Министерство образования Республики Беларусь

Гомельский государственный машиностроительный техникум

Специальность ТО 301 Технология оборудования автоматизация машиностроения

 Группа ФТОМ 402

Курсовой проект

по предмету: Техническая механика ”Детали машин”

тема: Спроектировать одноступенчатый червячный редуктор с нижним расположением червяка с плоскоременным приводом

КП 0418.00.00.000

Разработал А.В. Климов

Проверил Т.Л. Тимошенко

2003

Министерство образования Республики Беларусь

Гомельский государственный машиностроительный техникум

Пояснительная записка

к курсовому проекту

КП 0418.00.00.000 ПЗ

Разработал А.В. Климов

Проверил Т.Л. Тимошенко

2003

Введение

***2***

*1*

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

1

**КП 0418.01.00.000.ПЗ**

 Разраб.

Климов А.В.

 Провер.

*Тимошенк*о

 Реценз.

 Н. Контр.

 Утверд.

***ВВЕДЕНИЕ***

Лит.

Листов

ФГМТ

Гр. ФТОМ - 402

*Редуктором называют механизм, состоящий из зубчатых или червячных передач, выполненный в виде отдельного агрегата и служащий для передачи мощности от двигателя к рабочей машине.*

 *Назначение редуктора - понижение угловой скорости и повышение*

 *вращающего момента ведомого вала посравнению с валом ведущим.*

 *Нам в нашей работе необходимо спроектировать редуктор для ленточного конвейера, а также расчитать ременнуюпередачу, двигатель. Редуктор состоит из литого чугунного корпуса, в котором помещены элементы передачи - червяк, червячное колесо, подшипники, вал и пр.*

 *Входной вал посредством плоскоременной передачи соединяется*

 *с двигателем, выходной - с конвейером.*

 *Червячные редукторы применяют для передачи движения между*

 *валами, оси которых перекрещиваются.*

 *Так как КПД червячных редукторов невысок, то для передачи*

*больших мощностей в установках, работающих непрерывно, проэктировать их нецелесообразно. Практически червячные редукторы применяют для передачи мощности, как правило, до 45кВт и в виде исключения до 150кВт.*

***1. Выбор электродвигателя и кинематический расчет***

***3***

3

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

1

**КП 0418.01.00.000.ПЗ**

 Разраб.

Климов А.В.

 Провер.

*Тимошенк*о

 Реценз.

 Н. Контр.

 Утверд.

***Выбор электродвигателя и кинематический расчет***

Лит.

Листов

ФГМТ

Гр. ФТОМ - 402

*.*

*Рисунок 1 – кинематическая схема привода.*

*1.1 Определение требуемой мощности электродвигателя.*

 *(1.1)*

*Где*  *– Выходная мощность*

*-коэффициент полезного действия общий.*

 *(1.2)*

*1.2 Определение ориентировочной частоты вращения вала электродвигателя.*

 *(1.3)*

*где - выходная частота вращения вала рабочей машины*

 *- Общее передаточное число редуктора.*

 *(1.4)*

***4***

*По таблице П1 приложения по требуемой мощности выбираем электродвигатель трехфазный короткозамкнутый серии 4А закрытый обдуваемый с синхронной частотой вращения 1500мин-1 4А132М4, с параметрами Рном = 11кВт, мин -1.*

*Кинематический силовой расчет привода.*

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

2

**КП 0418.01.00.000.ПЗ**

* 1. *Определение действительных передаточных отношений.*

 *(1.5)*

*Разбиваем по ступеням.*

*Принимаем стандартное значение (по таблице 23 [4]*

*Передаточное число ременной передачи*

 *Принимаем (1.6)*

 *1.5 Определяем частоты вращения и угловые скорости валов.*

 *(1.7)*

 *(1.8)*

 *(1.9)*

 *(1.10)*

 *(1.11)*

* 1. *Определяем мощность на валах*

***5***

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

3

**КП 0418.01.00.000.ПЗ**

 *(1.12)*

 *(1.13)*

* 1. *Определяем вращающие моменты на валах.*

 *(1.14)*

 *(1.15)*

***2. Расчет плоскоременной передачи****.*

***6***

*3*

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

1

 **КП 0418.02.00.000.ПЗ**

 Разраб.

Климов А.В.

 Провер.

*Тимошенко*

 Реценз.

 Н. Контр.

 Утверд.

***Расчет плоскоременной передачи***

Лит.

