Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение

Свердловской области

«АРТИНСКИЙ АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ ТЕХНИКУМ»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**для студентов по проведению**

**лабораторно – практических занятий по дисциплине**

**ОП.09 Метрология стандартизация и подтверждение качества**

35.02.07 "Механизация сельского хозяйства"

Настоящие методические указания по выполнению лабораторно – практических работ предназначены для студентов, изучающих дисциплину «Метрология, стандартизация и подтверждение качества» по специальности 35.02.07 «Механизация сельского хозяйства».

Целью учебной дисциплины является приобретение студентами теоретических знаний и практических навыков по дисциплине «Метрология, стандартизация и подтверждение качества».

Цель лабораторно - практических занятий – формирование и развитие общеучебных умений и навыков изучаемых в рамках данной дисциплины;

Выполнение лабораторно - практических работ направлено на закрепление полученных в ходе изучения тем занятий и реализацию выполнения требований к уровню подготовки студентов, использование приобретённых знаний и умений в практической деятельности и повседневной жизни.

Лабораторно – практические работы существенно повышают качество знаний, их глубину, конкретность, оперативность, значительно усиливают интерес к изучению дисциплины.

Методические рекомендации включают в себя:

1. Перечень тем и заданий для лабораторно – практических работ.
2. Методические указания и пояснения по выполнению данных работ.
3. Критерии оценки лабораторно - практических работ.
4. Формы контроля за выполнением лабораторно – практических работ.
5. Литературу, необходимую для выполнения данных работ.

Общее количество часов на лабораторно – практические работы устанавливается учебным планом. Методические указания составлены на 51час.

Общее количество часов на лабораторно - практические работы устанавливается учебным планом.

В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен :

**Знать:**

Основные понятия метрологии;

Задачи стандартизации, её экономическую эффективность;

Формы подтверждения качества;

Основные положения Государственной системы стандартизации РФ и систем (комплексов) общетехнических и организационно – методических стандартов;

Терминологию и единицы измерения величин в соответствии с действующими стандартами и международной системой единиц СИ.

**Уметь:**

Применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов;

Оформлять технологическую и техническую документацию в соответствии с действующей нормативной базой;

Использовать в профессиональной деятельности документацию систем качества;

Приводить несистемные величины измерений в соответствие с действующими стандартами и международной системой единиц СИ;

Выполнение лабораторно – практических работ способствует овладению следующими ОК, в соответствии с которыми студент должен:

|  |  |
| --- | --- |
| ОК -1 | Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес. |
| ОК -2 | Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем. |
| ОК -3 | Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность. |
| ОК -4 | Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач. |
| ОК -5 | Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности. |
| ОК -6 | Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством. |
| ОК -7 | Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий. |
| ОК - 8 | Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития , заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации. |
| ОК -9 | Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности. |

Обработка навыков выполнения лабораторно – практических работ способствует овладению следующими ПК, в соответствии с которыми студент должен:

|  |  |
| --- | --- |
| ПК 1.1 | Выполнять регулировку узлов, систем и механизмов двигателя и приборов электрооборудования. |
| ПК 1.2 | Подготавливать почвообрабатывающие машины |
| ПК 1.3 | Подготавливать посевные, посадочные машины и машины для ухода за посевами |
| ПК 1.4 | Подготавливать уборочные машины |
| ПК 1.5 | Подготавливать машины и оборудование для обслуживания животноводческих ферм, комплексов и птицефабрик. |
| ПК 1.6 | Подготавливать рабочее и вспомогательное оборудование тракторов и автомобилей. |
| ПК 2.1 | Определять рациональный состав агрегатов и их эксплуатационные показатели. |
| ПК 2.2 | Комплектовать машина- тракторный агрегат |
| ПК 2.3 | Проводить работы на машина – тракторном агрегате. |
| ПК 2.4 | Выполнять механизированные сельскохозяйственные работы. |
| ПК 3.1 | Выполнять техническое обслуживание сельскохозяйственных машин и механизмов. |
| ПК 3.2 | Проводить диагностирование неисправностей сельскохозяйственных машин и механизмов. |
| ПК 3.3 | Осуществлять технологический процесс ремонта отдельных деталей и узлов машин и механизмов |
| ПК 3.4 | Обеспечивать режимы консервации и хранения сельскохозяйственной техники |
| ПК 4.1 | Участвовать в планировании основных показателей машина –тракторного парка сельскохозяйственного предприятия |
| ПК 4.2 | Планировать выполнение работ исполнителями |
| ПК 4.3 | Организовывать работу трудового коллектива |
| ПК 4.4 | Контролировать ход и оценивать результаты выполнения работ исполнителями |
| ПК 4.5 | Вести утверждённую учётно – отчётную документацию. |

Критерии оценки:

1. Оценка «5» ставится, если студент выполнил 100% объёма задания, правильно и кратко оформил таблицу, сформулировал правильный вывод, и т.д.
2. Оценка «4» , если студент выполнил 100% объёма задания, в таблице допустил один недочёт, сформулировал неполный вывод, и т.д.
3. Оценка «3» , если студент выполнил 50% объёма задания, в таблице допустил 2-3 недочёта, не сформулировал вывод, и т.д.
4. Оценка «2», если студент не выполнил задание , и т. д.

**КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Контроль и оценка результатов освоения дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения лабораторно – практических занятий, а также выполнения студентами индивидуальных занятий.

|  |  |
| --- | --- |
| Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания) | Формы и методы контроля и оценки результатов обучения |
| Умения |  |
| Оформлять технологическую и техническую документацию в соответствии с действующей нормативной базой на основе использования основных положений метрологии, стандартизации и сертификации в производственной деятельности | Защита работы |
| Знания |  |
| Документация систем качества | Защита работы |
| Единство терминологии, единиц измерения с действующими стандартами и международной системой единиц СИ в учебных дисциплинах | Защита работы |
| Основные понятия и определения метрологии, стандартизации и сертификации | Защита работы |

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование практической работы | Количество часов |
| Измерение параметров деталей машин с помощью штангенинструментов, микрометра и специальных измерительных средств | 2 |
| Решение примеров и задач на определение предельных размеров, отклонений, зазоров и натягов. Определение допуска размера и посадки. Графическое изображение полей допусков деталей соединения. | 2 |
| На эскизе сборочного узла, на котором должны быть: резьбовое соединение, гладкое цилиндрическое, шпоночное, шлицевое соединение, подшипниковые узлы, обозначить посадки перечисленных выше соединений.На деталировках деталей обозначить шероховатость, допуски и отклонения расположения поверхностей, размеры с полями допусков посадочных поверхностей. | 2 |
|  |  |

**Лабораторная работа № 1**

**Тема:** Измерение параметров деталей машин с помощью штангенинструментов, микрометра и специальных измерительных средств

**Цель работы**:

- учебная - получить навыки работы с нормативными документами для выбора методов и средств измерений линейных размеров;

- практическая - выбрать для измерения линейных размеров детали, выданной руководителем в соответствии с номером подгруппы, соответствующие универсальные измерительные средства и ука­зать их метрологические характеристики.

