МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

**«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ**

(национальный исследовательский университет)**»**

**Ступинский филиал МАИ**

­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­

Кафедра «Технология и автоматизация обработки материалов»

**КУРСОВОЙ ПРОЕКТ**

по дисциплине «Детали машин и основы конструирования»

**«Проектирование привода конвейера»**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Студент: | | *\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | *Мишин Т.А* |
| Группа: | | *ТСО-302Б-19* | |  |
| Руководитель: | | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | *Поляков О. А.* |
| Оценка | \_\_\_\_\_\_\_ | | Дата защиты: «*27» декабря 2021 года* | |

**Ступино 2021**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

**«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ**

(национальный исследовательский университет)**»**

**Ступинский филиал МАИ**

Кафедра «Технология и автоматизация обработки материалов»

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой \_ТАОМ\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_А.В. Овчинников\_

(И.О. Фамилия)

«27» декабря 2021 г.

**З А Д А Н И Е**

на курсовой проект по дисциплине

«Детали машин и основы конструирования»

|  |  |
| --- | --- |
| Студент: | *ТСО-302Б-19, Мишин Тимофей Алексеевич* |
|  | (№ группы, Ф.И.О.) |
| Тема: | *«Проектирование привода конвейера»* |

**Исходные данные к проекту** (в том числе, указать проектную и технологическую документацию и основную литературу):

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | *Кинематическая схема (Приложение А) состоящая из редуктора с шевронной тихоходной ступенью и раздвоенной быстроходной, электродвигателя, муфты упругой, муфты упруго-предохранительной и барабана приводного. Параметры конвейера: Ft=320 кг – окружное усилие на барабане, v=1, 1 м/c – скорость ленты конвейера, t=150 мм –шаг, z=10– число зубьев. Дунаев П.Ф. «Детали машин. Курсовое проектирование», Курмаз Л.В. «Детали машин. Проектирование».* | |

**Перечень подлежащих разработке вопросов:**

|  |
| --- |
| *Рассчитать кинематическую схему редуктора, выбрать электродвигатель, рассчитать зубчатые передачи, спроектировать валы и произвести их проверку, подобрать подшипники, спроектировать корпусные детали, построить сборочный чертёж редуктора, составить спецификацию, выполнить деталировку.* |

**Перечень графического материала:**

|  |
| --- |
| *Файлы чертежей в электронном виде: сборочный чертёж, спецификация, деталировка.* |

Срок сдачи студентом законченного проекта руководителю: «\_\_\_» декабря 2021 г.

Дата выдачи задания: «24» декабря 2021 г.

Руководитель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Поляков О. А./

Подпись студента \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Мишин Т*.*А*.*/

СОДЕРЖАНИЕ

[Введение 4](#_Toc84510381)

[1. Расчет кинематической схемы редуктора 5](#_Toc84510382)

[1.1. Подбор электродвигателя 5](#_Toc84510383)

[1.2. Разбивка общего передаточного отношения по ступеням 6](#_Toc84510384)

[1.3. Определение частот вращения и вращающих моментов валов 6](#_Toc84510385)

[2.Расчет и проверка ступеней редуктора 8](#_Toc84510386)

[2.1 Расчёт тихоходной ступени [1]: 8](#_Toc84510387)

[2.2 Расчёт геометрических параметров ступени: 9](#_Toc84510388)

[2.3 Проверка тихоходной ступени в APM Win Machine 11](#_Toc84510389)

[2.4 Расчёт быстроходной ступени в APM Win Machine 12](#_Toc84510390)

[3. Эскизное проектирование 15](#_Toc84510391)

[3.1 Диаметры валов 15](#_Toc84510392)

[3.2 Расстояние между деталями передач 16](#_Toc84510393)

[3.3 Выбор типа и схемы установки подшипников 17](#_Toc84510394)

[4. Корпусные детали 18](#_Toc84510395)

[Список литературы 20](#_Toc84510396)

[Приложения А 21](#_Toc84510397)

# Введение

Целью данного проекта является проектирование соосного вертикального редуктора.

