Содержание

[Задание на проект 2](#_Toc104198459)

[ВВЕДЕНИЕ 3](#_Toc104198472)

[1 Выбор электродвигателя, кинематический и силовой расчет привода 4](#_Toc104198473)

[2 Расчет зубчатых колес редуктора 6](#_Toc104198474)

[3 Расчёт клиноременной передачи 10](#_Toc104198475)

[4 Расчет первого вала редуктора 13](#_Toc104198476)

[5 Расчет подшипников первого вала по динамической грузоподъемности 18](#_Toc104198477)

[6 Расчёт второго вала редуктора 20](#_Toc104198478)

[7 Расчёт подшипников второго вала по динамической грузоподъемности 25](#_Toc104198479)

8 Конструктивные размеры корпуса и крышки редуктора…………………………26

[9 Расчет шпоночных соединений 27](#_Toc104198480)

[10 Смазка зацепления и подшипников 28](#_Toc104198481)

[12 Выбор муфты 30](#_Toc104198482)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 31](#_Toc104198489)

[БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 32](#_Toc104198490)

# Задание на проект

# 

*1-двигатель*

*2-ременная передача*

*3-редуктор горизонтальный*

*4-муфта МУВП*

*5-барабан лебедки*

# 

Рис. 1 Привод электрической лебедки

Таблица 1 Исходные данные

|  |  |
| --- | --- |
| Тяговое усилие F, кН | 9 |
| Диаметр барабана D, мм | 300 |
| Число оборотов барабана n, об/мин | 45 |
| Угол наклона ременной передачи, γ∘ | 45 |
| Срок службы L, ч | 14000 |

# ВВЕДЕНИЕ

Привод электрической лебедки состоит из двигателя, ременной передачи, горизонтального редуктора, и муфты.

Назначение привода – уменьшение частоты вращения валов.

Основной характеристикой привода является передаточное число

Целью курсовой работы является проектирование редуктора.

**Характеристика редуктора:**

1. закрытая понижающая передача;
2. редуктор цилиндрический (т.к. оси валов параллельны, и колёса вписываются в цилиндр);
3. редуктор косозубый (шестерня имеет левый наклон, колесо – правый);
4. редуктор одноступенчатый (т.к. имеет место одно зацепление);
5. редуктор горизонтальный.

**Достоинства редуктора:**

1. высокий КПД (до 0,98…0,99%);
2. низкое тепловыделение;
3. способность передавать высокие мощности;
4. надёжность работы даже в условиях частых пусков и остановок;
5. малый люфт выходного вала;
6. возможность вращения валов в любую сторону;
7. компактные габариты.

**Недостатки редуктора:**

1. ограничение по передаточному числу;
2. появление шума в процессе работы;
3. требуется высокая точность изготовления

# 1 Выбор электродвигателя, кинематический и силовой расчет привода

**1.1 Мощность на выходе**

**1.2 Общий КПД двигателя**

Принимаем:

[2, стр. 6, табл. 2]

КПД редуктора.

**1.3 Требуемая мощность двигателя**

**1.4 Выбор электродвигателя**

Двигатель АИР 160S8

7,5 ;

[1, с. 457, табл. 24.7]

**1.5 Передаточное число привода и его разбивка между механическими передачами**

Пусть

**1.6 Кинематический и силовой расчет привода**

Таблица 2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № |  |  |  |  |
| Вал дв. | 727 | 76,13 | 7314 | 96,07 |
| Ιв. | 179,95 | 18,84 | 6878,82 | 365,12 |
| ΙΙв. | 45 | 4,71 | 6605,73 | 1402,49 |
| ΙΙΙв. | 45 | 4,71 | 6363 | 1350,96 |

# 2 Расчет зубчатых колес редуктора

**2.1 Выбор материала колес**

По рекомендации [1, с.11] принимаем материал для колеса и шестерни: сталь 40Х с термической обработкой­ – улучшение. Так как шестерня в процессе работы изнашивается быстро, то назначаем для неё твердость выше. Найдем среднее значение твердости для шестерни HB1 и для колеса НВ2  
Твёрдость зубьев на поверхности шестерни

Твёрдость зубьев на поверхности колеса

[1, с. 12, табл. 2.1]

