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: | | *\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | *Зуева В.В.* |
| Группа: | | *ТСО-303Б-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-303Б-19, Зуева Виктория Владиславовна* |
|  | (№ 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 червячного редуктора, электродвигателя, муфты упругой, муфты с предохранительным устройством, рамы и звездочки тяговой. Параметры конвейера: Ft=125 кг – окружное усилие на барабане, v=0,9 м/c – скорость ленты конвейера, t=130 мм – шаг зубьев, 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, деталировка.* |

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

Дата выдачи задания: «24» декабря 2021 г.

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

Подпись студента \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Зуева В.В*.*/

[ВВЕДЕНИЕ 4](#_Toc73272788)

[1. РАСЧЕТ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ РЕДУКТОРА 5](#_Toc73272789)

[1.1 Подбор электродвигателя 5](#_Toc73272790)

[1.2 Определение частот вращения и вращающих моментов валов 6](#_Toc73272791)

[2. РАСЧЁТ ЧЕРВЯЧНОЙ ПЕРЕДАЧИ 7](#_Toc73272792)

[2.1 Выбор материала и термической обработки червяка и колеса 7](#_Toc73272793)

[2.2 Определение допускаемых напряжений 7](#_Toc73272794)

[2.3 Определение межосевого расстояния 8](#_Toc73272795)

[2.4 Подбор основных параметров передачи 8](#_Toc73272796)

[2.5 Геометрические размеры червяка и колеса 9](#_Toc73272797)

[2.6 КПД передачи 10](#_Toc73272798)

[2.7 Силы в зацеплении 10](#_Toc73272799)

[2.8 Тепловой расчёт 11](#_Toc73272800)

[2.9 Проверка ступени в APM WinMachine 11](#_Toc73272801)

3. [ЭСКИЗНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ 13](#_Toc73272796)

[3.1 Диаметры валов 13](#_Toc73272796)

[3.2 Расстояние между деталями передач 14](#_Toc73272796)

[3.3 Выбор типа и схемы подшипников 14](#_Toc73272796)

[4. КОРПУСНЫЕ ДЕТАЛИ 15](#_Toc73272802)

[СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 17](#_Toc73272803)

ПРИЛОЖЕНИЕ А [18](#_Toc73272796)

ВВЕДЕНИЕ

Целью данного курсового проекта является проектирование червячной пары. Вращение вала приводного двигателя передается входному валу редуктора, в результате чего витки резьбы рабочей части начинают перемещаться вдоль оси винта. Червячные редукторы в процессе работы издают гораздо меньше шума, чем модели с цилиндрической, планетарной и конической передачей, а также имеют плавный ход. Простота конструкции.

«Самоторможение» является уникальным качеством червячной передачи. Когда ведущий вал (червяка) не вращается, то ведомый вал притормаживается. И тогда его не провернешь.

Недостатки применения зубчато-червячных редукторов: довольно низкий коэффициент полезного действия (около 40%) - это влечет рост энергозатрат; имеются тепловые потери от 20...65% мощности двигателя, что требует использовать системы принудительного охлаждения при длительных тяжелых режимах работы; невозможность подключать редуктор к устройствам с высокой мощностью; низкая стойкость к ударным нагрузкам; склонность к заеданию червячной пары.

1. РАСЧЕТ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ РЕДУКТОРА
   1. Подбор электродвигателя

Потребляемая мощность привода (мощность на выходе):

(1.1)

где – окружное усилие на барабане [кг];

𝑣 – скорость ленты конвейера [м/с].

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

*η*чер = 0,8 – КПД червячной передачи;

*η*м = 0,98 – КПД муфты соединительной;

*ηоп* = 0,99 – КПД опор (одна пара);

Общий КПД привода:

(1.2)

Потребная мощность электродвигателя:

Частота вращения приводного вала:

где – приближенное значение диаметра звёздочки, м.

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

*U* = 30 – передаточное число ступени

Частота вращения вала электродвигателя:

В соответствии с [1, табл.18.36] по полученным данным подбираем электродвигатель 80В4/1415 с мощностью 𝑃 = 1,5 кВт и синхронной частотой 𝑛 = 1415 об/мин.

