

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**ИРКУТСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ**

Кафедра «Технический сервис и инженерные дисциплины»

В.А. Беломестных, М.В. Охотин

**МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ.
ОСНОВЫ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ**

Учебно-методическое пособие

Иркутск 2013

УДК 53 + 621

Б 435

Беломестных В. А., Охотин М.В.

Метрология, стандартизация и сертификация. Основы

Б 435 взаимозаменяемости: учеб. – метод. пособие / В.А. Беломестных,
М.В. Охотин. – Иркутск: ИрГСХА, 2013. – 64 с.

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом Инженерного факультета (протокол № 5 от 24 января 2013)

Рецензент: доцент кафедры «Техническое обеспечение АПК», к.т.н.

В.М. Перевалов

В учебно-методическом пособии даны понятия о взаимозаменяемости, допусках и посадках, раскрываются основные положения построения Единой системы допусков и посадок, составляющей основу взаимозаменяемости как принципа конструирования и производства.

Даны методические рекомендации для определения параметров гладкого цилиндрического соединения, проиллюстрированные примерами.

Настоящее методическое пособие подготовлено на основе требований федерального государственного образовательного стандарта и программы дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» и предназначено для бакалавров, обучающихся по направлениям подготовки 110800 – «Агроинженерия», 051000 – «Профессиональное обучение» и для специальностей 10301, 110303, 110304, 050501 в качестве учебно-методического пособия к лабораторно-практическим занятиям и для самостоятельной работы.

СОДЕРЖАНИЕ

<u>1 ПОНЯТИЕ О ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ</u>	4
<u>2 ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О ДОПУСКАХ И ПОСАДКАХ</u>	5
<u>3 ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ЕДИНОЙ СИСТЕМЫ ДОПУСКОВ И ПОСАДОК (ЕСДП)</u>	13
<u>3.1 Системы образования посадок</u>	14
<u>3.2 Поле допуска основной детали в системе отверстия и в системе вала</u>	16
<u>3.3 Зависимость допуска от диаметра</u>	16
<u>3.4 Интервалы размеров</u>	17
<u>3.5 Ряды точности</u>	18
<u>3.6 Температура измерения</u>	18
<u>3.7 Ряды основных отклонений</u>	18
<u>4 НАНЕСЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ РАЗМЕРОВ И ПОСАДОК</u>	22
<u>4.1 Нанесение предельных отклонений размеров и посадок на чертежах</u>	22
<u>4.2 Обозначение общего допуска размеров на чертежах</u>	23
<u>5 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ РАСЧЁТА ПАРАМЕТРОВ ПОСАДКИ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТОВ СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ</u>	24
<u>5.1 Подвижная посадка в системе отверстия</u>	24
<u>5.2 Подвижная посадка в системе вала</u>	27
<u>5.3 Посадка с минимальным зазором равным нулю</u>	30
<u>5.4 Неподвижная посадка в системе отверстия</u>	32
<u>5.5 Неподвижная посадка в системе вала</u>	35
<u>5.6 Переходная посадка в системе отверстия</u>	37
<u>5.7 Переходная посадка в системе вала</u>	40
<u>ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ</u>	43
<u>КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ</u>	44
<u>ТЕСТЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ</u>	45
<u>ПРИЛОЖЕНИЕ А Схема расположения основных отклонений отверстий и валов</u>	50
<u>ПРИЛОЖЕНИЕ Б Числовые значения допусков и основных отклонений валов и отверстий</u>	51

1 ПОНЯТИЕ О ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ

Взаимозаменяемость — свойство независимо изготовленных деталей и сборочных единиц обеспечивать сборку изделий при изготовлении или замену одноименных деталей и сборочных единиц при ремонте без применения подбора, пригонки или регулировки; при этом должно быть обеспечено соответствие готового изделия предъявляемым к нему требованиям по всем показателям качества. Взаимозаменяемость, соответствующую этому определению, называют полной. Полная взаимозаменяемость возможна при условии, когда размеры, форма, механические, электрические и другие характеристики деталей и сборочных единиц удовлетворяют заданным техническим требованиям. Полную взаимозаменяемость экономически целесообразно применять для деталей, изготовленных с допусками не точнее 6-го качества, и в сборочных единицах, имеющих не более четырёх сопрягаемых размеров.

Взаимозаменяемость как принцип конструирования и производства изделий включает в себя свойства собираемости изделий и выполнения ими своих функций по назначению. Взаимозаменяемость деталей и сборочных единиц достигается изготовлением их элементов по всем геометрическим и физико-химическим параметрам в определённых заранее нормируемых пределах — допусках.

Принцип взаимозаменяемости, реализованный ещё в XVII в. на тульских оружейных заводах, получил в дальнейшем большое развитие и в настоящее время широко используется во всех отраслях промышленности. Использование принципов взаимозаменяемости на всех этапах жизненного цикла изделий определено рядом достоинств:

- существенным сокращением трудоёмкости и чётким нормированием сборочных процессов;
- возможностью широкого применения специализации и кооперирования производств;
- возможностью широкой автоматизации процессов изготовления и сборки, ор-

ганизации современных автоматизированных массовых производств на основе прогрессивных технологий;

- возможностью организации быстрого, дешёвого и лёгкого ремонта изделий.

Реализация принципов полной взаимозаменяемости требует, как правило, повышенной точности геометрических параметров деталей.

Наряду с использованием метода полной взаимозаменяемости находят применение методы неполной взаимозаменяемости, основанные на вероятностных расчётах; групповой взаимозаменяемости, основанные на предварительной сортировке деталей по группам; регулирования с помощью конструктивных компенсаторов, а также методы непосредственного подбора или пригонки деталей «по месту». Различают внешнюю и внутреннюю взаимозаменяемость.

Принцип внешней взаимозаменяемости относится к покупным и кооперируемым изделиям и сборочным единицам. Признаками внешней взаимозаменяемости являются эксплуатационные показатели, размеры и форма присоединительных поверхностей, например в электродвигателе — частота вращения вала и мощность, а также размеры присоединительных поверхностей; в подшипниках качения — наружный диаметр наружного кольца и внутренний диаметр внутреннего кольца и точность вращения.

Внутренняя взаимозаменяемость распространяется на детали, сборочные единицы и механизмы, входящие в изделие.

2 ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О ДОПУСКАХ И ПОСАДКАХ

Конструктивно все детали состоят из поверхностей. Детали, полностью или частично входящие одна в другую, образуют *соединение*. Поверхности, по которым происходит соединение, называют **сопрягаемыми**, другие элементы деталей называют **несопрягаемыми**.

В соединениях деталей различают элементы:

вал – термин, условно применяемый для обозначения наружных элемен-

тов деталей, включая и нецилиндрические элементы;

отверстие – термин, условно применяемый для обозначений внутренних элементов деталей, включая и нецилиндрические элементы.

Например, в соединении **шпонка – паз вала – паз втулки** шпонка является **валом**, а пазы – **отверстиями**.

Размеры и другие параметры, относящиеся к отверстиям, обозначают прописными (D, ES, EI), а к валам – строчными буквами (d, es, ei) латинского алфавита.

Соединения бывают:

подвижными – когда одна деталь во время работы перемещается относительно другой в определённых направлениях;

неподвижными – когда одна деталь неподвижна относительно другой в течение всего времени работы.

Элементы деталей, из которых состоят соединения, характеризуются размерами.

Размер – числовое значение линейной величины (диаметра, длины и т. п.) в выбранных единицах измерения (размер отверстия (D) или вала (d)).

В машиностроении размеры указывают в миллиметрах.

1 мм = 1000 мкм; 1 мкм = 0,001 мм.

Номинальный размер (D_n, d_n) – основной расчётный размер общий для отверстия и вала, относительно которого определяют отклонения. Этот размер определяют расчётами на прочность, жёсткость, усталость, а затем округляют до ближайшего, как правило, большего размера из ряда предпочтительных чисел линейных размеров или выбирают, исходя из конструктивных соображений.

Действительный размер (D_e, d_e) – размер элемента после обработки, установленный измерением с допускаемой погрешностью.

При обработке поверхностей элементов неизбежно происходят отклонения размеров от номинальных, поэтому величину рассеивания ограничивают наименьшим и наибольшим предельными размерами.

Поле допуска – условное обозначение допуска на схемах расположения полей допусков, ограниченное наибольшим и наименьшим предельными размерами и определяемое величиной допуска и его положением относительно номинального размера. На схемах расположения полей допусков поле допуска заключено между двумя линиями, соответствующими верхнему и нижнему отклонениям относительно нулевой линии (рисунок 1).

Нулевая линия – линия, соответствующая номинальному размеру на схемах полей допусков, от которой откладывают отклонения размеров при изображении полей допусков и посадок. При изображении нулевой линии горизонтально, положительные отклонения откладываются вверх, а отрицательные – вниз от неё.

Обозначение предельных размеров и допусков соединения деталей (рисунок 1а), не может быть изображено в масштабе из-за большой разницы единиц измерения размеров деталей (мм) и полей допусков размера (мкм). Поэтому для упрощения и наглядности изображения различных посадок при их графическом изображении используют схему расположения полей допусков и масштаб выбирают в мкм (рисунок 1б).

Отклонение – алгебраическая разность между предельным и номинальным размерами.

Предельные размеры – два предельно допустимых размера элемента, между которыми должен находиться, или которым может быть равен, действительный размер. Большой из двух предельных размеров называется *наибольшим предельным размером*, а меньший — *наименьшим предельным размером*.

Верхнее отклонение (ES, es) – алгебраическая разность между наибольшим предельным и номинальным размерами

$$ES = D_{max} - D_n \quad \text{для отверстия,} \quad (1)$$

$$es = d_{max} - d_n \quad \text{для вала.} \quad (2)$$

Нижнее отклонение (EI, ei) - алгебраическая разность между наименьшим предельным и номинальным размерами

$$EI = D_{min} - D_n \quad \text{для отверстия,} \quad (3)$$

$$ei = d_{min} - d_n \text{ для вала.} \quad (4)$$

Основное отклонение - одно из двух предельных отклонений (верхнее или нижнее), определяющее положение поля допуска относительно нулевой линии. Основным является отклонение, ближайшее к нулевой линии.

Из формул (1 – 4), можно выразить предельные размеры.

Наибольший предельный размер (D_{max} , d_{max}) – сумма номинального размера и верхнего отклонения элемента

$$D_{max} = D_n + ES \text{ для отверстия,} \quad (5)$$

$$d_{max} = d_n + es \text{ для вала.} \quad (6)$$

Наименьший предельный размер (D_{min} , d_{min}) – сумма номинального размера и нижнего отклонения элемента

$$D_{min} = D_n + EI \text{ для отверстия,} \quad (7)$$

$$d_{min} = d_n + ei \text{ для вала.} \quad (8)$$

Допуск (T – Tolerance) – разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами или алгебраическая разность между верхним и нижним отклонениями

$$TD = D_{max} - D_{min} = ES - EI \text{ допуск размера отверстия,} \quad (9)$$

$$Td = d_{max} - d_{min} = es - ei \text{ допуск размера вала.} \quad (10)$$

Допуск характеризует точность изготовления элемента в зависимости от номинального размера. Это интервал, в пределах которого должны находиться действительные размеры годных деталей.

Посадка – характер соединения двух элементов, определяемый разностью их размеров до сборки. Посадка характеризует степень подвижности одной детали относительно другой. Существует три группы посадок: подвижные, неподвижные и переходные.

Посадки подвижные это посадки с зазором, посадки неподвижные это посадки с натягом, а в переходных посадках возможно получение, как зазора, так и натяга.

Соединение деталей с зазором

Схема расположения полей допусков
соединения деталей с зазором

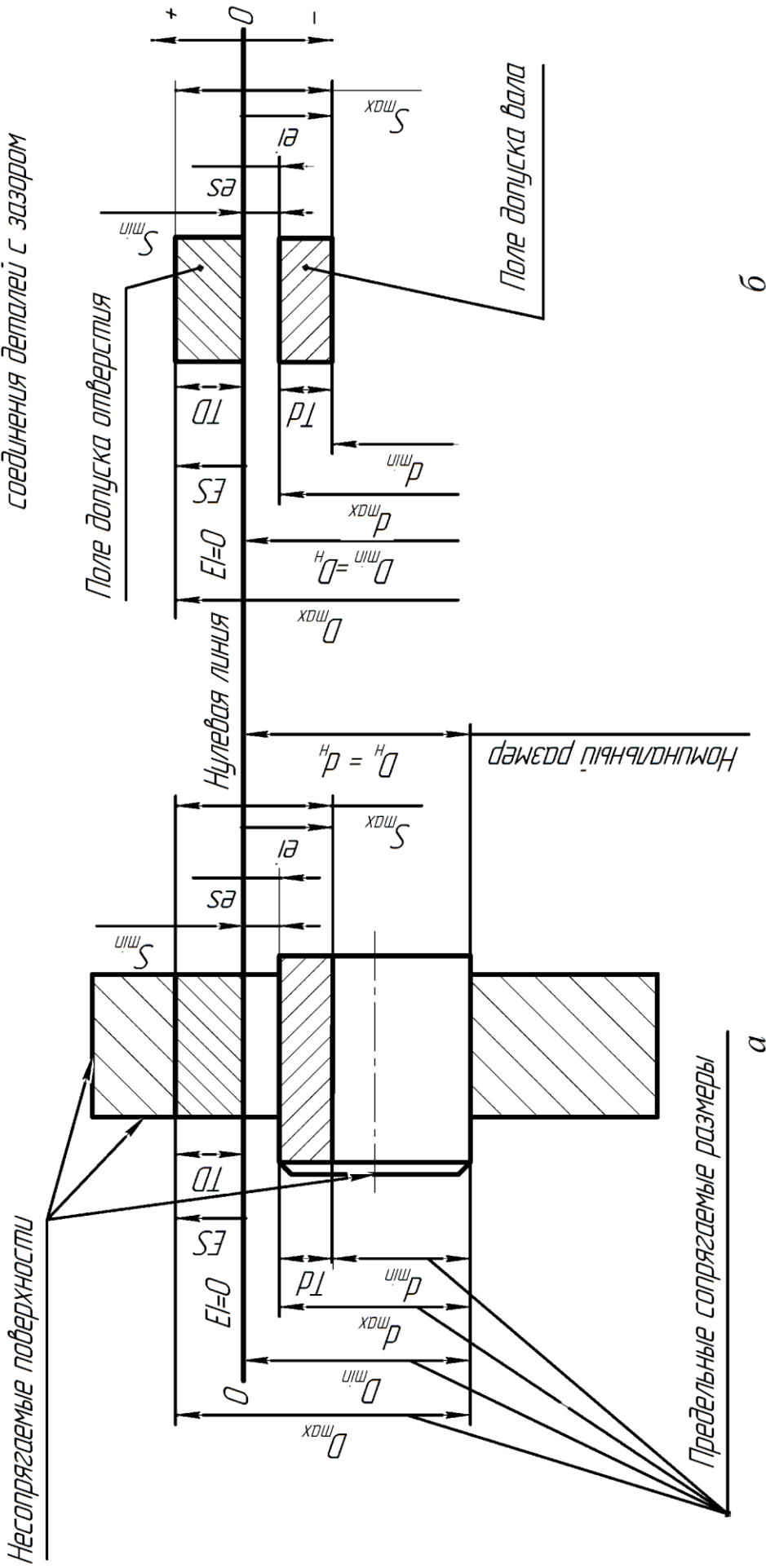


Рисунок 1 - Графическое представление: а - соединение деталей с зазором; б - схема расположения полей допусков соединения деталей с зазором; TD - допуск размера отверстия; TD - допуск размера вала; ES - верхнее отклонение отверстия; EI - нижнее отклонение отверстия; eS - верхнее отклонение вала; eI - нижнее отклонение вала; D_{max} - наибольший предельный размер отверстия; D_{min} - наименьший предельный размер отверстия; d_{max} - наибольший предельный размер вала; d_{min} - наименьший предельный размер вала; S_{max} - наибольший зазор соединения; S_{min} - наименьший зазор соединения; D_H - номинальный размер отверстия; d_H - номинальный размер вала

б

Посадка с зазором (подвижная) – посадка, в которой размер отверстия больше размера вала, где всегда образуется зазор в соединении, т. е. наименьший предельный размер отверстия больше наибольшего предельного размера вала.

Разброс действительных размеров в пределах допуска неизбежно приводит к колебаниям зазоров в собранных соединениях, поэтому в посадках с зазором определяют наименьший и наибольший зазор.

Наименьший зазор (S_{min}) – разность между наименьшим предельным размером отверстия и наибольшим предельным размером вала или алгебраическая разность между нижним отклонением отверстия и верхним отклонением вала (см. рисунок 1)

$$S_{min} = D_{min} - d_{max} = EI - es. \quad (11)$$

Наибольший зазор (S_{max}) – разность между наибольшим предельным размером отверстия и наименьшим предельным размером вала или алгебраическая разность между верхним отклонением отверстия и нижним отклонением вала в посадке с зазором и в переходной посадке

$$S_{max} = D_{max} - d_{min} = ES - ei. \quad (12)$$

Посадка с натягом (неподвижная) – посадка, в которой размер вала больше размера отверстия, где всегда образуется натяг, т. е. наименьший предельный размер вала больше наибольшего предельного размера отверстия (рисунок 2).