**1.Общие сведения**

1,1 .Условия, определяющие выбор измерительных средств

В отраслях машиностроения и приборостроения, а также при ремонте до 70...80% всех видов измерений составляют линейные измерения. Любой линейный размер может быть измерен различными измерительными средствами, обеспечивающими разную точность измерения. В каждом конкретном случае точность измерения зависит от принципа действия, конструкции и точности изготовления измерительного прибора, а также от условий его настройки и применения.

Требуемая точность измерения может быть получена только при правильном выборе средств, условий и методики измерения, качественной подготовке их к работе и правильному их использованию.

Выбор средств измерения осуществляют с учетом метрологических и экономических факторов. При выполнении производственных измерений в первую очередь учитывают следующие метрологические характеристики приборов: пределы измерений, измерительное усилие, диапазон показаний шкалы, цену деления, чувствительность, погрешность измерения. При этом следует помнить, что показателем точности приборов, измеряющих линейные размеры, является предельная абсолютная погрешность измерения, которая выражается в микрометрах. К экономическим показателям относятся: стоимость и надежность измерительных средств; метод измерения; время, затрачиваемое на установку, настройку и сам процесс измерения; а также необходимая квалификация контролера и оператора.

Выбор средств измерения зависит от характера и массовости производства (годовой программы выпуска).

Например, в массовом производстве с отработанным технологическим процессом, включая контрольные операции, используют высокопроизводительные механизированные и автоматизированные средства измерения и контроля. Универсальные измерительные средства применяются преимущественно для наладки оборудования.

В серийном производстве основными средствами контроля должны быть жесткие предельные калибры, шаблоны, специальные контрольные приспособления. Возможно применение универсальных средств измерения.

В мелкосерийном и индивидуальном производствах основными являются универсальные средства измерения, поскольку другие организационно и экономически применять невыгодно: неэффективно будут использоваться специальные контрольные приспособления или потребуется большое количество калибров различных типов размеров.

При выборе и назначении средств измерения необходимо одновременно стремиться к более жесткому ограничению действительных размеров предельными размерами, предписанными стандартами, и к возможно большему расширению производственных допусков, остающихся за вычетом погрешности измерения.

В практике метрологического обеспечения производства существует правило "средство измерения должно быть оптимальным", т.е. одинаково нецелесообразно назначать излишне точный прибор и прибор с малой точностью. В первом случае это обусловлено экономическими потерями, вызванными использованием более дорогих, как правило, СИ, требующих более дорогих методик и средств их поверки (калибровки). Во втором случае потери будут создаваться более высоким уровнем брака.

Правильность выбора измерительного средства определяется отно­шением величины погрешности измерения, к величине допуска на обра­ботку в процентах, поскольку действительный размер - это размер, уста­новленный измерением с допустимой погрешностью.

Выбор измерительных средств с учетом допускаемых погрешностей измерений до 500 мм регламентирует ГОСТ 8.051-81. Допускаемые значения случайной погрешности измерения приняты при доверительной вероятности 0,954 (±2**σ**, где **σ** - среднее квадратическое отклонение погрешности измерения), исходя из предположения, что закон распределения погрешностей - нормальный. Случайная составляющая может быть уменьшена за счет многократности наблюдений, при которых она уменьшается в раз, где **n** - число наблюдений.

Значения предельных погрешностей измерений выбираемых средств измерений (СИ) приведены в РД 50-98-86. Для оценки пригодности выби­раемого средства измерения сопоставляют величину наибольшей предель­ной погрешности измерения СИ со случайной составляющей погрешности измерения. Если наибольшая предельная погрешность измерения выбран­ного средства измерения не превышает случайной составляющей погрешности измерения при оценке годности данного размера, то данное средст­во можно применить для заданного измерения.

1.2. Нормальные условия измерений

Реальные условия выполнения линейных измерений, как правило, не совпадают с нормальными условиями, которые должны обеспечиваться с целью исключения дополнительных погрешностей.

Нормальные условия выполнения линейных измерений регламенти­рует ГОСТ 8.050-73: температура окружающей среды 20°С; атмосферное давление 101324,72Па ( 760 мм рт.ст. ); относительная влажность воздуха 58% и др., по которым приводятся допускаемые от них отклонения.

**2. Методика выбора средств измерения**

Для выбора средств измерения применяют три методики:

**2.1. Приближенная**

Данная методика широко применяется при ориентировочном выборе средств измерения, при проведении метрологического контроля и экспер­тизы нормативно-технической и конструкторской и технологической до­кументации.

2.1.1. Определяется допуск размера детали.

Допуск размера детали (Тдет) выбирается в зависимости от заданно­го квалитета точности по ГОСТ 25347-81 и ГОСТ 25346-81.

2.1.2. Рассчитывается допускаемая погрешность измерения: Допускаемая погрешность измерения принимается 25% от величины допуска на размер, то есть **σизм = 0,25 • Тдет**

2.1.3. Рассчитывается случайная составляющая допускаемой погрешности измерения.

Допускаемая погрешность измерения в целом является комплексной погрешностью и включает погрешность измерительных средств, погрешность метода измерений и ряд других погрешностей, зависящих от температуры, базирования, измерительного усилия и пр. Наилучшее соотношение между погрешностью самого средства измерения **σси** и остальными погрешностями **σдоп** будет при **σси≈σдоп**.

Допускаемые погрешности измерения **σизм** определяют случайные и неучтенные систематические составляющие погрешности измерения. При этом случайная составляющая погрешности измерения **σси** должна быть на 25...30% ниже, чем **σизм** (т.е. **σси** = 0,7 **σизм**). В этом случае оптимальное значение коэффициента **К = σси / σизм = 0,7**

при

Обычно выбирают К = 0,6...0,8 .

Случайную составляющую можно выявить практически при всех видах измерений. Однако эту часть погрешности иногда принимают за всю предельную погрешность измерения. Ограничивать неучтенную сис­тематическую погрешность измерения не представляется возможным, по­скольку для ее непосредственного определения необходимо иметь рабочие эталоны, что особенно при точных измерениях практически сделать не­возможно.

2.1.4. По справочным таблицам выбирается средство измерения в зависимости от детали (вал или отверстие).

