**РЕФЕРАТ**

Работа содержит 22 листа, 12 рисунков, 4 таблицы, 7 источников литературы.

**РАСЧЕТ ПОСАДОК ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ, ШПОНОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ, ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ И РАСЧЕТ РАЗМЕРНОЙ ЦЕПИ.**

Объектом курсовой работы является узел, используемый в машиностроении.

Основное содержание курсовой работы составляет правильный выбор посадок различных соединений, оформление рабочих чертежей узлов и деталей, описание конструкции узла, обоснование выбора окончательных видов обработки, выбор средств измерений и решение размерной цепи.

Исходными данными для выполнения курсовой работы являются индивидуальные задания, выдаваемые преподавателем. Задание включает пять задач по различным видам соединений заданного узла, в том числе одну из его размерных цепей.

**1 ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ УЗЛА**

Данный узел представляет собой привод шкива водяного насоса. На вал 4 посажены корпус 12, крыльчатка 11, шкив 2. Шкив закреплен с одной стороны крышкой 10, с другой – крышкой 1. соединение крышек со шкивом осуществляется с помощью болтов6 и 16. Шкив закреплен на валу через шариковые подшипники 3. Между ними установлена распорная втулка 9 и стопорное кольцо 8. Закрепление подшипников осуществляется с помощью шайбы 7, закрепленной 4 болтами, завернутых в корпус.

**2 АНАЛИЗ ПОСАДКИ**

Посадка задана размером и числовыми значениями



где: Ø480 – номинальный размер соединения

-0,055 – верхнее отклонение размера отверстия

-0,095 – нижнее отклонение размера отверстия

0 – верхнее отклонение размера вала

-0,061 – нижнее отклонение размера вала



Рисунок 2.1 Схема расположения полей допусков соединения

**2.1 Определение допусков отверстия и вала**

Допуск отверстия: ****

Допуск вала: 

Примем значения допусков по ГОСТу 25346 – 89 для отверстия JT6, для вала JT7.

TD =40 мкм, 6 квалитет (Таблица 1.8 /2/)

Td = 63 мкм,7 квалитет (Таблица 1.8 /2/)

**2.2 Основные отклонения и их обозначения**

Для вала основное отклонение равно нулю, что соответствует буквенному обозначению «h» (Таблица 1.9 /2/). Для отверстия основное отклонение ES равно -55мкм, что соответствует буквенному обозначению «P» (Таблица 1.10 /2/).

Предельные отклонения:

для отверстия 

для вала 

**2.3 Характеристика посадки**

Посадка в системе вала, т.к. поле допуска вала основное с верхним отклонением равным 0. посадка переходная, т.к. поле допуска вала пересекается с полем допуска отверстия.

Посадка  относится к предпочтительным (таблица 17 и 18 /3/).

**2.4 Расчетные характеристики посадки**

**2.4.1 Предельные размеры**

Наибольший диаметр отверстия 

Наименьший диаметр отверстия 

Наибольший диаметр вала 

Наименьший диаметр вала 

**2.4.2 Определение предельных и среднего зазоров**

Наибольший натяг 

Наименьший натяг 

Средний натяг 

**2.4.3 Допуск посадки**





Выводы: Совпадение значений переходной посадки и допуска посадки с проверочными, свидетельствует о верности расчетов.

**2.5 Вероятностные характеристики посадки**

Среднее квадратическое отклонения отверстия и вала:

Среднее квадратическое отклонение посадки:



Вероятный допуск посадки:



Вероятностные натяги:

- наибольший вероятностный натяг:



- наименьший вероятностный натяг:



Проверка:





Рисунок 2.2 Схема предельных и вероятностных натягов посадки

Расчётные характеристики посадки сведем в таблицу 2.1.