Листов

ФГМТ

Гр. ФТОМ - 402

*Исходные данные для расчета:*

*Мощность РТР = 8,09 кВт*

*Частота вращения ведущего малого шкива*

*nДВ = 1500 мин-1*

*Передаточное отношение U = 2,3*

*Вращающий момент на валу ведущего шкива*

*TДВ = 51,53 Н м*

*Диаметр ведущего шкива (мм) вычисляют по формуле*

*мм (2.1)*

*По найденному значению подбираем диаметр шкива из стандартного ряда по ГОСТ 173.83-73; Выбираем шкив с диаметром 200 мм.*

*Диаметр ведомого шкива определяем по формуле*

*мм. (2.2)*

*Из стандартного ряда шкивов выбираем шкив с диаметром 450 мм.*

*Передаточное отношение*

 *(2.3)*

*Межосевое расстояние передачи*

 *(2.4)*

*Угол обхвата малого шкива*

 *(2.5)*

*Длинна ремня мм. (2.6)*

*Расчетная скорость ремня*

***7***

 *(2.7)*

*Окружная сила Н*

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

2

**КП 0418.02.00.000.ПЗ**

 *(2.8)*

*Выбираем ремень Б800 с числом прокладок Z = 3:; р0 = 3 Н/мм.*

*Проверяем выполнение условий*

 *(2.9)*

*условие выполнено.*

*Коэффициент угла обхвата*

 *(2.10)*

*Коэффициент учитывающий влияние скорости ремня*

 *(2.11)*

*Коэффициент режима работы Ср по таблице (7.5)*

*Для передачи к ленточному конвейеру при постоянной нагрузке Ср = 1.0*

*Коэффициент учитывающий угол наклона линии центров передачи Со*

*При наклоне до 60 º принимаем Со = 1*

*Допускаемая рабочая нагрузка на 1 мм. ширины прокладки Н/мм.*

 *(2.12)*

*Ширина ремня ,мм.*

 *(2.13)*

*По таблице (7.1) принимаем b = 71мм.*

*Предварительное натяжение ремня Н.*

 *(2.14)*

*Натяжение ветвей Н.*

***8***

*Ведущей*

 *(2.15)*

*Ведомой*

 *(2.16)*

*Напряжение от силы F1 мПа*

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

3

**КП 0418.02.00.000.ПЗ**

 *(2.17)*

*Напряжение от центробежной силы мПа*

 *ρ= 1100 – плотность ремня*

 *(2.18)*

*Напряжение изгиба мПа*

*Еи = 100 ÷200 мПа*

 *(2.19)*

*Максимальное напряжение*

*Условие выполнено*

*Проверка долговечности ремня*

*Число пробегов*

 *(2.20)*

 *(2.21)*

*Сн = 1 при постоянной нагрузке (2.22)*

*Долговечность часов*

*Нагрузка на валах Н (2.23)*

***3. Расчет зубчатой передачи***

***9***

3

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

7

**КП 0418.03.00.000.ПЗ**

 Разраб.

Климов А.В.

 Провер.

*Тимошенк*о

 Реценз.

 Н. Контр.

 Утверд.

***Расчет зубчатой передачи***

Лит.

Листов

ФГМТ

Гр. ФТОМ - 402

*Исходные данные*

 *3.1 материал червяка и червячного колеса.*

*Для венца червячного колеса примем бронзу Бр 010Ф1, отлитую в кокиль.*

*Для червяка сталь 45 с закалкой до твердости не менее HRC 45 и последующим шлифованием.*

*Основное допускаемое контактное напряжение [ σн]´ =186 МПа.*

*Расчетное допускаемое напряжение [ σн] =[ σн]´х КHL*

*Где коэффициент долговечности примем по его минимальному значению КHL =0,67*

*тогда [ σн] =МПа. (3.1)*

*Число витков червяка Z1 принимаем в зависимости от передаточного числа при U = 10 принимаем Z1 = 4*