**2.2 Допускаемые контактные напряжения для выбранной стали**

– формула допускаемых контактных напряжений;

так как термообработка улучшение;

;

- для шестерни;  
- для колеса;

**2.3 Допускаемые напряжения изгиба**

- формула определения допускаемого напряжения изгиба;

;

**2.4 Предварительное межосевое расстояние**

(для косозубых цилиндрических и шевронных редукторов)

(для колес расположенных симметрично относительно опор);

(для косозубых);

По ГОСТ 2185-66

**2.5 Нормальный модуль зацепления**

;

– По ГОСТ 9563-60

**2.6 Числа зубьев шестерни и колеса**

Принимаем:

Задаем угол β ориентировочно: (для косозубых передач).

**2.7 Фактическое передаточное число редуктора**

расхождение является допустимым.

**2.8 Уточнение угла β**

**2.9 Основные размеры зубчатых колес**

(для косозубых)

**2.10 Силы зацепления**

**2.11 Коэффициент ширины шестерни по диаметру**

**2.12 Окружная скорость колес**

Назначаем степень точности 9 [1, с. 18, табл.2.5].

**2.13 Проверка зубьев по касательным напряжениям** [1, стр. 18-21]

**2.14 Проверка зубьев по напряжениям изгиба**

Коэффициент нагрузки при изгибе: [1, с.25-26]

Далее рассчитываем эквивалентное колесо

Напряжение изгиба в зубьях шестерни и колеса

Проверка:

Вывод: Проверка зубьев колес показала, что расчетные напряжения изгиба в зубьях шестерни и колеса меньше допускаемых .

Запас прочности:

1. **Расчёт клиноременной передачи**
   1. **Диаметр первого шкива**

Выбор сечения ведем исходя из

Выбираем ремень нормального сечения Б;

.

Диаметр второго шкива

Принимаем d1=180 мм

,

где ;

- коэффициент скольжения;

,

[5, табл. К40].

* 1. **Определим фактическое передаточное число и проверим его отклонение от заданного**

;

;

.

* 1. **Ориентировочное межосевое расстояние**

;

*.*

[5, табл. К31]

* 1. **Определим расчётную длину ремня**

.

[5, табл. К31]

Принимаем *l* = 3150 мм

* 1. **Уточнённое значение межосевого расстояния по стандартной длине ремня**

;

* 1. **Угол обхвата ремнём ведущего шкива**

;

.

* 1. **Скорость ремня**

,

где об/мин;

- допускаемая скорость;

м/с. [7, с. 78]

.

* 1. **Частота пробегов ремня**

,

где - допускаемая частота пробегов;

; [5, с. 85]

– длина ремня, м.

.

* 1. **Определение допускаемой мощности, передаваемой одним клиновым ремнем**

;

;

– коэффициент угла обхвата на меньшем шкиве;

;

- коэффициент режима работы;

[5, с. 82, табл. 5.2];

- коэффициент влияния отношения расчетной длины ремня к базовой ;

[5, с. 82, табл. 5.2];

- коэффициент числа ремней;

[5, с. 82, табл. 5.2];

* 1. **Число клиновых ремней**

* 1. **Сила предварительного натяжения**
  2. **Сила окружная передаваемая комплектом клиновых ремней**
  3. **Силы натяжения ведущей и ведомой ветвей**
  4. **Сила давления на вал**

.

* 1. **Ширина шкива**
  2. **Проверка прочности ремня по максимальным напряжениям**

,

где ,

;

[5, K31].

напряжение от изгиба ремня, ; где

;

где - плотность ремня, , . [5, с. 81]

.

.

Вывод: таким образом, проведя проверку на прочность одного клинового ремня по максимальным напряжениям в сечении ведущей ветви, получили значении