Таблица 2.1 Сводные данные по расчёту характеристик посадки

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование параметров | | | Обозначение | Величина |
| Отверстие | Отклонение,  мкм | Верхнее |  | *-55* |
| Нижнее |  | *-95* |
| Основное |  | *верхнее* |
| Предельные размеры, мкм. | Наибольший |  | *479,945* |
| Наименьший |  | *479,905* |
| Допуск, мкм. | |  | *40* |
| Вал | Отклонения, мкм. | Верхнее |  | *0* |
| Нижнее |  | *-63* |
| Основное |  | *верхнее* |
| Предельные размеры, мкм. | Наибольший |  | *480* |
| Наименьший |  | *479,937* |
| Допуск, мкм. | |  | *63* |
| Посадка | Номинальный размер | |  | *480* |
| Предельные зазоры, мкм. | Наибольший |  | *95* |
| Наименьший |  | *-8* |
| Средний |  | *43,5* |
| Вероятностные зазоры, мкм. | Наибольший |  | *80,82* |
| Наименьший |  | *6,18* |
| Допуск посадки, мкм. | Предельный |  | *103* |
| Вероятностн. |  | *74,64* |

**2.6 Дополнительные данные для оформления рабочих чертежей и контроля деталей**

Эти данные относят к конкретным деталям, которые мы условно принимаем при расчетах, поэтому в качестве примера рассмотрим посадку бронзовой втулки в чугунный корпус редуктора.

Принимаем относительную геометрическую точность формы нормальную (А) по таблице 2.19 /2/ со средним соотношением допусков формы и размера (2Тф/Тd)100=60%.

Степени точности по таблице 2.20 /2/ принимаются для втулки (IT8) – седьмая, и для корпуса (IT8) – седьмая.

Числовые значения допусков цилиндричности по таблице 2.18 /2/: для отверстия корпуса и для втулки – 16 мкм.

Шероховатость поверхностей в соединении определяется в зависимости от квалитета и допуска формы по таблице 2.67 /2/. Для отверстия Ra=1,6 мкм, для втулки Ra= 0,8 мкм.

Способы окончательной обработки поверхностей деталей в соединении определяем по таблице 2.66 /2/:

* отверстие в корпусе – чистовое растачивание дает Ra =1,6…3,2 мкм при экономическом квалитете точности IT8;
* наружная поверхность бронзовой втулки – обтачиванием продольной подачи при Ra = 1,6…3,2 мкм и экономическом квалитете точности IT8.

Контроль размеров для измерения вала по таблице 2 /6/, при допускаемой погрешности δизм= ± 5мкм, проводим гладким микрометром. Контроллеры из размеров отверстия по таблице 2 /6/, при допускаемой погрешности δизм= ±9 мкм, проводим индикаторным нутромером.

0,006

0,01

*Ø 71 p6*

*1,6*

*Ø 71 H7*

*1,6*

*Ø 71H7/p6*

Узел в сборе Корпус Втулка

Рисунок 2.3 Эскиз посадки втулки в корпус и сопрягаемых деталей

**3 ПОСАДКИ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ**

**3.1 Обоснование характера работы подшипника**

Заданный узел относится к редукторам общего машиностроения, к которым не предъявляются особые требования к точности узла, ограничению вибраций, поэтому может быть принят класс точности «0» по ГОСТ 520-89.

Из чертежа видно, что вращается шкив вместе с наружным кольцом подшипника, а внутреннее кольцо установлено неподвижно в корпусе. На подшипник через вал передается нагрузка от крыльчатки постоянная по направлению. Отсюда следует, что на внешнее кольцо действует циркуляционное, а на внутреннее – местное нагружение.

**3.2 Расчет и выбор стандартного подшипника.**

Режим работы подшипника оценивается по интенсивности нагружения:



где Р – динамическая эквивалентная нагрузка, Н;

с – динамическая грузоподъемность, Н.

Р=7000 Н.

Для спокойного режима работы по ГОСТ 3325-85 необходимо



откуда



когда



По таблице 7 ГОСТ 8338-75 для подшипника с внутренним диаметром d=50мм этому условно отвечает подшипник тяжелой серии №410, для которого наружный диметр D=130мм, ширина кольца В=31мм, координата фаски r=3.5мм.

**3.3 Выбор посадок колец подшипника.**

Под циркуляционно нагруженное кольцо, посадку выбирают по интенсивности нагружения

,

где  - интенсивность нагружения,

В – конструктивная ширина кольца,



n – количество подшипников на опоре,

 - динамический коэффициент,

=1…1,8

F – коэффициент, учитывающий ослабление натяга.

F=1…2



По таблице 4.89 /8/ рекомендуется поле допуска вала – h5.

По таблице 4.92 /8/ рекомендуется поле допуска корпуса – К7.

Таким образом, условное обозначение посадки «внутреннее кольцо – вал» - 

А условное обозначение посадки «наружное кольцо – корпус» - .