*Число зубьев червячного колеса Z2 = Z1 x U = 4 x 10 = 40 (3.1)*

*Принимаем предварительно коэффициент диаметра червяка q = 10;*

*Коэффициент нагрузки К = 1,2;*

*Межосевое расстояние aw = 250 мм;*

*m = 10мм;*

*Определяем Межосевое расстояние исходя из условия контактной прочности.*

 *(3.2)*

*Модуль (3.3)*

*Принимаем по ГОСТ2144-76 (таблица 4.1 и 4.2) стандартные значꐼΔия*

*m = 10*

*q = 10*

*а также Z2 = 40 Z1 = 4*

*Тогда пересчитываем межосевое расстояние по стандартным значениям m, q и Z2:*

***10***

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

2

**КП 0418.03.00.000.ПЗ**

 *(3.4)*

*Принимаем aw = 250 мм.*

*Основные размеры червяка.*

*Делительный диаметр червяка*

 *(3.5)*

*Диаметр вершин витков червяка*

 *(3.6)*

 *(3.7)*

*Длинна нарезной части шлифованного червяка (по формуле 4.7)*

 *(3.8)*

*Делительный угол подъема Y (по таблице 4.3) при Z1 = 4 и q =10;*

*Принимаем Y = 21 º48´*

*Основные размеры венца червячного колеса:*

*Делительный диаметр червячного колеса*

*d2 = Z2 x m = 40 x 10 = 400мм (3.9)*

*Диаметр вершин зубьев червячного колеса*

 *(3.10)*

*Диаметр впадин зубьев червячного колеса*

 *(3.11)*

*Наибольший диаметр червячного колеса*

 *(3.12)*

*Ширина венца червячного колеса (формула 4.12)*

 *(3.13)*

*Окружная скорость червяка.*

 *(3.14)*

*Скорость скольжения.*

 *(3.15)*

*КПД редуктора с учетом потерь в опорах, потерь на разбрызгивание и перемешивания масла*

***11***

 *(3.16)*

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

3

**КП 0418.03.00.000.ПЗ**

*По таблице (4.7) выбираем 7-ю степень точности передачи и находим значение коэффициента динамичности Kv = 1,1*

*Коэффициент неравномерности распределения нагрузки (формула 4.26)*

 *(3.17)*

*В этой формуле коэффициент деформации червяка при q =10 и Z1 =4 по таблице (4.6) принимаем*

*При незначительных колебаниях нагрузки вспомогательный коэффициент Х =0,6 (стр. 65 1)*

 *Коэффициент нагрузки*

 *(3.18)*

*Проверяем контактное напряжение*

 *(3.19)*

*мПа < [GH] = 125мПа.*

*Проверяем прочность зубьев червячного колеса на изгиб.*

*Эквивалентное число зубьев.*

 *(3.20)*

*Коэффициент формы зуба (по таблице 4.5)*

*YF = 2,19*

*Напряжение изгиба П = 7,903 мПа (3.21)*

***4. Предварительный расчет валов***

***12***

*1*

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

1

**КП 0418.04.00.000.ПЗ**

 Разраб.

Климов А.В.

 Провер.

*Тимошенко*

 Реценз.

 Н. Контр.

 Утверд.

***Предварительный расчет валов***

Лит.

Листов

ФГМТ

Гр. ФТОМ - 402

*Ведущий вал*

*Диаметр выходного конца при допускаемом напряжении (по формуле 8.16)*

 *(4.1)*

*По ГОСТ принимаем dВ1 =40мм*

*Диаметры подшипниковых шеек dП1 = 50мм*

*Параметры нарезной части:*

*dF1 = 76мм*

*d1 = 100мм*

*dа1 =120мм*

*Для выхода режущего инструмента при нарезании витков рекомендуется участки вала, прилегающие к нарезке протачивать до диаметра меньше dF1*

*Длинна нарезной части b1 = 201мм*

*Расстояние между опорами червяка l1 = dam2 = 465мм*

*Ведомый вал.*

*Диаметр выходного конца*

 *(4.2)*

*Принимаем ближайшее большее значение из стандартного ряда (стр. 162)*

*Принимаем dВ2 = 55мм.*

*Диаметр вала под подшипниками dП2 = 60мм*

*Под зубчатым колесом dK2 = 70*

***5. Конструктивные размеры червяка и червячного колеса***

***13***

1

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

1

 **КП 0418.05.00.000.ПЗ**

 Разраб.

Климов А.В.

 Провер.

*Тимошенко*

 Реценз.

 Н. Контр.

 Утверд.

***Конструктивные размеры червяка и червячного колеса***

Лит.

