94	158	218	315	385	475	580	710	920	1200	1550
	280...315		98	170	240	350	425	525	650	790	1000	1300	1700
	315...350	62	108	190	268	390	475	590	730	900	1150	1500	1900
	350...400		114	208	294	435	530	660	820	1000	1300	1650	2100
400...450	68	126	232	330	490	595	740	920	1100	1450	1850	2400	
450...500		132	252	360	540	660	820	1000	1250	1600	2100	2600	

Основные отклонения для переходных* посадок

Таблица 7.

Отклонения Обозначения основных отклонений	Нижние отклонения валов							Нижние отклонения отверстий								
	<i>j</i>		<i>k</i>			<i>m</i>	<i>n</i>	<i>J</i>			<i>K</i>		<i>M</i>		<i>N</i>	
Для квали- тетов Диаметры	5 6	7	8	4 7	1-3 8-16	Для всех		6	7	8	1-8	9 16	1-8	9 16	1-8	9 16
Св. 1 до 3	-2	-4	-6	0	0	+2	+4	+2	+4	+6	0	0	-2	-2	-4	0
3...6	-2	-4	--	+1	0	+4	+3	+5	+6	+10	±1	--	±4	-4	-8+Δ	0
6...10	-2	-5	--	+1	0	+6	+10	+5	+8	+12	±1	--	±6	-6	-10+Δ	0
10...18	-3	-6	--	+1	0	+7	+12	+6	+10	+15	±1	--	±7	-7	-12+Δ	0
18...30	-4	-8	--	+2	0	+8	+15	+8	+12	+20	±2	--	±8	-8	-15+Δ	0
30...50	-5	-10	--	+2	0	+9	+17	+10	+14	+24	±2	--	±9	-9	-17+Δ	0
50...80	-7	-12	--	+2	0	+11	+20	+13	+18	+28	±2	--	±11	-11	-20+Δ	0
80...120	-9	-15	--	+3	0	+13	+23	+16	+22	+34	±3	--	±13	-13	-23+Δ	0
120...180	-11	-18	--	+3	0	+15	+27	+18	+26	+41	±3	--	±15	-15	-27+Δ	0
180...250	-13	-21	--	+4	0	+17	+31	+22	+30	+47	±4	--	±17	-17	-31+Δ	0
250...315	-16	-26	--	+4	0	+20	+34	+25	+30	+55	±4	--	±20	-20	-34+Δ	0
315...400	-18	-28	--	+4	0	+21	+37	+29	+39	+60	±4	--	±21	-21	-37+Δ	0
400...500	-20	-32	--	+5	0	+23	+40	+33	+43	+66	±5	--	±23	-23	-40+Δ	0

Для полей допусков *js* и *JS* предельные отклонения равны $\pm \frac{IT}{2}$, где IT – допуск соответствующего качества.

*При соединении с отверстием H или валами h.

Значение отклонений Δ , мкм, для переходных* посадок.

Таблица 8

Диаметры, мм.	Квалитеты						
	Св... до...	До 4-го	4	5	6	7	8
1...3	0	0	0	0	0	0	0
3...6	1	1,5	2	3	4	6	6
6...10	1	1,5	2	3	3	6	7
10...18	1	2	3	3	3	7	9
18...30	1,5	2	3	4	4	8	12
30...50	1,5	3	4	5	5	9	14
50...80	2	3	5	6	6	11	16
80...120	2	4	5	7	7	13	19
120...180	3	4	6	7	7	15	23
180...250	3	4	6	9	9	17	26
250...315	4	4	7	9	9	20	29
315...400	4	5	7	11	11	21	32
400...500	5	5	7	13	13	23	34

ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Допуски предельных калибров для глубин и высот уступов

Параметры калибров, для изделий 11 квалитета (схема1)

Размеры допусков и отклонений в мкм

Таблица 9.

Параметры калибров, для изделий 12 квалитета (схема1)

Размеры допусков и отклонений в мкм

Интервалы размеров, мм.	Допуск изготов- ления	Пред. откл. стороны ПР			Пред. откл. стороны НЕ		
		нового калибра		изношен- ного калибра	нового калибра		изношен- ного калибра
		верхн.	нижн.		верхн.	нижн.	
Св... до...							
1...3	4	0	-4	-12	+12	+8	0
3...6	5	0	-5	-14	+14	+9	0
6...10	6	0	-6	-17	+17	+11	0
10...18	8	0	-8	-20	+20	+12	0
18...30	9	0	-9	-24	+24	+15	0
30...50	11	0	-11	-28	+28	+17	0
50...80	13	0	-13	-32	+32	+19	0
80...120	15	0	-15	-36	+36	+21	0
120...180	18	0	-18	-41	+41	+23	0
180...250	20	-10	-30	-50	+50	+30	+10
250...315	23	-15	-38	-56	+56	+33	+15
315...400	25	-15	-40	-62	+62	+37	+15
400...500	27	-20	-47	-68	+68	+41	+20

Таблица 10.