Выбор измерительного средства заключается в том, чтобы наиболь­шая предельная погрешность , являющаяся нормированным метрологическим показателем данного измерительного средства, не пре­вышала случайной составляющей допускаемой погрешности измерения, т.е. при этом должно выполняться условие: .

2.1.5. В метрологическую карту (прил.1) заносятся метрологические характеристики выбранного средства измерения.

**2.2. Расчетная**

Данная методика применяется при выборе средств измерения для единичного и мелкосерийного производства, для экспериментальных ис­следований, для измерения выборки при статистическом методе контроля, для повторной перепроверки деталей, забракованных контрольными авто­матами.

2.2.1. Определяется допуск размера детали.

Допуск размера детали (Тдет) выбирается в зависимости от заданно­го квалитета точности по ГОСТ 25347-81 и ГОСТ 25346-81.

2.2.2. Определяется расчетная допускаемая погрешность измерения.
При расчете по данной методике необходимо пользоваться таблицей процентного соотношения допускаемой погрешности измерения и допус­ков деталей для различных квалитетов точности (табл. 1).

Табл. 1

Процентное соотношение допускаемой погрешности измерения

в зависимости от точности объекта измерения

|  |  |
| --- | --- |
| Квалитет точности объекта измерения по ГОСТ 25347-81 | Предельная погрешность измерения, % от допуска |
| Валы 5-го квалитета | 35 |
| Отверстия и валы 6-го и 7-го квалитетовОтверстия 5-го квалитета | 30 |
| Отверстия 8-го и 9-го квалитетовВалы 8-го квалитета | 25 |
| Отверстия 10-16-го квалитетовВалы 9-16-го квалитетов | 20 |

В соответствии с табл.1, определяют расчетную допускаемую погрешность измерения из выражения

 табличной величины.

2.2.3. Рассчитывается случайная составляющая допускаемой погрешности измерения (аналогично п. 2.1.3.)

2.2.4. По справочным таблицам выбирается средство измерения в зависимости от детали (вал или отверстие) при условии

**.**

2.2.5.В метрологическую карту (прил.1) заносятся метрологические характеристики выбранного средства измерения.

**2.3. Табличная**

Табличная методика рекомендуется для выбора средств измерения при серийном, крупносерийном и массовом производстве, если предусмотрены измерения, а не контроль с применением калибров.

2.3.1. Определяется допуск размера детали.

Допуск размера детали (ТДЕТ) выбирается в зависимости от заданного квалитета точности по ГОСТ 25347-81 и ГОСТ 25346-81.

2.3.2. Определяется допускаемая погрешность измерения.

В основе табличной методики лежит ГОСТ 8.051-81 "Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм". Данный стандарт устанавливает значения допускаемых погрешностей измерения **σизм** в зависимости от допуска **IT** и 13 основных интервалов номинальных размеров для 2... 17-го квалитетов, которые приведены в данных методических указаниях в прил.2. Значение **σизм** определяют для любых значений допуска. При допусках, не соответствующих значениям, указанным в прил.2., допускаемая погрешность выбирается по ближайшему меньшему значению допуска для соответствующего размера.

2.3.3. Рассчитывается случайная составляющая допускаемая погрешность измерения (аналогично п. 2.1.3.)

1. По справочным таблицам выбирается средство измерения в зависимости от детали (вал или отверстие) при условии

**.**

1. В метрологическую карту (прил.1) заносятся метрологические характеристики выбранного средства измерения.

Следует помнить, что наименования средств измерений выбираются из специальных таблиц предельных погрешностей измерений РД 50-98-86. Метрологические характеристики некоторых широко распространенных средств измерений приводятся в прил.З данных методических указаний.

**3. Выбор метода измерений**

Выбранное средство измерений линейных размеров, его конструк­ция определяют метод измерений.

Метод измерений представляет собой прием или совокупность приемов применения средств измерений и характеризуется совокупностью тех физических явлений, на которых основаны измерения.

По способу получения и характеру результатов измерения различаяют прямые, косвенные, абсолютные и относительные измерения (табл.2).

Таблица 2

Виды измерений линейных величин

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Измерение | Определение | Примеры измерения |
| Прямое | Измерение, при котором искомое значение величины находят непосредственно из опытных данных | Измерение глубины линейкой глубиномера штангенциркуля; диаметра вала - микрометром |
| Косвенное | Измерение, при котором искомое значение величины находят на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, подверженными прямым измерениям | Измерение среднего диаметра методом трех проволочек, устанавливаемых во впадины резьбы  |
| Абсолютное | Измерение, основанное на прямых измерениях одной или нескольких основных величин и (или) использовании значений физических констант | Измерение линейных размеров штангенциркулем, микрометром, глубиномером, на инструментальном микроскопе и т.д. |
| Относительное | Измерение отношения величины к одноименной величине, играющей роль единицы, или измерение величины по отношению к одноименной величине, принимаемой за исходную | Измерение диаметра отверстия индикаторным нутромером, настроенным по концевым мерам; диаметра вала – рычажной скобой |

В производственных условиях наиболее широко применяются методы прямых измерений: метод непосредственной оценки и метод сравнения с мерой.

При методе непосредственной оценки значение измеряемой величины получают непосредственно по отсчетному устройству средства измерений, например штангенциркуля, микрометра и т.д. Кроме того, этот метод по характеру результата измерений является абсолютным, так как весь измеряемый параметр фиксируется непосредственно средством измерения.

Метод прост, не требует особых действий оператора и дополнительных вычислений. Особое внимание при измерениях этим методом уделяется используемым средствам измерений, так как они служат основными источниками погрешности измерений. Это обусловливает необходимость тщательного выбора средств измерений, обеспечивающих высокую точность. При методе сравнения с мерой измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой. В литературе этот метод называется также относительным, так как средство измерения фиксирует лишь отклонение параметра от установочного значения.

Метод используют при проведении более точных измерений. Погрешность метода характеризуется в основном погрешностью используемой высокоточной меры.

Мера - средство измерений, предназначенное для воспроизведения физической величины заданного размера. Примерами используемых мер являются плоскопараллельные концевые меры и штриховые меры.

Метод сравнения с мерой при линейных измерениях реализуется в следующих разновидностях, среди которых различают:

* дифференциальный метод;
* метод совпадений.

Дифференциальный (нулевой) метод измерений - метод сравнения с мерой, в котором на измерительный прибор воздействует разность измеряемой величины и известной величины, воспроизводимой мерой. Так, диаметр отверстия измеряют индикаторным нутромером, предварительно настроенным на размер с помощью концевых мер длины. Наружные раз­меры измеряют рычажными и индикаторными скобами. Рычажные скобы имеют большую жесткость по сравнению с индикаторными и как следст­вие меньшую предельную погрешность измерения.