Разброс действительных размеров в пределах допуска неизбежно приводит к колебаниям натягов в собранных соединениях, поэтому в посадках с натягом определяют наименьший и наибольший натяг.

Наименьший натяг (N_{min}) – разность между наименьшим предельным размером вала и наибольшим предельным размером отверстия или алгебраическая разность между нижним отклонением вала и верхним отклонением отверстия.

$$N_{min} = d_{min} - D_{max} = ei - ES. \quad (13)$$

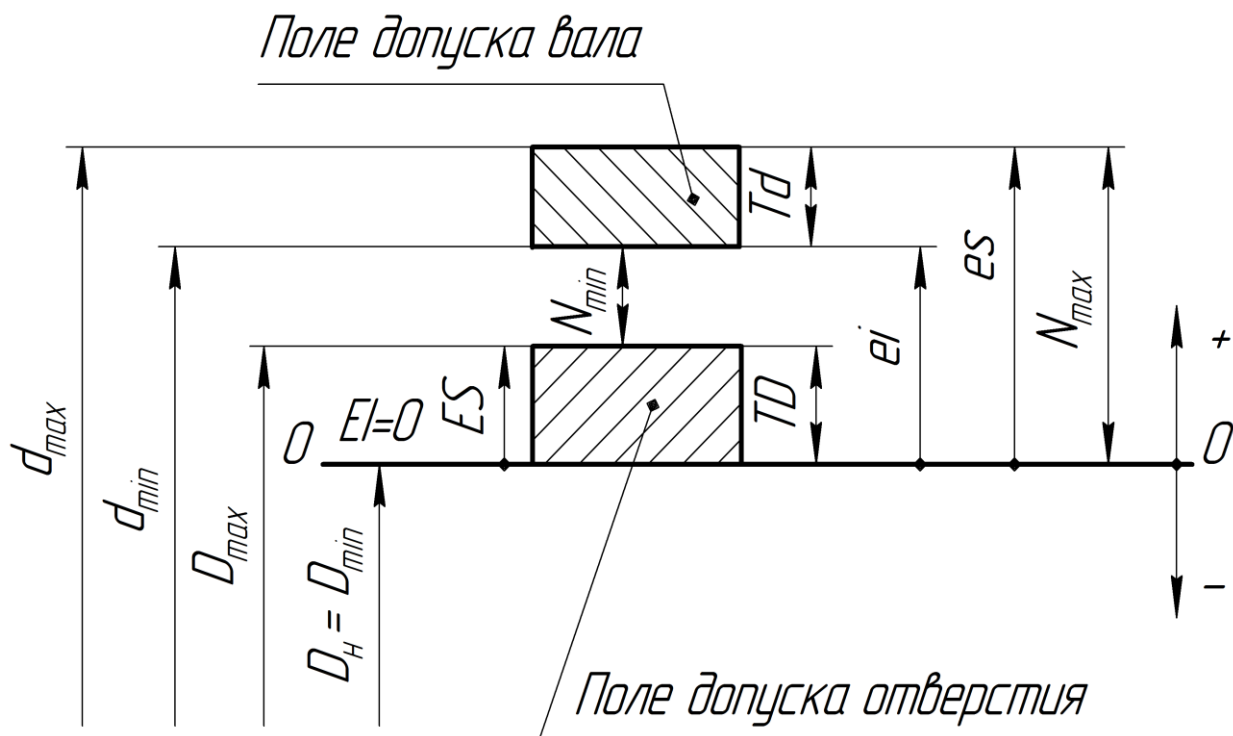


Рисунок 2 – Схема расположения полей допусков в посадке с натягом

Наибольший натяг (N_{max}) – разность между наибольшим предельным размером вала и наименьшим предельным размером отверстия или алгебраическая разность между верхним отклонением вала и нижним отклонением отверстия в посадке с натягом и в переходной посадке

$$N_{max} = d_{max} - D_{min} = es - EI. \quad (14)$$

Переходная посадка - посадка, при которой возможно получение, как зазора, так и натяга в зависимости от действительных размеров соединяемых элементов. При сборке деталей могут получиться два варианта соединения - с зазором или натягом, но малых величин. Если размер отверстия больше размера вала получится зазор, а если вал больше отверстия – натяг, следовательно, посадка изменяется от зазора до натяга.

В переходной посадке поля допусков отверстия и вала перекрывают друг друга, следовательно, при расчёте следует определять наибольший зазор и наибольший натяг (рисунок 3).

Разброс действительных размеров в пределах допуска неизбежно приводит к колебаниям зазоров или натягов в собранных соединениях, поэтому для определения пределов изменения посадок определяют **допуск посадки**. Который будет равен разности наибольшего и наименьшего зазоров или натягов, а так как каждая деталь в сопряжении изготавливается со своим допуском, поэтому допуск посадки будет равен и сумме допусков этих деталей.

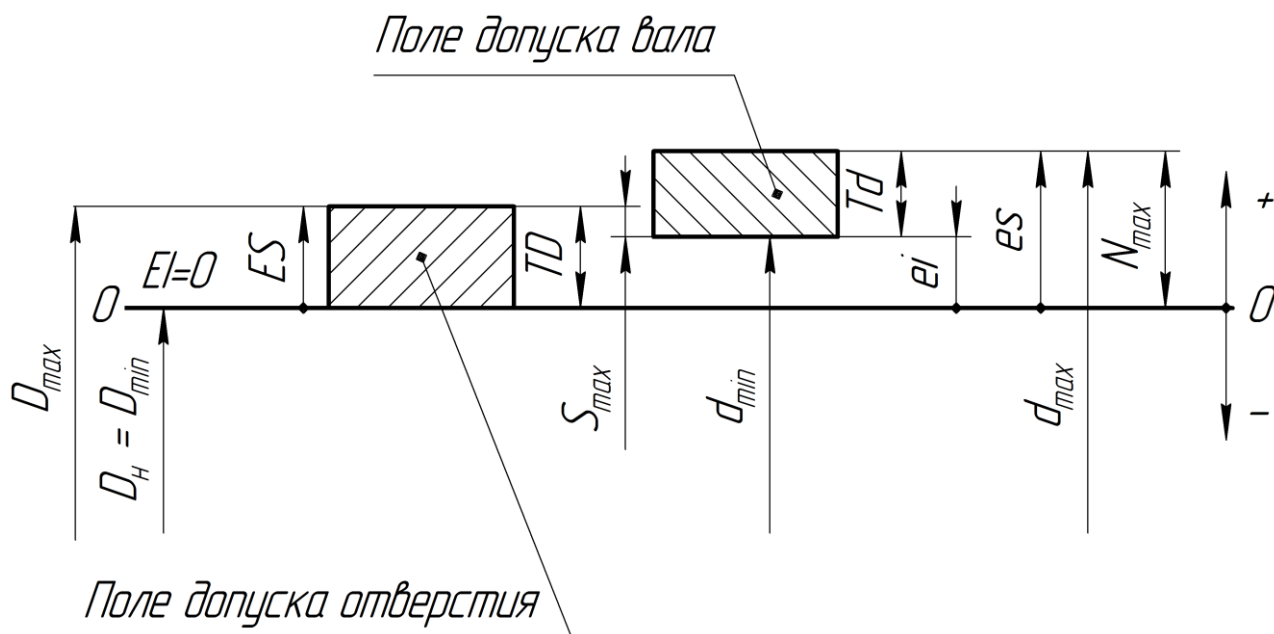


Рисунок 3 – Схема расположения полей допусков в переходной посадке

Разность между наибольшим и наименьшим зазорами называют **допуском зазора (TS)**

$$TS = S_{max} - S_{min} = TD + Td. \quad (15)$$

Разность между наибольшим и наименьшим натягами называют **допуском натяга (TN)**

$$TN = N_{max} - N_{min} = TD + Td. \quad (16)$$

В **переходной посадке** допуск посадки $T(S,N)$ – сумма наибольшего зазора и наибольшего натяга

$$T(S,N) = S_{max} + N_{max} = TD + Td. \quad (17)$$

Группа посадок **выбирается** в зависимости от назначения соединения.

Посадки с зазором применяют в подвижных соединениях.

Посадки с натягом используются в неподвижных соединениях, когда необходимо передать крутящий момент или осевое усилие без дополнительного крепления за счёт сил трения, возникающих на контактирующих поверхностях вследствие их упругой деформации при сборке сопрягаемых деталей.

Переходные посадки используются в неподвижных соединениях. Их применяют в тех случаях, когда необходимо обеспечить хорошее центрирование деталей. При этом получают небольшие зазоры или натяги, которые позволяют легко собирать и разбирать соединение, а для обеспечения неподвижности применяют дополнительно крепление деталей шпонками, шлицами, штифтами.

3 ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ЕДИНОЙ СИСТЕМЫ ДОПУСКОВ И ПОСАДОК (ЕСДП)

Системой допусков и посадок называют совокупность рядов допусков и посадок, закономерно построенных на основе опыта, теоретических и экспериментальных исследований и оформленных в виде стандартов (ГОСТ 25346-89, ГОСТ 25347-82).

Система предназначена для выбора минимально необходимых, но достаточных для практики вариантов **допусков и посадок** типовых соединений деталей машин и **позволяет стандартизировать** режущий инструмент, **облегчает конструирование, производство и достижение взаимозаменяемости** изделий, а также обуславливает **повышение их качества**.

В ЕСДП размеры до 10000 мм разбиты на четыре диапазона интервалов, для которых предусмотрены различные закономерности построения таблиц. Первый – менее 1 мм; второй – от 1 до 500 мм; третий – от 500 до 3150 мм; четвёртый – от 3150 до 10000 мм. Самый распространённый и наиболее часто применяемый в машиностроении второй диапазон интервалов, поэтому его мы и будем рассматривать.

Единая система допусков и посадок построена по единым принципам с международной системой ИСО (Международная организация по стандартизации) и включает семь основных положений.

3.1 Системы образования посадок

Посадки могут быть образованы в **системе отверстия** и в **системе вала**.

Посадки в системе отверстия – посадки, в которых требуемые зазоры или натяги получаются соединением различных валов с основным отверстием, которое обозначают буквой **H** (рисунок 4).

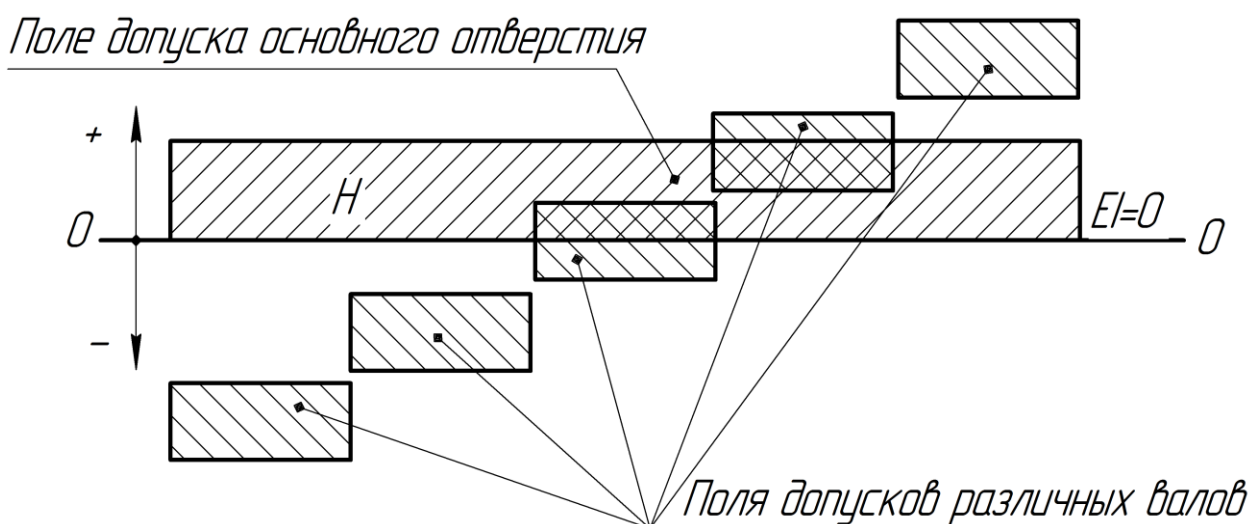


Рисунок 4 – Схема расположения полей допусков в системе отверстия

Посадки в системе вала – посадки, в которых требуемые зазоры или натяги получаются соединением различных отверстий с основным валом, который обозначают буквой **h** (рисунок 5).

Стандарт рассматривает обе системы как равноправные. Однако, в каждом конкретном случае систему выбирают исходя из конструктивных, технологических и экономических соображений. В большинстве случаев, с экономической точки зрения при производстве целесообразнее назначать **систему отверстия**. Это объясняется тем, что при изготовлении валы могут обрабатываться на станках одним режущим инструментом (резцом, абразивным кругом) при

изменении только наладки станка. Отверстия же обычно обрабатываются комплектом режущих инструментов (сверло, зенкер, развёртка) для каждого размера и разной посадки отдельно.

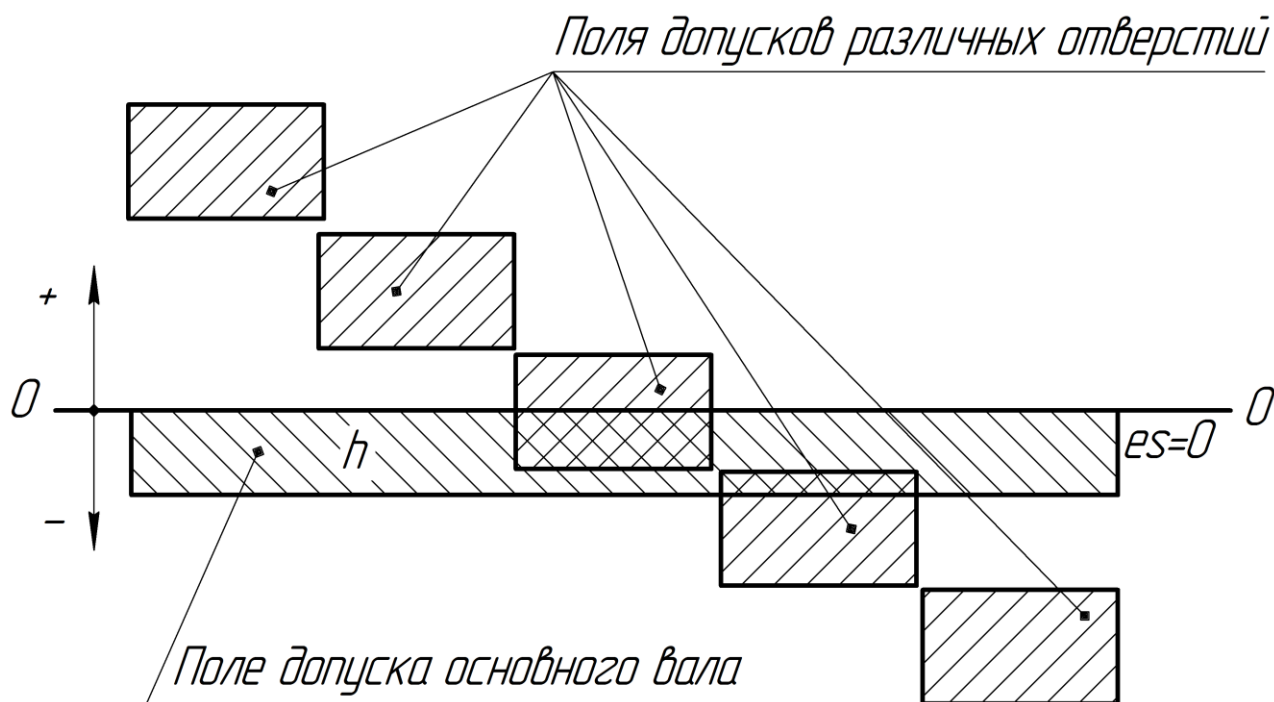


Рисунок 5 – Схема расположения полей допусков в системе вала

Иногда применение системы вала целесообразнее и даже является единственно возможным. Например, когда требуется чередовать соединение нескольких отверстий одинакового номинального размера, но с различными посадками на одном валу (соединение: поршень-палец-шатун). Систему вала также выгоднее применять, когда детали (тяги, оси, валики) могут быть изготовлены из точных холоднотянутых прутков без механической обработки их наружных поверхностей.

При выборе системы посадок необходимо учитывать соединение со стандартными деталями. Например, вал для соединения с внутренним кольцом подшипника качения всегда следует изготавливать в системе отверстия, а гнездо в корпусе для установки подшипника – в системе вала.

3.2 Поле допуска основной детали в системе отверстия и в системе вала

Для всех посадок в системе отверстия нижнее отклонение основного отверстия равно нулю $EI=0$, т.е. нижняя граница поля допуска основного отверстия, всегда совпадает с нулевой линией (см. рисунок 4).

Для всех посадок в системе вала верхнее отклонение основного вала равно нулю $es=0$, т.е. верхняя граница поля допуска основного вала, всегда совпадает с нулевой линией (см. рисунок 5).

Поле допуска основного отверстия располагается вверх, т. е. в тело материала детали, а поле допуска основного вала – вниз от нулевой линии, так как при снятии припуска во время изготовления отверстия размер из меньшего становится больше, а при изготовлении вала из большего меньше.