Главной особенностью вертикального соосного редуктора является расположение валов друг относительно друга. Оси валов находятся в одной вертикальной плоскости. Таким образом, шестерня находится над зубчатым колесом или, наоборот, под ним. Используя редуктор с соосной вертикальной схемой, можно получить небольшие размеры по длине. Также преимуществами такого типа редуктора является то, что он обладает высоким КПД и малым тепловыделением. Наличие предельного значения передаточного числа, значительные шумы при работе и затруднительность смазывания подшипников, являются одними из недостатков. Стоит отметить, что в отличие от горизонтальных редукторов, у которых крышка корпуса предоставляет возможность заглянуть внутрь устройства, обслуживание вертикального редуктора может быть затруднено из за его конструктивных особенностей, что является главным недостатком данного редуктора . Часто крышки вертикальных редукторов включают в себя две части, последовательно предоставляющие доступ к внутренностям.

Вертикальный соосный редуктор часто применяют в механизмах, работающих в крановых режимах. Его можно эксплуатировать также в наклонном положении.

# 1. Расчет кинематической схемы редуктора

* 1. Подбор электродвигателя

Потребляемая мощность привода (мощность на выходе):

(1.1)

где 𝑃 – окружное усилие на барабане [кг];

𝑣 – скорость ленты конвейера [м/с].

КПД отдельных звеньев кинематической цепи в соответствии с [1, табл. 1.1] принимаем:

𝜂цил = 0,96 – КПД цилиндрической передачи;

𝜂м = 0,98 – КПД;

𝜂оп = 0,99 – КПД опор (одна пара).

Общий КПД привода:

(1.2)

Потребная мощность электродвигателя:

Частота вращения приводного вала:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.3) |

где – диаметр звезды [мм].

Значения передаточных чисел передач согласно [1, табл. 1.2] принимаем:

𝑈Т = 5 – передаточное число тихоходной ступени;

𝑈Б = 4– передаточное число быстроходной ступени.

Частота вращения вала электродвигателя:

(1.4)

В соответствии с [1, табл. 18.36] по полученным данным подбираем электродвигатель 112МВ6/950 с мощностью 𝑃 = 4 кВт и синхронной частотой 𝑛 = 950 об/мин.

Общее передаточное число привода:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.5) |

* 1. Разбивка общего передаточного отношения по ступеням

Разбивка передаточного отношения подчинена конструктивным условиям компоновки цилиндрической быстроходной ступени [1, табл. 1.3], тогда передаточное число тихоходной ступени:

(1.6)

Передаточное число быстроходной ступени:

* 1. Определение частот вращения и вращающих моментов валов

Частота вращения вала быстроходной ступени:

Частота вращения промежуточного вала:

Частота вращения вала тихоходной ступени:

Вращающий момент на приводном валу (на выходе):

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.7) |

Вращающий момент на промежуточном валу:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.8) |

Вращающий момент на валу быстроходной ступени:

# 2.Расчет и проверка ступеней редуктора

## 2.1 Расчёт тихоходной ступени [1]:

Выбор материала и термической обработки колеса и шестерни. Примем для колеса и шестерни сталь 40 ХН и вариант термической обработки II.

[1, табл. 2.1]

Колесо – улучшение; НВ 269…302;

Шестерня – улучшение и закалка ТВЧ, HRC 48…53

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

Число циклов перемены напряжения, соответствующие пределу контактной выносливости, определяем по графику [1, рис. 2.1]

Для колеса

Для шестерни

Коэффициент долговечности:

Допускаемые контактные напряжения и напряжения изгиба, соответствующие числу циклов: [1, табл. 2.1]

Для колеса:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  | (2.5) |

Для шестерни:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Допускаемые контактные напряжения и напряжения изгиба c учетом времени работы передачи:

Для колеса:

Для шестерни:

Среднее допускаемое контактное напряжение:

Это напряжение не должно превышать 1,23 [σ]H2

## 2.2 Расчёт геометрических параметров ступени:

Межосевое расстояние. Примем,

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

По [1, табл. 2.3] коэффициент

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Округляем до стандартного значения, принимаем

Предварительные размеры колеса:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Принимаем ближайшее стандартное

Модуль передачи.