# 4 Расчет первого вала редуктора

**4.1 Геометрические размеры вала**

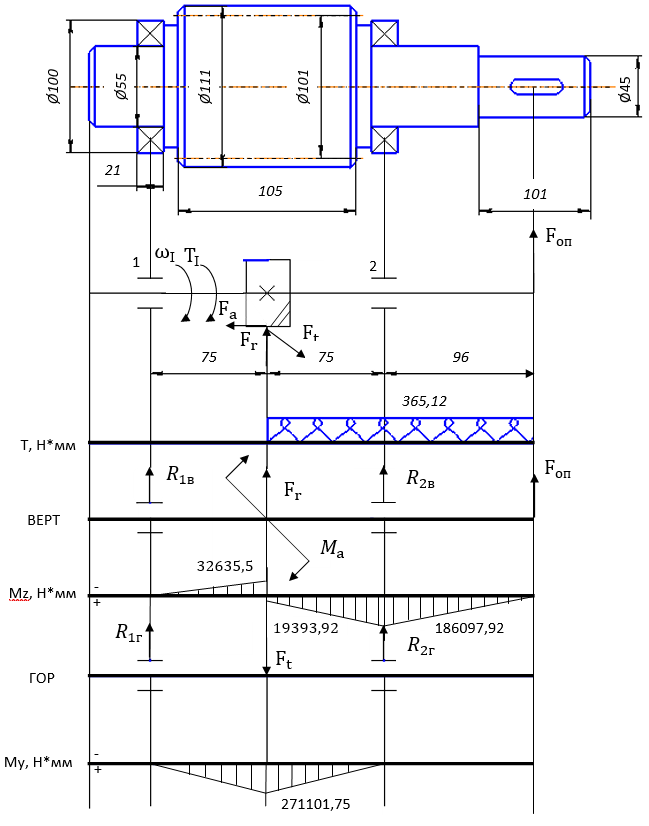


Рис. 2. Эпюры первого вала редуктора

Диаметр под шкив:

Принимаем

Проверка:

Диаметр под подшипник:

Редуктор цилиндрический косозубый на оба вала устанавливаем радиальные шарикоподшипники легкой серии.

Таблица 3

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | , мм | , мм | , мм | , кН | , кН |
| 211 | 55 | 100 | 21 | 43,6 | 25 |

**4.2 Силы действующие на первый вал**

**4.3 Построение эпюр первого вала**

Построение эпюры моментов вертикального изгиба :

Проверка:

Строим эпюру по участкам:

1 участок

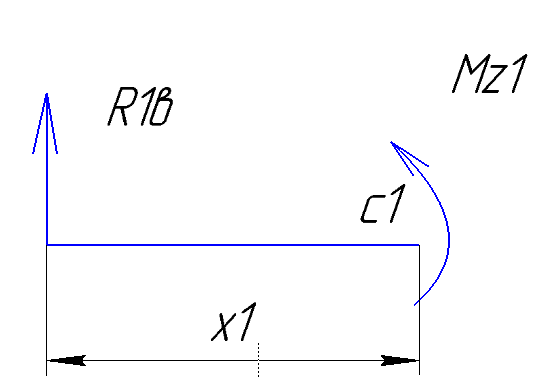


Рис. 3

2 участок

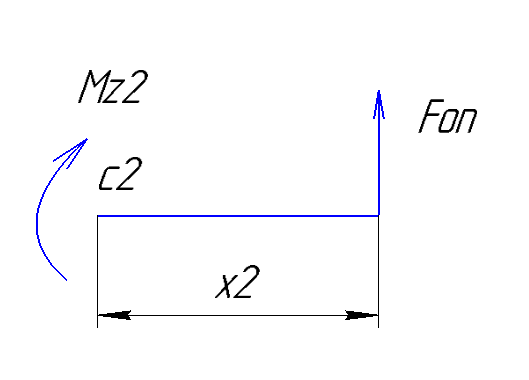
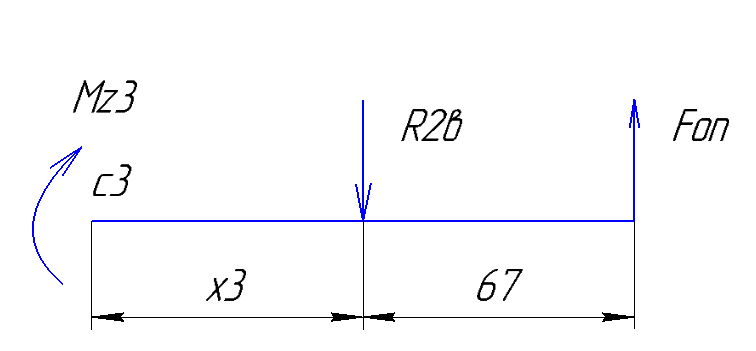


Рис. 4

3 участок.