Листов

ФГМТ

Гр. ФТОМ - 402

*Червяк выполняется за одно целое с валом, его размеры определены выше.*

*d1 = 100мм*

*da1 = 120мм*

*b1 =170мм*

*Колесо кованое*

*d2 = 400мм*

*dа2 = 420мм*

*b2 = 80,4мм*

*Диаметр ступицы (5.1)*

*Принимаем dст2 =120мм*

*Длинна ступицы (5.2)*

*Принимаем Lст2 =100мм*

***6. Конструктивные размеры корпуса редуктора.***

***14***

1

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

1

**КП 0418.06.00.000.ПЗ**

 Разраб.

Климов А.В.

 Провер.

*Тимошенко*

 Реценз.

 Н. Контр.

 Утверд.

***Конструктивные размеры корпуса редуктора***

Лит.

Листов

ФГМТ

Гр. ФТОМ - 402

*Толщина стенок корпуса и крышки*

 *(6.1)*

*Принимаем*

 *(6.2)*

*Принимаем*

*Толщина фланцев (поясов)корпуса и крышки*

 *(6.3)*

*Толщина нижнего пояса корпуса при наличии бобышек*

 *(6.4)*

 *(6.5)*

*Принимаем*

*Диаметры болтов*

*Фундаментных*

 *(6.6)*

*Принимаем болты с резьбой М22*

*Диаметры болтов*

 *(6.7)*

*Принимаем*

 *(6.8)*

*Принимаем*

***7. Эскизная компоновка редуктора***

***15***

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

1

***КП 0418.07.00.000.ПЗ***

 Разраб.

Климов А.В.

 Провер.

*Тимошенко*

 Реценз.

 Н. Контр.

 Утверд.

***Эскизная компоновка редуктора***

Лит.

Листов

ФГМТ

Гр. ФТОМ - 402

*Первый этап компоновки редуктора*

*Принимаем зазор между стенкой и ступицей червячного колеса*

*L1 = 465мм; L2 = 143мм; а1 = 33мм; а2 = 22мм; LСТ2 = 100мм; aw = 250мм; d1 = 100мм; d2 =400мм.*

*В связи с тем что в червячном зацеплении возникают значительные осевые усилия, принимаем радиально упорные подшипники ; шариковые средней серии для червяка и роликовые конические легкой серии для вала червячного колеса (таблица П6 и П7)*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Условное обозначение подшипника* | *d* | *D* | *B* | *T* | *r* | *C**kH* | *Co**kH* |
| *46310* | *50* | *110* | *27* | *20* | *3* | *71,8* | *44* |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Условное обозначение подшипника* | *d* | *D* | *T* | *B* | *c* | *r* | *r1* | *C* | *Co* | *L* | *Y* | *Yo* |
| *7212* | *60* | *110* | *23,75* | *23* | *19* | *2,5* | *0,8* | *78* | *58* | *0,35* | *1,71* | *0,94* |

***8. Подбор и проверка долговечности подшипников.***

***16***

*4*

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

1

***КП 0418.08.00.000.ПЗ***

 Разраб.

Климов

 Провер.

*Тимошенко*

 Реценз.

 Н. Контр.

 Утверд.

***Подбор и проверка долговечности подшипников***

Лит.

Листов

ФГМТ

Гр. ФТОМ - 402

*Силы в зацеплении*

*Окружная сила на червячном колесе , равная осевой силе на червяке.*

 *(8.1)*

*Окружная сила на червяке равная осевой силе на колесе*

 *(8.2)*

*Радиальные силы на колесе и червяке*

 *(8.3)*

*При отсутствии спец требований червяк должен иметь правое направление витков*

*Вал червяка*

*Расстояние между опорами червяка l1 = dam2 = 465мм*

*Диаметр d1 = 100мм*

*Реакции опор в плоскости X,Z*

 *(8.4)*

*В плоскости Y, Z*

 *(8.5)*

 *(8.6)*

*Проверка (8.7)*

*Суммарные реакции*

 *(8.8)*

 *(8.9)*

***17***

*Осевые составляющие радиальных реакций шариковых радиально упорных подшипников*

 *(8.10)*

 *(8.11)*

*где для подшипников шариковых радиально упорных с углом α=26º коэффициент осевого нагружения е = 0,68*

