|  |  |
| --- | --- |
|  | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (УрФУ)  **Нижнетагильский технологический институт (филиал)**  **Кафедра/департамент** **технологического образования** |

Оценка\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Руководитель курсового проектирования Т.А.Рябоконь

Члены комиссии\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Дата защиты\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**ОТЧЕТ**

**о курсовой работе**

**по теме: ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕДУКТОРА К ПРИВОДУ**

Вариант №17б

Студент: Ялунин Е.С\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Группа: Т-303001\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Нижний Тагил

2022

|  |  |
| --- | --- |
|  | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (УрФУ)  **Нижнетагильский технологический институт (филиал)**  **Кафедра/департамент** **технологического образования** |

**Задание**

**на курсовой проект/работу**

СтудентЯлунин Е.С**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

группаТ-303001**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

специальность/направление подготовки ТССН**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

1. Тема курсового проекта/работы

Проектирование редуктора к приводу\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

2. Содержание проекта/работы, в том числе графических работ и расчетов

Расчеты, сборочный чертеж редуктора со спецификацией, деталирование сборочного чертеж(две детали)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

3. Дополнительные сведения

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

4. План выполнения курсового проекта/работы

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование элементов проектной работы | Сроки | Примечания | Отметка о выполнении |
| Расчеты | 1.09.22-30.09.22 |  |  |
| Компоновка | 1.10.22-20.10.22 | Мм бумага |  |
| Сбороч. чертеж | 21.10.22-20.11.22 | А1 |  |
| Деталирование | 21.11.22-25.12.22 | А2,А3 |  |

Руководитель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /\_\_Рябоконь Т.\_А.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/

|  |  |
| --- | --- |
|  | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (УрФУ)  **Нижнетагильский технологический институт (филиал)**  **Кафедра/департамент** **технологического образования** |

**РЕЦЕНЗИЯ**

**на курсовую работу (проект)**

Студент**\_**Ялунин Егор Сергеевич**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**группа **\_**Т-303001**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

(фамилия имя отчество)

Тема курсовой работы / проекта **Проектирование редуктора к приводу**\_\_\_\_

Модуль/дисциплина Основы проектирование машин/ДМ и ОК

1. Соответствие результатов выполнения работы целям и задачам курсового проектирования результатам по дисциплине/модулю

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_соответствуют\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

2. Оригинальность и самостоятельность выполнения работы **курсовая работа выполнена самостоятельн\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

3. Полнота и глубина проработки разделов: **курсовая работа выполнена в полном обьеме\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

4. Общая грамотность и качество оформления текстового документа и графических материалов: **ошибки в расчетной и графической частях исправлены \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

5. Вопросы и замечания: к **защите допущен \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

6. Общая оценка работы \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Сведения о рецензенте:

Ф.И.О.\_\_\_\_\_\_\_\_Рябоконь Т.А.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Должность старший преподаватель департамента ТО\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

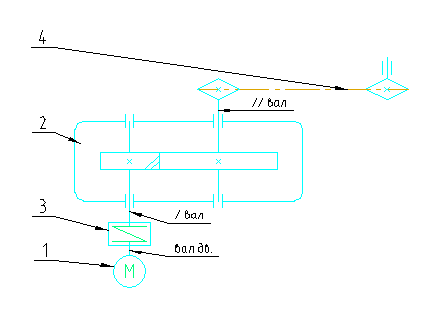
Место работы НТИ(ф) УрФУ\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Уч. звание \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Уч. степень \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Подпись \_\_\_\_Рябоконь ТА\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Задание на проект**

*Привод подвесного конвейера*



***1 - двигатель***

***2 - редуктор***

***3 - муфта МУВП***

***4 - цепная передача***

**Рис. 1.**

Таблица 1

|  |  |
| --- | --- |
| Исходные данные | |
| Мощность ведомой звездочки P, кВт | 11 |
| Частота ведомой звездочки n,об/мин | 60 |
| Долговечность зацепа L, ч | 15000 |

**1.Введение**

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 крутящего момента ведомого вала, по сравнению с ведущим.