3.3 Зависимость допуска от диаметра

Известно, что с увеличением линейных размеров, погрешность механической обработки увеличивается. Для определения зависимости допуска от размера детали устанавливают единицу допуска i , которая, отражая влияние технологических, конструктивных и метрологических факторов, выражает зависимость допуска от номинального размера и является мерой точности.

На основании специальных исследований влияния диаметра цилиндрических деталей из металла на погрешность механической обработки в ЕСДП была установлена зависимость единицы допуска для диаметров от 1 до 500 мм

$$i = 0,45 \cdot \sqrt[3]{D} + 0,001D, \quad (18)$$

где i – единица допуска, мкм;

D – среднее геометрическое крайних размеров каждого интервала, мм.

$$D = \sqrt{D_{\min} \cdot D_{\max}}, \quad (19)$$

где D_{\min} – начальный размер интервала, мм;

D_{max} – конечный размер интервала, мм.

Допуск определяется из выражения

$$T = a \cdot i, \quad (20)$$

где T – допуск, мкм;

a – число единиц допуска, зависящее от качества и не зависящее от номинального размера.

Результаты расчётов по этим формулам сводят в таблицу значений допусков в зависимости от размеров. Для удобства составления таблицы размеры от 1 до 500 мм разбиты на интервалы.

3.4 Интервалы размеров

Диапазон размеров от 1 до 500 мм разбит на 13 интервалов с одинаковой единицей допуска на весь интервал.

Первый интервал – до 3 мм; второй – свыше 3 до 6 мм; третий – свыше 6 до 10 мм; ... тринадцатый – свыше 400 до 500 мм. При определении принадлежности размера, к какому либо интервалу следует помнить, что последнее число интервала относится к данному интервалу, а первое число – к предыдущему.

Например, для размера 30 мм, попадающего на граничное значение интервалов, следует использовать интервал (свыше 18 до 30 мм), а размер 18 мм относится к интервалу свыше 10 до 18 мм.

Для таблиц основных отклонений полей допусков интервалы номинальных размеров образующих посадки с большими зазорами или натягами, введены дополнительные промежуточные интервалы для уменьшения колебания зазоров и натягов. Например, шестой интервал (свыше 30 до 50 мм) разбит на два (свыше 30 до 40 и свыше 40 до 50 мм).

3.5 Ряды точности

Детали изготавливают с определённой точностью в зависимости от эксплуатационных требований, которую необходимо нормировать. В ЕСДП нормированную точность, или **качество изготовления**, называют **квалитетом** (качество – англ. quality).

Квалитет – совокупность допусков, рассматриваемых как соответствующие одному уровню точности для всех номинальных размеров.

Квалитет характеризует сложность получения размера независимо от диаметра, а следовательно, и соответствующие методы и средства обработки и контроля деталей машин.

В ЕСДП предусмотрено 20 квалитетов обозначаемых порядковым номером, возрастающим с увеличением допуска: 01, 0, 1, 2, 3, ..., 18.

Для изготовления деталей различного уровня точности используются следующие квалитеты: (01 – 1) – концевые меры длины; (2 – 4) – калибры и особо точные изделия; (5 – 13) сопрягаемые детали; (14 – 18) – несопрягаемые размеры деталей.

3.6 Температура измерения

Допуски и отклонения, устанавливаемые стандартами, относятся к деталям, размеры которых определены при **нормальной температуре**, которая во всех странах принята равной $+20^{\circ}\text{C}$ (ГОСТ 25346-89).

Температура детали и измерительного средства в момент контроля должна быть одинаковой.

3.7 Ряды основных отклонений

В ЕСДП для размеров от 1 до 500 мм нормировано 27 основных отклонений валов и отверстий для образования посадок с различными зазорами и на-

тягами, каждое из которых обозначается одной или двумя латинскими буквами. Для полей допусков валов применяют строчные буквы алфавита, а для полей допусков отверстий прописные.

Буквенные обозначения основных отклонений приняты в алфавитном порядке и разбиты на три группы: подвижные, т.е. с зазором, переходные и неподвижные, т.е. с натягом ([приложение А](#)).

К группе подвижных посадок относятся одиннадцать основных отклонений *a, b, c, cd, d, e, ef, f, fg, g, h* (A - H). Схема расположения основных отклонений валов для посадок с зазором в системе отверстия представлена на рисунке 6.

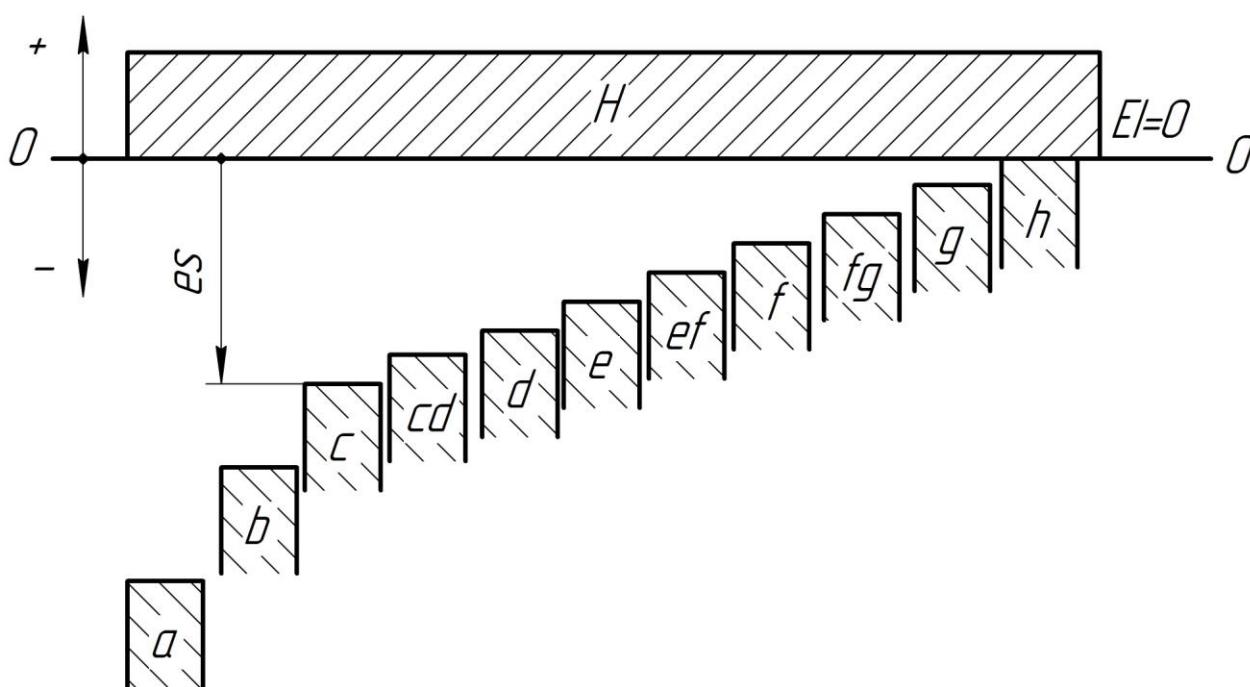


Рисунок 6 – Схема расположения основных отклонений валов для посадок с зазором в системе отверстия

К переходным посадкам относятся четыре основных отклонения *j, k, m, n* - для валов, (*J, K, M, N*) для отверстий, и посадка *j_s (J_s)* не имеющая основного отклонения. Посадка *j_s (J_s)* имеет симметричное расположение поля допуска относительно нулевой линии, а предельные отклонения равны половине допуска по значению, но противоположны по знаку. Если допуск в микрометрах выражается нечётным числом, то его половинное значение округляется до бли-

жайшего меньшего числа, за исключением квалитетов точнее седьмого, для которых такое округление не производят.

Схема расположения основных отклонений валов для переходных посадок в системе отверстия представлена на рисунке 7.

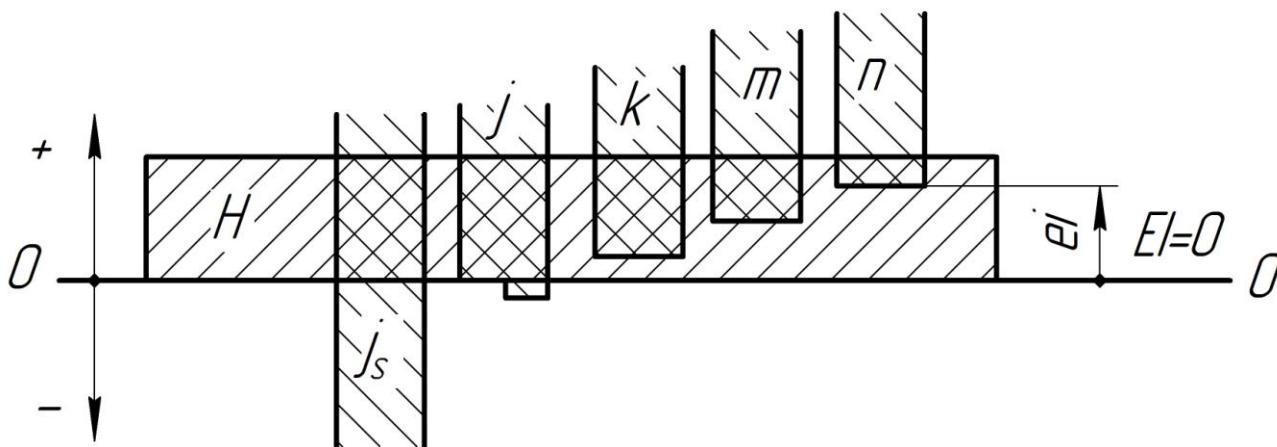


Рисунок 7 – Схема расположения основных отклонений валов для переходных посадок в системе отверстия

Группа неподвижных посадок имеет двенадцать основных отклонений: **p, r, s, t, u, v, x, y, z, za, zb, zc (P - ZC)**. Схема расположения основных отклонений валов для неподвижных посадок в системе отверстия представлена на рисунке 8.

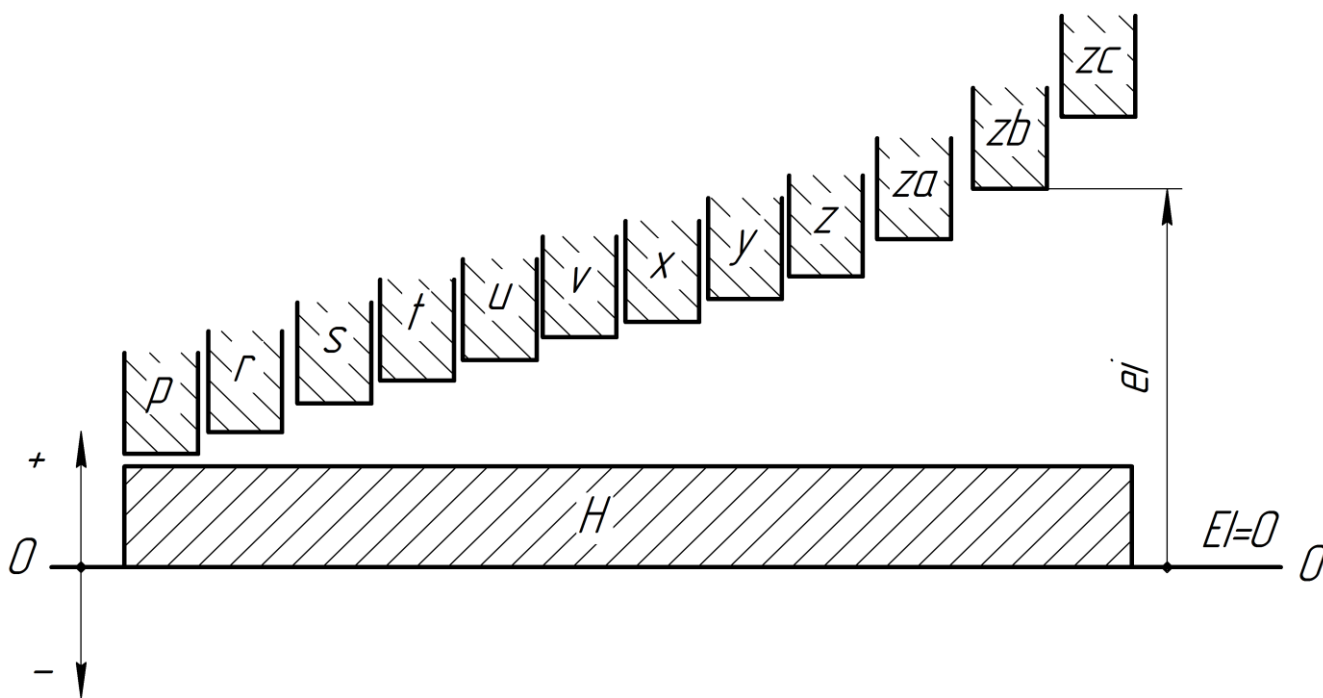


Рисунок 8 – Схема расположения основных отклонений валов для неподвижных посадок в системе отверстия

Для каждого буквенного обозначения основного отклонения вала абсолютная величина и знак определяется по эмпирическим формулам.

По результатам вычислений составлена таблица основных отклонений валов, представленная в таблице Б2 ([приложение Б](#)).

Абсолютная величина и знак **основного отклонения отверстия** определяется по основному отклонению вала, обозначенному той же буквой, по общему или специальному правилу.

Общее правило определения основных отклонений отверстий: основное отклонение отверстия должно быть расположено симметрично относительно нулевой линии основному отклонению вала, обозначенному той же буквой ($EI = -es$ для отверстий от **A** до **H**, $ES = -ei$ для отверстий от **J** до **ZC**).

Специальное правило определения основных отклонений отверстий: две соответствующие друг другу посадки в системе отверстия и в системе вала, в которых отверстие данного качества соединяется с валом ближайшего, более точного качества (например, H7/p6 и P7/h6), должны иметь одинаковые зазоры и натяги

$$ES = -ei + \Delta, \quad (21)$$

где $\Delta = IT_n - IT_{n-1}$, т.е. Δ равна разности между допуском рассматриваемого качества, с которым будет сочетаться данное основное отклонение, и допуском ближайшего, более точного качества. Правило действительно для отверстий размером свыше 3 мм

– для отверстий **J, K, M, N** до качества 8 и от **P** по **ZC** до качества 7 включительно, основное отклонение определяется следующим образом, к основному отклонению отверстия прибавляется поправка Δ в зависимости от качества указанных в графах справа в таблице Б3 ([Приложение Б](#)).

4 НАНЕСЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ РАЗМЕРОВ И ПОСАДОК

Нанесение предельных отклонений размеров в графических документах на изделия выполняют в соответствии с ГОСТ 2.307-2011.

При записи предельных отклонений числовыми значениями верхние отклонения помещают над нижними со знаком (+) или (–) при этом высота цифр, определяющих отклонение должна быть равна половине высоты шрифта номинального размера. Предельные отклонения, равные нулю, не указывают, например: $60_{-0,032}^{+0,014}$; $60_{-0,174}^{-0,100}$; $60_{+0,100}^{+0,174}$; $60^{+0,19}$; $60_{-0,19}$.

При симметричном расположении поля допуска абсолютное значение отклонений указывают один раз со знаком (\pm), при этом высота цифр, определяющих отклонение должна быть равна высоте шрифта номинального размера, например $60 \pm 0,23$.

Предельные отклонения, указываемые числовыми значениями, выраженными десятичной дробью, записывают до последней значащей цифры включительно, выравнивая количество знаков в верхнем и нижнем отклонениях добавлением нулей, например $10_{-0,30}^{-0,15}$; $35_{-0,142}^{-0,080}$.

4.1 Нанесение предельных отклонений размеров и посадок на чертежах

Предельные отклонения размеров на чертежах указывают непосредственно после номинальных размеров (рисунок 9): условным обозначением полей допусков (а), числовыми значениями (б) или условным обозначением поля допуска с указанием справа в скобках числовых значений (в).

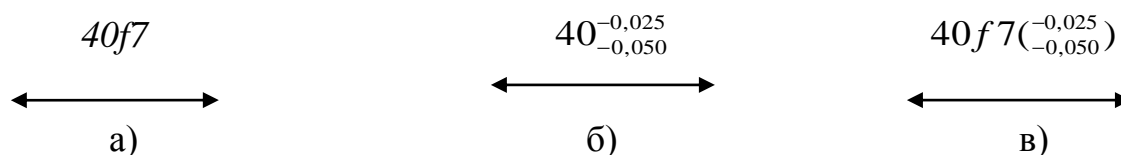


Рисунок 9 – Нанесение предельных отклонений размеров на чертежах

Предельные отклонения размеров в **посадках** следует указывать непосредственно после номинальных размеров в виде дроби, причём в числителе указывают обозначение поля допуска отверстия, а в знаменателе – обозначение поля допуска вала в миллиметрах.

Предельные отклонения размеров посадок могут быть указаны на чертежах одним из трёх способов (рисунок 10): условным обозначением полей допусков (а); числовыми значениями (б); условным обозначением полей допусков с указанием справа в скобках числовых значений (в).