Метод совпадений - метод сравнения с мерой, в котором значение измеряемой величины оценивают, используя совпадение ее с величиной, воспроизводимой мерой (т. е. с фиксированной отметкой на шкале физической величины). К примеру, при измерении длины штангенциркулем, наблюдают совпадение отметок на шкалах штангенциркуля и нониуса.

Если рассмотренные методы прямых измерений не позволяют решить измерительную задачу, прибегают к косвенным измерениям, что значительно расширяет диапазон измеряемых величин и возможности измерений.

**4. Порядок выполнения работы**

1. Освоить табличную методику выбора универсальных измерительных
средств, которая рекомендуется для серийного, крупносерийного и массового производства.
2. По чертежу детали (см. рис.1) определить заданные контролируемые разме­ры согласно своего варианта (табл.3).



Рис.1.

Таблица 3

Варианты заданий

|  |  |
| --- | --- |
| Номеробразца | Контролируемые параметры детали |
| А1 | А2 | А3 | А4 | А5 | А6 | А7 |
| 1 |  | 40 *a* 11 |  |  | 18,5 *H* 9 | 32 *h* 12 | 34 *h* 8 |
| 2 |  | 39,5 *h* 9 |  |  | 18,5 *D* 10 | 32 *h* 12 | 34 *h* 8 |
| 3 |  | 42 *h* 9 |  |  | 20,5 *D* 10 | 34 *h* 12 | 36 *h* 8 |
| 4 |  | 42 *h* 9 |  |  | 20,5 *D* 10 | 34 *h* 12 | 36 *h* 8 |
| 5 |  | 43,5 *h* 9 |  |  | 22,5 *D* 10 | 36 *h* 12 | 38 *u* 8 |
| 6 |  | 43,5 *h* 9  |  |  | 20,5 *Js* 10 | 36 *js*10 | 38 *u* 8 |
| 7 |  | 46 *u* 8 |  |  | 24,5 *Js* 10 | 38 *h* 12 | 40 *h* 8 |
| 8 |  | 46 *u* 8 |  |  | 24,5 *Js* 10 | 38 *h* 12 | 40 *h* 8 |
| 9 |  | 46 *u* 8 |  |  | 26,5 *D* 10 | 40 *h* 12 | 42 *u* 8 |

Заданные контролируемые размеры представлены в следующем виде:

; 40*a*11; 20,5D10,

где 130, 40 и 20,5 – **номинальный** (теоретический) размер данного параметра детали,

***IT, a*** и ***D*** – характеристика вида параметра детали (линейный размер, внутренний или внешний диаметры соответственно),

15, 11 и 10 - **квалитет** – характеристика класса точности изготовления данного размера.

3. Определить номинальный размер, квалитет, предельные отклонения элемента детали, используя ГОСТ 25347-81, ГОСТ 25346- 81.

Для выполнения задания в соответствии с буквенной частью условного обозначения допустимых предельных отклонений (*IT, a, h* или *D, H*) определить ГОСТ, из которого следует выбирать численные значения предельных отклонений:

*IT* – линейные размеры - **ГОСТ 8.051-81**

*a, h* – внешние диаметры - **ГОСТ 25347-81**

*D, H* – внутренние диаметры - **ГОСТ 25346- 81**.

Далеепо номеру квалитета в соответствующем ГОСТе выбрать таблицу для определения предельных отклонений,

По условному обозначению предельных отклонений (**,** *a* 11 и *D* 10)и номинальному размеру (130, 40 и 20,5) из таблицы выбрать численные значения допустимых предельных отклонений на изготовление заданного размера (максимальное – верхнее число и минимальное – нижнее, в мкм).

4. Рассчитать предельно допустимую погрешность средства измерения.

Необходимоопределить допуск на изготовление заданного размера *Т*, который равен

*Т = ΔHmax – ΔHmin*

с учетом знаков.

Рассчитать предельную погрешность измерения данного параметра

*σизм =* (0,2 – 0,3) *⋅ Т.*

Величину коэффициента выбирают в зависимости от важности объекта, в который входит данная деталь. Чем ответственнее объект, тем меньше численное значение коэффициента.

**=** рассчитать значение предельно-допустимой погрешности СИ, которое может быть использовано для контроля качества изготовления заданного размера детали.

Величину коэффициента выбирают в зависимости от квалификации человека, который будет использовать СИ. Чем выше квалификация, тем большую погрешность может иметь СИ.

5. Выбрать средства измерения для контроля параметров детали (штангенциркуль, микрометр, рычажная скоба, индикаторный нутромер) и указать их метрологические характеристики (предел измерения, цену деления и предельную погрешность СИ).

Средство измерения выбирается исходя из анализа его метрологических характеристик, указанных в паспорте (технической документации, справочнике) и сравнения их с размером измеряемого параметра и предельно-допустимой погрешностью, определенной в п.4., причем:

- измеряемый (номинальный) размер должен входить в предел измерения выбираемого СИ (0,7-0,8 от предела измерений),

- предельная погрешность выбираемого СИ должна быть меньше предельно допустимой погрешности, определенной в п.4.

В работе метрологические характеристики СИ линейных размеров приведены в таблице Приложения 3. Для входа в таблицу сначала определяется интервал размеров, в который входит измеряемый. Затем по этому столбцу опускаются до строки, в которой указана предельная погрешность СИ, способного измерять данный параметр, меньшая, чем допустимая. После этого в данной строке таблицы определяют вид СИ и его метрологические характеристики, которые заносят в метрологическую карту (характеристика объекта измерения; метрологические характеристики выбранных СИ), (прил.1).

6. Сделать соответствующие выводы по выбранным средствам измерения.

**5. Форма отчета**

1. Наименование, цель работы и краткая теория.
2. Чертеж детали и исходные данные по заданному варианту.
3. Данные расчетов и выбора СИ для каждого размера.
4. Метрологическая карта.
5. Вывод о работе.

**6. Контрольные вопросы**

1. Что является основой методик выбора средств измерений?
2. Что такое допускаемая погрешность измерения?
3. Как определяется предельная погрешность средств измерений?
4. Какие условия влияют на выбор средств измерения?
5. Какие факторы учитывают при выборе средств измерений линейных размеров?
6. Какие существуют виды средств измерений?
7. Какие методы прямых измерений вы знаете?
8. Какая величина является основополагающей при выборе средств измерений?

9. Как влияет допуск на обеспечение функциональной взаимозаменяемо­сти?