**3.4 Расчет посадок подшипника**

Для расчета посадок колец подшипника на вал и в корпус отверстия принимаются средние диаметры колец (dm и Dm ) и их допускаемые отклонения (Δdm и ΔDm) для полей допусков колец L0 и l0.

Для выбранных посадок отклонения посадочных мест вала и корпусов принимается по ГОСТ 25347-86.

Предельные размеры вала и корпуса:



Предельные размеры внутреннего и наружного колец подшипника:

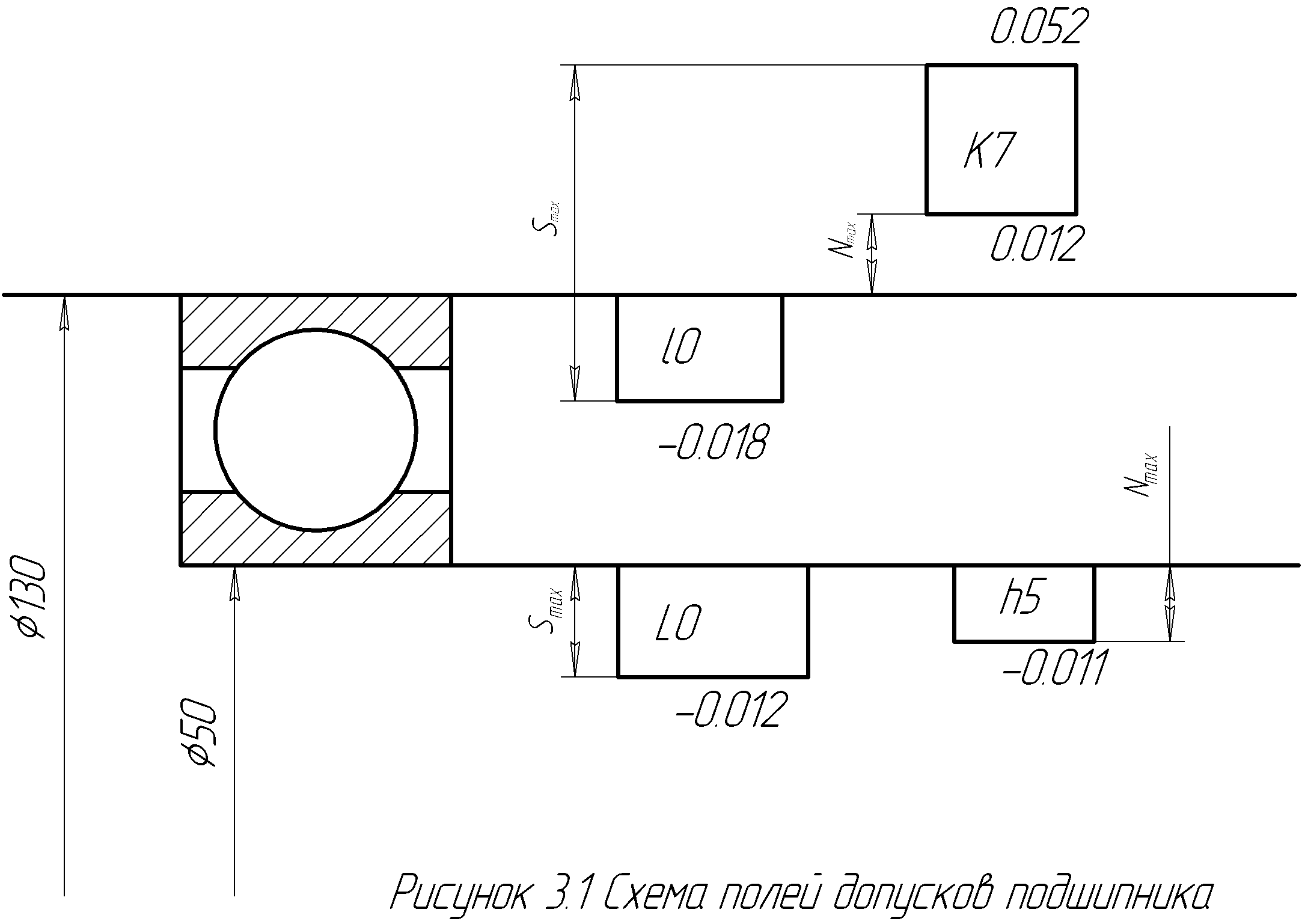


Предельные зазоры и натяги в соединении «вал – внутреннее кольцо»:



«корпус – наружное кольцо»:





Сводные данные по расчету посадок колец подшипника приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 Расчётные характеристики посадок колец подшипника

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Элементы соединения | | Наименование параметров | | Обозначение | Величина |
| Корпус-наружное кольцо подшипника | Отверстие | Отклонения,  мкм | Верхнее  Нижнее |  | *+70*  *0* |
| Предельные диаметры, мм | Наибольший  Наименьший |  | *130,07*  *130* |
| Вал | Отклонения среднего диаметра, мм | Верхнее  Нижнее |  | *0*  *-18* |
| Предельные размеры среднего диаметра, мм | Наибольший  Наименьший |  | *130*  *129,982* |
| Посадка | Зазоры, мкм | Наибольший  Наименьший |  | *70*  *0* |
| Внутреннее кольцо подшипника - вал | Отверстие | Отклонения среднего диаметра, мм | Верхнее  Нижнее |  | *0*  *-12* |
| Предельные размеры среднего диаметра, мм | Наибольший  Наименьший |  | *50*  *49,988* |
| Вал | Отклонения,  мкм | Верхнее  Нижнее |  | *+18*  *+2* |
| Предельные диаметры, мм | Наибольший  Наименьший |  | *50,018*  *50,002* |
| Посадка | Натяги, мкм | Наибольший  Наименьший |  | *30*  *2* |

**4 АНАЛИЗ ПОСАДКИ ПО АНАЛОГИИ.**

Необходимо выбрать посадку распорной втулки с диаметром 50мм.

Эта втулка изготовлена под размер Ø50 h5 для посадки на корпус изделия между подшипниками. Для посадки распорной втулки нужно выбрать поле допуска, обеспечивающее гарантированный зазор.

По ГОСТ 25346-89 выбираем основное отклонение отверстия +25 мкм, что соответствует обозначению поля допуска «F». При выборе данного поля допуска получается минимальный гарантированный зазор, обеспечивающий простоту разборки и сборки сопряжения. Квалитет для втулки выбираем из условия простоты обработки при изготовлении. Принимаем 8 квалитет, что может быть достигнут чистовым точением втулки /3/. Таким образом, получаем комбинированную (специальную) посадку:



Для выбранной посадки приведем схему полей допусков с указанием предельных размеров, отклонений, значений зазоров или натягов и эскиз соединения с указанием принятой посадки.