Нам в нашей работе необходимо спроектировать зубчатый-цилиндрический редуктор для ленточного транспортера, а также подобрать двигатель, муфту. Редуктор состоит из разъемного чугунного корпуса, в котором помещены элементы передачи – валы, зубчатые колеса, подшипники, и пр.

Привод ленточного конвейера состоит из приводного вала, электродвигателя, зубчатый цилиндрический редуктор, муфты, приводного вала.

Цель работы является разработкой редуктора

Охарактеризуем его:

1.Одноступенчатый

2.Колесо-косозубое, шестерня-прямозубая

3. Цилиндрический

4. Горизонтальный

Достоинства:

1. Одно из главных преимуществ – это высокий коэффициент полезного действия. Принято считать, что КПД такого редуктора 98%  
2. Сравнительно большая нагрузочная способность.

3. Довольно небольшой люфт выходного вала, обеспечивающий сравнительно высокую кинематическую точность.  
4. Низкая рабочая температура, чему содействует один из самых высоких КПД.   
5. Возможность реверса, несмотря на передаточное число, другими словам – полное отсутствие такого явления, как самоторможение.

6. Стабильное функционирование при частых запусках и остановках агрегата, вместе с этим и при неравномерных нагрузках.

Недостатки:

1. Сравнительно небольшое передаточное число в режиме работы одной ступени.   
2. Издают при работе во много раз больше шума, чем цилиндры, в основе работы которых лежит червячный привод.   
3. К недостатку работы можно отнести и отсутствие у такового функции обратимости, а именно – самоторможения.

***Содержание***

Задание на проект………………………………………………………………4

Введение………………………………………………………………………...5

1. Выбор электродвигателя, кинематический и силовой расчет привода.....8

2. Расчет закрытой зубчатой цилиндрической передачи……………………10

3. Расчет цепной передачи…………………………………………………….15

4. Расчет первого вала редуктора………………………………………….…21

5. Расчет подшипников первого вала по динамической грузоподьемности.29

6. Расчет второго вала редуктора……………………………………………..30

7. Расчет подшипников второго вала по динамической групоподьемности.37

8. Конструкционные размеры корпуса и крышки редуктора………………39

9. Расчет шпоночных соединений…………………………………...……….40

10. Расчет ведомого вала в сечений под зубчатым колесом на усталостью прочность……………………………………………………………..……….41

11. Смазка зацепления и подшипников………………………………………43

12. Выбор муфты…………………………………………...………………….44

13. Порядок сборки редуктора…………………………..…………………...45

Заключение…………..………………………………………………………..46

Библиографический список………………………………………………..…47

1. **Выбор электродвигателя, кинематический и силовой расчет привода**
   1. Общий КПД привода

Где

*1.2* Требуемая мощность электродвигателя

1.3 Выбор электродвигателя

Выбираю двигатель АИР160S2Y3

1.4 Передаточное число привода и его разбавка

1.5 Кинематический расчет привода

Таблица 2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | ω, | P , Вт | Т , Н\*м |
| дв | 970 | 101,53 | 12200 | 120,16 |
| Ⅰ | 970 | 101,53 | 11836 | 116,57 |
| Ⅱ | 215,5 | 22,55 | 11366 | 504,03 |
|  | 60 | 6,28 | 11000 | 1751,59 |

**2. Расчет закрытой зубчатой цилиндрической передачи**

2.1 Выбор материала шестерни и колеса

Принимаем: сталь 45(термообработка-улучшено)

,5 – для шестерни

– для зубчатого колеса

2.2 Определим допускаемые контакты напряжений

– коэффициент долговечности

Так как при долговечности L=15000ч, нагружение каждого зуба будет больше баз числа