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

2

***КП 0418.08.00.000.ПЗ***

*Осевые нагрузки подшипников*

*В данном случае (8.12)*

*Тогда (8.13)*

*Рассмотрим левый (первый) подшипник*

*Отношение осевую нагрузку не учитываем (8.14)*

*Эквивалентная нагрузка*

 *(8.15)*

*где*

*Долговечность определяем по более нагруженному подшипнику*

*Рассмотрим правый (второй) подшипник*

*Отношение (8.16)*

 *(8.17)*

*Эквивалентную нагрузку определяем с учетом осевой.*

*где*

*Расчет на долговечность, млн.об (по формуле 9.1)*

*млн.об (8.19)*

*Расчетная долговечность ч (8.20)*

***18***

*Ведомый вал*

*Расстояние между опорами червяка l2 = 143мм*

*Диаметр d2 = 400мм*

*Реакции опор в плоскости X,Z*

 *(8.21)*

*В плоскости X, Z*

 *(8.22)*

 *(8.23)*

*Проверка (8.24)*

*Суммарные реакции*

 *(8.25)*

 *(8.26)*

*Осевые составляющие радиальных реакций конических подшипников*

 *(8.27)*

 *(8.28)*

*где для подшипников 7212 коэффициент осевого нагружения е = 0,35*

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

3

***КП 0418.08.00.000.ПЗ***

*Осевые нагрузки подшипников*

*В данном случае (8.29)*

*Тогда*

*Рассмотрим правый подшипник с индексом (3) (8.30)*

*Отношение поэтому при подсчете эквивалентной нагрузки осевые силы не учитываем*

*Эквивалентная нагрузка*

***19***

 *(8.31)*

*где*

*В качестве опор ведомого вала применены одинаковые подшипники 7212*

*Долговечность определяем по более нагруженному подшипнику*

*Рассмотрим левый подшипник с индексом (4)*

*Отношение Эквивалентную нагрузку определяем с учетом осевой. (8.32)*

*где для конических подшипников 7212*

*Расчет на долговечность, млн.об (по формуле 9.1)*

*млн.об (8.33)*

*Расчетная долговечность ч*

 *(8.34)*

*Столь большая долговечность объясняется тем что по условию монтажа диаметр шейки должен быть больше диаметра dВ2 = 55мм. Поэтому был выбран подшипник 7212. Кроме того, следует учесть, что ведомый вал имеет малую частоту вращения n = 65,2мин-1*

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

4

***КП 0418.08.00.000.ПЗ***

***9. Проверка прочности шпоночных соединений***

***20***

*1*

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

1

***КП 0418.09.00.000.ПЗ***

 Разраб.

Климов

 Провер.

*Тимошенко*

 Реценз.

 Н. Контр.

 Утверд.

***Проверка прочности шпоночных соединений***

Лит.

Листов

ФГМТ

Гр. ФТОМ - 402

*Проведем проверку прочности лишь одного соединения, передающего вращающий момент от вала червячного колеса к шкиву ременной передачи.*

*Диаметр вала в этом месте dВ2 = 55мм*

*Сечение и длинна шпонки t x h x L = 16 x 10 x 80*

*Глубина паза t1 = 6мм; L = 80мм*

*Момент TK2 = T2 =802 x 10 3Н мм*

*Напряжение смятия*

 *(9.1)*

*- для стали*

 *Условие GСМ < [GСМ] выполняется.*

***10. Уточненный расчет валов***

***21***

*3*

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

1

 ***КП 0418.10.00.000.ПЗ***

 Разраб.

Климов .

 Провер.

*Тимошенко*

 Реценз.

 Н. Контр.

 Утверд.

***Уточненный расчет валов***

Лит.

Листов

ФГМТ

Гр. ФТОМ - 402

*Проверим стрелу прогиба червяка.*

*Приведенный момент инерции поперечного сечения червяка.*

 *(10.1)*

*(10.2)*

*Стрела прогиба*

*Допускаемый прогиб*

 *(10.3)*

*Таким образом, жесткость обеспечена, так как*

***22***

*Fa1*

*RBy2*

100

232

232

A

B

*Ft1*

*RAy1*

*RBx2*

*RAx1*

***Плоскость YZ***

*Fa1*

*Fr1*

*Fr1*

*RBy2*

*RAy1*

*1*

*2*

*3*

*4*

*FB*

Z

Y

X

Эпюра M. (H·м)

***Плоскость XZ***

*RAx1*

*RBx2*

*Ft1*

0

0

d

69

269

261

Эпюра M. (H·м)

261

Эпюра Т. (H·м)