1. Каков порядок действий при выборе средств для измерения линейных размеров?
2. Какие способы нанесения требований на линейные размеры в рабочих чертежах вы знаете?
3. Каким образом может быть уменьшена случайная составляющая по­ грешности измерения?
4. Какие нормативные документы используют при выборе средств изме­рений линейных размеров?
5. В чем заключается сущность дифференциального (нулевого) метода измерения линейных размеров?
6. Какие вы знаете метрологические характеристики средств измерений?

**Тема:** Определение допуска размера и посадки. Графическое изображение полей допусков деталей соединения.

 **Цель:**

1. Научиться производить расчеты, связанные с выбором параметрического ряда.
2. Научиться определять экономическую целесообразность принятого решения.

**Методические указания**

**Параметрическая стандартизация.** Для уяснения сущности мето­да рассмотрим подробнее понятие параметра. Параметр продукции — это количественная характеристика ее свойств.

Наиболее важными параметрами являются характеристики, опреде­ляющие назначение продукции и условия ее использования:

размерные параметры (размер одежды и обуви, вместимость посуды);

параметры, характеризующие производительность машин и прибо­ров (производительность вентиляторов и полотеров, скорость движе­ния транспортных средств);

энергетические параметры (мощность двигателя и пр.).

Продукция определенного назначения, принципа действия и конст­рукции, т.е. продукция определенного типа, характеризуется рядом параметров. Набор установленных значений параметров называется пара­метрическим рядом. Разновидностью параметрического ряда является размерный ряд. Например, для тканей размерный ряд состоит из от­дельных значений ширины тканей, для посуды — отдельных значений вместимости. Каждый размер изделия (или материала) одного типа называется типоразмером.

Процесс стандартизации параметрических рядов — параметриче­ская стандартизация — заключается в выборе и обосновании целесооб­разной номенклатуры и численного значения параметров. Решается эта задача с помощью математических методов.

Параметрические ряды машин, приборов, тары рекомендуется стро­ить согласно системе предпочтительных чисел — набору последова­тельных чисел, изменяющихся в геометрической прогрессии. Смысл этой системы заключается в выборе лишь тех значений параметров, которые подчиняются строго определенной математической закономер­ности, а не любых значений, принимаемых в результате расчетов или в порядке волевого решения.

Основным стандартом в этой области явля­ется ГОСТ 8032-84 «Предпочтительные числа и ряды предпочтительных чисел». На базе этого стандарта утвержден ГОСТ 6636 «Нормальные линейные размеры», устанавливающий ряды чисел для выбора линей­ных размеров.

ГОСТ 8032 предусматривает четыре основных ряда предпочтитель­ных чисел:

1-й ряд —R5—1,00; 1,60; 2,50; 4,00; 6,30; 10,00... имеет знамена­тель прогрессии ϕ = 1,6;

2-й ряд— R10—1,00; 1,25; 1,60; 2,00; 2,50 ... имеет знаменатель ϕ = 1,25;

3-й ряд— R20—1,00; 1,12; 1,25; 1,40; 1,60 ... имеет знаменатель ϕ =1,12;

4-й ряд—R40—1,00; 1,06; 1,12; 1,18; 1,25 ... имеет знаменатель ϕ = 1,06.

Количество чисел в интервале 1-10: для ряда R5-5, RI0-10, R20- 20, для ряда R40- 40.

В некоторых технически обоснованных случаях допускается округле­ние предпочтительных чисел. Например, число 1,06 может быть округлено до 1,05; 1,12 —до 1,1; 1,18 —до 1,15 или 1,20.

При выборе того или иного ряда учитывают интересы не только потребителей продукции, но и изготовителей. Частота параметриче­ского ряда должна быть оптимальной: слишком «густой» ряд позволя­ет максимально удовлетворить нужды потребителей (предприятий, ин­дивидуальных покупателей), но, с другой стороны, чрезмерно расширяется номенклатура продукции, распыляется ее производство, что приводит к большим производственным затратам. Поэтому ряд R5 является более предпочтительным по сравнению с рядом R10, а ряд R10 предпочтительнее ряда R20.

Применение системы предпочтительных чисел позволяет не толь­ко унифицировать параметры продукции определенного типа, но и увя­зать по параметрам продукцию различных видов — детали, изделия, транспортные средства и технологическое оборудование. Например, практика стандартизации в машиностроении показала, что параметри­ческие ряды деталей и узлов должны базироваться на параметрических рядах машин и оборудования. При этом целесообразно руководство­ваться следующим правилом: ряду параметров машин по R5 должен соответствовать ряд размеров деталей по R10, ряду параметров машин по R10 — ряд размеров деталей по R20 и т.д.

**Задание:** Даны объем и стоимость изготовления упругих втулочно-пальцевых муфт и диаметрами посадочных отверстий в полумуфтах по ряду R40. Опреде­лить целесообразность изготовления муфт с диаметрами **d** посадочных отвер­стий по ряду R20.

Затраты по эксплуатации муфт считать неизменными z=0,l. **В**- годовая программа, **м** - затраты на материал, **с** - прочие затраты.