- Меньшее значение

2.3 Допускаемые напряжение износа

Где

285,5=499,6 МПа

248,5=434,9 МПа

2.4 Межосевое расстояние

Принимаем:

2.5 Нормальный модуль зацепления

Принимаем:

2.6 Число зубьев шестерни и колеса

Β= – для косозубых

Принимаем:

2.7 Фактическая передаточное число

2.8 Определяем угол наклона зубьев β

Cosβ=

Β=arccos0,96=

2..9 Основные размеры зубчатых колес

2.10 Силы зацепления

Н

2.11 Коэффициент шестерни по диаметру

2.12 Окружная скорость колеса

V=

Передача низкой точности, n=9

2.13 Проверка зубьев по контактным напряжениям

Где

=402 МПа

Условие выполняется

2.14 Проверка прочности зубьев по напряжением изгиба

Где

Числа зубьев эквивалентных цилиндрических колес

Напряжение изгиба зубьев

Вывод: условие выполняется, проверка зубьев колес по напряжением изгиба показала запас прочности.

**3.Расчет цепной передачи**

3.1 Определить шаг цепи

Условие выполнено

Принимаю: Р=50,8 мм =21 Н/

V=1

Принимаем цепь: Пр-50,8-22700

3.2 Определить число зубьев ведомой звездочки

Условие выполнено

3.3 Определить фактическое передаточное число

Условие выполнено

3.4 Определить оптимальное межосевое расстояние

a = (30…50) p

a=40\*50,8=2032 мм

3.5 Определить число звеньев цепи

3.6 Уточнить межосевое расстояние

3.7 Определить фактическое межосевое расстояние

3.8 Определить длину цепи

3.9 Определить диаметры звездочек

Диаметры делительной окружности

Ведущая звездочка

Ведомая звездочка

Диаметры выступов

Ведущей звездочки

K=0,7

Ведомой звездочки

Диаметр окружности впадин

Ведущей звездочки

Ведомой звездочки

Проверочный расчет

3.10 Проверка частоты вращения

215,5≤295,27

Условие выполнено

3.11 Проверить число ударов цепи о зубья звездочки

0,929≤10

Условие выполнено

3.12 Определить фактическую скорость цепи

3.13 Определить окружную силу, передаваемую цепью

3.14 Проверка давление в шарнирах цепи

A=14,27\*31,75=453

Условие выполнено

3.15 Проверка прочности цепи

3.16 Определить силу давление цепи

**4. Геометрические размеры первого вала**

Т.к.