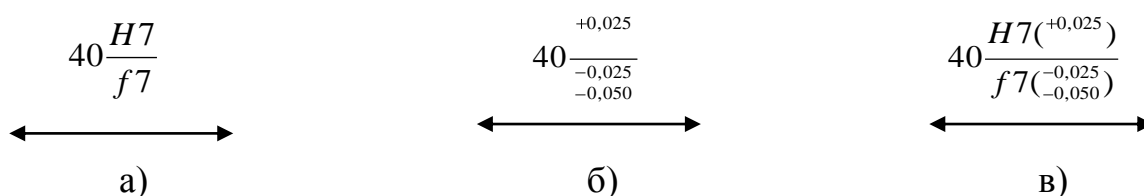


Рисунок 10 – Нанесение предельных отклонений размеров сопрягаемых деталей на чертежах

4.2 Обозначение общего допуска размеров на чертежах

Предельные отклонения линейных размеров относительно низкой точности допускается не указывать непосредственно после номинальных размеров, а оговаривать записью **общего допуска размера** в технических требованиях чертежа при условии, что эта запись однозначно определяет значения и знаки предельных отклонений.

Общие допуски для валов и отверстий принимают как для основного вала h и основного отверстия H с использованием 12 - 17 квалитетов. Для размеров, не являющихся отверстием или валом, принимают симметричное расположение поля допуска $j_s (J_s)$.

Общая запись о предельных отклонениях размеров с неуказанными допусками в соответствии с ГОСТ 2.307-2011, должна содержать условное обозначение предельных отклонений линейных размеров одним из двух вариантов: для отклонений по квалитетам или по классам точности.

Например, варианты обозначения общей записи для 14 квалитета или среднего класса точности следующие:

Общие допуски по ГОСТ 30893.1-2002: H14, h14, $\pm IT14/2$.

или

Общие допуски по ГОСТ 30893.1-2002: $+t_2$, $-t_2$, $\pm t_2/2$.

Общие допуски по ГОСТ 30893.1 – m или ГОСТ 30893.1 – m.

Читается данная запись следующим образом: «Общие допуски размеров не указанные индивидуально, относящихся к отверстиям - изготавливать по H14, к валам по h14, а остальные размеры с симметричным расположением допуска $\pm IT14/2$ ».

Название и соответствие класса точности квалитету следующее:

«Точный» - f, ($\pm t_1/2$) соответствует 12 квалитету;

«Средний» - m, ($\pm t_2/2$) соответствует 14 квалитету;

«Грубый» - c, ($\pm t_3/2$) соответствует 16 квалитету;

«Очень грубый» - v, ($\pm t_4/2$) соответствует 17 квалитету;

где f, m, c, v, (t_1, t_2, t_3, t_4) – классы точности по ГОСТ 30893.1 – 2002.

5 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ РАСЧЁТА ПАРАМЕТРОВ ПОСАДКИ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТОВ СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

5.1 Подвижная посадка в системе отверстия

Исходные данные $\varnothing 80 \frac{H8}{e8}$.

Анализ посадки:

\varnothing – условное обозначение диаметра.

80 – номинальный диаметр соединения в мм.

H – основное отклонение основного отверстия, т.е. данная посадка образована в системе отверстия ([см. пункт 3.2](#)).

8 – квалитет (уровень точности) отверстия.

e – основное отклонение вала указывает на то, что посадка относится к

группе подвижных посадок с зазором ([см. п. 3.7](#)).

8 – квалитет вала.

Итого: данная посадка образована в системе отверстия и относится к группе подвижных посадок с зазором.

Определение предельных отклонений размеров деталей соединения

Отверстие

Значение основного (нижнего) отклонения основного отверстия H равно нулю, т. е. $EI = 0$ ([см. пункт 3.2](#)).

Для определения значения верхнего отклонения необходимо определить допуск размера 80 мм, взятый из интервала «свыше 50 до 80» квалитета 8 по таблице Б1 ([приложение Б](#)), который равен $TD = 46$ мкм, а затем к нижнему отклонению прибавить его значение и записать со знаком (+)

$$ES = EI + TD = 0 + 46 = +46 \text{ мкм.}$$

Вал

Значение основного (верхнего) отклонения e находится по таблице Б2 ([приложение Б](#)) для размера 80

$$es = -60 \text{ мкм.}$$

Для определения значения нижнего отклонения необходимо вначале определить допуск размера 80 квалитета 8 по таблице Б1 ([приложение Б](#)), который равен $Td = 46$ мкм, а затем от верхнего отклонения отнять его значение

$$ei = es - Td = -60 - 46 = -106 \text{ мкм.}$$

В результате расчётов предельные отклонения соединения в мм

$$\varnothing 80 \frac{H8^{(+0,046)}}{e8^{(-0,106)}}$$

Примечание – Чтобы проверить правильность записи, числовое значение верхнего отклонения должно получиться больше нижнего на величину допуска.

Предельные размеры деталей

Предельные размеры деталей определяются по формулам (5-8)

$$D_{max} = D_n + ES = 80 + (+0,046) = 80,046 \text{ мм,}$$

$$D_{min} = D_n + EI = 80 + 0 = 80 \text{ мм},$$

$$d_{max} = d_n + es = 80 + (-0,060) = 79,940 \text{ мм},$$

$$d_{min} = d_n + ei = 80 + (-0,106) = 79,894 \text{ мм}.$$

Значение наименьшего и наибольшего зазора

Предельные зазоры определяются по формулам (11-12)

$$S_{min} = EI - es = 0 - (-60) = 60 \text{ мкм},$$

$$S_{max} = ES - ei = +46 - (-106) = 152 \text{ мкм}.$$

Допуск зазора

Допуск зазора определяется по выражению (15)

$$TS = S_{max} - S_{min} = TD + Td = 152 - 60 = 46 + 46 = 92 = 92 \text{ мкм}.$$

Примечание – Если обе части уравнения равны, то расчёты проведены правильно.

Схема расположения полей допусков посадки $\varnothing 80 \frac{H8(+0,046)}{e8(-0,106)}$

Расчёт параметров посадки можно представить графически в виде построения схемы полей допусков вала и отверстия, которая помогает наглядно представить относительное расположение вала и отверстия, тем самым определить характер соединения – подвижное, т.е. с зазором или неподвижное, т.е. с натягом. Схему расположения полей допусков, и масштаб выбирают в мкм.

Базой для построения схемы полей допусков соединения служит нулевая линия, соответствующая номинальному размеру соединения. При построении схем полей допусков откладывают отклонения от нулевой линии перпендикулярно к ней (по высоте) в относительном масштабе с учётом их знака. По ширине размер поля допуска принимается произвольно.

На схеме полей допусков все параметры посадки указываются в мкм, а предельные размеры деталей в мм.

Схема расположения полей допусков посадки $\varnothing 80 \frac{H8(+0,046)}{e8(-0,106)}$ показана на рисунке 11 в масштабе 1 мм = 2 мкм.

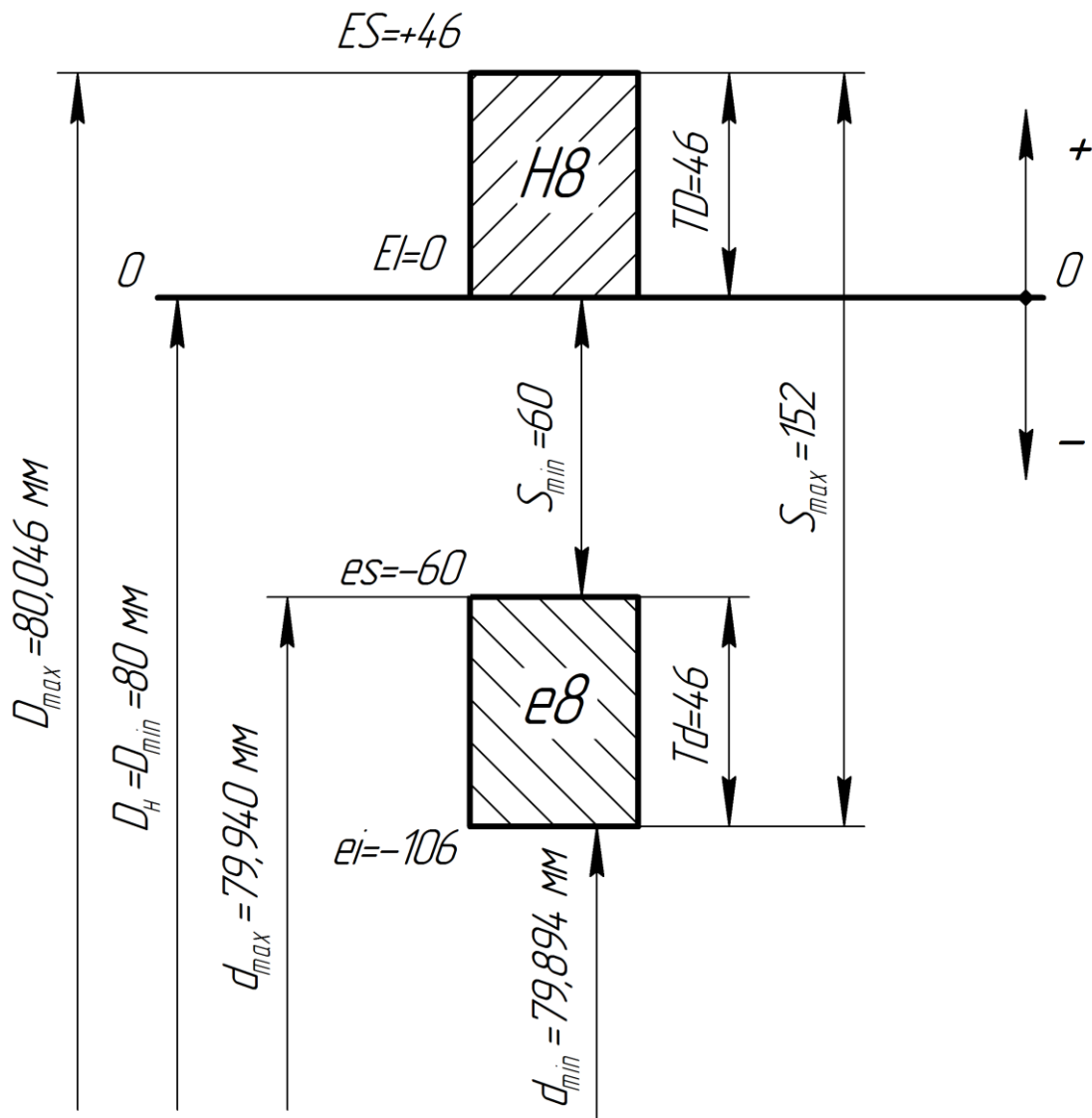


Рисунок 11 – Схема расположения полей допусков посадки $\varnothing 80 \frac{H8(+0,046)}{e8(-0,060)}$

5.2 Подвижная посадка в системе вала

Исходные данные $40 \frac{F8}{h6}$.

Анализ посадки:

40 – номинальный размер соединения в мм.

F – основное отклонение отверстия, указывает на то, что данная посадка относится к группе подвижных посадок с зазором ([см. приложение А](#)).

8 – квалитет отверстия.

h – основное отклонение основного вала, т.е. данная посадка образована в системе вала ([см. пункт 3.2](#)).

6 – качество вала.

Итого: данная посадка образована в системе вала и относится к группе подвижных посадок с зазором.

Определение предельных отклонений размеров деталей соединения

Отверстие

Значение основного (нижнего) отклонения F находится по таблице Б3 ([приложение Б](#)) для размера 40

$$EI = +25 \text{ мкм.}$$

Для определения значения верхнего отклонения вначале необходимо определить **допуск** размера 40 качества 8 по таблице Б1 ([приложение Б](#)), который равен $TD = 39 \text{ мкм}$, а затем прибавить его значение к нижнему отклонению

$$ES = EI + TD = +25 + 39 = +64 \text{ мкм.}$$

Вал

Значение основного (верхнего) отклонения основного вала h равно нулю, т.е. $es = 0$ ([см. пункт 3.2](#)).

Для определения значения нижнего отклонения вначале необходимо определить **допуск** размера 40 качества 6 по таблице Б1 ([приложение Б](#)), который равен $Td = 16 \text{ мкм}$, а затем от верхнего отклонения отнять его значение

$$ei = es - Td = 0 - 16 = -16 \text{ мкм.}$$

В результате расчётов предельные отклонения соединения в мм

$$40 \frac{F8^{(+0,064)}_{(+0,025)}}{h6^{(-0,016)}}$$

Предельные размеры деталей

Предельные размеры деталей определяются по формулам (5-8)

$$D_{max} = D_n + ES = 40 + (+0,064) = 40,064 \text{ мм,}$$

$$D_{min} = D_n + EI = 40 + (+0,025) = 40,025 \text{ мм,}$$

$$d_{max} = d_n + es = 40 + 0 = 40 \text{ мм,}$$

$$d_{min} = d_n + ei = 40 + (-0,016) = 39,984 \text{ мм.}$$

Значение наименьшего и наибольшего зазора

Предельные зазоры определяются по формулам (11-12)

$$S_{min} = EI - es = +25 - 0 = 25 \text{ мкм},$$

$$S_{max} = ES - ei = +64 - (-16) = 80 \text{ мкм}.$$

Допуск зазора

Допуск зазора определяется по выражению (15)

$$TS = S_{max} - S_{min} = TD + Td = 80 - 25 = 39 + 16 = 55 = 55 \text{ мкм}.$$

Схема расположения полей допусков посадки $40 \frac{F8(+0,064)}{+0,025} / h6(-0,016)$

Схема полей допусков посадки $40 \frac{F8(+0,064)}{+0,025} / h6(-0,016)$ показана на рисунке 12 в масштабе 1 мм = 1 мкм.

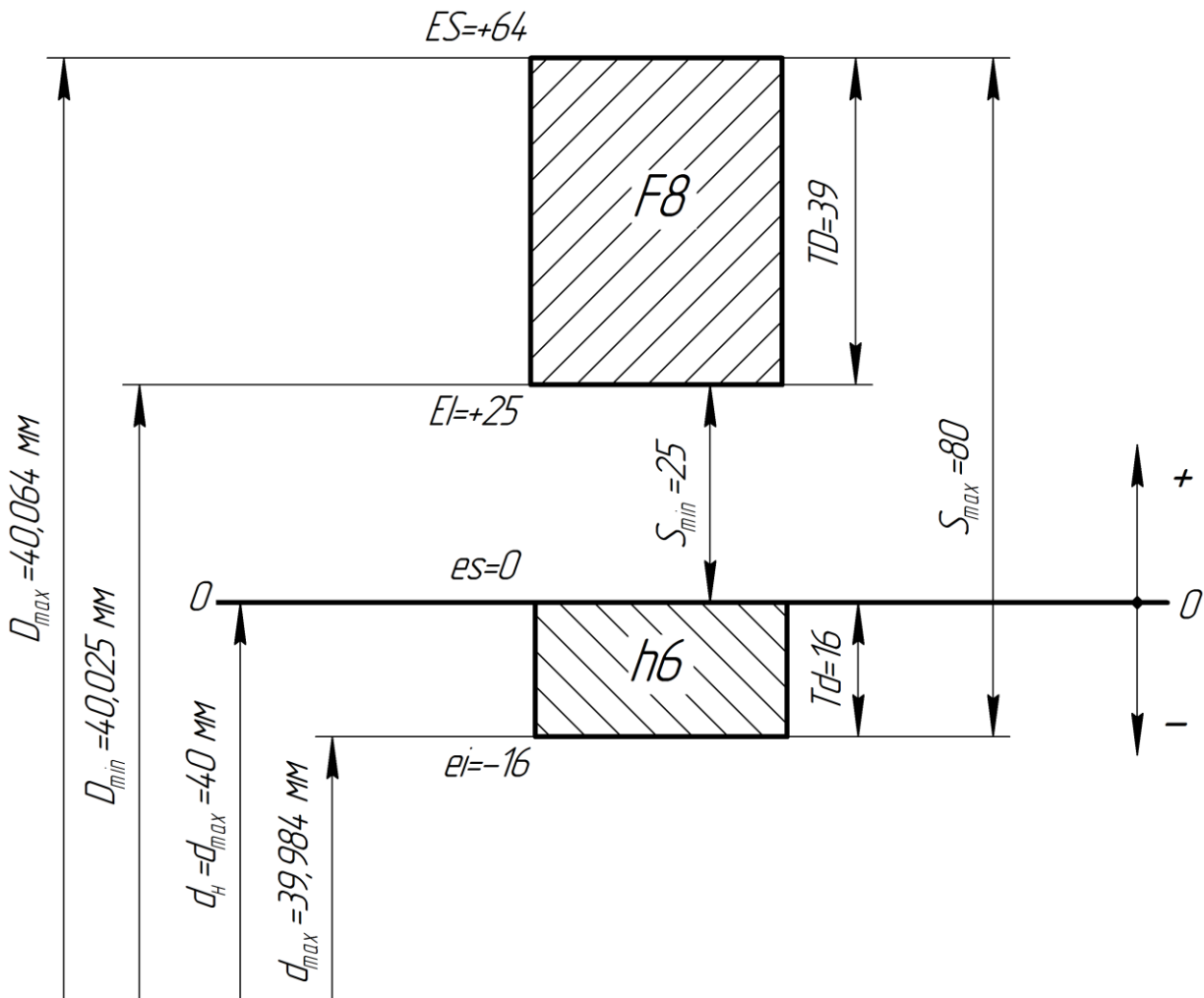


Рисунок 12 – Схема расположения полей допусков посадки $40 \frac{F8(+0,064)}{+0,025} / h6(-0,016)$

5.3 Посадка с минимальным зазором равным нулю

Исходные данные $70 \frac{H11}{h11}$.