Таблица 1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Вариант 1****м. руб** | **Вариант 2** | **Вариант 3** |
| **d. мм** | **В, тыс шт** | **м, руб** | **с, руб** | **d, мм** | **В,т тыс шт** | **м, руб** | **с. руб** | **d, мм** | **В, тыс** | **м, руб** | **с. руб** |
| 25 | 35 | 150 | 47 | 12 | 7 | 80 | 18 | 10 | 12 | 99 | 50 |
| 26 | 36 | 180 | 49 | 13 | 14 | 90 | 20 | 10,5 | 13 | 95 | 45 |
| 28 | 37 | 220 | 53 | 14 | 18 | 100 | 22 | 11 | 14 | 84 | 52 |
| 30 | 38 | 260 | 54 | 15 | 3 | 110 | 24 | 11,5 | 15 | 80 | 54 |
| 32 | 39 | 360 | 56 | 16 | 6 | 120 | 26 | 12 | 16 | 79 | 45 |
| **Вариант 4** | **Вариант 5** | **Вариант 6** |
| **d. мм** | **В, тыс шт** | **м, руб** | **с, руб** | **d, мм** | **В,т тыс шт** | **м, руб** | **с. руб** | **d, мм** | **В, тыс** | **м, руб** | **с. руб** |
| 10,5 | 41 | 55 | 30 | 42 | 3 | 300 | 24 | 15 | 25 | 100 | 61 |
| 11 | 42 | 60 | 20 | 45 | 8 | 80 | 26 | 16 | 26 | 105 | 65 |
| 11,5 | 43 | 65 | 25 | 48 | 2 | 200 | 28 |  | 30 | 126 | 64 |
| 12 | 44 | 70 | 60 | 50 | 16 | 160 | 30 |  | 24 | 120 | 63 |
| **Вариант 7** | **Вариант 8****16** | **Вариант 9** |
| 50 | 8 | 60 | 20 | 71 | 6 | 69 | 52 | 20 | 15 | 143 | 70 |
| 53 | 13 | 65 | 21 | 75 | 18 | 180 | 120 | 21 | 9 | 150 | 71 |
| 56 | 3 | 70 | 30 | 80 | 10 | 200 | 140 | 22 | 30 | 146 | 72 |
| 60 | 16 | 75 | 60 | 85 | 5 | 220 | 150 | 24 | 25 | 136 | 73 |
| 63 | 7 | 80 | 80 | 90 | 8 | 230 | 160 | 25 | 8 | 150 | 74 |
| **Вариант 10** | **Вариант 11****29** | **Вариант 12** |
| 90 | 4 | 240 | 60 | 100 | 2 | 100 | 60 | 25 | 36 | 121 | 55 |
| 95 | 5 | 250 | 70 | 105 | 10 | 110 | 80 | 26 | 40 | 122 | 56 |
| 100 | 8 | 260 | 80 | 110 | 12 | 115 | 85 | 28 | 55 | 125 | 57 |
| 105 | 6 | 270 | 30 | 120 | 16 | 120 | 90 | 30 | 43 | 140 | 58 |
| 110 | 7 | 280 | 40 | 125 | 18 | 125 | 95 | 32 | 50 | 150 | 59 |
| **Вариант 13** | **Вариант 14** | **Вариант 15** |
| 14 | 12 | 340 | 40 | 12 | 21 | 390 | 170 | 28 | 20 | 160 | 80 |
| 15 | 4 | 350 | 80 | 13 | 70 | 400 | 190 | 30 | 21 | 155 | 82 |
| 16 | 8 | 360 | 60 | 14 | 50 | 410 | 210 | 32 | 22 | 158 | 84 |
| 17 | 6 | 370 | 70 | 15 | 30 | 420 | 200 | 34 | 23 | 165 | 86 |
| 18 | 3 | 380 | 90 | 16 | 10 | 430 | 180 | 36 | 26 | 166 | 88 |
| **Вариант 16** | **Вариант 17** | **Вариант18** |
| 110 | 12 | 350 | 100 | 14 | 25 | 54 | 20 | 40 | 54 | 65 | 36 |
| 120 | 54 | 360 | 120 | 15 | 26 | 58 | 21 | 42 | 56 | 65 | 35 |
| 125 | 23 | 350 | 136 | 16 | 23 | 55 | 22 | 45 | 65 | 69 | 35 |
| 130 | 25 | 389 | 154 | 17 | 54 | 69 | 30 | 48 | 85 | 63 | 32 |
| 140 | 60 | 400 | 150 | 18 | 12 | 60 | 20 | 50 | 47 | 62 | 30 |
| **Вариант 19** | **Вариант 20** | **Вариант 21** |
| 16 | 100 | 30 | 10 | 20 | 56 | 254 | 123 | 18 | 20 | 45 | 20 |
| 17 | 120 | 30 | 13 | 21 | 58 | 265 | 145 | 19 | 21 | 47 | 18 |
| 18 | 98 | 32 | 15 | 22 | 50 | 214 | 125 | 20 | 22 | 48 | 14 |
| 19 | 68 | 33 | 15 | 24 | 52 | 300 | 146 | 21 | 23 | 49 | 15 |
| 20 | 80 | 35 | 13 | 25 | 54 | 255 | 153 | 22 | 25 | 50 | 12 |
| **Вариант 22** | **Вариант 23** | **Вариант 24** |
| **d. мм** | **В, тыс шт** | **м, руб** | **с, руб** | **d, мм** | **В,т тыс шт** | **м, руб** | **с. руб** | **d, мм** | **В, тыс** | **м, руб** | **с. руб** |
| 12 | 25 | 98 | 25 | 12 | 20 | 87 | 54 | 32 | 36 | 65 | 36 |
| 13 | 26 | 96 | 24 | 13 | 21 | 85 | 56 | 34 | 35 | 68 | 35 |
| 14 | 24 | 95 | 26 | 14 | 22 | 84 | 58 | 36 | 39 | 69 | 38 |
| 15 | 28 | 93 | 28 | 15 | 24 | 86 | 52 | 38 | 30 | 63 | 39 |
| 16 | 29 | 97 | 23 | 16 | 25 | 82 | 54 | 40 | 35 | 63 | 37 |
| **Вариант25** | **Вариант26** | **Вариант27** |
| 40 | 36 | 87 | 45 | 32 | 12 | 45 | 25 | 100 | 45 | 54 | 10 |
| 42 | 35 | 85 | 47 | 34 | 15 | 47 | 25 | 105 | 48 | 58 | 12 |
| 45 | 34 | 85 | 44 | 36 | 14 | 48 | 24 | 110 | 47 | 57 | 13 |
| 48 | 38 | 87 | 45 | 38 | 16 | 41 | 26 | 120 | 46 | 59 | 14 |
| 50 | 39 | 89 | 41 | 40 | 13 | 42 | 23 | 125 | 49 | 51 | 15 |
| **Вариант 28** | **Вариант 29** | **Вариант 30** |
| 90 | 41 | 54 | 38 | 28 | 45 | 75 | 25 | 14 | 65 | 54 | 36 |
| 95 | 45 | 52 | 36 | 30 | 46 | 58 | 24 | 15 | 66 | 58 | 35 |
| 100 | 42 | 56 | 36 | 32 | 48 | 60 | 22 | 16 | 68 | 55 | 36 |
| 105 | 43 | 58 | 35 | 34 | 47 | 65 | 21 | 17 | 69 | 56 | 33 |
| 110 | 46 | 59 | 32 | 36 | 49 | 68 | 23 | 18 | 63 | 59 | 39 |
| **Вариант 31** | **Вариант 32** | **Вариант 33** |
| 20 | 36 | 85 | 45 | 25 | 54 | 69 | 36 | 36 | 54 | 54 | 36 |
| 21 | 35 | 86 | 48 | 26 | 55 | 68 | 35 | 38 | 56 | 58 | 35 |
| 22 | 39 | 89 | 47 | 28 | 56 | 67 | 35 | 40 | 36 | 60 | 38 |
| 24 | 40 | 87 | 49 | 30 | 58 | 65 | 32 | 42 | 25 | 62 | 39 |
| 25 | 38 | 81 | 46 | 32 | 50 | 69 | 30 | 45 | 36 | 63 | 37 |

**ПРИМЕР**

Вычислить себестоимость годового выпуска валов, длины которых назначены по ряду R20, затраты по эксплуатации валов считать неизменными и при рас­четах не учитывать; z=0.2. Установить экономическую целесообразность изготовления этих валов с длинами по ряду R10. Годовая программа **В**, затраты на материалы **м**, прочие затраты **с** представлены в таблице 1

Таблица 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Длина вала **l**, мм | Годовая программа**В**, тыс шт | Затраты на материалы **м**, руб | Прочие затраты **с'**, руб |
| 400 | 10,0 | 84 | 42 |
| 450 | 16,0 | 90 | 45 |
| 500 | 3,0 | 96 | 53 |
| 560 | 10,0 | 102 | 121 |
| 630 | 3,6 | 113 | 124 |

РЕШЕНИЕ.