*96*

Рис. 5

Построение эпюры моментов горизонтального изгиба

Проверка:

Строим эпюру по участкам:

1 участок

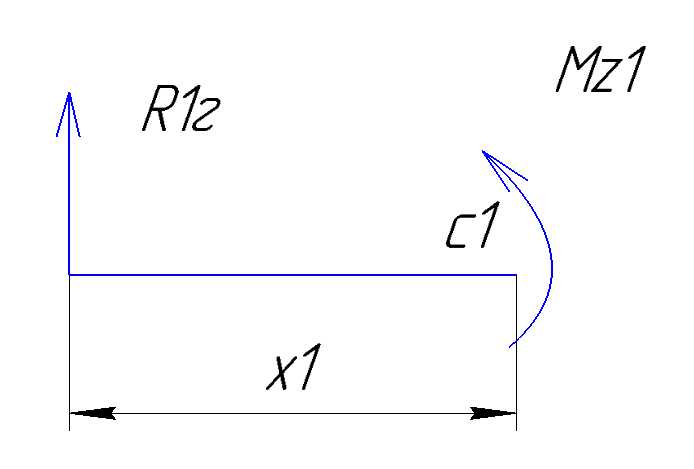


Рис. 6

*My1*

2 участок

*My2*

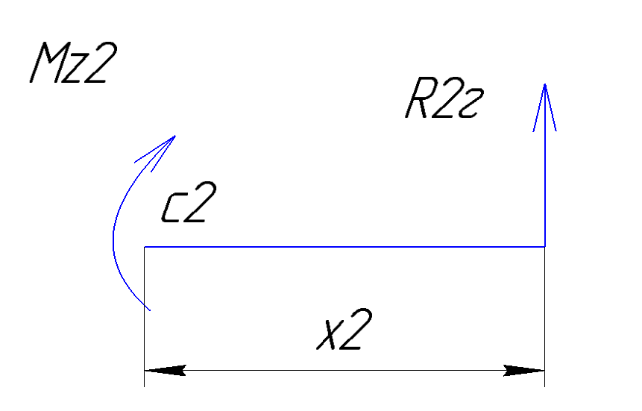


Рис.7

# 5 Расчет подшипников первого вала по динамической грузоподъемности

**5.1 Суммарные радиальные реакции в подшипниках**

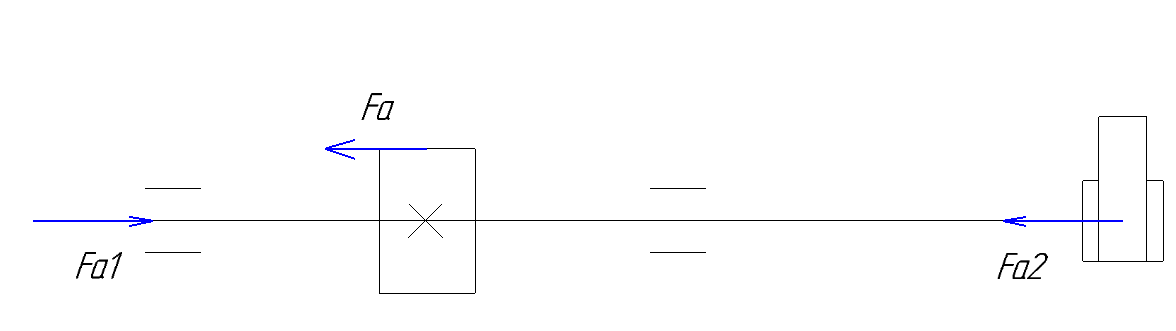


Рис.8

Н;

**5.2 Расчет эквивалентной нагрузки первого подшипника**

Опора 1:

**5.3 Расчет эквивалентной нагрузки второго подшипника**

Опора 2:

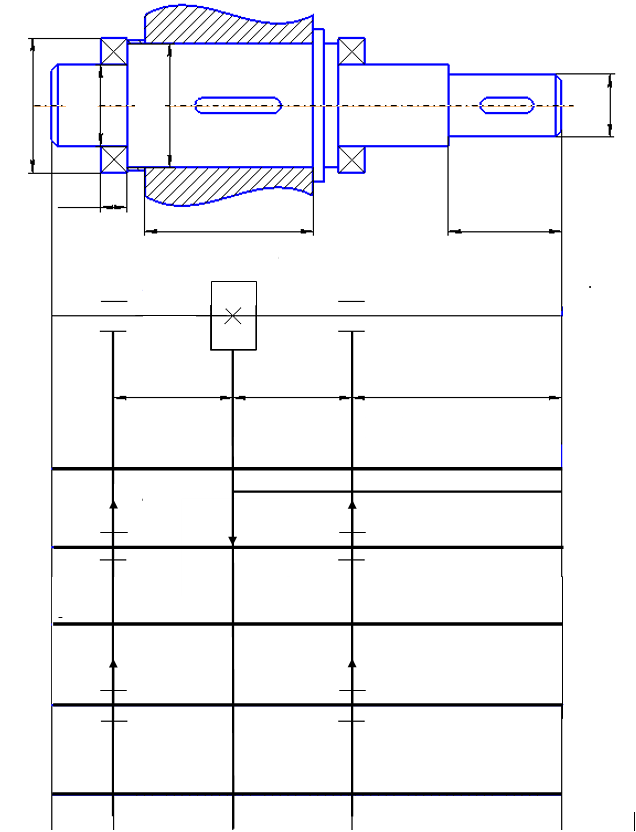
**5.4 Долговечность подшипников**

ч

Радиальный шарикоподшипник легкой серии №211 на первый вал по ГОСТ 8338-75 подходит.

# 6 Расчёт второго вала редуктора

**6.1 Геометрические размеры 2-го вала**



1402,49

629216,19

716228,19

224930,25

25590,75

-

+

+

-

*Ø65*

*Ø140*

*Ø80*

*Ø85*

*4*

*3*

My, Н\*мм

ГОР

Mz, Н\*мм

ВЕРТ

T, Н\*мм

*75*

*75*

*153*

*26*

*100*

*105*

-

.

Рис. 9. Эпюры второго вала редуктора

Диаметр под подшипник:

Таблица 4

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | , мм | , мм | , мм | , кН | , кН |
| 216 | 80 | 140 | 26 | 70,2 | 45 |

Диаметр под колесо:

**6.2 Силы действующие на второй вал**

**6.3 Построение эпюр второго вала**

Построение эпюры моментов вертикального изгиба :

Проверка:

Строим эпюру по участкам:

1 участок

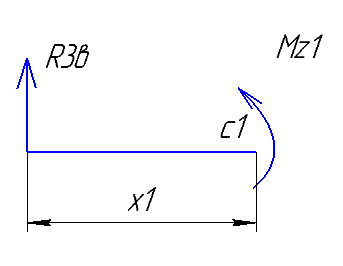


Рис. 10

2 участок

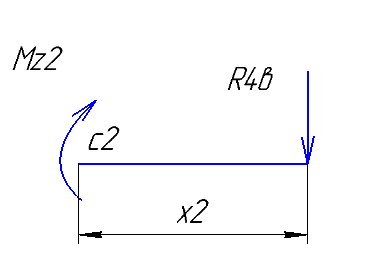


Рис. 11

Построение эпюры моментов горизонтального изгиба :

Проверка:

Строим эпюру моментов по участкам:

1 участок

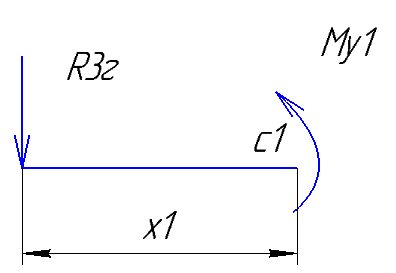
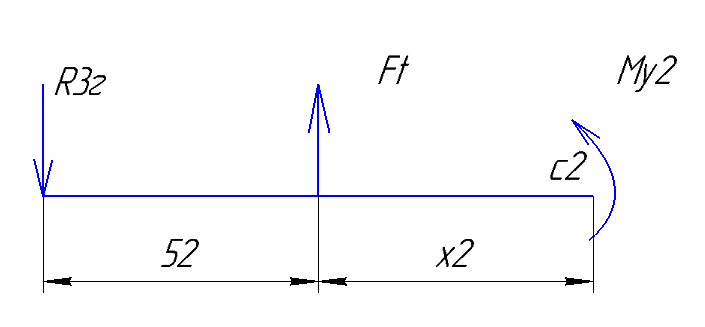