Анализ посадки:

70 – номинальный размер соединения в мм.

H – основное отклонение основного отверстия ([см. пункт 3.2](#)).

11 – качество отверстия.

h – основное отклонение основного вала ([см. пункт 3.2](#)).

11 – качество вала.

Итого: детали соединения изготавливаются как основные, а данная посадка относится к группе подвижных посадок с минимальным зазором равным нулю.

Определение предельных отклонений размеров деталей соединения

Отверстие

Значение основного (нижнего) отклонения основного отверстия H равно нулю, т.е. $EI = 0$ ([см. пункт 3.2](#)).

Для определения значения верхнего отклонения вначале необходимо определить допуск размера 70 качества 11 по таблице Б1 ([приложение Б](#)), который равен $TD = 190$ мкм, а затем к нижнему отклонению прибавить его значение

$$ES = EI + TD = 0 + 190 = +190 \text{ мкм.}$$

Вал

Значение основного (верхнего) отклонения основного вала h равно нулю, т.е. $es = 0$ ([см. пункт 3.2](#)).

Для определения значения нижнего отклонения вначале необходимо определить допуск размера 70 качества 11 по таблице Б1 ([приложение Б](#)), который равен $Td = 190$ мкм, а затем от верхнего отклонения отнять его значение

$$ei = es - Td = 0 - 190 = -190 \text{ мкм.}$$

В результате расчётов предельные отклонения соединения в мм

$$70 \frac{H11(+0,190)}{h11(-0,190)}$$

Предельные размеры деталей

Предельные размеры деталей определяются по формулам (5-8)

$$D_{max} = D_n + ES = 70 + (+0,190) = 70,190 \text{ мм},$$

$$D_{min} = D_n + EI = 70 + 0 = 70 \text{ мм},$$

$$d_{max} = d_n + es = 70 + 0 = 70 \text{ мм},$$

$$d_{min} = d_n + ei = 70 + (-0,190) = 69,810 \text{ мм}.$$

Значение наименьшего и наибольшего зазора

Предельные зазоры определяются по формулам (11-12)

$$S_{min} = EI - es = 0 - 0 = 0 \text{ мкм},$$

$$S_{max} = ES - ei = +190 - (-190) = 380 \text{ мкм}.$$

Допуск зазора

Допуск зазора определяется по выражению (15)

$$TS = S_{max} - S_{min} = TD + Td = 380 - 0 = 190 + 190 = 380 = 380 \text{ мкм}.$$

Схема расположения полей допусков посадки $70 \frac{H11(+0,190)}{h11(-0,190)}$

Схема расположения полей допусков посадки $70 \frac{H11(+0,190)}{h11(-0,190)}$ показана на

рисунке 13 в масштабе 1 мм = 4 мкм.

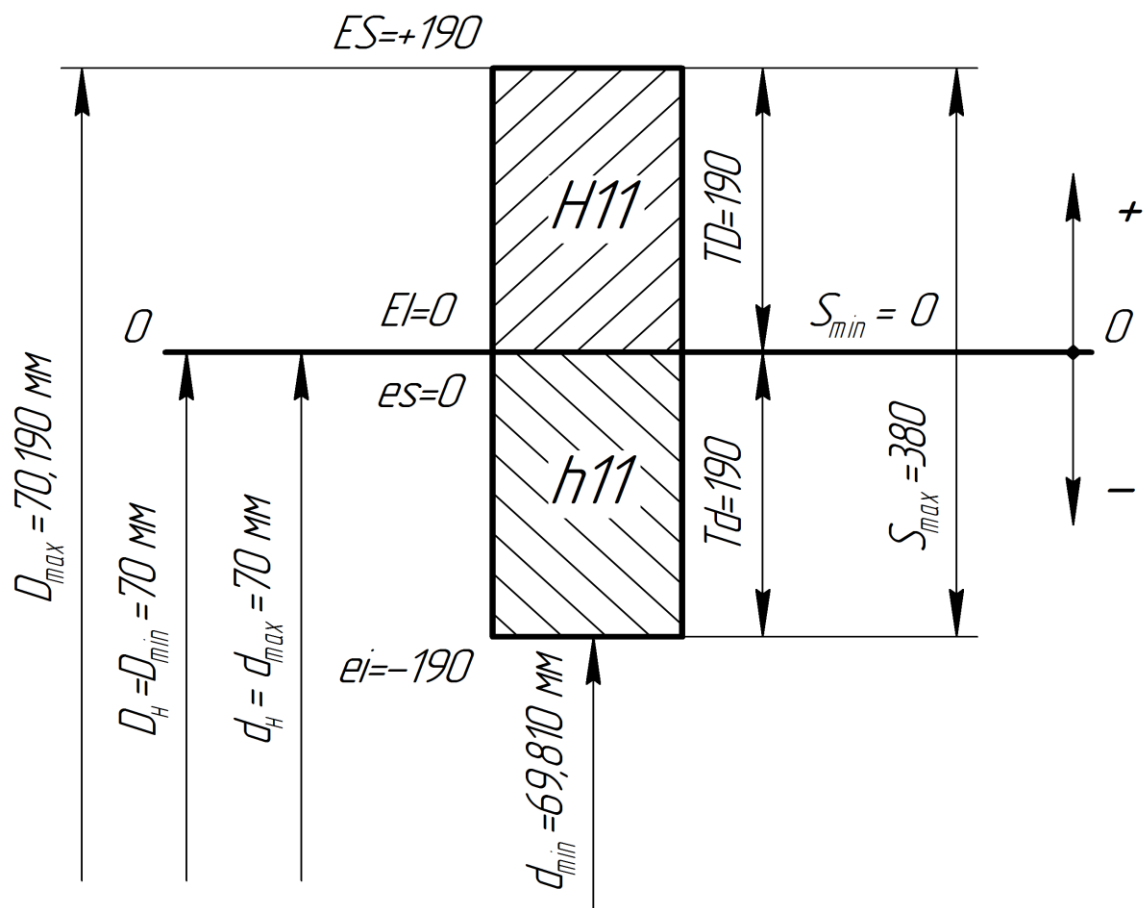


Рисунок 13 – Схема расположения полей допусков посадки $70 \frac{H11(+0,190)}{h11(-0,190)}$

5.4 Неподвижная посадка в системе отверстия

Исходные данные $75 \frac{H7}{s6}$.

Анализ посадки:

75 – номинальный размер соединения в мм.

H – основное отклонение основного отверстия, т.е. данная посадка образована в системе отверстия.

7 – квалитет отверстия.

s – основное отклонение вала указывает на то, что посадка относится к группе неподвижных посадок с натягом ([см. п. 3.7](#)).

6 – квалитет вала.

Итого: данная посадка образована в системе отверстия и относится к группе неподвижных посадок с натягом.

Определение предельных отклонений размеров деталей соединения

Отверстие

Значение основного (нижнего) отклонения для основного отверстия H равно нулю, т.е. $EI = 0$ ([см. пункт 3.2](#)).

Для определения значения верхнего отклонения вначале необходимо определить допуск размера 75, качества 7 по таблице Б1 ([приложение Б](#)), который равен $TD = 30$ мкм, а затем к нижнему отклонению прибавить его значение

$$ES = EI + TD = 0 + 30 = +30 \text{ мкм.}$$

Вал

Значение основного (нижнего) отклонения S для размера 75 находится по таблице Б2 ([приложение Б](#))

$$ei = +59 \text{ мкм.}$$

Для определения значения верхнего отклонения необходимо определить допуск размера 75 качества 6 по таблице Б1 ([приложение Б](#)), который равен $Td = 19$ мкм, а затем прибавить его значение к нижнему отклонению

$$es = ei + Td = +59 + 19 = +78 \text{ мкм.}$$

В результате расчётов предельные отклонения соединения в мм

$$75 \frac{H7^{(+0,030)}}{s6^{(+0,078)}}$$

Предельные размеры деталей

Предельные размеры деталей определяются по формулам (5-8)

$$D_{max} = D_n + ES = 75 + (+0,030) = 75,030 \text{ мм,}$$

$$D_{min} = D_n + EI = 75 + 0 = 75 \text{ мм,}$$

$$d_{max} = d_n + es = 75 + (+0,078) = 75,078 \text{ мм,}$$

$$d_{min} = d_n + ei = 75 + (+0,059) = 75,059 \text{ мм.}$$

Значение наименьшего и наибольшего натяга

Предельные натяги определяются по формулам (13-14)

$$N_{min} = ei - ES = +59 - (+30) = 29 \text{ мкм,}$$

$$N_{max} = es - EI = +78 - 0 = 78 \text{ мкм.}$$

Допуск натяга

Допуск натяга определяется по выражению (16)

$$TN = N_{max} - N_{min} = TD + Td = 78 - 29 = 30 + 19 = 49 = 49 \text{ мкм.}$$

Схема расположения полей допусков посадки $75 \frac{H7(+0,030)}{s6(+0,078/+0,059)}$

Схема расположения полей допусков посадки $75 \frac{H7(+0,030)}{s6(+0,078/+0,059)}$ показана на ри-

сунке 14 в масштабе 1 мм = 1 мкм.

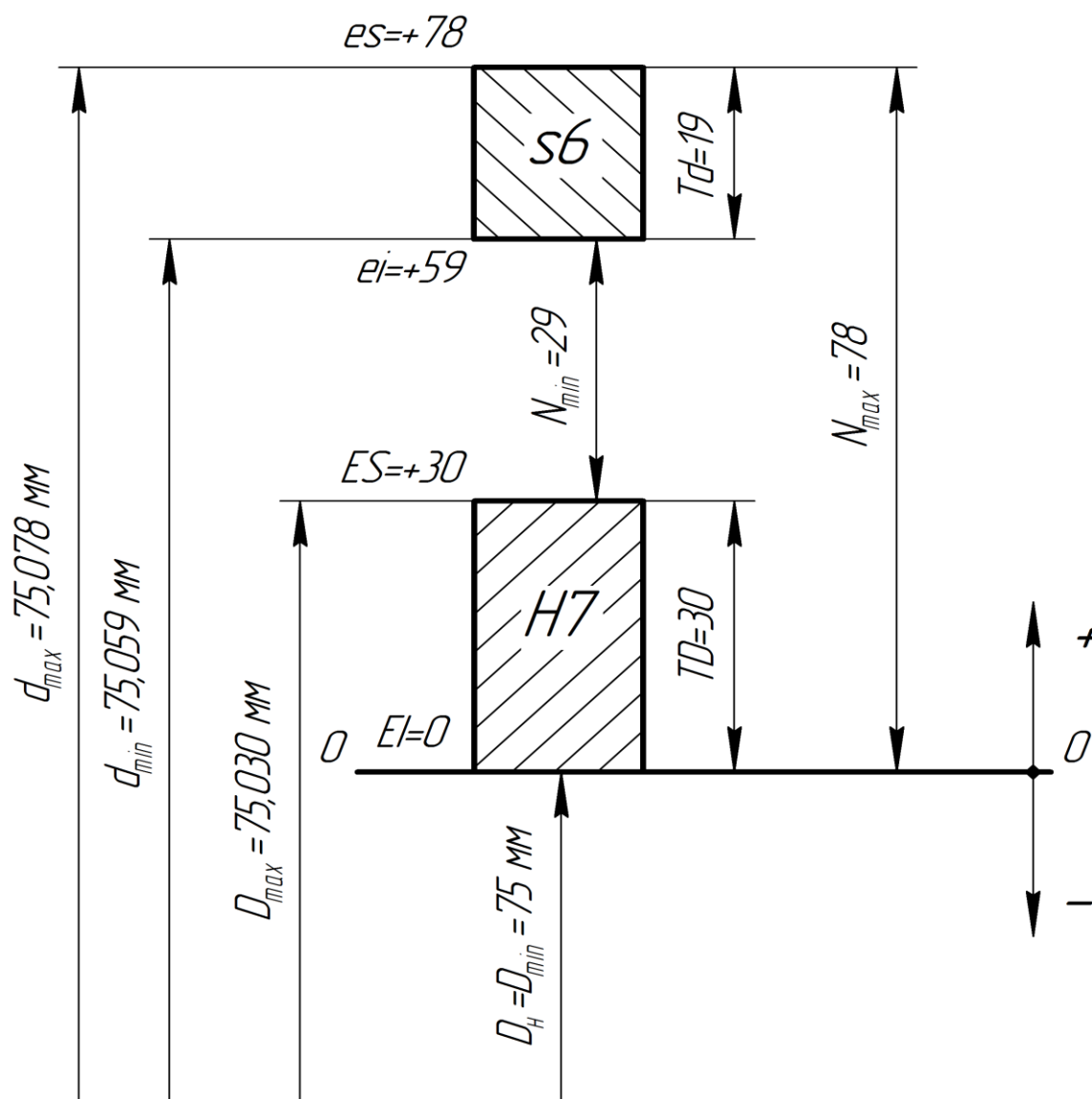


Рисунок 14 - Схема расположения полей допусков посадки $75 \frac{H7(+0,030)}{s6(+0,078/+0,059)}$

5.5 Неподвижная посадка в системе вала

Исходные данные $40 \frac{T7}{h6}$.

Анализ посадки:

40 - номинальный размер соединения в мм.

T – основное отклонение отверстия указывает на то, что оно относится к группе неподвижных посадок с натягом ([см. приложение А](#)).

7 – качество отверстия.

h – основное отклонение основного вала, указывает на то, что посадка образована в системе вала.

6 – качество вала.

Итого: данная посадка образована в системе вала и относится к группе неподвижных посадок с натягом.

Определение предельных отклонений размеров деталей соединения

Отверстие

Числовое значение основного (верхнего) отклонения T определяется по специальному правилу ([см. пункт 3.7](#)).

Для определения значения основного отклонения отверстия по таблице Б3 ([приложение Б](#)) для размера 40 и основного отклонения T необходимо определить табличное значение равное $ES_{ma6} = -48$ мкм, и к нему прибавить поправку равную $\Delta = 9$ для качества 7, которая находится в графах справа

$$ES = ES_{ma6} + \Delta = -48 + 9 = -39 \text{ мкм.}$$

Для определения значения нижнего отклонения вначале необходимо определить допуск размера 40 качества 7 по таблице Б1 ([приложение Б](#)), который равен $TD = 25$ мкм, а затем от верхнего отклонения отнять его значение

$$EI = ES - TD = -39 - 25 = -64 \text{ мкм.}$$

Вал

Значение основного (верхнего) отклонения основного вала h равно нулю, т.е. $es = 0$ ([см. пункт 3.2](#)).

Для определения значения нижнего отклонения необходимо определить допуск размера 40 мм и качества 6 по таблице Б1 ([приложение Б](#)), который равен $Td = 16 \text{ мкм}$, и от верхнего отклонения отнять его значение

$$ei = es - Td = 0 - 16 = -16 \text{ мкм.}$$

В результате расчётов предельные отклонения соединения в мм

$$40 \frac{T7_{(-0,039)}^{(-0,064)}}{h6_{(-0,016)}}$$

Предельные размеры деталей

Предельные размеры деталей определяются по формулам (5-8)

$$D_{max} = D_n + ES = 40 + (-0,039) = 39,961 \text{ мм,}$$

$$D_{min} = D_n + EI = 40 + (-0,064) = 39,936 \text{ мм,}$$

$$d_{max} = d_n + es = 40 + 0 = 40,0 \text{ мм,}$$

$$d_{min} = d_n + ei = 40 + (-0,016) = 39,984 \text{ мм.}$$

Значение наименьшего и наибольшего натяга

Предельные натяги определяются по формулам (13-14)

$$N_{min} = ei - ES = -16 - (-39) = 23 \text{ мкм,}$$

$$N_{max} = es - EI = 0 - (-64) = 64 \text{ мкм.}$$

Допуск натяга

Допуск натяга определяется по выражению (16)

$$TN = N_{max} - N_{min} = TD + Td = 64 - 23 = 25 + 16 = 41 = 41 \text{ мкм.}$$

Схема расположения полей допусков посадки $40 \frac{T7_{(-0,064)}^{(-0,039)}}{h6_{(-0,016)}}$

Схема расположения полей допусков посадки $40 \frac{T7_{(-0,064)}^{(-0,039)}}{h6_{(-0,016)}}$ показана на ри-

сунке 15 в масштабе 1 мм = 1 мкм.