Себестоимость валов, имеющих длины по R20, вычисляем по формуле:

**С=В\*с ,** (1)

где: В-годовая программа, тыс.руб.;

 с- себестоимость изделий в объеме годовой программы, руб.

 **с=м+с',** (2)

где: м-стоимость материала одного изделия, руб;

 с'-прочие затраты на изготовление одного изделия, руб.

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Длина вала, **l** мм | 400 | 450 | 500 | 560 | 630 |
| Себестоимость изделия **с**, руб | 126 | 135 | 149 | 223 | 237 |
| Себестоимость годовой программы **С**, тыс. руб | 1260 | 2160 | 447 | 2230 | 853 |
| Общая себестоимость валов |  ∑ С=6950 тыс.руб |

Определим себестоимость валов с длинами, соответствующими размерному ряду R10.

Общая годовая программа не изменяется. Число валов, длины которых соответствуют по ряду R10 (например, 450мм), прибавляется к числу валов, имеющих ближайшую большую длину, соответст­вующую размерам принятого ряда (например, 500мм). Расчетная годовая программа валов с длиной 500 мм Вп =16+3=19 тыс. шт.; с длиной 630 мм Вп=3,6+10=13,6тыс. шт.

Значение Ки.п.,, Ки.з., с'п, сп, Сп вычисляем по формулам (3), (4), (5), (6), и (7) и сводим в таблицу 2.

 **Сп=сп\*Вп ,** (3)

где: **Сп**- себестоимость годовой программы, изготовленной по ряду R10, тыс. руб,

  **сп**- себестоимость изделия, руб:

 **Вп**-годовая программа , тыс.руб.

 **сп=м+сп’ ,** (4)

где: **сП**-прочие затраты на единицу изделия при изменении программы, руб

 **сп’=с’ \*Ки.з. ,** (5)

где: **Ки.з** –коэффициент изменение прочих затрат

 **Ки.з=1/Ки.п.** , (6)

где**: Ки.п**-коэффициент изменения программы

 **Ки.п=Вп/В** (7)

Таблица 3

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Длина вала **l**, мм | Годов.программа **Вп** тыс.шт. | Затраты на материалы **м**, руб | Коэффициент изменения | Прочие затраты **сП**’, руб | Себестоимость изделия – **сП,** руб | Себестоимость годовой программ **Сп**, тыс.руб |
| Программы**Ки.п** | Прочих Затрат **Ки.з** |
| 400 | 10,0 | 84 | 1,00 | 1,000 | 42 | 126 | 1260 |
| 500 | 19 | 96 | 6,33 | 0,690 | 37 | 133 | 2527 |
| 630 | 13,6 | 113 | 3,78 | 0,766 | 95 | 208 | 2829 |
|  |  |  |  |  |  |  | **∑Сп** =6616 |

Себестоимость годовой программы при применении ряда R10 оказалась меньше, чем в предыдущем случае (Сп = 6616 тыс.руб < Сп =6950 тыс.руб). Следовательно, применение ряда R10 в технологическом отношении экономичнее, чем ряда R20.

**Контрольные вопросы**

1. В чем заключается процесс стандартизации параметрических рядов?

2. В чем смысл системы предпочтительных чисел?

3. Какой ряд является более предпочтительным R5 или R10 –

а) для изготовителей?

б) для потребителей?

4. Какой ряд размеров деталей должен соответствовать ряду параметров машин по R10 – R5 или R20?

**Литература:**

1 И.М.Лифиц Стандартизация, метрология и сертификация.-М.:Юрайт-Издат, 2004.

1. А.К.Козловский, Н.К Ключников «Сборник задач по допускам, посадкам и техническим измерениям», М., Машиностроение, 1985

**Практическое занятие №3**

**Тема: Допуски и посадки резьбовых, шпоночных и шлицевых соединений**

**Цель:**

1 Приобретение навыков работы со справочниками, технической

литературой.

2 Закрепление теоретических знании по теме «Расчет посадок».

**Задание:** В заданных соединениях определить предельные отклонения валов и отверстий, размеры, допуски. Построить на миллиметровой бумаге схемы расположения полей допусков с указанием на ней всех рассчитанных величин.

**Методические указания**

**Посадка**-характер соединения деталей (вала и отверстия), определяемый величиной получаю­щихся в нем зазоров или натягов.

Посадка характеризует свободу относительного перемещения соединяемых деталей или степень сопротивления их взаимному смещению.

В зависимости от взаимного расположения полей допусков отверстия и вала различают посадки трех типов: с зазором, натягом и переходные.

**Зазор S** - разность размеров отверстия и вала, если размер отверстия больше размера ва­ла. Зазор обеспечивает возможность свободного перемещения «соединяемых деталей».

**Натяг N** — разность размеров вала и отверстия до сборки, если размер вала больше размера отверстия. Натяг обеспечивает взаимную неподвижность деталей после сборки.

**Посадка с зазором** - посадка, при которой гарантируется зазор в соединении (поле допуска от­верстия расположено выше поля допуска вала или нижняя граница поля допуска отверстия совпадает с верхней границей поля допуска вала).

Такие посадки назначаются для подвижных соединений.

30F8/h6

**Посадка с натягом** - посадка, при которой гарантируется натяг в соединении (после допуска от­верстия расположено выше поля допуска вала или нижняя граница поля допуска отверстия совпадает с нижней границей поля допуска вала).

Такие посадки назначаются для неразъемных соединений.

50Н7/и8

**Переходная посадка** - при которой в соединении может получиться, как натяг, так и зазор (после допусков отверстия и вала частично или полностью перекрывается). Натяг получается при наибольшем предельном размере вала и наименьшем предельном размере отверстия, а в случае наибольшего пре­дельного размера отверстия и наименьшего предельного размера вала получается зазор.

25N6/h6

**Примеры**

**1 Дана посадка 48 F8/h6**

Выписываем из справочника отклонения отверстия и вала.