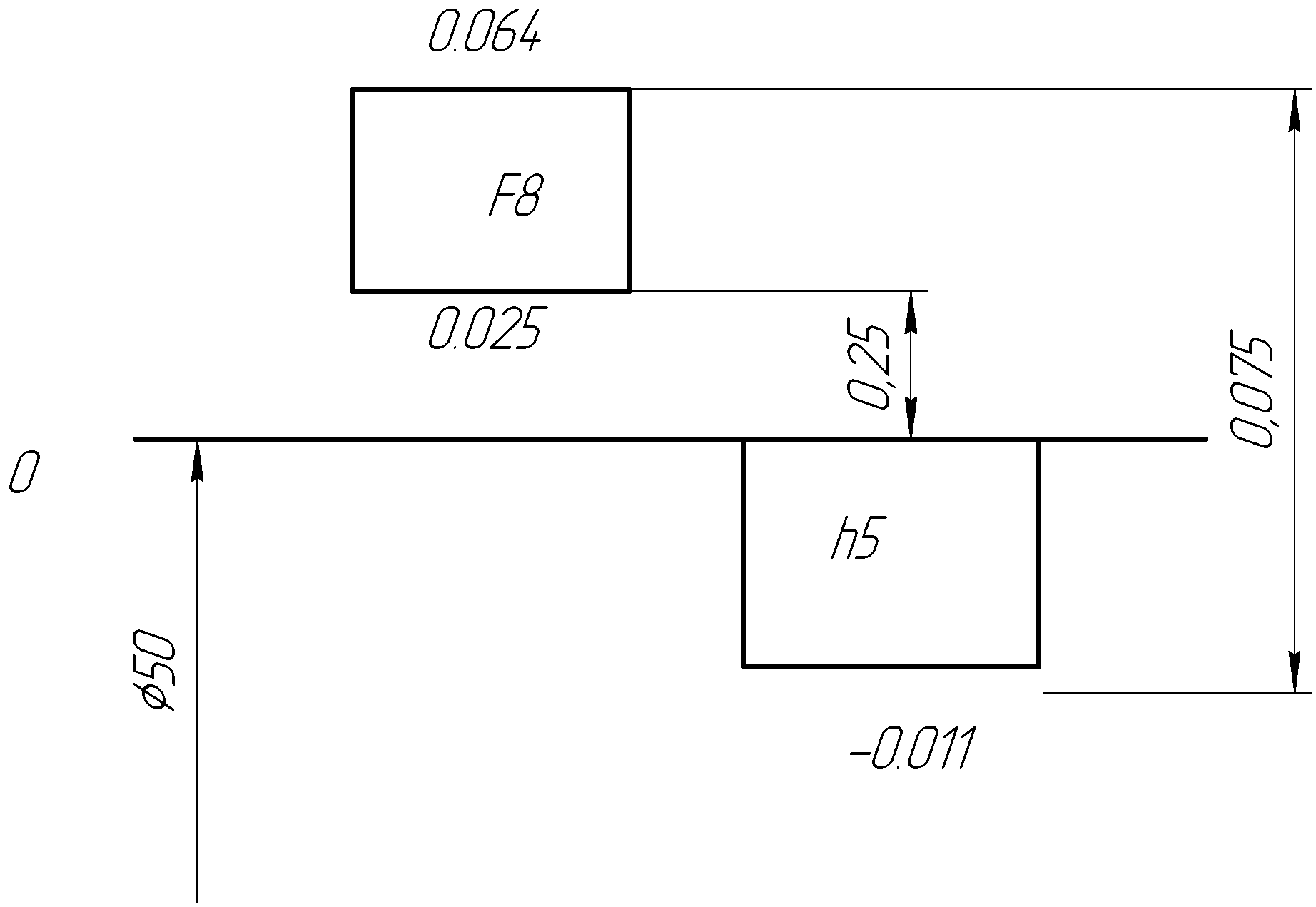


Рисунок 4.1 Схема полей допусков

Необходимо выбрать посадку между корпусом и втулкой.

Эта втулка изготовлена под размер Ø50 h7. Для посадки распорной втулки нужно выбрать поле допуска, обеспечивающее гарантированный зазор.

По ГОСТ 25346-89 выбираем основное отклонение отверстия +25 мкм, что соответствует обозначению поля допуска «F». При выборе данного поля допуска получается минимальный гарантированный зазор, обеспечивающий простоту разборки и сборки сопряжения. Квалитет для втулки выбираем из условия простоты обработки при изготовлении. Принимаем 8 квалитет, что может быть достигнут чистовым точением втулки /3/. Таким образом, получаем комбинированную (специальную) посадку:



Для выбранной посадки приведем схему полей допусков с указанием предельных размеров, отклонений, значений зазоров или натягов и эскиз соединения с указанием принятой посадки.