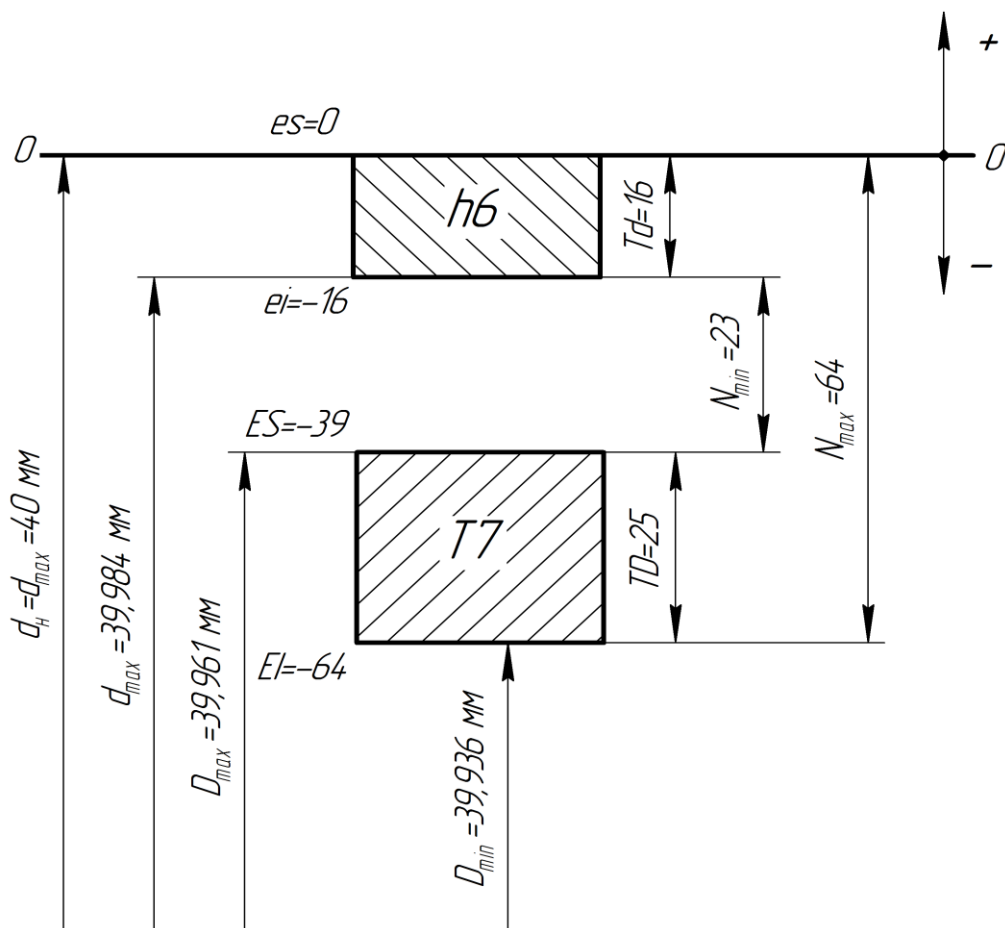


Рисунок 15 – Схема расположения полей допусков посадки $40 \frac{T7^{(-0,039)}_{(-0,064)}}{h6_{(-0,016)}}$

5.6 Переходная посадка в системе отверстия

Исходные данные $60 \frac{H8}{j_s 7}$.

Анализ посадки:

60 – номинальный размер соединения в мм.

H – основное отклонение основного отверстия, т.е. данная посадка образована в системе отверстия.

8 – качество отверстия.

j_s – обозначение поля допуска вала, указывает на то, что посадка **симметричная** и относится к группе переходных ([см. п. 3.7](#)).

7 – качество вала.

Итого: данная посадка образована в системе отверстия и относится к группе **переходных**.

Определение предельных отклонений размеров деталей соединения

Отверстие

Значение основного (нижнего) отклонения для основного отверстия H равно нулю, т.е. $EI = 0$ (см. пункт 3.2).

Для определения значения верхнего отклонения необходимо определить допуск размера 60 квалитета 8 по таблице Б1 (приложение Б), который равен $TD = 46$ мкм, и к нижнему отклонению прибавить его значение

$$ES = EI + TD = 0 + 46 = +46 \text{ мкм.}$$

Вал

Верхнее и нижнее отклонение *симметричной* посадки j_s определяется как половина величины допуска, но с противоположными знаками, т.е. $es = +IT7/2$, $ei = -IT7/2$. Для определения верхнего и нижнего отклонения для размера 60 квалитета 7 по таблице Б1 (приложение Б) необходимо определить значение допуска, который равен $Td = 30$ мкм, и разделить его пополам

$$es = +\frac{IT7}{2} = +\frac{30}{2} = +15 \text{ мкм,}$$

$$ei = -\frac{IT7}{2} = -\frac{30}{2} = -15 \text{ мкм.}$$

В результате расчётов предельные отклонения соединения в мм

$$60 \frac{H8(+0,046)}{j_s 7(\pm 0,015)}$$

Предельные размеры деталей

Предельные размеры деталей определяются по формулам (5-8)

$$D_{max} = D_n + ES = 60 + (+0,046) = 60,046 \text{ мм,}$$

$$D_{min} = D_n + EI = 60 + 0 = 60 \text{ мм,}$$

$$d_{max} = d_n + es = 60 + (+0,015) = 60,015 \text{ мм,}$$

$$d_{min} = d_n + ei = 60 + (-0,015) = 59,985 \text{ мм.}$$

Значение наибольшего зазора и наибольшего натяга

Предельные наибольшие зазоры и натяги определяются по формулам (12 и 14)

$$S_{max} = ES - ei = +46 - (-15) = 61 \text{ мкм},$$

$$N_{max} = es - EI = +15 - 0 = 15 \text{ мкм}.$$

Допуск переходной посадки

Допуск посадки определяется по выражению (17)

$$T(S,N) = S_{max} + N_{max} = TD + Td = 61 + 15 = 46 + 30 = 76 = 76 \text{ мкм}.$$

Схема расположения полей допусков посадки $60 \frac{H8(+0,046)}{j_s 7(\pm 0,015)}$

Схема расположения полей допусков переходной посадки $60 \frac{H8(+0,046)}{j_s 7(\pm 0,015)}$

представлена на рисунке 16 в масштабе 1 мм = 1 мкм.

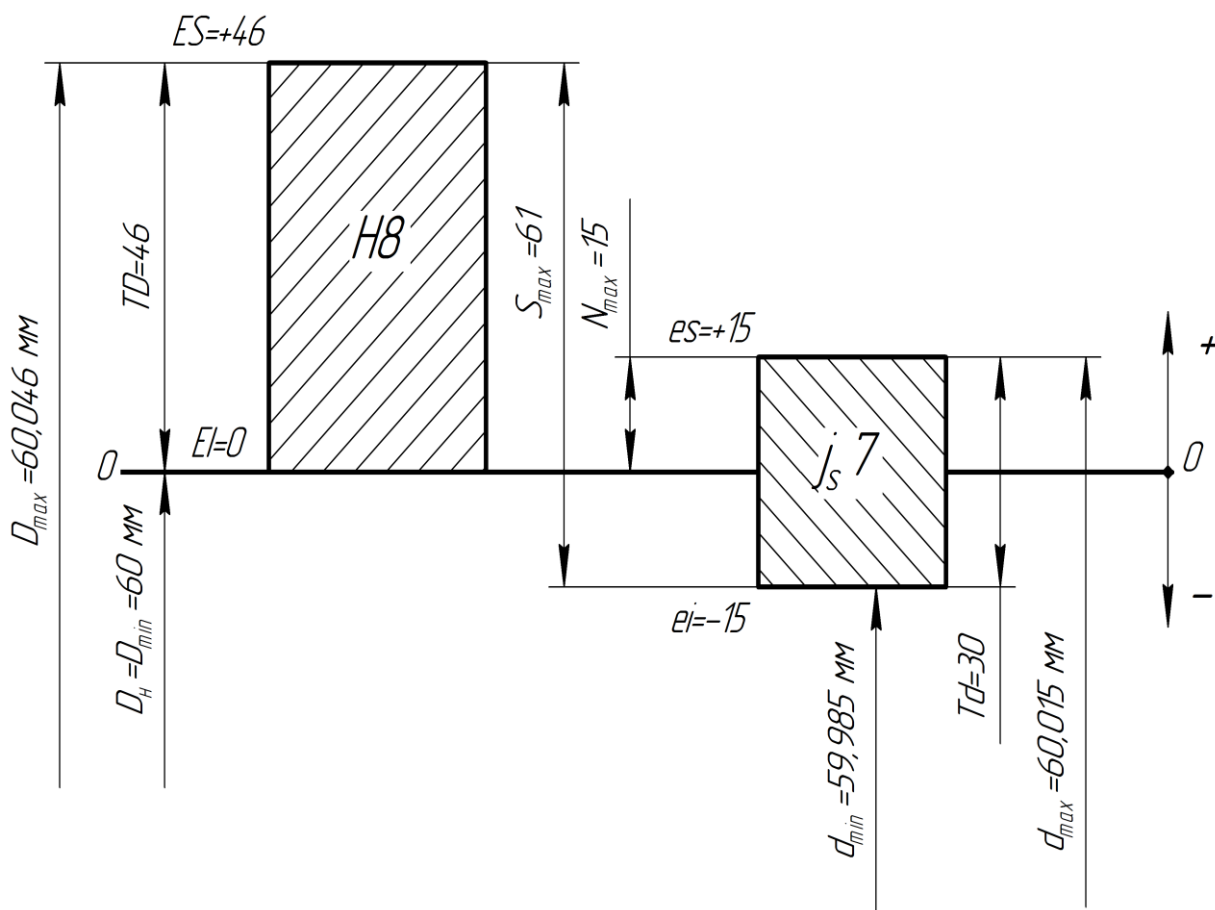


Рисунок 16 – Схема расположения полей допусков посадки $60 \frac{H8(+0,046)}{j_s 7(\pm 0,015)}$

5.7 Переходная посадка в системе вала

Исходные данные $50 \frac{K8}{h7}$.

Анализ посадки:

50 – номинальный размер соединения в мм.

K – основное отклонение отверстия, указывает на то, что посадка относится к группе переходных ([см. приложение А](#)).

8 – квалитет отверстия.

h – основное отклонение основного вала, указывает на то, что посадка образована в системе вала ([см. пункт 3.2](#)).

7 – квалитет вала.

Итого: данная посадка образована в системе вала и относится к группе переходных.

Определение предельных отклонений размеров деталей соединения

Отверстие

Значение основного (верхнего) отклонения K определяется по специальному правилу ([см. пункт 3.7](#)).

Для определения значения основного отклонения отверстия по таблице Б3 ([приложение Б](#)) для размера 50 и основного отклонения K необходимо определить табличное значение $ES_{таб} = -2$ мкм, и к нему прибавить поправку равную $\Delta = 14$, для квалитета 8, которая находится в графах справа

$$ES = ES_{таб} + \Delta = -2 + 14 = +12 \text{ мкм.}$$

Для определения значения нижнего отклонения необходимо определить допуск размера 50 квалитета 8 по таблице Б1 ([приложение Б](#)), который равен $TD = 39$ мкм, и от верхнего отклонения отнять его значение

$$EI = ES - TD = +12 - 39 = -27 \text{ мкм.}$$

Вал

Значение основного (верхнего) отклонения основного вала h равно нулю, т. е. $es = 0$ (см. пункт 3.2).

Для определения значения нижнего отклонения необходимо определить допуск размера 50 квалитета 7 по таблице Б1 (приложение Б), который равен $Td = 25$ мкм и от верхнего отклонения отнять его значение

$$ei = es - Td = 0 - 25 = -25 \text{ мкм.}$$

В результате расчётов предельные отклонения соединения в мм

$$50 \frac{K8(+0,012)}{h7(-0,025)}$$

Предельные размеры деталей

Предельные размеры деталей определяются по формулам (5-8)

$$D_{max} = D_n + ES = 50 + (+0,012) = 50,012 \text{ мм,}$$

$$D_{min} = D_n + EI = 50 + (-0,027) = 49,973 \text{ мм,}$$

$$d_{max} = d_n + es = 50 + 0 = 50,0 \text{ мм,}$$

$$d_{min} = d_n + ei = 50 + (-0,025) = 49,975 \text{ мм.}$$

Значение наибольшего зазора и наибольшего натяга

Предельные наибольшие зазоры и натяги определяются по формулам (12 и 14)

$$S_{max} = ES - ei = +12 - (-25) = 37 \text{ мкм,}$$

$$N_{max} = es - EI = 0 - (-27) = 27 \text{ мкм.}$$

Допуск переходной посадки

Допуск посадки определяется по выражению (17)

$$T(S,N) = S_{max} + N_{max} = TD + Td = 37 + 27 = 64 = 64 \text{ мкм.}$$

Схема расположения полей допусков посадки $50 \frac{K8(+0,012)}{h7(-0,027)}$

Схема расположения полей допусков посадки $50 \frac{K8(+0,012)}{h7(-0,027)}$ показана на ри-

сунке 17 в масштабе 1 мм = 1 мкм.

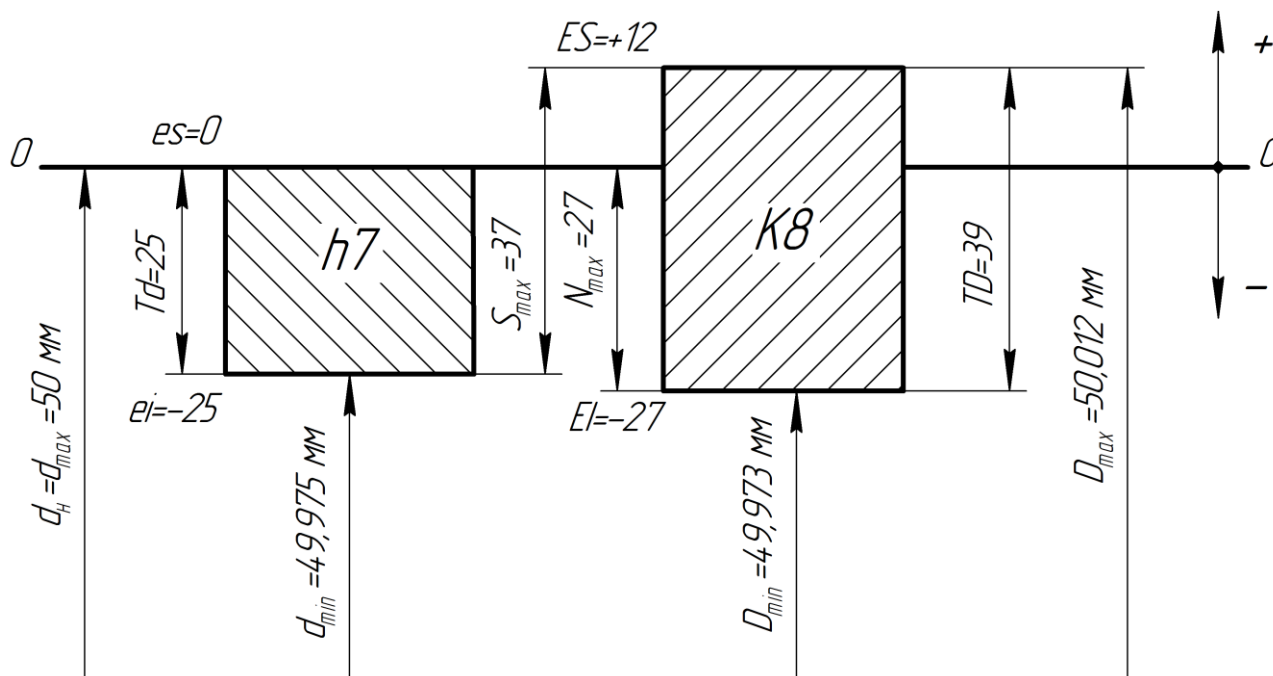


Рисунок 17 – Схема расположения полей допусков посадки $50 \frac{K8(+0,012)}{h7(-0,027)}$

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ

№	Посадки					
	1 ^я подгруппа			2 ^я подгруппа		
1	$10 \frac{H7}{h6}$	$150 \frac{F7}{h6}$	$20 \frac{H7}{c8}$	$15 \frac{H8}{d8}$	$155 \frac{H7}{x6}$	$25 \frac{K7}{h6}$
2	$20 \frac{H6}{g5}$	$140 \frac{H7}{h6}$	$30 \frac{C11}{h11}$	$130 \frac{H7}{k6}$	$30 \frac{H7}{c8}$	$170 \frac{H7}{r6}$
3	$30 \frac{A11}{h11}$	$130 \frac{H6}{j_s5}$	$40 \frac{H8}{h7}$	$35 \frac{H8}{t6}$	$135 \frac{K7}{h7}$	$45 \frac{H8}{c8}$
4	$40 \frac{H8}{h7}$	$120 \frac{B11}{h11}$	$50 \frac{H6}{k5}$	$45 \frac{H7}{u7}$	$125 \frac{H9}{d9}$	$55 \frac{M7}{h6}$
5	$50 \frac{H7}{d8}$	$110 \frac{U8}{h7}$	$60 \frac{H7}{n6}$	$55 \frac{H7}{t6}$	$115 \frac{H10}{h9}$	$65 \frac{N7}{h6}$
6	$60 \frac{H11}{h11}$	$100 \frac{H9}{f9}$	$90 \frac{C11}{h11}$	$65 \frac{P7}{h6}$	$105 \frac{H6}{n5}$	$95 \frac{D11}{h11}$
7	$70 \frac{H6}{g5}$	$90 \frac{H12}{h12}$	$70 \frac{R7}{h6}$	$75 \frac{D11}{h11}$	$95 \frac{H8}{x8}$	$75 \frac{H6}{m5}$
8	$80 \frac{H7}{e7}$	$40 \frac{S7}{h6}$	$30 \frac{H8}{x8}$	$85 \frac{N6}{h5}$	$55 \frac{H6}{r5}$	$35 \frac{D9}{h9}$
9	$90 \frac{T7}{h6}$	$70 \frac{H7}{n6}$	$20 \frac{H7}{g6}$	$95 \frac{H6}{s5}$	$75 \frac{E9}{h9}$	$25 \frac{M7}{h6}$
10	$100 \frac{F9}{h9}$	$60 \frac{H7}{e8}$	$200 \frac{H8}{n7}$	$105 \frac{T7}{h6}$	$65 \frac{M7}{h6}$	$205 \frac{H8}{x8}$
11	$110 \frac{H11}{b11}$	$50 \frac{D8}{h8}$	$190 \frac{H7}{k6}$	$115 \frac{K7}{h6}$	$55 \frac{H7}{r6}$	$195 \frac{H10}{h10}$
12	$120 \frac{H11}{a11}$	$40 \frac{H7}{j_s6}$	$180 \frac{E8}{h8}$	$125 \frac{U8}{h7}$	$45 \frac{H7}{k6}$	$185 \frac{K7}{h6}$
13	$50 \frac{A11}{h11}$	$40 \frac{H6}{j_s5}$	$70 \frac{H8}{h7}$	$135 \frac{F8}{h8}$	$35 \frac{H8}{h8}$	$175 \frac{H7}{n6}$
14	$140 \frac{F7}{h6}$	$20 \frac{H7}{m6}$	$160 \frac{H11}{d11}$	$145 \frac{R7}{h6}$	$25 \frac{H11}{b11}$	$165 \frac{H7}{r6}$
15	$150 \frac{H6}{g5}$	$10 \frac{K8}{h7}$	$140 \frac{H7}{n6}$	$155 \frac{H12}{b12}$	$15 \frac{H7}{p6}$	$145 \frac{R7}{h6}$
16	$100 \frac{H8}{n7}$	$140 \frac{E8}{h8}$	$65 \frac{H8}{x8}$	$45 \frac{T7}{h6}$	$85 \frac{H7}{n6}$	$35 \frac{H7}{g6}$
17	$65 \frac{N6}{h5}$	$35 \frac{H6}{r5}$	$75 \frac{D9}{h9}$	$40 \frac{F7}{h6}$	$120 \frac{H7}{m6}$	$110 \frac{H11}{d11}$
18	$55 \frac{J_s7}{h7}$	$45 \frac{H8}{e8}$	$65 \frac{H6}{r5}$	$50 \frac{H7}{e7}$	$80 \frac{S7}{h6}$	$70 \frac{H8}{x8}$
19	$120 \frac{H11}{a11}$	$40 \frac{H7}{j_s6}$	$180 \frac{E8}{h8}$	$115 \frac{K7}{h6}$	$55 \frac{H7}{r6}$	$195 \frac{H10}{h10}$