Параметры калибров, для изделий 11 качества (схема 2)

Размеры допусков и отклонений в мкм

Таблица 11.

Интервалы размеров, мм. Св... до...	Допуск изготов- ления	Пред. откл. стороны ПР			Пред. откл. стороны НЕ		
		Пред. откл. стороны ПР			Пред. откл. стороны НЕ		
		нового калибра		изношен- ного калибра	нового калибра		изношен- ного калибра
верхн.	нижн.	верхн.	нижн.				
1...3	4	0	0	-12	+4	0	+12
3...6	5	0	0	-14	+5	0	+14
6...10	6	0	0	-17	+6	0	+17
10...18	8	0	0	-20	+8	0	+20
18...30	9	0	0	-24	+9	0	+24
30...50	11	0	0	-28	+11	0	+28
50...80	13	0	0	-32	+13	0	+32
80...120	15	0	0	-36	+15	0	+36
120...180	18	0	0	-41	+18	0	+41
180...250	20	-15	-20	-55	+35	+15	+55
250...315	23	-20	-30	-62	+43	+20	+62
315...400	25	-30	-35	-78	+55	+30	+78
400...500	27	-35	-62	-84	+62	+35	+84

Параметры калибров, для для изделий 12 качества (схема 2)

Размеры допусков и отклонений в мкм

Таблица 12.

Интервалы размеров, мм. Св... до...	Допуск изготов- ления	Пред. откл. стороны ПР			Пред. откл. стороны НЕ		
		Пред. откл. стороны ПР			Пред. откл. стороны НЕ		
		нового калибра		изношен- ного калибра	нового калибра		изношен- ного калибра
верхн.	нижн.	верхн.	нижн.				
1...3	4	0	0	-12	+4	0	+12
3...6	5	0	0	-14	+5	0	+14
6...10	6	0	0	-17	+6	0	+17
10...18	8	0	0	-20	+8	0	+20
18...30	9	0	0	-24	+9	0	+24
30...50	11	0	0	-28	+11	0	+28
50...80	13	0	0	-32	+13	0	+32
80...120	15	0	0	-36	+15	0	+36
120...180	18	0	0	-41	+18	0	+41
180...250	20	-15	-20	-55	+35	+15	+55
250...315	23	-20	-30	-62	+43	+20	+62
315...400	25	-30	-35	-78	+55	+30	+78
400...500	27	-35	-62	-84	+62	+35	+84

Параметры калибров, для для изделий 11 качества (схема 3)

Размеры допусков и отклонений в мкм

Таблица 13.

Параметры калибров, для изделий 12 качества (схема 3)
Размеры допусков и отклонений в мкм.

Таблица 14

Интервалы размеров, мм. Св... до...	Допуск изготовления	Пред. откл. стороны ПР			Пред. откл. стороны НЕ		
		нового калибра		изношенного калибра	нового калибра		изношенного калибра
		верхн.	нижн.		верхн.	нижн.	
1...3	4	-8	-12	0	+4	0	+12
3...6	5	-9	-14	0	+5	0	+14
6...10	6	-11	-17	0	+6	0	+17
10...18	8	-12	-20	0	+8	0	+20
18...30	9	-15	-24	0	+9	0	+24
30...50	11	-17	-28	0	+11	0	+28
50...80	13	-19	-32	0	+13	0	+32
80...120	15	-21	-36	0	+15	0	+36
120...180	18	-23	-41	0	+18	0	+41
180...250	20	-35	-55	-15	+35	+15	+55
250...315	23	-39	-62	-20	+43	+20	+62
315...400	25	-53	-78	-30	+55	+30	+78
400...500	27	-57	-84	-35	+62	+35	+84

ПРИЛОЖЕНИЕ 5.

Значения параметров шероховатости рабочих поверхностей калибров

Таблица 15.

Вид калибра	Квалитет	Параметр шероховатости Ra мкм для диаметров	
		От 0,1 до100мм	Св. 100 до360мм
Калибр пробка	6	0,04	0,08
	7-9	0,08	0,016
	10-12	0,016	0,016
	13 и грубее	0,32	0,32
Калибр скоба	6-9	0,08	0,016
	10-12	0,016	0,016
	13 и грубее	0,32	0,32
Контрольный калибр	6-9	0,04	0,08
	10 и грубее	0,08	0,016