Коэффициент[1, с. 13]

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Округляем, принимаем из 1-го ряда m=1,5 [мм]

Угол наклона и суммарное число зубьев:

Угол наклона:

Суммарное число зубьев:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Округляем, принимаем

Действительное значение угла наклона зубьев:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Число зубьев шестерни и колеса:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Округляем Z1 до 49

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Фактическое передаточное число:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |

Отклонение , что соответствует требованиям.

Делительный диаметр шестерни

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Колеса внешнего зацепления

Диаметры окружностей вершин *da* и впадин зубьев *df*:

Шестерни:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |

Колеса внешнего зацепления:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |

Пригодность заготовки колёс:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

В соответствии с [1, табл. 2.1] и

Следовательно, условия и и выполняются

Силы в зацеплении:

Окружная:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Радиальная:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Осевая:

## 2.3 Проверка тихоходной ступени в APM Win Machine

Тип передачи: прямозубая.

Тип расчёта: проверка по моменту.

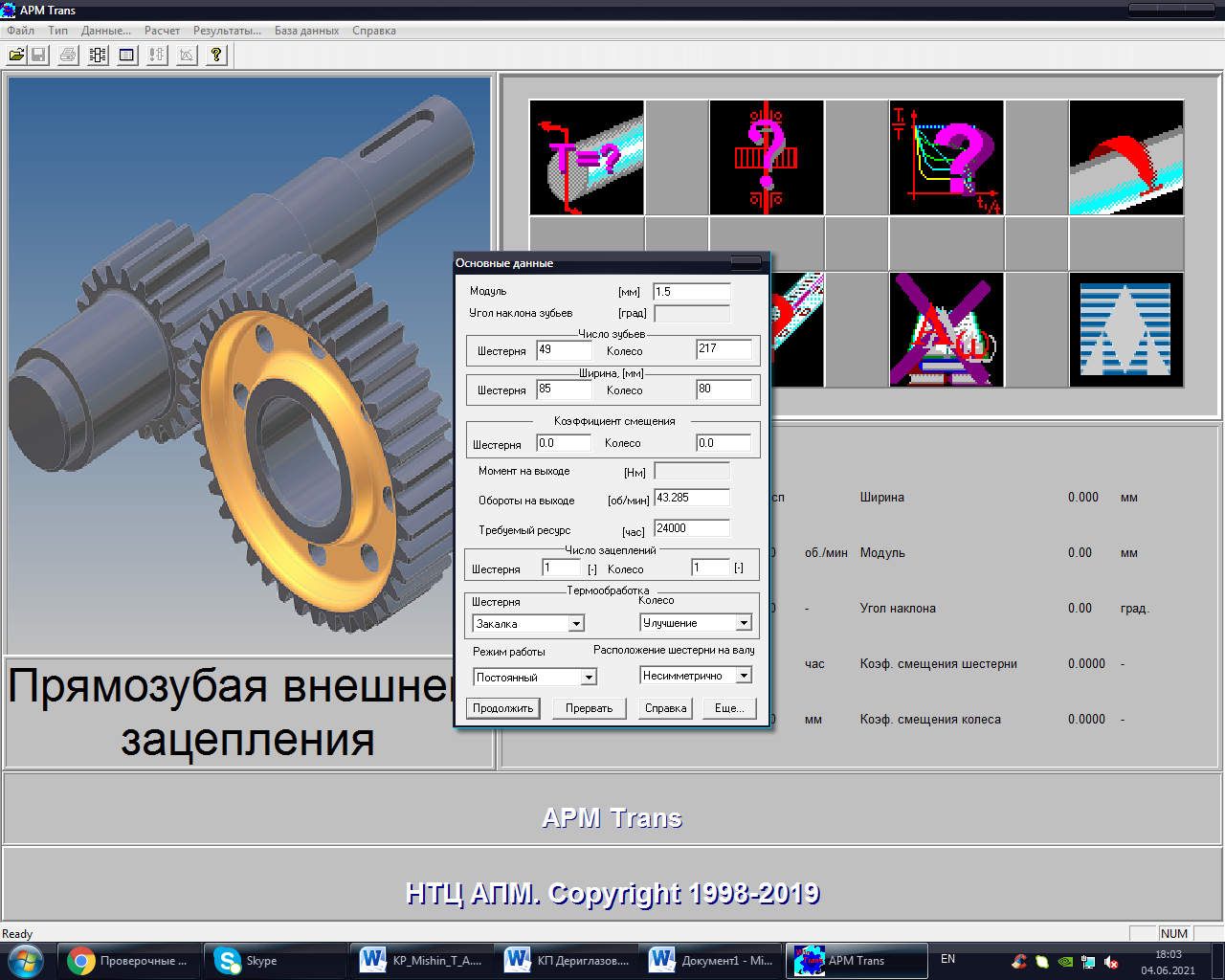


Рисунок 1 – Исходные данные тихоходной ступени

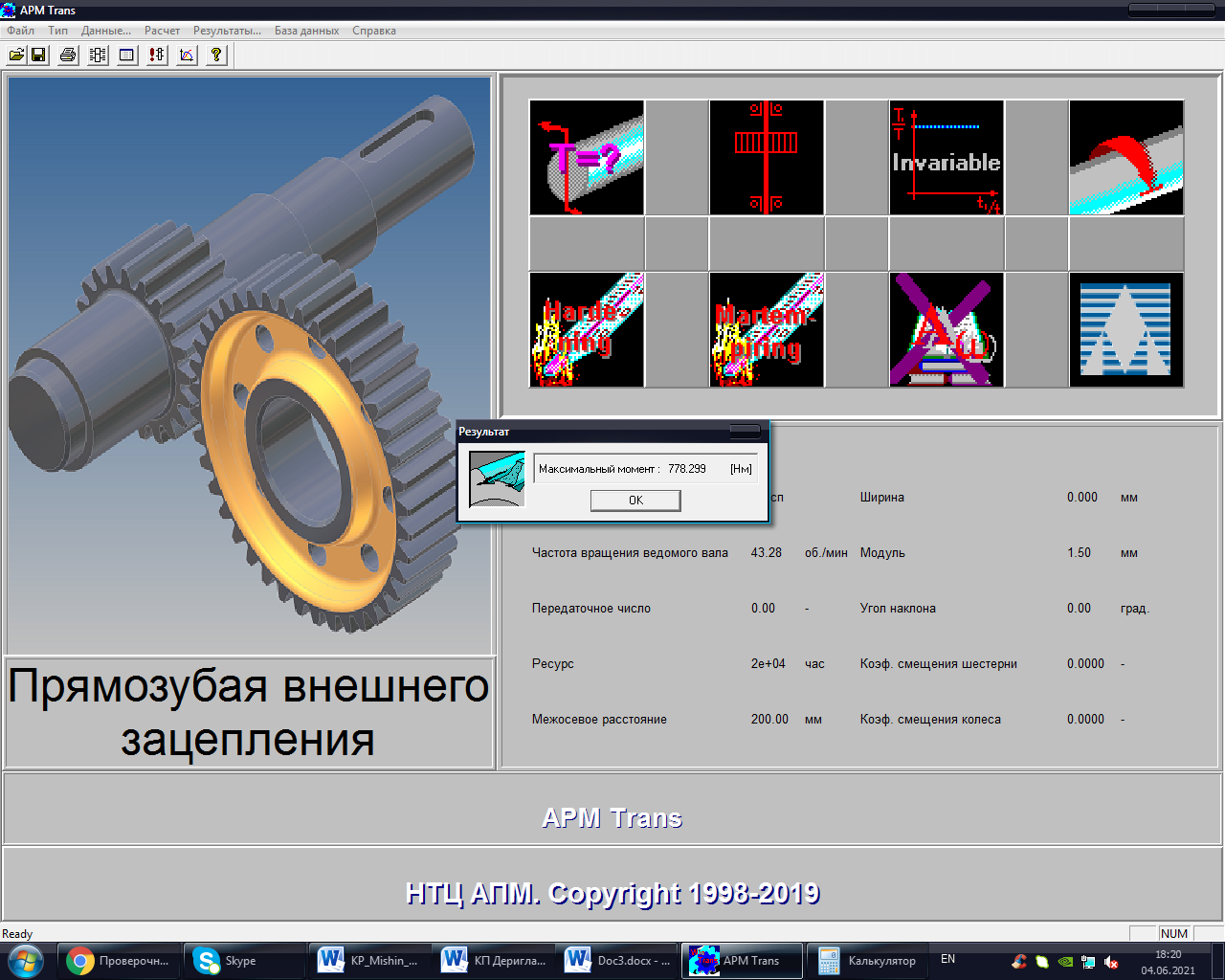


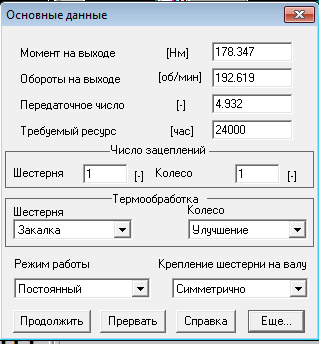
Рисунок 2 – Максимальный момент Тmax тихоходной ступени

