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: | *\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | *Слямзин В.О.* |
| Группа: | *ТСО-203Б-18* |  |
| Руководитель: | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | *Поляков О. А.* |
| Оценка | \_\_\_\_\_\_\_ | Дата защиты: «*28» декабря 2020 года* |

**Ступино 2020**

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)

«\_\_» декабря 2020 г.

**З А Д А Н И Е**

на курсовой проект по дисциплине

«Детали машин и основы конструирования»

|  |  |
| --- | --- |
| Студент: | *ТСО-203Б-18, Слямзин Вадим Олегович* |
|  | (№ 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 цилиндрического двухступенчатого соосного, электродвигателя, муфты упругой, муфты упруго-предохранительной, рамы, звездочек тяговых. Параметры конвейера: =200 кг – окружное усилие на барабане, v=1,7 м/c – скорость ленты конвейера, t=80 мм – шаг, z=9 – 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.* |

Срок сдачи студентом законченного проекта руководителю: «\_\_\_» декабря 2020 г.

Дата выдачи задания: «07» сентября 2020 г.

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

Подпись студента \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Слямзин В.О./

Оглавление

[Введение 4](#_Toc42596661)

[**1.РАСЧЕТ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ РЕДУКТОРА** 5](#_Toc42596662)

[**1.1** **Подбор электродвигателя** 5](#_Toc42596663)

[**1.2** **Разбивка общего передаточного отношения по ступеням** 6](#_Toc42596664)

[**1.3** **Определение частот вращения и вращающих моментов валов** 6](#_Toc42596665)

[**2.** **Расчет цилиндрической передачи** 8](#_Toc42596666)

[**2.1 Выбор материала и термической обработки** 8](#_Toc42596667)

[**2.2 Определение допускаемых напряжений** 8](#_Toc42596668)

[**2.3 Определение межосевого расстояния** 10](#_Toc42596669)

[**2.4 Подбор основных параметров передачи** 10](#_Toc42596670)

[**2.5 Делительный диаметр, диаметр вершин и диаметр впадин** 11](#_Toc42596671)

[**2.6 Пригодность заготовки колес** 11](#_Toc42596672)

[**2.7 Определение сил, действующих в косозубом зацеплении.** 12](#_Toc42596673)

[**Окружная сила Ft на делительном цилиндре** 12](#_Toc42596674)

[**2.8 Проверка тихоходной ступени в APM Win Machine** 13](#_Toc42596675)

[**3.** **РАСЧЕТ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ** 15](#_Toc42596676)

[**3.1 Расчет быстроходной ступени в APM Win Machine** 15](#_Toc42596677)

[**4.** **РАСЧЕТ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ** 17](#_Toc42596690)

[**4.1Диаметры валов** 17](#_Toc42596691)

[**4.2** **Расстояние между деталями передач** 18](#_Toc42596692)

[**4.3** **Выбор типа и схемы установки подшипников** 19](#_Toc42596693)

[**Список используемой литературы** 20](#_Toc42596694)

[Приложение А 21](#_Toc42596695)

Введение

Цель курсового проекта – спроектировать соосный вертикальный двухступенчатый редуктор.

Цилиндрический двухступенчатый редуктор представляет собой две последовательно соединенные цилиндрические передачи, заключенных в общий корпус. Редуктор имеет входной и выходной валы, которые посредством муфт или иных соединительных элементов соединяются с двигателем и рабочей машиной соответственно. В свою очередь цилиндрическая зубчатая передача представляет собой пару зубчатых колес, находящихся в зацеплении друг с другом.

К основным преимуществам соосного двухступенчатого цилиндрического редуктора можно отнести то, что он обладает высоким КПД и позволяет добиться меньших габаритов по длине(при этом быстроходный и тихоходный валы редуктора имеют общую геометрическую ось). Также такие редукторы позволяют обеспечить вращение валов в любую сторону. Двухступенчатый соосный редуктор схож с редуктором с раздвоенной схемой (по массе и габаритам), но позволяет осуществить на 25% большее передаточное отношение.

 Главным недостатком соосных двухступенчатых редукторов считают недогруженность быстроходной ступени, ведь часто силы, возникающие в зацеплении колес тихоходной ступени, много больше, чем в быстроходной(при одинаковых межосевых расстояниях ступеней). Также к недостаткам можно отнести сложность проведения процедуры смазки подшипников в средней части корпуса и необходимость увеличения диаметра промежуточного вала из-за большого расстояния между его опорами. Также недостатком считается высокий уровень шума, но он нивелируется непрямолинейным расположение зубьев на шестернях.

**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 отдельны х звеньев кинематической цепи в соответствии с [1, табл. 1.1] принимаем:

Общий КПД привода:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.2) |

Потребная мощность электродвигателя:

|  |
| --- |
|  |

Для расчета частоты вращения выходного вала нам потребуется узнать диаметр тяговой звездочки. В соответствии с [2, ст. 280] получаем следующее значение диаметра:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.4) |

где, – диаметр звездочки;

 – количество зубьев приводной звездочки;

 шаг цепи.

Тогда частота вращения приводного вала:

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

Значения передаточных чисел передач согласно [[1](file:///C%3A%5CUsers%5CUser%5CDownloads%5CKP_Smirnov_5290250_5296699.docx#_СПИСОК_ЛИТЕРАТУРЫ), табл. 1.2] принимаем:

Частота вращения вала электродвигателя:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.4) |

В соответствии с [1, табл. 18.36] по полученным данным подбираем электродвигатель электродвигатель 100S2 с мощность *P* = 4,0 кВт и асинхронной частотой вращения вала n = 2880 об/мин.