Диаметр под муфту

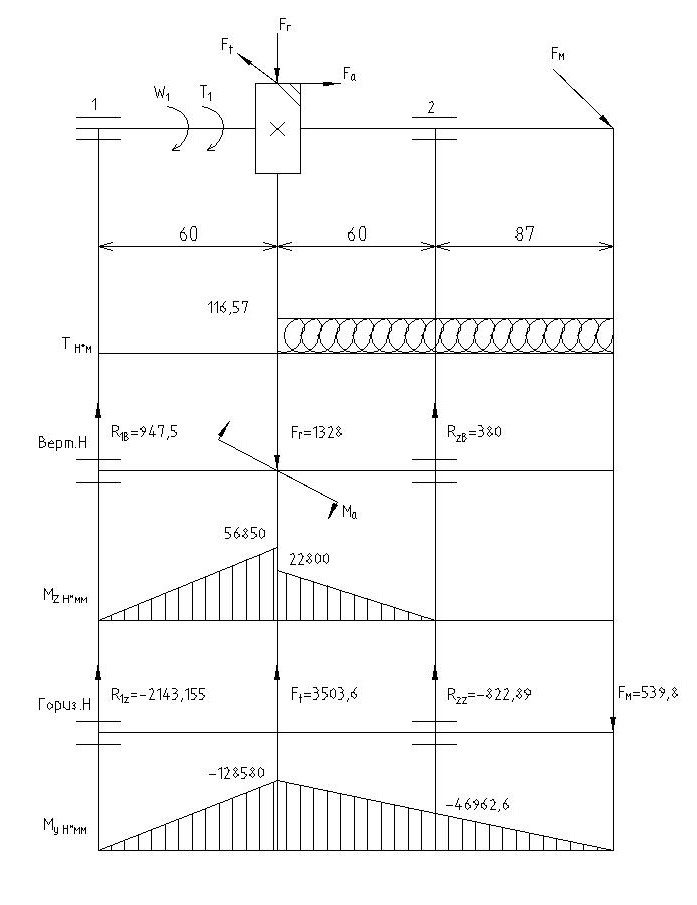
Для двигателя АИР160S2Y3

Диаметр под подшипников

Выбор подшипников

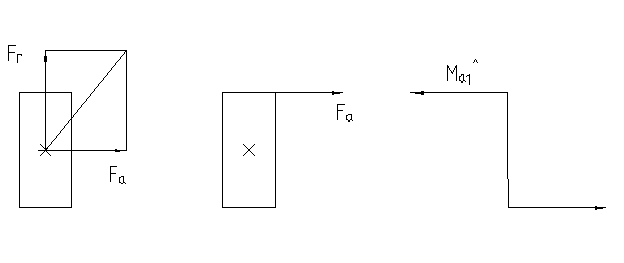
Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N |  | D | B | C, кН |  |
| 209 | 45 | 85 | 19 | 33,2 | 18,6 |