Проверочный максимальный момент больше расчётного, исходя из этого можно сделать вывод, что тихоходная ступень рассчитана верно.

## 2.4 Расчёт быстроходной ступени в APM Win Machine

Тип передачи: прямозубая внешнего зацепления.

Тип расчёта: проектировочный.



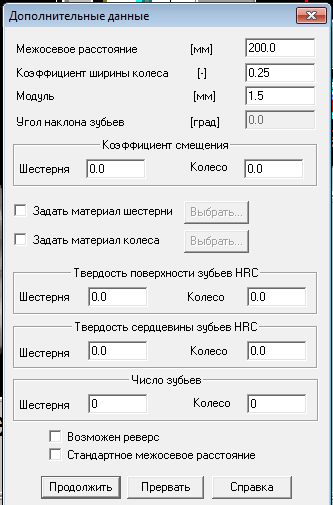


Рисунок 3 – Исходные данные быстроходной ступени.



Рисунок 4 – Основные геометрические параметры быстроходной ступени

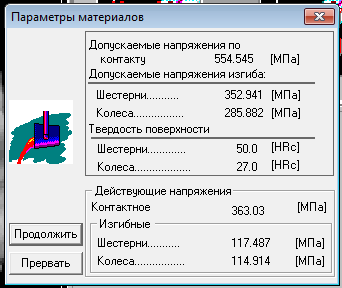


Рисунок 5 – Параметры материалов быстроходной ступени

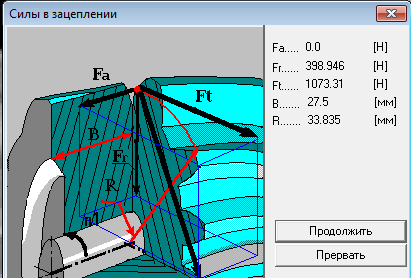


Рисунок 6 – Силы в зацеплении быстроходной ступени

# 3. Эскизное проектирование

## 3.1 Диаметры валов

1) Диаметр выходного конца тихоходного вала:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.1) |

Где – напряжение кручения [МПа].