Общее передаточной число привода:

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

* 1. **Разбивка общего передаточного отношения по ступеням**

Передаточное число тихоходной ступени:

 (1.6)

Передаточное число быстроходной ступени:

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

|  |
| --- |
|  |

* 1. **Определение частот вращения и вращающих моментов валов**

Частота вращения вала тихоходной ступени:

|  |
| --- |
|  |

Частота вращения промежуточного вала:

|  |
| --- |
|  |

Частота вращения вала быстроходной ступени:

|  |
| --- |
|  |

Вращающий момент на приводном валу (на выходе):

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

Вращающий момент на промежуточном валу:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.9) |

Вращающий момент на валу быстроходной ступени:

|  |
| --- |
|  |

1. **Расчет цилиндрической передачи**

## **2.1 Выбор материала и термической обработки**

Материал согласно [1, табл. 2.1] выбираем сталь 40Х, вариант термической обработки III:

колесо – улучшение; HB 269…302; ,

шестерня – улучшение и закалка ТВЧ, HRC 48…53

Мощность, передаваемая колесом

 кВт

Крутящий момент, передаваемый колесом:

 Принимаем:

,

 (2.1)

## **2.2 Определение допускаемых напряжений**

Рассчитаем эквивалентное число циклов:

 -для колеса: (2.2)

 -для шестерни:

Где: Продолжительность работы передачи:

Число циклов перемены напряжений, соответствующее пределу контактной выносливости, определяется по графику:

для колеса -

для шестерни -

Рассчитаем коэффициенты долговечности:

Так как , то 1.

Так как , то 1.

Допускаемые контактные напряжения и напряжения изгиба, соответствующие числу циклов :

для колеса

для шестерни

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

для колеса

для шестерни

Окончательно принимаем:

,

## **2.3 Определение межосевого расстояния**

Величину awокругляем в большую сторону до стандартного значения: .

## **2.4 Подбор основных параметров передачи**

Предварительные размеры колеса:

*b2 = ψa⋅ аW* – ширина венца колеса, мм;

Модуль зубьев:

где *Кm* – вспомогательный коэффициент;

*Km* = 6,8 – для прямозубых колес.

*d2* – делительный диаметр колеса, мм;

Округляя, принимаем из 1-го ряда

Рассчитываем суммарное число зубьев:

Округляя, примем .

Рассчитываем число зубьев шестерни:

Рассчитываем число зубьев колеса:

 (2.15)

 Определение фактического передаточного числа ступени:

Отклонение Uф от U:

Окончательно принимаем ;

## **2.5** **Делительный диаметр, диаметр вершин и диаметр впадин**

Для шестерни:

 (2.18)

 (2.19)

Для колеса:

## **2.6 Пригодность заготовки колес**

 (2.20)

Ширина венца шестерни:

мм.

Проверка пригодности заготовок зубчатых колес и выбор материала

для их изготовления. Диаметр заготовки шестерни

 мм.

Условие пригодности заготовки шестерни

,

По таблице 2.1 [стр.19 ] Dпред=200, Sпред =125

 мм;

 мм.

Следовательно условия Сзаг < Sпред и выполняются.

## **2.7 Определение сил, действующих в косозубом зацеплении.**

## **Окружная сила Ft на делительном цилиндре**

При этом для шестерни и колеса:

Радиальная сила Fr:

 (2.22)

## **2.8 Проверка тихоходной ступени в APM Win Machine**

Тип передачи: цилиндрическая.

Тип расчета: проверка по моменту.



Рисунок 1 – Исходные (основные) данные тихоходной ступени



Рисунок 2 – Дополнительные данные тихоходной ступени



Рисунок 3 – Максимальный момент *Тмах* тихоходной ступени

Перегруз:

1. РАСЧЕТ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ

3.1 Расчет быстроходной ступени в APM Win Machine

Тип передачи: цилиндрическая.

Тип расчета: проектировочный.



Рисунок 4 – Исходные (основные) данные быстроходной ступени



Рисунок 5 – Дополнительные данные быстроходной ступени.



Рисунок 6 – Основные геометрические параметры.



Рисунок 7 – Параметры материалов.



Рисунок 8 – Силы в зацеплении.

1. Эскизное проектирование

## **4.1 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 = 45 мм, t = 2,8 мм, r = 3, f = 1,6 , 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 = 2,2 мм, r = 2, f = 1.

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:

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

Принимаем d = 17 мм, t = 2 мм, r = 1,6, f = 1.

 Диаметр быстроходного вала в месте установки подшипника:

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

Принимаем:

 Диаметр буртика для упора подшипника:

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

Принимаем , чтобы подшипник корректно уперся в вал.

* 1. **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.

* 1. **Выбор типа и схемы установки подшипников**

Для быстроходного вала выбираем подшипники шариковые радиальные однорядные (ГОСТ 8338-75), тип 204, схема установки «враспор».

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

Для тихоходного вала выбираем подшипники шариковые радиальные однорядные (ГОСТ 8338-75), тип 209, схема установки «враспор».

Список используемой литературы

1. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Детали машин. Курсовое проектирование. М. «Высшая школа», 1984 г.
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.

Приложение А

**Спроектировать привод цепного конвейера**