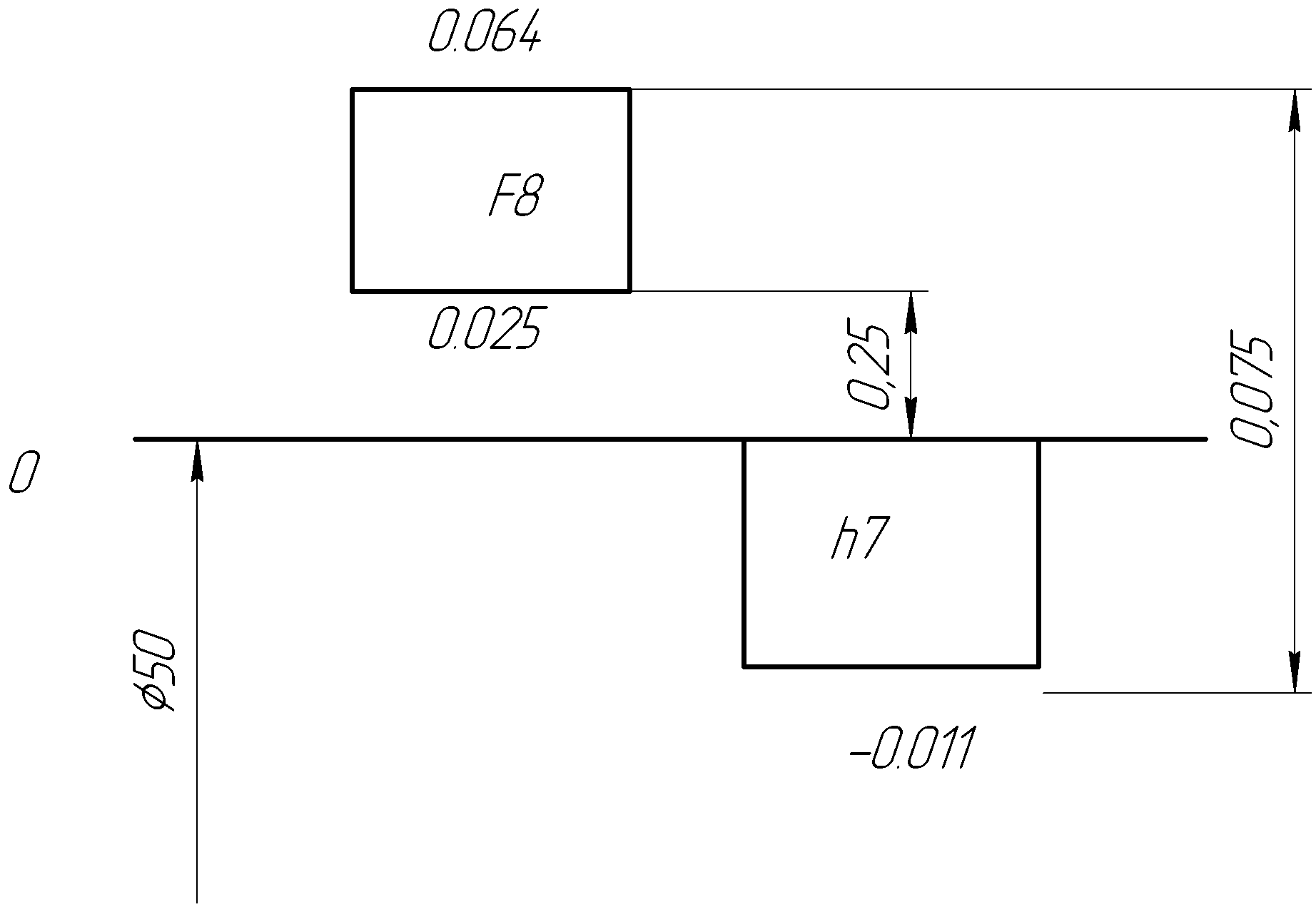


Рисунок 4.2 Схеме полей допусков

Необходимо выбрать посадку между крыльчаткой и втулкой.

Эта втулка изготовлена под размер Ø41 h7. Для посадки распорной втулки нужно выбрать поле допуска, обеспечивающее гарантированный зазор.

По ГОСТ 25346-89 выбираем основное отклонение отверстия +25 мкм, что соответствует обозначению поля допуска «F». При выборе данного поля допуска получается минимальный гарантированный зазор, обеспечивающий простоту разборки и сборки сопряжения. Квалитет для втулки выбираем из условия простоты обработки при изготовлении. Принимаем 8 квалитет, что может быть достигнут чистовым точением втулки /3/. Таким образом, получаем комбинированную (специальную) посадку:



Для выбранной посадки приведем схему полей допусков с указанием предельных размеров, отклонений, значений зазоров или натягов и эскиз соединения с указанием принятой посадки.