В соответствии с [2. стр. 296] принимаем

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Согласно [1. Табл. 18.1] и [1. Табл. 3.1] принимаем d = 65 мм, t = 3,3 мм, r = 3,5 мм, f = 2,5 мм , где:

t – высота заплечника [мм];

r – координата фаски подшипника [мм];

f – размер фаски [мм];

Диаметр тихоходного вала в месте установки подшипника:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Принимаем:

Диаметр буртика для упора подшипника:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Принимаем .

Диаметр вала в месте установки колеса принимаем

2) Диаметр промежуточного вала

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Конструктивно необходимо принять , t = 2,5 мм, r = 2,5мм f = 1,2 мм.

Диаметр промежуточного вала в месте установки подшипников:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Принимаем .

Диаметр буртика для упора подшипника промежуточного вала

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Принимаем:

Диаметр буртика для упора колеса промежуточного вала:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Принимаем

3) Диаметр выходного конца быстроходного вала:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Так как вал соединяется с электродвигателем через муфту его необходимо согласовать [1 стр. 36]

Принимаем d = 26 мм, t = 2,2 мм, r = 2,0 мм, f = 1 мм.

Диаметр быстроходного вала в месте установки подшипника:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Принимаем:

Диаметр буртика для упора подшипника:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Принимаем .

## 3.2 Расстояние между деталями передач

Наибольшее расстояние между внешними поверхностями деталей передач:

Минимальный зазор между колесом и корпусом:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.2) |

Округляем в большую сторону до целого числа принимаем: .

Расстояние между дном корпуса и нижней внешней поверхностью колеса:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.3) |

Расстояние между торцевыми поверхностями шестерни быстроходной ступени и колеса тихоходной ступени:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | (4.4) |  |

Где – ширина подшипников опор быстроходного и тихоходного валов.

## 3.3 Выбор типа и схемы установки подшипников

Для быстроходного вала выбираем подшипники шариковые радиальные однорядные (ГОСТ 8338-75), тип 206, схема установки «враспор».

Для промежуточного вала выбираем подшипники шариковые радиальные однорядные (ГОСТ 8338-75), тип 207, схема установки «враспор».

Для тихоходного вала выбираем подшипники шариковые радиальные однорядные (ГОСТ 8338-75), тип 215, схема установки «враспор».

# 4. Корпусные детали

Толщина стенки корпуса редуктора:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5.1) |

Принимаем: .

Толщина стенки крышки корпуса:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5.2) |

Принимаем: .

В соответствии с [1, табл. 9.2] дляпринимаем болты M14, , соединяющие крышку и корпус.

Суммарное межосевое расстояние:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Принимаем 4 фундаментальных винта М14, для крепления корпуса к раме или плите [1, табл. 9.3].

Толщина фланцев крышки и корпуса:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5.3) |

Ширина фланцев для соединения крышки и корпуса:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5.4) |

Принимаем .

Расстояние от края фланца до оси болта:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5.5) |

Принимаем .

Диаметр штифтов:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5.6) |

Принимаем

Толщина фланца для крепления редуктора к плите или раме:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5.7) |

Принимаем

Ширина фланца для крепления редуктора к плите или раме:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5.8) |

Принимаем

Внутренние литейные радиусы:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5.9) |

Принимаем

Внешние литейные радиусы:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5.10) |

Высота приливов:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5.11) |

Принимаем

Диаметр отверстий проушин:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5.12) |

Принимаем

Ширина стенок проушин:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | (5.13) |  |  |