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1 Дать определение на следующие понятия:

- а) взаимозаменяемость;
- б) номинальный размер;
- в) предельные размеры детали;
- г) верхнее и нижнее отклонения размера;
- д) основное отклонение;
- е) допуск размера;
- ж) поле допуска;
- з) схема расположения полей допусков;
- и) посадка;
- к) система отверстия, примеры обозначения;
- л) система вала, примеры обозначения;
- м) зазоры наименьший и наибольший;
- н) натяги наименьший и наибольший;
- о) переходная посадка;
- п) допуск зазора, допуск натяга и допуск посадки.

2 Для решения каких задач предназначена ЕСДП?

3 Как располагается поле допуска основной детали в системе отверстия?

4 Как располагается поле допуска основной детали в системе вала?

5 Какая существует зависимость допуска от диаметра?

6 Как вычисляют основные отклонения отверстий по специальному правилу?

7 Как вычисляются предельные отклонения для посадки j_s ?

8 Какие установлены группы посадок в ЕСДП?

9 Перечислите варианты нанесения предельных отклонений размеров и посадок на чертежах?

10 Как обозначается общий допуск размеров на чертеже?

11 Сколько и какие квалитеты предусмотрены стандартом?

12 Какие квалитеты используют для сопрягаемых деталей?

13 Какие посадки относятся к подвижным, переходным и неподвижным?

ТЕСТЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ

1 Допуск посадки может определяться по формуле...

а - $D_{\max} - d_{\min}$

б - $ES + ei$

в - $TD + Td$

г - $TD - Td$

2 Действительным называется размер...

а - служащий началом отсчёта отклонений

б - полученный в результате расчётов и округлённый до стандартного значения по ГОСТ 6636-69

в - который необходимо получить при изготовлении

г - установленный измерением с допускаемой погрешностью

3 На чертеже общего вида указана посадка $\varnothing 25 \frac{H8}{e7}$. Укажите систему посадки и характер соединения

а - посадка в системе отверстия, с натягом

б - посадка в системе вала, с зазором

в - посадка комбинированная, переходная

г - посадка в системе отверстия, с зазором

4 В переходной посадке максимальный зазор определяется, как ...

а - разность между наибольшим отверстием и наименьшим валом

б - разность между наименьшим отверстием и наибольшим валом

в - разность между наибольшим валом и наименьшим отверстием

г - сумма допусков отверстия и вала

5 На чертеже указан допуск размера $40 \frac{+0,03}{-0,03}$. Какая ошибка допущена при указании поля допуска?

а - ошибки нет

б - величина допуска нестандартная

в - при симметричном расположении поля допуска указаны два предельных отклонения

г - размер цифр предельных отклонений меньше размера цифр номинального размера

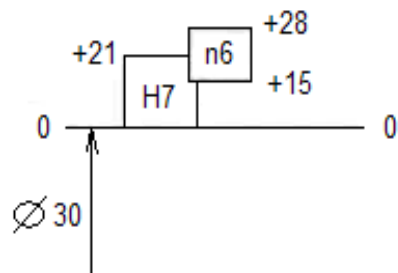
6 На схеме полей допусков, приведённой на рисунке предельные зазоры и натяги равны...

а - $S_{\max} = 0$ мм; $N_{\max} = 0,015$ мм

б - $S_{\max} = 0,021$ мм; $N_{\max} = 0,028$ мм

в - $S_{\max} = 0,006$ мм; $N_{\max} = 0,028$ мм

г - $S_{\max} = 0,028$ мм; $N_{\max} = 0,006$ мм



7 Основным отклонением размера называется...

а - верхнее отклонение для вала, нижнее – для отверстия

б - нижнее отклонение для вала, верхнее – для отверстия

в - одно из предельных отклонений, ближайшее к нулевой линии

г - разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами

8 Единица допуска представляет собой...

а - меру точности, зависящую от номинального размера

б - уровень точности, зависящий от номера качества

в - параметр для деления диапазона размеров на интервалы

г - величину основного отклонения

9 На чертеже общего вида указана посадка $\varnothing 40 \frac{S7}{h6}$. Укажите систему посадки и характер соединения...

а - посадка в системе отверстия, с натягом

б - посадка в системе вала, с натягом

в - посадка в системе вала, с зазором

г - посадка комбинированная, с натягом

10 Может ли допуск равняться нулю или быть отрицательным?

а - может

б - не может

в - может при определённых условиях

г - всегда

11 Чем определяется допуск на изготовление и, следовательно, методы и средства обработки и контроля деталей?

- а - размером
- б - качеством
- в - зазором
- г - отклонением

12 Допуск зависит от...

- а - материала детали
- б - только качества
- в - только размера
- г - качества и размера

13 К какой системе относится посадка $\frac{H7}{f7}$?

- а - вала
- б - отверстия
- в - симметричной
- г - основной

14 Пределы, в которых могут изменяться действительные размеры детали и деталь при этом считается годной, называется...

- а - допуском
- б - посадкой
- в - качеством
- г - зазором

15 К какой системе относится посадка $\frac{F7}{h7}$?

- а - вала
- б - отверстия
- в - симметричной
- г - основной

16 $\varnothing 140_{-0,040}$ – определить допуск размера

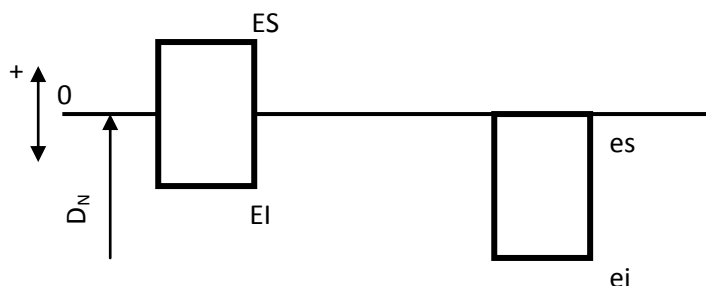
- а - 0,040

б - 140

в - 139,960

г - 140,040

17 На схеме изображена посадка, назвать систему и характер посадки



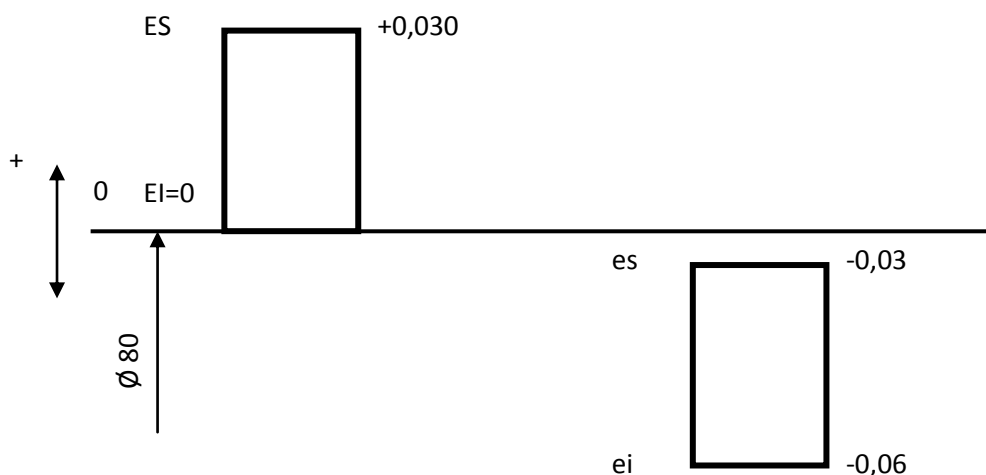
а - система вала, переходная

б - система вала с натягом

в - система вала с зазором

г - система отверстия с натягом

18 На схеме изображена посадка, определить предельные зазоры



а - $S_{\max} = 0,090$ $S_{\min} = 0,030$

б - $S_{\max} = 80,030$ $S_{\min} = 79,060$

в - $S_{\max} = 80,970$ $S_{\min} = 79,940$

г - $S_{\max} = 0,060$ $S_{\min} = 0,010$

19 Основным называют отверстие, у которого...

а - $ei = 0$

б - $EI = 0$

$$в - ES = 0$$

г - координата середины поля допуска равна нулю

20 Допуск размера детали равен...

$$а - T = D_{\max}(d_{\max}) - D_{\min}(d_{\min}), T = a \times i$$

$$б - T = D_{\max}(d_{\max}) - D_N$$

$$в - T = ES + EI$$

$$г - T = S_{\max} - S_{\min}$$

21 При прочих равных условиях предпочтительной является...

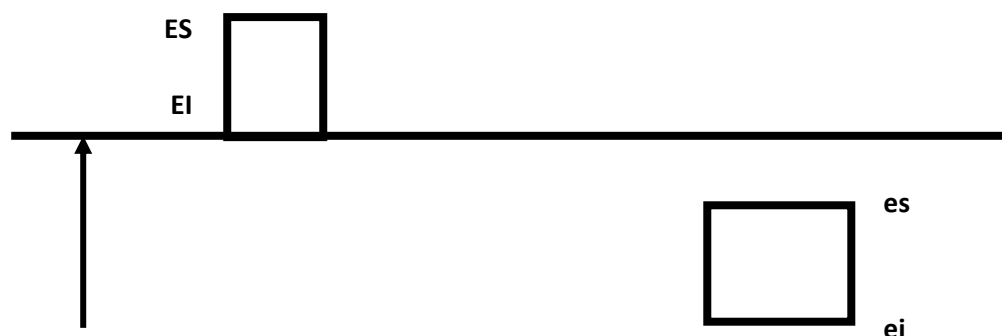
а - комбинированная

б - система отверстия

в - система вала

г - и система отверстия, и система вала

22 Данная посадка выполнена в системе и имеет характер...



а - система отверстия, с зазором

б - система отверстия с натягом

в - система отверстия, переходная

г - система вала, с зазором

23 Верхнее отклонение посадки j_s определяется по формуле:

$$а - ei = es - Td$$

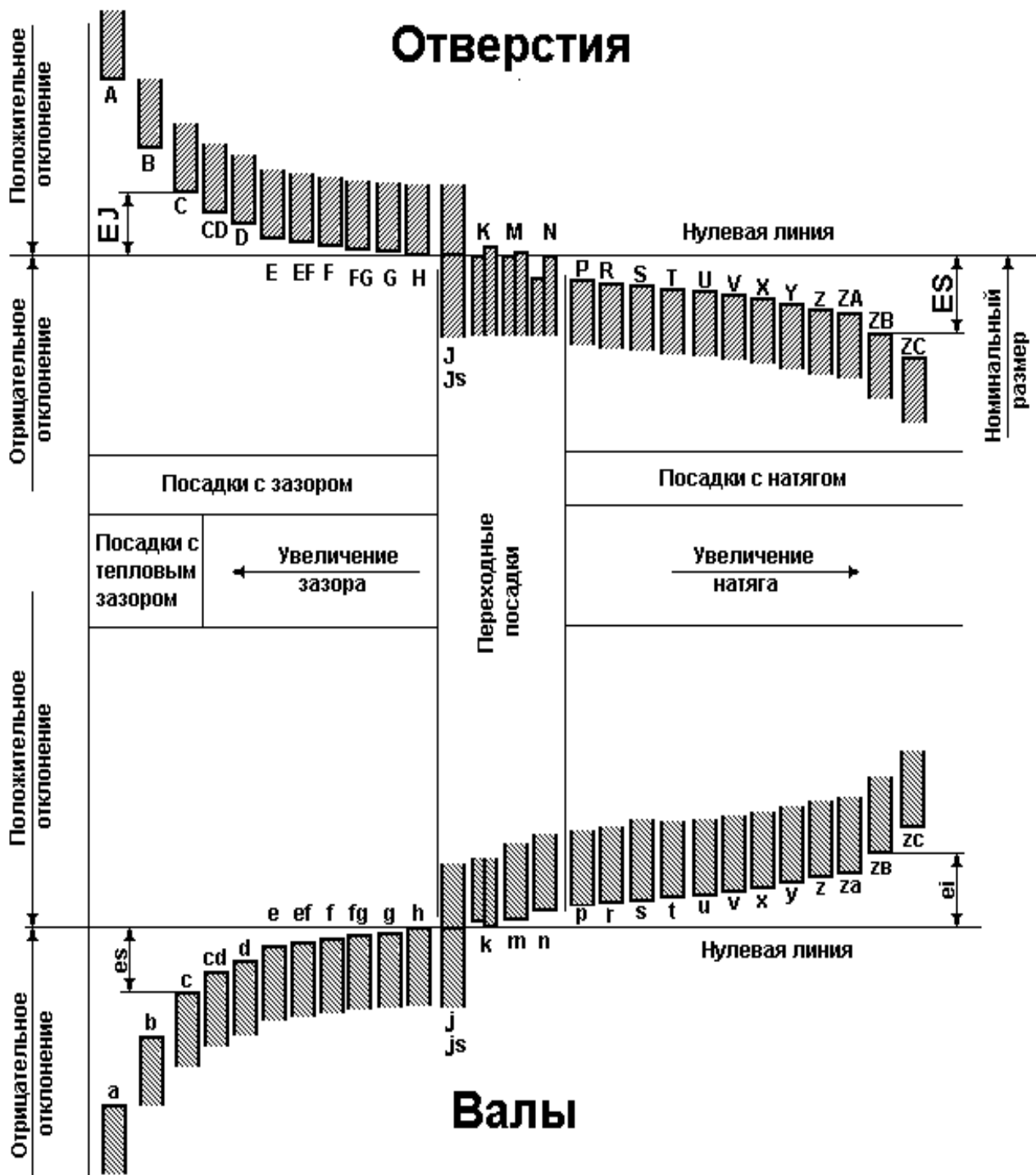
$$б - es = ei + TD$$

$$в - es = +Td/2$$

$$г - ei = - Td/2$$

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Схема основных отклонений отверстий и валов



ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Числовые значения допусков и основных отклонений валов и отверстий

Таблица Б1 - Числовые значения допусков

Интервалы размеров, мм	Квалитет																			
	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	МКМ													ММ						
До 3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0,10	0,14	0,25	0,40	0,60	1,00	1,40
Св. 3 до 6	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,30	0,48	0,75	1,20	1,80
Св. 6 до 10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,90	1,50	2,20
Св. 10 до 18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,70	1,10	1,80	2,70
Св. 18 до 30	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,30	2,10	3,30
Св. 30 до 50	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1,00	1,60	2,50	3,90
Св. 50 до 80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0,30	0,46	0,74	1,20	1,90	3,00	4,60
Св. 80 до 120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,40	2,20	3,50	5,40
Св. 120 до 180	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0,40	0,63	1,00	1,60	2,50	4,00	6,30
Св. 180 до 250	2	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0,46	0,72	1,15	1,85	2,90	4,60	7,20
Св. 250 до 315	2,5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0,52	0,81	1,30	2,10	3,20	5,20	8,10
Св. 315 до 400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0,57	0,89	1,40	2,30	3,60	5,70	8,90
Св. 400 до 500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0,63	0,97	1,55	2,50	4,00	6,30	9,70