Рис. 12

2 участок



*152*

Рис. 13

3 участок

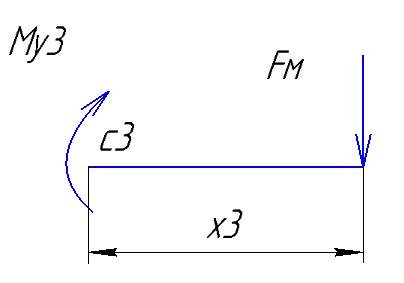


Рис. 14

# 7 Расчёт подшипников второго вала по динамической грузоподъемности

**7.1 Суммарные радиальные реакции в опорах**

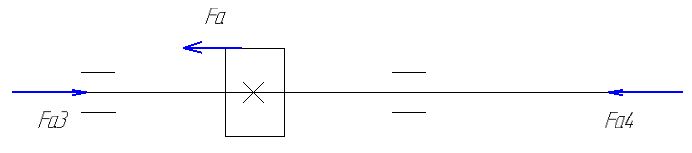


Рис.15

Н;

**7.2 Расчет эквивалентной нагрузки первой опоры второго вала**

Опора 3:

**7.3 Расчет эквивалентной нагрузки второй опоры второго вала**

Опора 4:

**7.4 Долговечность подшипников**

;

Радиальный шарикоподшипник легкой серии №216 на второй вал по ГОСТ 8338-75 подходит.

**8 Конструктивные размеры корпуса и крышки редуктора**

**8.1 Толщина стенки корпуса и крышки редуктора**

Принимаем

Принимаем

**8.2 Диаметры фундаментных болтов**

Принимаем болты М20

**8.3 Диаметры стяжных болтов**

Принимаем болты М16

**8.4 Диаметры штифтов**

Принимаем Ø12 мм

**8.5 Диаметры болтов, соединяющих крышку с корпусом**

Принимаем М14

При сборке редуктора штифты устанавливают раньше стяжных болтов. Количество штифтов 2. Размещены по диагонали корпуса. Назначение штифтов – центровка отверстий. Назначение стяжных болтов – соединение крышки с корпусом.

# 9 Расчет шпоночных соединений

Устанавливаем на валы редуктора призматические шпонки со скругленными торцами ГОСТ 23360-78.

**9.1 Шпонки на первом валу под редуктор**

=>

Напряжение смятия:

Условие выполняется, выбираем шпонку ГОСТ 23360-78.

**9.2 Шпонки на втором валу под муфту**

=>

Напряжение смятия:

Условие не выполняется, ставим 2 шпонки ГОСТ 23360-78 под углом 180°.

**9.3 Шпонка под колесо**

Напряжение смятия:

Условие выполняется, выбираем шпонку ГОСТ 23360-78.

# 10 Смазка зацепления и подшипников

Окружная скорость колес *v*=0,9515 м/с

Для данного редуктора используем картерное смазывание. Смазка осуществляется окунанием зубчатых колес в масло, заливаемое внутрь корпуса.

Циркуляционное смазывание.

Масло из бака или картера подается насосом в места смазывания по трубопроводу через сопла или при широких колесах через коллекторы.

Т. к. *v* <2 м/с и , то

Используем индустриальное масло марки И-40А [4, с.175 табл. 9.14].

Объем масляной ванны:

Уровень масла.

*h*- Уровень погружения колеса в масляную ванну

Смазка подшипников.

Окружная скорость колес (*v*=0,9515 м/с) мала для смазывания подшипников с помощью разбрызгивания, то применяем для подшипников пластичный смазочный материал.

Принимаем для смазки подшипников многоцелевую пластичную смазку Литол-24 ГОСТ 21150-87.

Вязкость, при 50 °С и среднем градиенте скорости деформации 100 с, не менее: 80 П.

Температура эксплуатации, от -40°С до + 130°С.

Температура каплепадения, 180°С.

**11 Сборка редуктора**

Перед сборкой внутреннюю полость корпуса редуктора тщательно очищают и покрывают маслостойкой краской.