Для отверстия: верхнее отклонение ES = 0.064 мм, нижнее отклонение EI = 0.025мм;

для вала: верхнее отклонение es=0, нижнее отклонение ei=- 0,016мм. По формулам находим предельные размеры и допуск отверстия: наибольший предельный размер

Dmax=D + ES

Dmax = 48 + 0,064 = 48,064

наименьший предельный размер

Dmin = D + EI

Dmin = 48 + 0,025 = 48,025

допуск отверстия

TD=Dmax-Dmin=ES-EI

TD =48,064- 48,025 = 0,064 – 0,025 =0,039

Предельные размеры и допуск вала:

наибольший предельный размер

 dmax=d+es

 dmax =48+0=48,0

 наименьший предельный размер

 dmin=d + ei

 dmin =48+(-0,016) = 47,984

допуск вала

 Td=dmax- dmin= es-ei

 Td = 48,064 - 47,984 = 0 - (- 0,016 ) = 0,016

Строим схему расположения полей допусков и определяем вид посадки.

Так как поле допуска отверстия расположено выше, чем поле допуска вала, следовательно рассматриваемая посадка - с зазором.

Предельные зазоры и допуск посадки с зазором по определяем по формулам:

наибольший зазор

Smax= Dmax- dmin= ES- ei

Smax= 48.064 - 47,984 = 0,064- ( - 0.016 ) = 0,080

наименьший зазор

Smin= Dmin- dmax

Smin = EI - es = 48.025 - 48.0 = 0.025 - 0 = 0.025

допуск посадки с зазором

TS= Smax - Smin=0.080 - 0.025= 0.055

**2. Дана посадка 53 H7/s7**

Верхнее отклонение отверстия ES=0.030 мм. нижнее отклонение отверстия Е1=0:

верхнее отклонение вала es=0,083 мм. нижнее отклонение вала ei=0,053 мм

Определяем допуск отверстия TD и допуск вала Td

TD = Dmax-Dmin=ES-EI

TD =53.030 - 53,0= 0,030 - 0 = 0,030

Td = dmax - dmin =es - ei

Td = 53.083 - 53.053 = 0.083 - 0.053 = 0.020

Строим схему расположения полей допусков и определяем вид посадки. Так как поле допуска вала расположено выше, чем поле допуска отверстия, следовательно рассматриваемая посадка - с натягом.

Вычисляем предельные натяги и допуск посадки с натягом:

наибольший натяг

Nmax = dmax - Dmin=es -EI

Nmax = 53.083 - 53,0= 0.53 - 0.030 = 0,083

наименьший натяг

Nmin = dmin - Dmax = ei - ES

Nmin =53.053- 53.030 = 0,053 - 0.030 = 0.023

допуск посадки с натягом

TN = Nmax- Nmin= 0,083 - 0.023 = 0.060

**3. Дана посадка 48 N6/h6.**

ES = - 0,012 мм; El =-0.028 мм:

es = 0; ei = -0,016 мм.

Находим допуск отверстия и допуск вала:

TD = Dmax-Dmin=ES-EI

TD = 47,988 - 47,972 = - 0.012 –(-0.028) = 0.016 мм

Td = dmax -dmin = es-ei

Td = 48,0 – 47,984 = 0 - ( - 0.016 ) = 0.016

Строим схему расположения полей допусков и определяем вид посадки. Так как поля допус­ков вала и отверстия перекрываются, следовательно, рассматриваемая посадка - переходная.

находим:

наибольший зазор

Smax= Dmax- dmin= ES- ei

Smax = 47,988-47,984 = -0,012 - (-0,016) = 0,004 мм

наибольший натяг

Nmax = dmax - Dmin =es - EI

Nmax =48,0 -47,972 = 0- (-0,028) = 0,028

Переходная посадка позволяет получить как зазор, так и натяг в соединении.

Допуск посадки:

T(SN) = TD + Td = 0,016 + 0,016 = 0,032

Таблица 1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вариант | Номинальный размер | Посадки |
| 1 | 48 | H6/m5 | G7/h6 | H11/d11 |
| 2 | 18 | H7/f7 | H7/s6 | H7/h6 |
| 3 | 23 | H7/f7 | G7/g6 | H7/r6 |
| 4 | 34 | K7/h6 | H6/p6 | H7/k6 |
| 5 | 68 | H8/u8 | E9/h8 | H6/g6 |
| 6 | 72 | H11/d11 | H7/js6 | N6/h6 |
| 7 | 12 | HU/h11 | N7/K6 | P6/h6 |
| 8 | 27 | H9/d9 | H8/k7 | R7/h6 |
| 9 | 52 | H8/e8 | M7/h6 | U8/h7 |
| 10 | 31 | H7/f7 | H8/n7 | P7/h6 |
| 11 | 29 | D9/H8 | K7/h6 | H6/n6 |
| 12 | 64 | E9/h8 | H7/m6 | H8/s7 |
| 13 | 89 | H7/f7 | К8/h7 | H7/t6 |
| 14 | 17 | G7/H6 | H8/n7 | H6/p6 |
| 15 | 35 | F8/h8 | Js7/h8 | H6/r6 |
| 16 | 40 | H6/m5 | H7/p7 | Н7/f7  |
| 17 | 42 | G7/g6 | G7/h6 | H7/s6  |
| 18 | 51 | H7/r6 | K7/h6 | H11/d11 |
| 19 | 20 | H7/h6 | H8/p6 | H8/u8  |
| 20 | 54 | M7/k6 | E9/h8 | H11/d11 |
| 21 | 47 | H6/g6 | H7/js6 | H11/h10 |
| 22 | 56 | H6/h5 | N7/h6 | H9/d9  |
| 23 | 19 | P6/h5 | H8/k7 | H8/e8  |
| 24 | 15 | R7/h6 | M7/h6 | Н7/f7  |
| 25 | 24 | U8/h7 | H8/m7 | D9/h8  |
| 26 | 36 | P7/h7 | K7/h6 | E9/h8  |
| 27 | 67 | H6/n5 | H7/m6 | H7/f7  |
| 28 | 13 | H8/s7 | K8/h7 | G7/h6  |
| 29 | 25 | H7/t6 | H8/n7 | F8/h8  |
| 30 | 21 | G7/h6 | H6/g6 | H7/s6 |







 **Литература**

1 Никифоров А.Д. , Бакиев Т.А. Метрология, стандартизация и сертифи кация.-М.: Высшая школа, 2002.

 2 И.М.Лифиц Стандартизация, метрология и сертификация.-М.:Юрайт-Издат, 2004.

3 А.К.Козловский, Н.К Ключников «Сборник задач по допускам, посадкам и техническим измерениям», М., Машиностроение, 1985