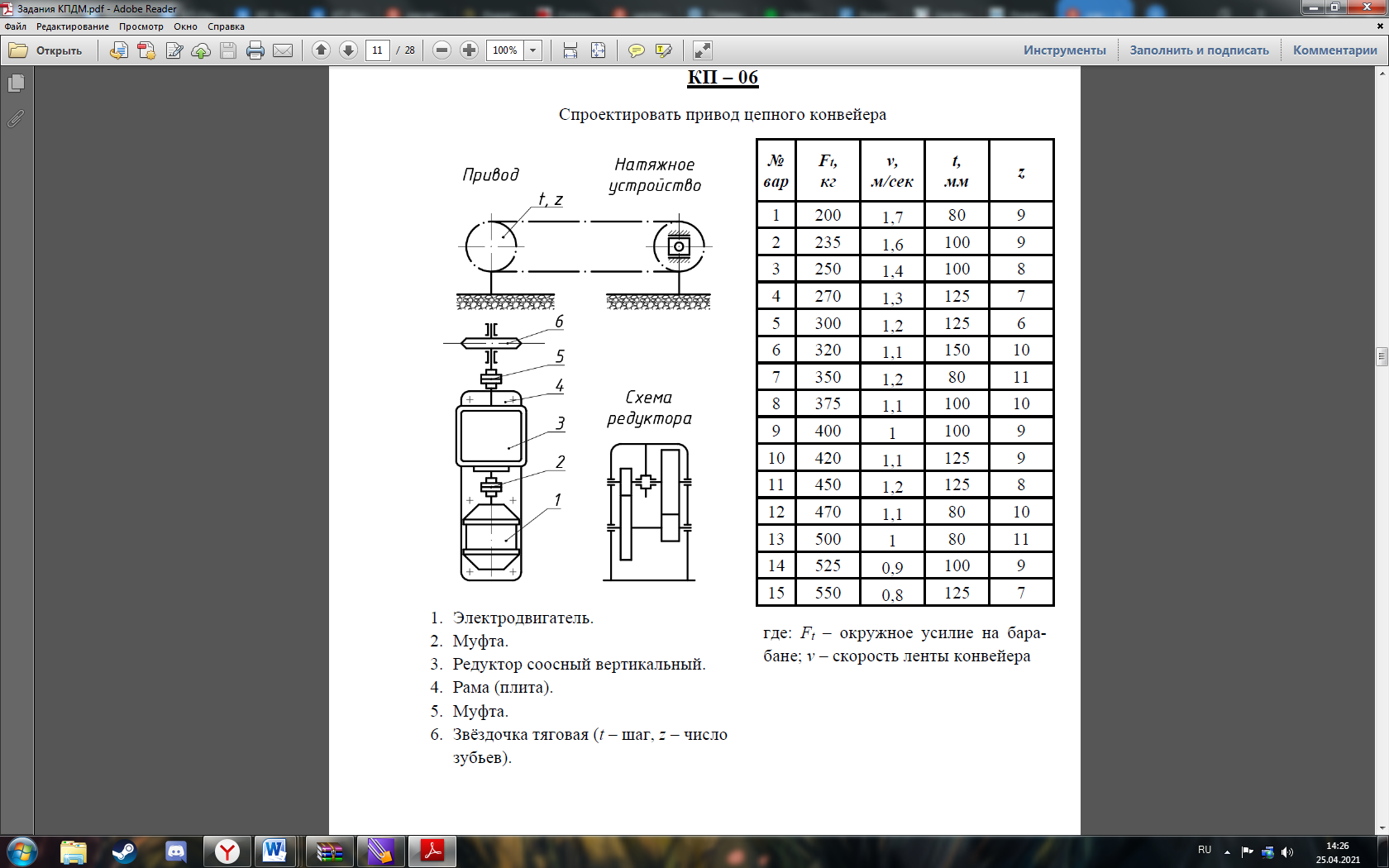
Принимаем

# Список литературы

1. Дунаев, П. Ф. Детали машин. Курсовое проектирование: Учеб. пособие для машиностроит. спец. техникумов/ П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. – М.: Высш. шк., 1984. – 336 с.
2. Иванов, М. Н. Детали машин.: Учеб. для студентов вузов/ Под ред. В. А. Финогенова/ М. Н. Иванов – 6 – е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2000. – 383 с.

# Приложения А

Спроектировать привод ленточного конвейера



1. Электродвигатель.

2. Муфта.

3. Редуктор соосный вертикальный.

4.Рама (плита).

5. Муфта.

6. Звёздочка тяговая.