**Рис.2**

4.2 Силы действующие на первый вал



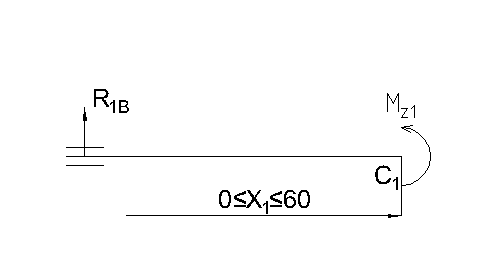
**Рис.3**

4.3 Построение эпюра для первого вала

В вертикальной плоскости

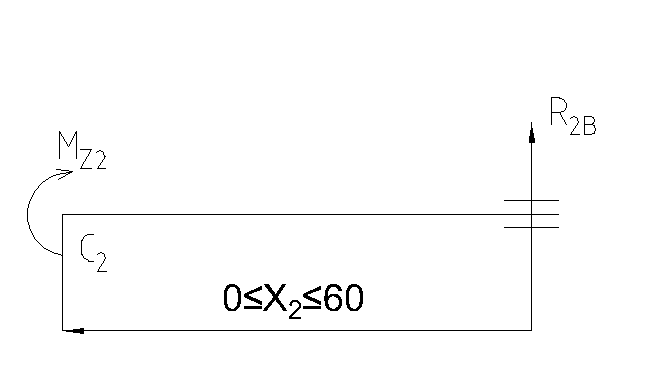
Реакция подшипников

Участок 𝛪

**

**Рис.4**

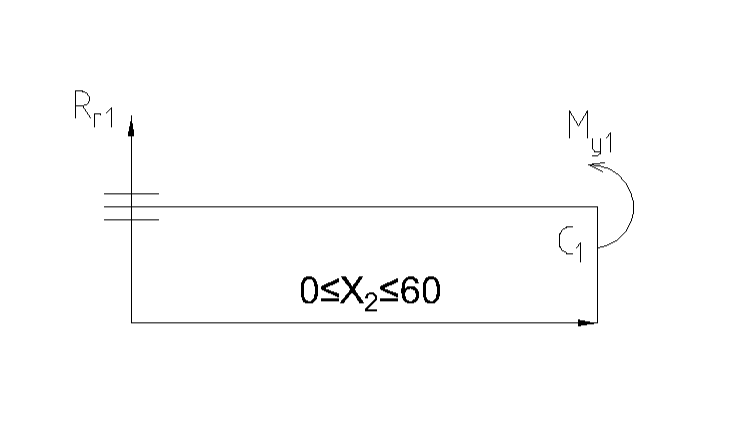
Участок 𝛪𝛪



**Рис.5**

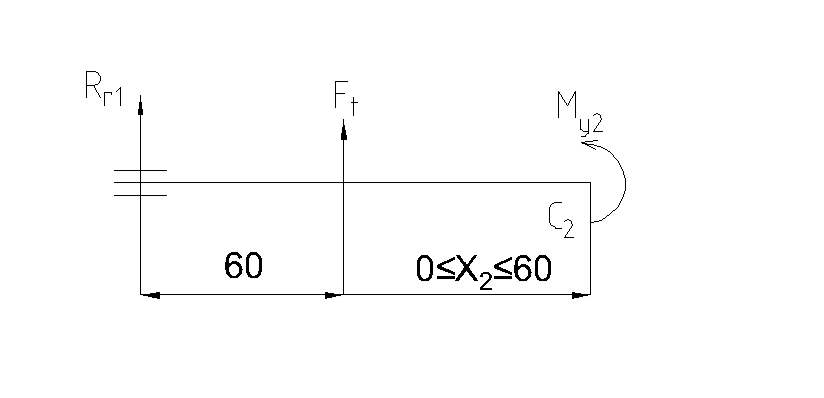
-

Участок 𝛪



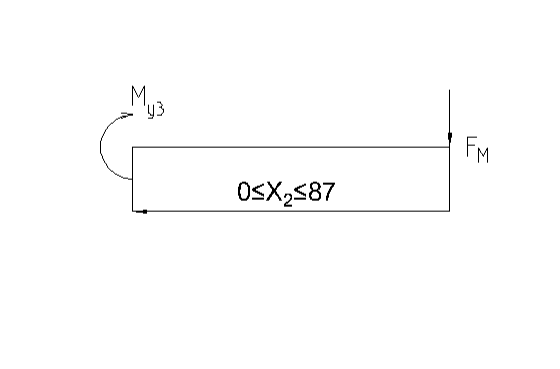
**Рис.6**

Участок 𝛪𝛪



**Рис.7**

Участок 𝛪𝛪𝛪

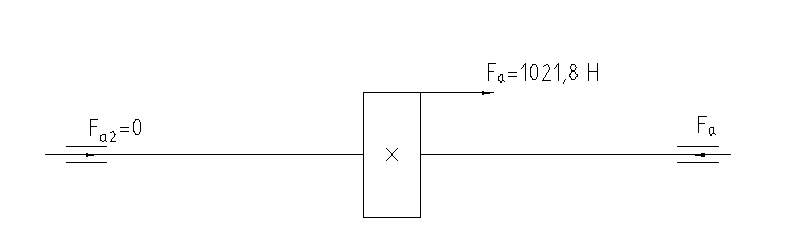


**Рис.8**

**5. Расчет подшипника первого вала**

По динамической грузоподъёмности

5.1 Суммарные реакции подшипников 1 и 2

5.2 Осевые составляющие радиальных реакции**

**Рис.9**

5.3 Рассмотрим опору 𝛪

5.4 Рассмотрим опору 𝛪𝛪

(0,561906,39+2,301021,8) 1,11=3143,49 H

5.5 Определяем долговечность подшипников

Где

Вывод: подшипник 207 ГОСТ 8338-75 на первом валу.