ВВЕДЕНИЕ	1
1.0 КАЛИБРЫ	5
1.1. Общие положения	5
1.2. Нормальные калибры	6
1.3. Предельные калибры.	7
1.4. Калибры для контроля глубин и высот уступов	18
2.0. ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАЛИБРОВ	21
2.1. Допуски калибров для контроля валов и отверстий.	21
2.2. Расчет исполнительных размеров калибров.....	22
2.2.1. Пример 1.(определение размеров калибров-пробок $\varnothing 60 H7$).	23
2.2.2. Пример 2.(определение размеров калибров-скоб $\varnothing 60 g6$).	24
2.2.3. Пример 3. .(определение размеров калибров-пробок $\varnothing 60 P7$).	28
Пример 4 .(определение размеров калибров-скоб $\varnothing 60 h6$).	29
2.2.5. Пример 5. (определение размеров калибров для контроля глубин и высот уступов)	32
2.2.6. Пример 6. (определение размеров калибров для контроля глубин и высот уступов)	35
2.2.7. Пример 7. (определение размеров калибров для контроля глубин и высот уступов)	38
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ НАБРАТЬ	42
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	45
ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....	45
Принятые обозначения.	45
Формулы для определения исполнительных размеров калибра	45
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.....	46
Допуски и отклонения калибров.	46
ПРИЛОЖЕНИЕ 3.....	49
Величины допусков и основных отклонений.....	49
Величины допусков.....	49
Основные отклонения размеров отверстий и валов для всех квалитетов, мкм. (от A,a до H,h)	51
Основные отклонения отверстий и валов для всех квалитетов, мкм (от P,p до Zc,zc)	52
Основные отклонения для переходных* посадок	54

Значение отклонений Δ , мкм, для переходных* посадок. 55

ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Допуски предельных калибров для глубин и высот уступов	55
Параметры калибров, для изделий 11 качества (схема 1)	55
Параметры калибров, для изделий 12 качества (схема 1)	55
Параметры калибров, для изделий 11 качества (схема 2)	56
Параметры калибров, для для изделий 12 качества (схема 2)	56
Параметры калибров, для для изделий 11 качества (схема 3)	56
Параметры калибров, для изделий 12 качества (схема 3)	57
ПРИЛОЖЕНИЕ 5	57
Значения параметров шероховатости рабочих поверхностей калибров	57

СПИСОК ИЛЛЮСТРАЦИЙ

Рисунок 1. Типы калибров.....	3
Рисунок 2. Калибры для шлицевого соединения.	4
Рисунок 3. Нормальные калибры	7
Рисунок 4. Контроль отверстия калибр-пробками	8
Рисунок 5. Контроль валов калибр-скобами	9
Рисунок 6. Штампованные и литые двух предельные скобы для контроля валов	12
Рисунок 7.Односторонняя, двух предельная регулируемая скоба с твёрдосплавными вставками.	13
Рисунок 8. Приёмы работы со скобой.....	14
Рисунок 9. Основные типы калибр-пробок для контроля отверстий	15
Рисунок 10. К контролю отклонений формы калибр-пробками	16
Рисунок 11. . Контроль продольного отклонения формы неполной калибр пробкой.....	16
Рисунок 12. Контроль поперечного отклонения формы неполной калибр пробкой.	17
Рисунок 13. Поля допусков калибра для контроля высот уступов (схема 1).	18
Рисунок 14. Калибр для контроля высот уступов (схема 1).	19
Рисунок 15. Поля допусков калибра для контроля высот уступов (схема 2).	19
Рисунок 16. Калибр для контроля высот уступов (схема 2).	20
Рисунок 17. Поля допусков калибра для контроля высот уступов (схема 3).	20
Рисунок 18. Калибр для контроля высот уступов (схема 3).	21
Рисунок 19. Поля допусков калибр-пробок, для поля допуска Н7	22

Рисунок 20. Калибр-пробки Н7.....	24
Рисунок 21. Поля допусков калибр-скобы, для поля допуска g6.....	25
Рисунок 22. Односторонняя калибр-скоба 60g6	26
Рисунок 23. Контрольные калибры-.....	27
Рисунок 24. Поля допусков калибр-пробок, для поля допуска Р7.....	28
Рисунок 25. Поля допусков калибр-скобы, для поля допуска h6.....	30
Рисунок 26. Двухсторонняя калибр-скоба (вариант исполнения)	31
Рисунок 27. Деталь 1.	32
Рисунок 28. Схема полей допусков калибра, для контроля выступов по h11.....	34
Рисунок 29. Калибр уступов.....	35
Рисунок 30. . Деталь 2.	36
Рисунок 31. Расположение полей калибра уступов	37
Рисунок 32. Калибр уступов.....	38
Рисунок 33. Деталь 3.	38
Рисунок 34. Расположение полей калибра для контроля впадин.	39
Рисунок 35. Калибра для контроля впадин	42
Рисунок 36 . Оформление листа курсовой работы (на формате А3)	44