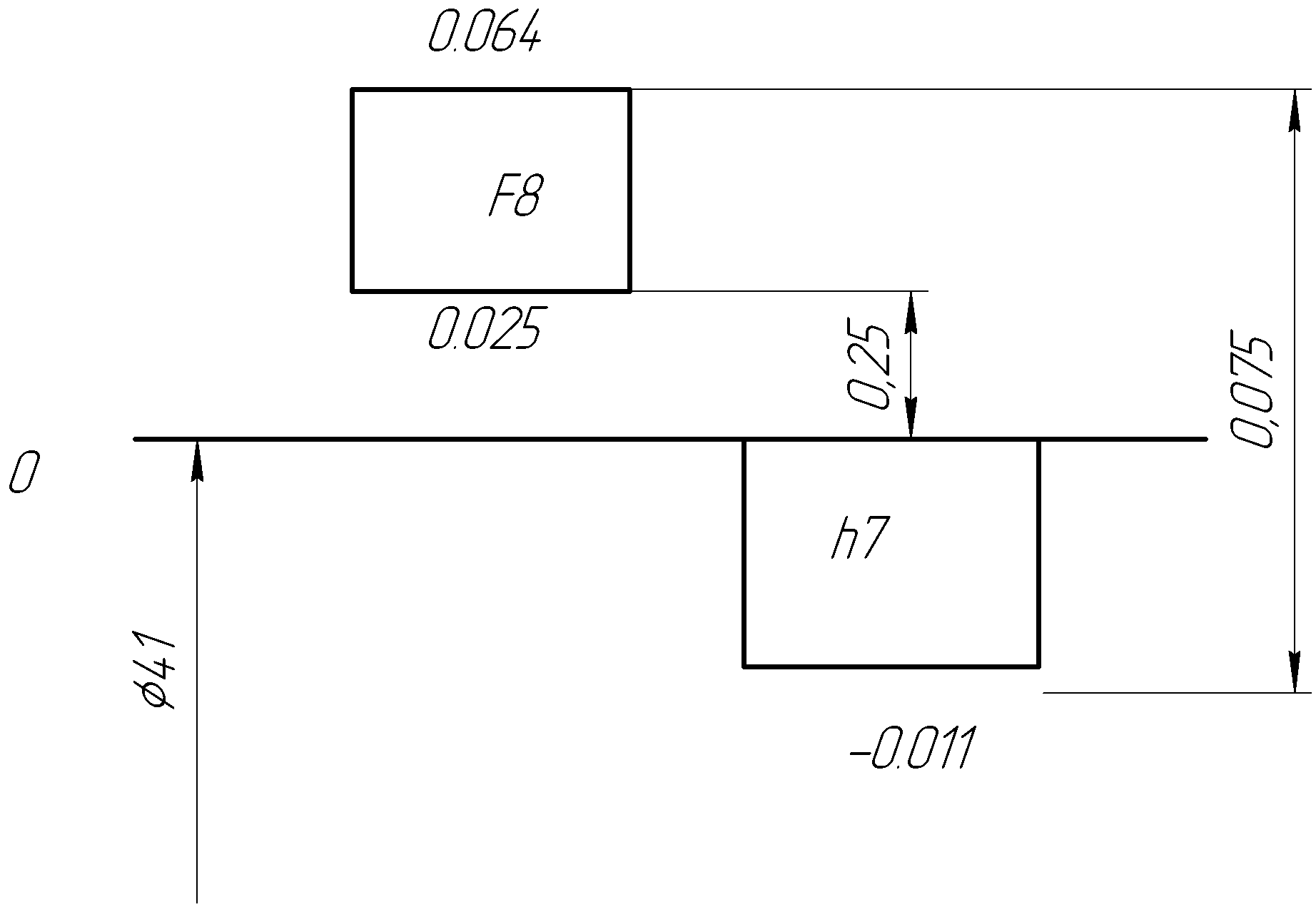


Рисунок 4.3 Схема полей допусков

**5 ПОСАДКИ ШПОНОЧНОГО СОЕДИНЕНИЯ**

Размеры шпонки, предельные отклонения выбираются по таблице 4.64 /8/.

Шпонка призматическая.



Номинальные размеры:

* сечение шпонки 
* глубина паза вала 
* глубина паза втулки 
* длина шпонки 

Соединение шпонки – паз вала 

Соединение шпонки – паз втулки 

Глубина паза вала 

Размер на втулке 

Длина шпонки 

Длина паза вала 

Метод обработки: шпонки – фрезерование; паз вала – фрезерование; паз втулки – протягивание или чистовое долбление. Шпонки могут быть изготовлены из чистотянутой заготовки.

Шероховатость шпонки, пазов вала и втулки ; для пазов, нижней и верхней поверхности шпонки .

Шпонка 5×5×16 ГОСТ 8788 – 68.