**6. Расчет второго вала редуктора**

6.1 Геометрические размеры второго вала

Диаметр под шестерню:

Принимаем:

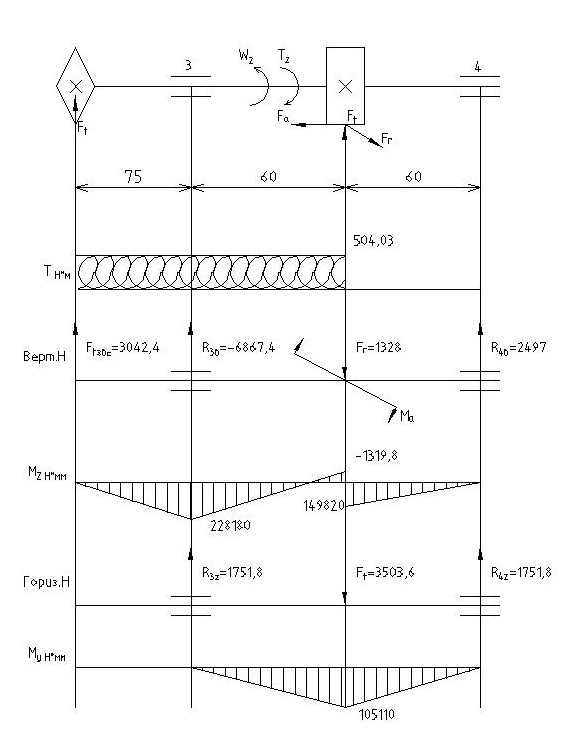
Диаметр под подшипника:

Принимаем:

Выбор подшипников

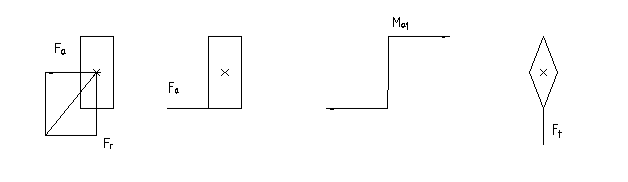
Таблица 4

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N |  | D | T | B | C, мм |  |
| 212 | 60 | 110 | - | 22 | 57,0 | 31,0 |



**Рис.10**

6.2 Силы действующие на второй вал



**Рис.11**

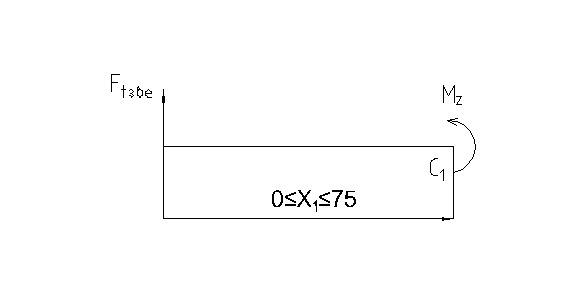
6.3 Построение эпюра второго вала.

В вертикальной плоскости

Реакция подшипников:

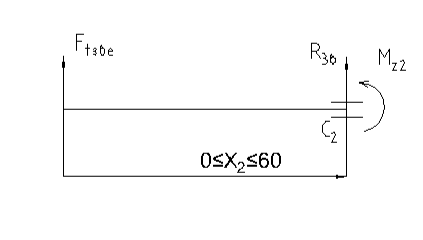
Проверка:

Участок 𝛪



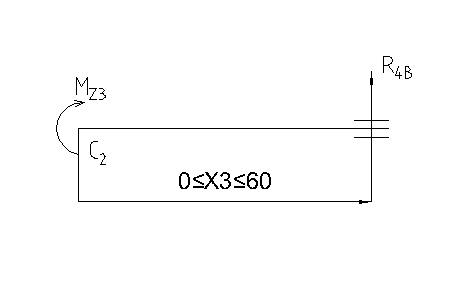
**Рис.12**

Участок 𝛪𝛪



**Рис.13**

Участок 𝛪𝛪𝛪



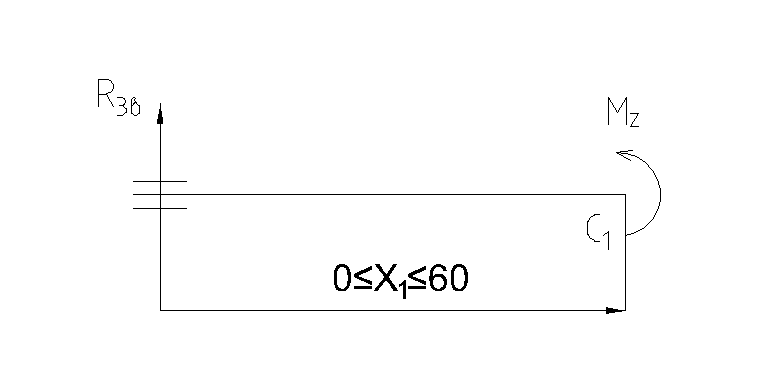
**Рис.14**

В горизонтальной плоскости

Реакция подшипников:

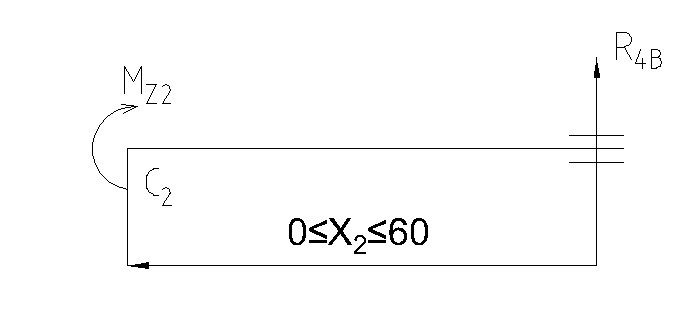
Проверка:

Участок 𝛪



**Рис.15**

Участок 𝛪𝛪

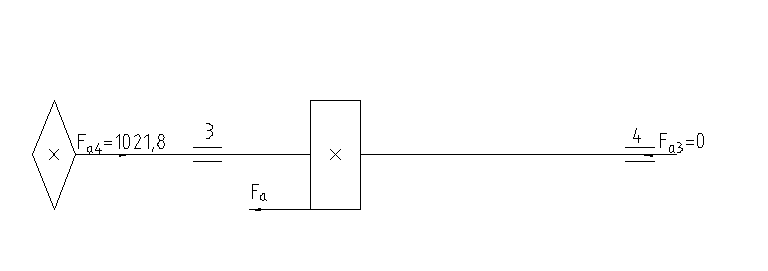


**Рис.16**

**7 Расчет подшипника второго вала**

По динамической грузоподъёмности

7.1 Суммарные реакции подшипников 1 и 2

7.2 Осевые составляющие радиальных реакции**

**Рис.17**

7.3 Рассмотрим опору 𝛪V

7.4 Рассмотрим опору 𝛪𝛪𝛪

(117087,31+01021,8) 1,11=7796,04 H

7.5 Определяем долговечность подшипников

Где

Вывод: подшипник 212 ГОСТ 33-79 на второй валу.

**8 Конструктивные размеры корпуса и крышки редуктора**

8.1 Толщина стенки корпуса и крышки редуктора расчет ведем по С.А.Черневский

𝛿=0,025\*180+5=9,5 мм

Принимаем:

8.2 Диаметры фундаментные болты

Принимаем болты М20

8.3 Диаметры стяжных болтов

Принимаем болты М16

8.4 Диаметры штифтов

Принимаем Ø 10

**9. Расчет шпоночных соединений**

Устанавливаем на валы редуктора призматические шпонки исполнение 1 ГОСТ 23360-78

9.1 Шпонка под муфту

Условие

9.2 Шпонка под зубчатое колесо второго вала

Условие

9.3 Шпонка под звездочку цепной передачи

Условие

**10. Расчет ведомого вала в сечение под зубчатым колесом на усталостную прочность**

10.1 Назначим для ведомого вала сталь 45 с термообработкой нормализация

HB=190,

Рассчитаем предел усталостной прочности материала для симметричного цикла

10.2 Суммарный изгибающий момент в сечение под колесом

10.3 Осевой и полярный момент сопротивления сечения вала

10.4 Амплитуда и среднее значение цикла нормальных напряжений изгиба

10.5 Амплитуда и среднуу значение касательного напряжения качения

10.6 Коэффициенты запаса усталостной прочности по нормальным и касательным напряжениям

Где

Где

10.7 Результирующий коэффициент усталости прочности

Вывод: выполняется следовательно вал сконструирован правильно и микротрещины в результате переменных напряжений образовываться не будут.