1707 Н

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

2

***КП 0418.10.00.000.ПЗ***

*Плоскость YZ (Н ·м)*

*M1 = 0*

*M4 = 0*

*Плоскость XZ (Н ·м)*

*M1 = 0*

*M4 = 0*

 *Рисунок 2 – расчетная схема*

 *ведущего вала*

***23***

*Fa2*

*RBy2*

80

71,5

71,5

A

B

*Ft2*

*RAy*

*RBx2*

*RAx*

***Плоскость YZ***

*Fa1*

*Fr1*

*RBy*

*RAy*

*1*

*2*

*3*

*4*

Z

Y

X

***Плоскость XZ***

*RAx1*

*RBx2*

*Ft1*

0

0

D

*Fr2*

83

Эпюра M. (H·м)

452

159

159

Эпюра M. (H·м)

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

3

***КП 0418.10.00.000.ПЗ***

*Плоскость YZ*

*M1 = 0*

*M4 = 0*

*Плоскость XZ*

*M1 = 0*

*M3 = M2 = 159 H ·м*

*М4 = 0*

 *Рисунок 3 – расчетная схема*

 *ведомого вала*

1. ***Выбор посадок и расчет полей допусков***

***24***

*4*

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

*1*

 ***КП 0418.11.00.000.ПЗ***

 Разраб.

Климов

 Провер.

*Тимошенко*

 Реценз.

 Н. Контр.

 Утверд.

***Выбор посадок и расчет полей допусков***

Лит.

Листов

ФГМТ

Гр. ФТОМ - 402

*Посадки назначаем в соответствии с указаниями, данными в таблице 10,13*

*Определяем предельное отклонение, предельные размеры, допуск, предельные зазоры или натяги, допуск посадки.*

*Посадка червячного колеса на вал Ø70мм по ГОСТ 25347-82*

1. *Посадка в системе отверстия, вид посадки с натягом.*
2. *Номинальный размер D = 70мм.*
3. *Детали соединения*

 *отверстие. Ø70Н7, квалитет 7*

 *вал Ø70 р6, квалитет 6*

1. *Предельные отклонения ГОСТ25347-82*

 *отверстие ES = +0,03мм = +30мкм*

 *EI = 0*

 *вал es = +0.051мм = 51мкм*

 *ei = +0,032мм = 32мкм*

1. *Обозначения на чертежах*

1. *Предельные размеры (мм)*

 *отверстие Dmax = D + ES = 70 + (+0,030) = 70,030 (11.1)*

 *Dmin = D + EI = 70 + 0 = 70 (11.2)*

 *вал dmax = D + es = 70 + (+0,051) = 70,0,51 (11.3)*

 *dmin = D + ei = 70 + (+0,032) = 70,032 (11.4)*

1. *Допуски мм.*

 *Отверстие TD = Dmax – Dmin = 70,030 – 70 = 0,030 (11.5)*

 *TD = ES – EI = 0,030 – 0 = 0,030 (11.6)*

 *вал Td = dmax - dmin = 70,051 – 70,032 = 0,019 (11.7)*

 *Td = es – ei = 0,051 – (+0,032) = 0,019 (11.8)*

1. *Предельные зазоры (мм)*

***25***

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

2

***КП 0418.11.00.000.ПЗ***

 *Nmax = dmax – Dmin = 70,051 – 70 = 0,051 (11.9)*

 *Nmax = es – EI = 0,051 – 0 = 0,051 (11.10)*

 *Nmin = dmin = Dmax = 70,032 – 70,030 = 0,002 (11.11)*

 *Nmin = ei – ES = 0,032 – 0,030 = 0,002 (11.12)*

 *(11.13)*

1. *Допуск посадки (мм)*

 *ТП = TD + Td = 0,030 + 0,019 = 0,049 (11.14)*

 *ТП = TS = Nmax – Nmin = 0,051 – 0,002 = 0,049 (11.15)*

1. *Схема поля допуска.*

*H7*

*p6*

*+*

*\_*

*0*

*51*

*30*

*32*

*EI = 0*

*Dmin*

*Dmax*

*dmin*

*dmax*

*ei*

*es*

*мкм*

 *рисунок 4 - Схема поля допуска червячного колеса на вал*

*Посадка шкива ременной передачи на вал редуктора Ø40мм по ГОСТ 25347-82*

1. *Посадка в системе отверстия, вид посадки переходная.*
2. *Номинальный размер D = 40мм.*
3. *Детали соединения*