Таблица Б2 - Значения основных отклонений валов

Интервалы размеров, мм	Буквенные обозначения основных отклонений валов										
	<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>
	Верхнее отклонение <i>es</i> , мкм										
	Все качества										
До 3	-270	-140	-60	-34	-20	-14	-10	-6	-4	-2	0
Св. 3 до 6	-270	-140	-70	-46	-30	-20	-14	-10	-6	-4	0
Св. 6 до 10	-280	-150	-80	-56	-40	-25	-18	-13	-8	-5	0
Св. 10 до 14	-290	-150	-95	-	-50	-32	-	-16	-	-6	0
Св. 14 до 18											
Св. 18 до 24	-300	-160	-110	-	-65	-40	-	-20	-	-7	0
Св. 24 до 30											
Св. 30 до 40	-310	-170	-120	-	-80	-50	-	-25	-	-9	0
Св. 40 до 50	-320	-180	-130								
Св. 50 до 65	-340	-190	-140	-	-100	-60	-	-30	-	-10	0
Св. 65 до 80	-360	-200	-150								
Св. 80 до 100	-380	-220	-170	-	-120	-72	-	-36	-	-12	0
Св. 100 до 120	-410	-240	-180								

Продолжение таблицы Б2

Интервалы размеров, мм	Буквенные обозначения основных отклонений валов										
	<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>
	Верхнее отклонение <i>es</i> , мкм										
	Все качества										
Св. 120 до 140	-460	-260	-200								
Св. 140 до 160	-520	-280	-210	-	-145	-85	-	-43	-	-14	0
Св. 160 до 180	-580	-310	-230								
Св. 180 до 200	-660	-340	-240								
Св. 200 до 225	-740	-380	-260	-	-170	-100	-	-50	-	-15	0
Св. 225 до 250	-820	-420	-280								
Св. 250 до 280	-920	-480	-300								
Св. 280 до 315	-1050	-540	-330	-	-190	-110	-	-56	-	-17	0
Св. 315 до 355	-1200	-600	-360								
Св. 355 до 400	-1350	-680	-400	-	-210	-125	-	-62	-	-18	0
Св. 400 до 450	-1500	-760	-440								
Св. 450 до 500	-1650	-840	-480	-	-230	-135	-	-68	-	-20	0

Продолжение таблицы Б2

Интервалы размеров, мм	Буквенные обозначения основных отклонений валов									
	j_s^*	j			k		m	n	p	
		Нижнее отклонение e_i , мкм								
		Квалитет						Все квалитеты		
	5 и 6	7	8	от 4 до 7	до 3 и св. 7					
До 3	-2	-4	-6	0	0	+2	+4	+6		
Св. 3 до 6	-2	-4	-	+1	0	+4	+8	+12		
Св. 6 до 10	-2	-5	-	+1	0	+6	+10	+15		
Св. 10 до 14	Предельное отклонение = $\pm IT_n/2$ где n – поряд- ковый номер квалитета	-3	-6	-	+1	0	+7	+12	+18	
Св. 14 до 18		-4	-8	-	+2	0	+8	+15	+22	
Св. 18 до 24		-4	-8	-	+2	0	+8	+15	+22	
Св. 24 до 30		-5	-10	-	+2	0	+9	+17	+26	
Св. 30 до 40		-5	-10	-	+2	0	+9	+17	+26	
Св. 40 до 50		-7	-12	-	+2	0	+11	+20	+32	
Св. 50 до 65		-7	-12	-	+2	0	+11	+20	+32	
Св. 65 до 80		-9	-15	-	+3	0	+13	+23	+37	
Св. 80 до 100		-9	-15	-	+3	0	+13	+23	+37	
Св. 100 до 120		-9	-15	-	+3	0	+13	+23	+37	

* Для полей допусков от j_s7 до j_s11 нечётные числовые значения IT могут быть округлены до ближайшего меньшего чётного числа, чтобы предельные отклонения $\pm IT/2$ были выражены целым числом микрометров.

Продолжение таблицы Б2

Интервалы размеров, мм	Буквенные обозначения основных отклонений валов									
	j_s^*	j			k		m	n	p	
		Нижнее отклонение ei , мкм								
		Квалитет								
		5 и 6	7	8	от 4 до 7	до 3 и св. 7	Все квалитеты			
Св. 120 до 140	Предельное отклонение = $\pm IT_n/2$ где n – поряд- ковый номер квалитета	-11	-18	-	+3	0	+15	+27	+43	
Св. 140 до 160										
Св. 160 до 180										
Св. 180 до 200										
Св. 200 до 225										
Св. 225 до 250										
Св. 250 до 280										
Св. 280 до 315										
Св. 315 до 355										
Св. 355 до 400										
Св. 400 до 450										
Св. 450 до 500										

* Для полей допусков от j_s7 до j_s11 нечётные числовые значения IT могут быть округлены до ближайшего меньшего чётного числа, чтобы предельные отклонения $\pm IT/2$ были выражены целым числом микрометров.

Продолжение таблицы Б2

Интервалы размеров, мм	Буквенные обозначения основных отклонений валов										
	<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>
	Нижнее отклонение <i>ei</i> , мкм										
	Все квалитеты										
До 3	+10	+14	-	+18	-	+20	-	+26	+32	+40	+60
Св. 3 до 6	+15	+19	-	+23	-	+28	-	+35	+42	+50	+80
Св. 6 до 10	+19	+23	-	+28	-	+34	-	+42	+52	+67	+97
Св. 10 до 14	+23	+28	-	+33	-	+40	-	+50	+64	+90	+130
Св. 14 до 18					+39	+45	-	+60	+77	+108	+150
Св. 18 до 24	+28	+35	-	+41	+47	+54	+63	+73	+98	+136	+188
Св. 24 до 30			+41	+48	+55	+64	+75	+88	+118	+160	+218
Св. 30 до 40	+34	+43	+48	+60	+68	+80	+94	+112	+148	+200	+274
Св. 40 до 50			+54	+70	+81	+97	+114	+136	+180	+242	+325
Св. 50 до 65	+41	+53	+66	+87	+102	+122	+144	+172	+226	+300	+405
Св. 65 до 80	+43	+59	+75	+102	+120	+146	+174	+210	+274	+360	+480
Св. 80 до 100	+51	+71	+91	+124	+146	+178	+214	+258	+335	+445	+585
Св. 100 до 120	+54	+79	+104	+144	+172	+210	+254	+310	+400	+525	+690

Окончание таблицы Б2

Интервалы размеров, мм	Буквенные обозначения основных отклонений валов										
	<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>
	Нижнее отклонение <i>ei</i> , мкм										
	Все качества										
Св. 120 до 140	+63	+92	+122	+170	+202	+248	+300	+365	+470	+620	+800
Св. 140 до 160	+65	+100	+134	+190	+228	+280	+340	+415	+535	+700	+900
Св. 160 до 180	+68	+108	+146	+210	+252	+310	+380	+465	+600	+780	+1000
Св. 180 до 200	+77	+122	+166	+236	+284	+350	+425	+520	+670	+880	+1150
Св. 200 до 225	+80	+130	+180	+258	+310	+385	+470	+575	+740	+960	+1250
Св. 225 до 250	+84	+140	+196	+284	+340	+425	+520	+640	+820	+1050	+1350
Св. 250 до 280	+94	+158	+218	+315	+385	+475	+580	+710	+920	+1200	+1550
Св. 280 до 315	+98	+170	+240	+350	+425	+525	+650	+790	+1000	+1300	+1700
Св. 315 до 355	+108	+190	+268	+390	+475	+590	+730	+900	+1150	+1500	+1900
Св. 355 до 400	+114	+208	+294	+435	+530	+660	+820	+1000	+1300	+1650	+2100
Св. 400 до 455	+126	+232	+330	+490	+595	+740	+920	+1100	+1450	+1850	+2400
Св. 455 до 500	+132	+252	+360	+540	+660	+820	+1000	+1250	+1600	+2100	+2600

Таблица Б3 - Значение основных отклонений отверстий

Интервалы размеров, мм	Буквенные обозначения основных отклонений отверстий										
	<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>
	Нижнее отклонение <i>EI</i> , мкм										
	Все качества										
До 3	+270	+140	+60	+34	+20	+14	+10	+6	+4	+2	0
Св. 3 до 6	+270	+140	+70	+46	+30	+20	+14	+10	+6	+4	0
Св. 6 до 10	+280	+150	+80	+56	+40	+25	+18	+13	+8	+5	0
Св. 10 до 14	+290	+150	+95	-	+50	+32	-	+16	-	+6	0
Св. 14 до 18											
Св. 18 до 24	+300	+160	+110	-	+65	+40	-	+20	-	+7	0
Св. 24 до 30											
Св. 30 до 40	+310	+170	+120	-	+80	+50	-	+25	-	+9	0
Св. 40 до 50											
Св. 50 до 65	+340	+190	+140	-	+100	+60	-	+30	-	+10	0
Св. 65 до 80											

Продолжение таблицы Б3

Интервалы размеров, мм	Буквенные обозначения основных отклонений отверстий										
	<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>
	Нижнее отклонение <i>EI</i> , мкм										
	Все качества										
Св. 80 до 100	+380	+220	+170	-	+120	+72	-	+36	-	+12	0
Св. 100 до 120	+410	+240	+180								
Св. 120 до 140	+460	+260	+200	-	+145	+85	-	+43	-	+14	0
Св. 140 до 160	+520	+280	+210								
Св. 160 до 180	+580	+310	+230								
Св. 180 до 200	+660	+340	+240	-	+170	+100	-	+50	-	+15	0
Св. 200 до 225	+740	+380	+260								
Св. 225 до 250	+820	+420	+280								
Св. 250 до 280	+920	+480	+300	-	+190	+110	-	+56	-	+17	0
Св. 280 до 315	+1050	+540	+330								
Св. 315 до 355	+1200	+600	+360	-	+210	+125	-	+62	-	+18	0
Св. 355 до 400	+1350	+680	+400								
Св. 400 до 450	+1500	+760	+440	-	+230	+135	-	+68	-	+20	0
Св. 450 до 500	+1650	+840	+480								

Продолжение таблицы Б3

Интервалы размеров, мм	Буквенные обозначения основных отклонений отверстий														
	J_s^*	J			K^{**}		M^{**}		N^{**}		от P до ZC^{**}		P	R	S
		Верхнее отклонение ES , мкм													
		Квалитет													
	6	7	8	До 8	До 8	Св. 8	До 8	Св. 8	До 7	Свыше 7					
До 3	+2	+4	+6	0	-2	-2	-4	-4	Отклонение, как для квалитетов Свыше 7, увеличенное на Δ	-6	-10	-14			
Св. 3 до 6	+5	+6	+10	$-1+\Delta$	$-4+\Delta$	-4	$-8+\Delta$	0		-12	-15	-19			
Св. 6 до 10	+5	+8	+12	$-1+\Delta$	$-6+\Delta$	-6	$-10+\Delta$	0		-15	-19	-23			
Св. 10 до 14	+6	+10	+15	$-1+\Delta$	$-7+\Delta$	-7	$-12+\Delta$	0		-18	-23	-28			
Св. 14 до 18	+8	+12	+20	$-2+\Delta$	$-8+\Delta$	-8	$-15+\Delta$	0		-22	-28	-35			
Св. 18 до 24	+10	+14	+24	$-2+\Delta$	$-9+\Delta$	-9	$-17+\Delta$	0		-26	-34	-43			
Св. 24 до 30	+13	+18	+28	$-2+\Delta$	$-11+\Delta$	-11	$-20+\Delta$	0		-32	-41	-53			
Св. 30 до 40															
Св. 40 до 50															
Св. 50 до 65															
Св. 65 до 80										-43	-59				

Предельное отклонение = $\pm IT_n/2$
где n – порядковый номер квалитета

Продолжение таблицы БЗ

Интервалы размеров, мм	Буквенные обозначения основных отклонений отверстий														
	J_s^*	J			K^{**}		M^{**}		N^{**}		<i>от P до ZC^{**}</i>		P	R	S
		Верхнее отклонение ES , мкм													
		Квалитет													
	6	7	8	до 8	до 8	св. 8	до 8	св. 8	до 7	Свыше 7					
Св. 80 до 100	Предельное отклонение = $\pm IT_n/2$ где n – порядковый номер квалитета	+16	+22	+34	-3+ Δ	-13+ Δ	-13	-23+ Δ	0	Отклонение, как для квалитетов свыше 7, увеличенное на Δ	-37	-51	-71		
Св. 100 до 120												-54	-79		
Св. 120 до 140		+18	+26	+41	-3+ Δ	-15+ Δ	-15	-27+ Δ	0		-43	-63	-92		
Св. 140 до 160												-65	-100		
Св. 160 до 180												-68	-108		
Св. 180 до 200		+22	+30	+47	-4+ Δ	-17+ Δ	-17	-31+ Δ	0		-50	-77	-122		
Св. 200 до 225												-80	-130		
Св. 225 до 250												-84	-140		
Св. 250 до 280		+25	+36	+55	-4+ Δ	-20+ Δ	-20	-34+ Δ	0		-56	-94	-158		
Св. 280 до 315												-98	-170		
Св. 315 до 355		+29	+39	+60	-4+ Δ	-21+ Δ	-21	-37+ Δ	0		-62	-108	-190		
Св. 355 до 400												-114	-208		
Св. 400 до 450		+33	+43	+66	-5+ Δ	-23+ Δ	-23	-40+ Δ	0		-68	-126	-232		
Св. 450 до 500												-132	-252		

Продолжение таблицы Б3

Интервалы размеров, мм	Буквенные обозначения основных отклонений отверстий									Δ , мкм						
	<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>							
	Верхнее отклонение <i>ES</i> , мкм															
	Квалитет															
	Свыше 7										3	4	5	6	7	8
До 3	-	-18	-	-20	-	-26	-32	-40	-60	-	-	0	0	-	-	
Св. 3 до 6	-	-23	-	-28	-	-35	-42	-50	-80	1,0	1,5	1	3	4	6	
Св. 6 до 10	-	-28	-	-34	-	-42	-52	-67	-97	1,0	1,5	2	3	6	7	
Св. 10 до 14	-	-33	-	-40	-	-50	-64	-90	-130	1,0	2,0	3	3	7	9	
Св. 14 до 18	-	-33	-39	-45	-	-60	-77	-108	-150							
Св. 18 до 24	-	-41	-47	-54	-63	-73	-98	-136	-188	1,5	2,0	3	4	8	12	
Св. 24 до 30	-41	-48	-55	-64	-75	-88	-118	-160	-218							
Св. 30 до 40	-48	-60	-68	-80	-94	-112	-148	-200	-274	1,5	3,0	4	5	9	14	
Св. 40 до 50	-54	-70	-81	-97	-114	-136	-180	-242	-325							
Св. 50 до 65	-66	-87	-102	-122	-144	-172	-226	-300	-405	2,0	3,0	5	6	11	16	
Св. 65 до 80	-75	-102	-120	-146	-174	-210	-274	-360	-480							
Св. 80 до 100	-91	-124	-146	-178	-214	-258	-335	-445	-585	2,0	4,0	5	7	13	19	
Св. 100 до 120	-104	-144	-172	-210	-254	-310	-400	-525	-690							

Окончание таблицы Б3

Интервалы размеров, мм	Буквенные обозначения основных отклонений отверстий									Δ , мкм					
	<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>						
	Верхнее отклонение <i>ES</i> , мкм														
	Квалитет														
	Свыше 7									3	4	5	6	7	8
Св. 120 до 140	-122	-170	-202	-248	-300	-365	-470	-620	-800						
Св. 140 до 160	-134	-190	-228	-280	-340	-415	-535	-700	-900	3	4	6	7	15	23
Св. 160 до 180	-146	-210	-252	-310	-380	-465	-600	-780	-1000						
Св. 180 до 200	-166	-236	-284	-350	-425	-520	-670	-880	-1150						
Св. 200 до 225	-180	-258	-310	-385	-470	-575	-740	-960	-1250	3	4	6	9	17	26
Св. 225 до 250	-196	-284	-340	-425	-520	-640	-820	-1050	-1350						
Св. 250 до 280	-218	-315	-385	-475	-580	-710	-920	-1200	-1550						
Св. 280 до 315	-240	-350	-425	-525	-650	-790	-1000	-1300	-1700	4	4	7	9	20	29
Св. 315 до 355	-268	-390	-475	-590	-730	-900	-1150	-1500	-1900						
Св. 355 до 400	-294	-435	-530	-660	-820	-1000	-1300	-1650	-2100	4	5	7	11	21	32
Св. 400 до 450	-330	-490	-595	-740	-920	-1100	-1450	-1850	-2400						
Св. 450 до 500	-360	-540	-660	-820	-1000	-1250	-1600	-2100	-2600	5	5	7	13	23	34

* Для полей допусков от J_s7 до J_s11 нечётные числовые значения ИТ могут быть округлены до ближайшего меньшего чётного числа, чтобы предельные отклонения $\pm IT/2$ были выражены целым числом микрометров.

** Для определения отклонений К, М и N до 8-го квалитета (вкл.) и отклонений от P до ZC до 7-го квалитета (вкл.) следует прибавить значение Δ указанное в графах справа.

Лицензия на издательскую деятельность
ЛР № 070444 от 11.03.98 г.
Тираж 100 экз.

Издательство Иркутской государственной
сельскохозяйственной академии
664038, Иркутская обл., Иркутский р-он,
пос. Молодёжный