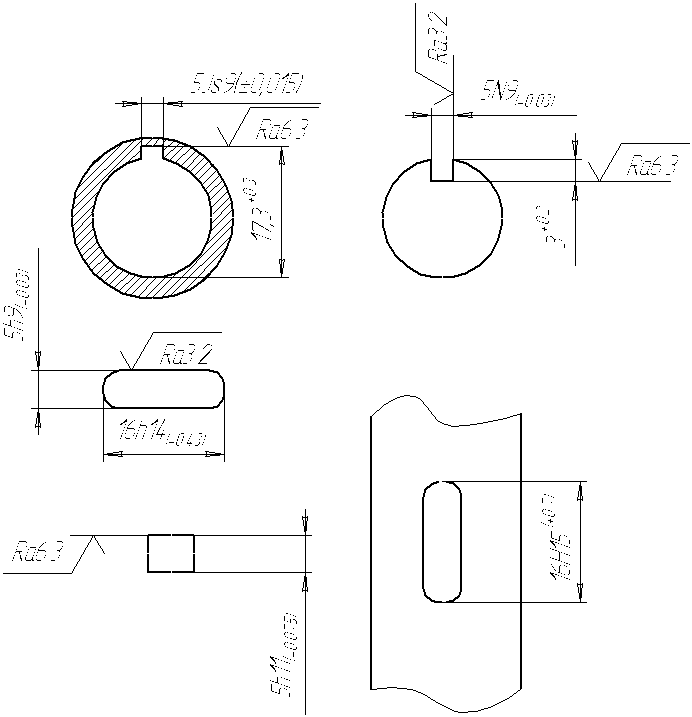


Рисунок 4.1 Шпонка.

**6 РАСЧЕТ РАЗМЕРНОЙ ЦЕПИ**

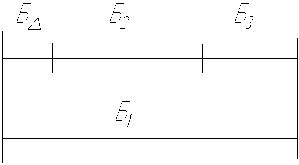


Рисунок 6.1 Размерная цепь



Корректировка размеров звеньев



Расчет на max-min:



Ближайшее значение а=160 мкм, JT12. Допуски звеньев по 12 квалитету.



Проверка принятых допусков 



Предельные отклонения звеньев: назначаем на охватываемые размеры как для основного вала, не охватывающие – как для основного отверстия.



Отклонения звена Б∆:



Проверка:



Вероятностный расчет:



Ближайшее значение а=250 мкм, JT13.

Допуски звеньев по 13 квалитету.



Проверка принятых допусков: 



Среднее отклонения звеньев:



Среднее отклонение звена Б1:



|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Звено | Б∆ | Б1 | Б2 | Б3 |
| Вид звена | замык | увелич | уменьш | уменьш |
| Размеры,мкм | 3-0,6 | 26 | 15 | 8 |
| Ед. допуска,мкм | ─ | 1,31 | 1,08 | 0,3 |
| Расчет на max-min | | | | |
| Табл. допуск, мкм | ─ | 210 | 180 | 150 |
| Прин. допуск, мкм | 600 | 270 | 180 | 150 |
| Верх. отклонение, мкм | 0 | -330 | 0 | 0 |
| Нижн. отклонение, мкм | -600 | -600 | -180 | -150 |
|  | 3-0,6 |  | 15-0,18 | 8-0,15 |
| Вероятностный расчет | | | | |
| Табл. допуск, мкм | ─ | 330 | 270 | 220 |
| Прин. допуск, мкм | 600 | 330 | 270 | 220 |
| Верх. откл, мкм | 0 | -380 | 0 | 0 |
| Нижн. откл, мкм | -600 | -710 | -270 | -220 |
| Среднее откл, мкм | -300 | -545 | -135 | -110 |
|  | 3-0,6 | 26-0,71 | 15-0,27 | 8-0,22 |

***БИБЛИОГРАФИЯ***

1 Серый И.С. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. – М.: Машиностроение, 1987. – 334с.

2 Мягков В.Д. Допуски и посадки /справочник. ч.1/. – Л.: Машиностроение, 1983. – 541с.

3 Мягков В.Д. Допуски и посадки /справочник. ч.2/. – Л.: Машиностроение, 1983. – 541с.

4 Козловский Н.С. Основы стандартизации, допуски и технические измерения. – М.: Машиностроение, 1982. – 284с.

5 Подшипники качения. Часть 1 – М.: Издательство стандартов. 1989. – 185с.

6 Методические указания. Выбор универсальных средств измерения линейных размеров до 500 (по применению ГОСТ 8.051-81) РД50-98-86. – М.: Издательство стандартов, 1987. – 83с.

7 Подшипники качения. Сборник государственных стандартов. Ч 1 – М.: Издательство стандартов, 1989. – 439с.