**11. Смазка зацепления и подшипников**

V=3,38 м/с больше 1 м/с

Принимаем непрерывное смазывание жидким маслом катерным прокатным способом. Масло заливают внутрь корпуса редуктор, в следствии чего колеса погружаются в масло на высоту зуба. Колеса при вращение увлекают масло, разбрызгивая его внутри колеса, смазывая также подподшипники.

Принимаем кинематическую вязкость

Выбираем сорт смазки масла

N-40A ГОСТ 20799-88

Объем масла

V=0,5\*12,2=6,1 л

Уровень масла

Где

4,5 ≤ h ≤ 73,95

**12 Выбор муфты**

12.1 Для соединения быстроходного редуктора с валом электродвигателя принимаем упругую втулочно-пальцевую муфту ГОСТ-20424-93

12.2 Определяем расчетный вращающий момент муфты

Где К=1,1…1,4 – коэффициент режима работы

Принимаем муфту упругую втулочно=пальцевую ГОСТ 21424-93 с посадочным диаметром на электродвигатель

Упругие втулочно-пальцевые муфты(МУВП) получили широкое распространение благодаря относительно простоте конструкции и удобности замены упругих элементов, их применение целесообразно при усталостных соединениях изделия большой жесткости.

**13. Порядок сборки редуктора**

Сборку производят в соответствии со сборочным чертежом редуктора, начиная с узлов вала.

На ведущий вал насаживают шарикоподшипник предварительно нагретый в масле. В ведомой вал закладывают шпонку и напрессовывают зубчатое колесо до упора в бурт вала, затем надевают распорную втулку и устанавливают шарикоподшипники, также нагретых в масле.

Собранный вал укладывают в основание корпуса редуктора и надевают крышку корпуса, покрывая поверхность стыка крышки и корпуса спиртовым лаком. Для центровки устанавливают крышку на корпус с помощью двух штифтов, затягивают уплотнитель, и проверяют проворачивание валов. На конце вала закладывают шпонку, устанавливают звездочку и закрепляют ее торцевым креплением винт торцевого крепления стопорят, ввертывают пробку масло пускателя, заливают в корпус масло и закрывают смотровое отверстие закрепляют крышку болтами.

Собранный редуктор обкатывают и проверяют испытанию на стенде по программе устанавливаемой технической условиями.

**Заключение**

Проверочные расчеты

1. Зубья шестерни и колеса проверены по конкретным напряжениям изгиба
2. Для валов построены эпюры крут и изгиб момента
3. Определили долговечность подшипников редуктора
4. *Рассчитали шпонки на сжатие*
5. *Произвели расчет на усталостную прочность для ведомого вала*

*В редукторе использованы стандартные изделия: подшипники, шпонки, болты, штифты.*

*Редуктор может быть использован в отросли народного хозяйства, металлургия, сельское хозяйство.*

**Библиографический список**

1. Чернавский, К. Н. Курсовое проектирование деталей машин: учеб, пособие / С. А. Чернавский, К. Н. Боков, И. М. Чернин. – Изг-у 2-е, перераб. И дополн. -Москва: ИНФРА-М, 2012. – 414 с.
2. Чернилевский Д. В. Курсовое проектирование дедали машин и механизмов: учеб. Пособие. -М.: Высш. Школа, 1980. – 238 с.
3. Шейнблин, А. Е. Курсовое проектирование деталей машин: учеб, пособие. Изг-е 2-е, перераб. И дополн. – Калининград: Янтарный сказ, 2002. – 454 с.