Сборку производят в соответствии со сборочным чертежом редуктора, начиная с узлов валов; на ведущий вал насаживают мазь удерживающие кольца и шарикоподшипники, предварительно нагретые в масле до 80-100С; в ведомый вал закладывают шпонку и напрессовывают зубчатое колесо до упора в бурт вала; затем надевают распорную втулку, и устанавливают шарикоподшипники, предварительно нагретые в масле,

Собранные валы укладывают в основание корпуса редуктора и надевают крышку корпуса, покрывая предварительно поверхности стыка крышки и корпуса спиртовым лаком. Для центровки устанавливают крышку на корпус с помощью двух конических штифтов (штифты устанавливаются по диагонали); затягивают болты, крепящие крышку к корпусу.

После этого на ведомый вал надевают распорное кольцо, в подшипниковые камеры закладывают пластичную смазку, ставят крышки подшипников с комплектом металлических прокладок для регулировки.

Перед постановкой сквозных крышек в проточки закладывают войлочные уплотнения, пропитанные горячим маслом. Проверяют проворачиванием валов отсутствие заклинивания подшипников (валы должны проворачиваться от руки) и закрепляют крышки винтами.

Заливают в корпус масло и закрывают смотровое отверстие крышкой с прокладкой из технического картона; закрепляют крышку винтами.

Собранный редуктор обкатывают и подвергают испытанию на стенде по программе, устанавливаемой техническими условиями.

**12 Выбор муфты**

Муфта упругая втулочно-пальцевая

Состоит из двух полумуфт, каждая из которых выполнена в виде ступицы с фланцем на одном конце. На фланце одной из полумуфт крепятся пальцы с надетыми на их свободные концы резиновыми кольцами трапецеидального сечения или гофрированными резиновыми втулками.

При монтаже на соединяемые концы валов полумуфты устанавливаются фланцами друг к другу, а концы пальцев с надетыми на них упругими элементами входят в отверстия второй полумуфты.

Компенсирует динамические нагрузки при вращении валов.

Муфта упругая втулочно пальцевая 2000-70-2 УЗ ГОСТ 21424-93

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В данной пояснительной записке был проведён расчёт привода электрической лебедки:

* подобран электродвигатель;
* рассчитаны клиноременная передача и цилиндрический редуктор;
* подобраны подшипники, муфта, шпонки под редуктор на первом валу, под колесо и муфту на втором валу.

Были выполнены следующие проверки по:

* Контактному напряжению:
* Напряжению изгиба зубьев:

Для валов построены эпюры крутящих и изгибающих.

Подшипники подобраны по динамической грузоподъёмности:

На первый вал радиальные шарикоподшипники №211,

На второй вал радиальные шарикоподшипники №216,

Шпонки рассчитаны на смятие:

1 шпонку под редуктор на первом валу:

2 шпонки под муфту на втором валу:

1 шпонка под колесо на втором валу:

В редукторе используются стандартные изделия:

1. Фундаментальные болты: М20, стяжные болты: М16;
2. Штифты диаметром 12 мм.

Область применения редуктора:

1. Строительство;
2. Машиностроение;
3. Военно-промышленный комплекс;
4. Автомобилестроение;
5. Робототехника

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Дунаев П. Ф., Леликов О. П. Конструирование узлов и деталей машин: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений – 9 – е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский цент «Академия», 2006. – 496 с.
2. Рябоконь Т. А. Прикладная механика часть IV/ Т.А. Рябоконь, И. Е. Филимонов. –Нижний Тагил: НТИ(ф) УГТУ-УПИ, 2006. -68 с.
3. Пыстогов А. С., Филимонов И. Е. Детали машин и основы конструирования: Методич. указания к самостоятельной работе над курсовым проектом – Нижний Тагил: НТИ (ф) УГТУ – УПИ, 2005. 35 с.
4. Чернавский С. А., Боков К. Н., Чернин И. М. и др. Курсовое проектирование деталей машин: Учеб. пособие. – 3 – е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2012. – 414 с.
5. Шейнблит, А. Е. Курсосовое проектирование деталей машин / А. Е. Шейнблит. - М. : Высш. Шк., 1991. - 452 с.