 *отверстие. Ø40Н7, квалитет 7*

 *вал Ø40 n6, квалитет 6*

1. *Предельные отклонения ГОСТ25347-82*

 *отверстие ES = +0,025мм = +25мкм*

 *EI = 0*

 *вал es = +0.033мм = 33мкм*

 *ei = +0,017мм = 17мкм*

1. *Обозначения на чертежах*

***26***

1. *Предельные размеры (мм)*

 *отверстие Dmax = D + ES = 40 + (+0,025) = 40,025 (11.16)*

 *Dmin = D + EI = 40 + 0 = 40 (11.17)*

 *вал dmax = D + es = 40 + (+0,028) = 40,033 (11.18)*

 *dmin = D + ei = 40 + (+0,015) = 40,017 (11.19)*

1. *Допуски мм.*

 *Отверстие TD = Dmax – Dmin = 40,025 – 40 = 0,025 (11.20)*

 *TD = ES – EI = 0,025 – 0 = 0,025 (11.21)*

 *вал Td = dmax - dmin = 40,033 – 40,017 = 0,016 (11.22)*

 *Td = es – ei = 0,033 – (+0,017) = 0,016 (11.23)*

1. *Предельные зазоры (мм)*

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

3

***КП 0418.11.00.000.ПЗ***

 *Nmax = dmax – Dmin = 40,033 – 40 = 0,033 (11.24)*

 *Nmax = es – EI = 0,033 – 0 = 0,033 (11.25)*

 *Nmin = dmin = Dmax = 40,017 – 40,025 = -0,008 (11.26)*

 *Nmin = ei – ES = 0,017 – 0,025 = -0,008 (11.27)*

 *(11.28)*

1. *Допуск посадки (мм)*

 *ТП = TD + Td = 0,025 + 0,017 = 0,042 (11.29)*

 *ТП = TS = Nmax – Nmin = 0,033 – (-0,008) = 0,042 (11.30)*

1. *Схема поля допуска.*

*H7*

*n6*

*+*

*\_*

*0*

*33*

*25*

*17*

*EI = 0*

*Dmin*

*Dmax*

*dmin*

*dmax*

*ei*

*es*

*мкм*

 *рисунок 5 - Схема поля допуска шкива ременной передачи на вал редуктора*

*Посадка бронзового венца на чугунный центр*

***27***

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

4

***КП 0418.10.00.000.ПЗ***

*Шейки валов под подшипники выполняем с отклонением вала к6.*

*Отклонения отверстий в корпусе под наружный кольца по Н7*

***12. Выбор сорта масла***

***28***

*1*

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

1

***КП 0418.12.00.000.ПЗ***

 Разраб.

Климов

 Провер.

*Тимошенко*

 Реценз.

 Н. Контр.

 Утверд.

***Выбор сорта масла***

Лит.

Листов

ФГМТ

Гр. ФТОМ - 402

*Тепловой расчет*

*Для проектируемого редуктора площадь теплоотводящей поверхности А ≈0,83 м 2*

*(здесь учитывалась также площадь днища.), поэтому конструкция опорных лап обеспечивают циркуляцию воздуха около днища.*

*По формуле (10,1) условие работы редуктора без перегрева при продолжительной работе.*

 *(12.1)*

*Допускаемый перепад температур при нижнем расположении червяка.*

*Смазывание зацепления и подшипников производится разбрызгиванием жидкого масла. При контактных напряжениях Gн = 125 мПа и скорости скольжения Vs = 3,76м/с.*

*Рекомендуемая вязкость масла должна быть приблизительно равна 20 х 10-6 м2/с*

*Принимаем масло авиационное МК-22*

***Содержание***

***30***

*1*

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

1

***КП 0418.00.00.000.ПЗ***

 Разраб.

Климов

 Провер.

*Тимошенко*

 Реценз.

 Н. Контр.

 Утверд.

***Содержание***

Лит.

Листов

ФГМТ

Гр. ФТОМ - 402

*Введение 2*

1. *Выбор электродвигателя и кинематический расчет 3*
2. *Расчет плоскоременной передачи. 6*
3. *Расчет зубчатой передачи 9*
4. *Предварительный расчет валов 12*
5. *Конструктивные размеры шестерни и колеса. 13*
6. *Конструктивные размеры корпуса редуктора 14*
7. *Эскизная компоновка редуктора 15*
8. *Подбор и проверка долговечности подшипников 16*
9. *Подбор и проверочный расчет шпоночных соединений 20*
10. *Уточненный расчет валов 21*
11. *Выбор посадок и расчет полей допусков 24*
12. *Выбор сорта масла 28*
13. *Литература. 29*