Общее передаточное число привода:

* 1. Определение частот вращения и вращающих моментов валов

Частота вращения тихоходного вала:

Частота вращения быстроходного вала:

Вращающий момент на приводном тихоходном валу (на выходе):

Вращающий момент на валу быстроходном валу:

1. РАСЧЁТ ЧЕРВЯЧНОЙ ПЕРЕДАЧИ
   1. Выбор материала и термической обработки червяка и колеса

Материал для червяка согласно [1, табл. 2.1] выбираем сталь 40Х, вариант термической обработки II: улучшение и закалка ТВЧ, HRC 45…50, витки шлифованы и полированы. Так как выбор материала для колеса связан со скоростью скольжения, определяют предварительно ожидаемую скорость скольжения [1, стр. 26].

Угловая скорость скольжения:

Ожидаемая скорость скольжения:

Т.к , материал колеса относится к II группе материалов: безоловянные бронзы и латуни [1, стр.26]. В соответствии с [1, табл.2.10] выбираем материал 2 БрАЖ9-4, способ отливки центробежный. Механические характеристики: σB = 500 МПа, σт = 200 МПа.

2.2. Определение допускаемых напряжений

Допускаемое контактное напряжение:

где – исходное допускаемое контактное напряжение [МПа].

Так как твердость червяка HRC 45…50, то . В соответствии с [1, стр. 28].

Допускаемое напряжение изгиба:

где – коэффициент долговечности;

– исходное допускаемое напряжение изгиба [МПа].

Коэффициент долговечности:

где N общее число циклов перемены напряжения.

где – общее время работы передачи [ч].

Исходное допускаемое напряжение изгиба:

Допускаемое напряжение изгиба:

2.3. Определение межосевого расстояния

Межосевое расстояние передачи:

В соответствии с [1, стр. 28] округляем полученное значение межосевого расстояния до целого, в большую сторону:

2.4. Подбор основных параметров передачи.

В соответствии с [1, стр. 28], т.к. Uред свыше 30, число витков червяка принимаем 1 = 1

Число зубьев колеса:

Округляя полученное значение, принимаем: 2 = 31.

Предварительное значение модуля передачи:

Ближайшее стандартное значение, согласно [1, табл. 2.11]: m = 6,3 [мм].

Предварительно значение относительного диаметра червяка:

Минимальное допустимое значение q из условий жёсткости червяка:

Полученное значение q qmin и в соответствии с [1, табл. 2.11] принимаем: q = 10 [мм].

Коэффициент смещения инструмента:

Фактическое передаточное число:

Отклонение передаточного числа от заданного:

2.5. Геометрические размеры червяка и колеса

Делительный диаметр червяка:

Диаметр вершин витков:

Диаметр впадин:

Длина нарезной части:

Так как витки шлифуют, то конечная длина нарезной части:

Диаметр делительной окружности колеса:

Диаметр окружности вершин зубьев:

Диаметр колеса наибольший:

Диаметр впадин:

Ширина венца:

2.6. КПД передачи

Коэффициент полезного действия червячной передачи:

где – угол подъема линии витка;

- приведенный угол трения.

В соответствии с [1, табл. 2.12] для 1 = 1 и q = 10 выбираем угол подъема линии витка:.

Угловая скорость червяка:

Окружная скорость на червяке:

Скорость скольжения в зацеплении:

В соответствии с [1, табл.2.12] для (интерополируя):

Коэффициент полезного действия червячной передачи:

2.7. Силы в зацеплении

Окружная сила на колесе и осевая сила на червяке:

Окружная сила на червяке и осевая сила на колесе:

Радиальная сила:

2.8. Тепловой расчёт

В соответствии с [1, табл.2.14] при , поверхность охлаждения корпуса: *A* = 0,36м2.

Коэффициент теплоотдачи [1, стр. 31]

Предположительно примем, что отвод теплоты будет происходить без искусственного охлаждения, тогда температура масла:

Полеченное значение является недопустимым, так как . Поэтому необходимо прибегнуть к использованию искусственного охлаждения вентилятором. Предположительно примем, что отвод теплоты будет происходить с использованием искусственного охлаждения, a угловая скорость вала вентилятора , тогда .

Рассчитываем температуру масла, учитывая наличие вентилятора:

Полученное значение является допустимым, так как .

2.9. Проверка тихоходной ступени в APM Win Machine

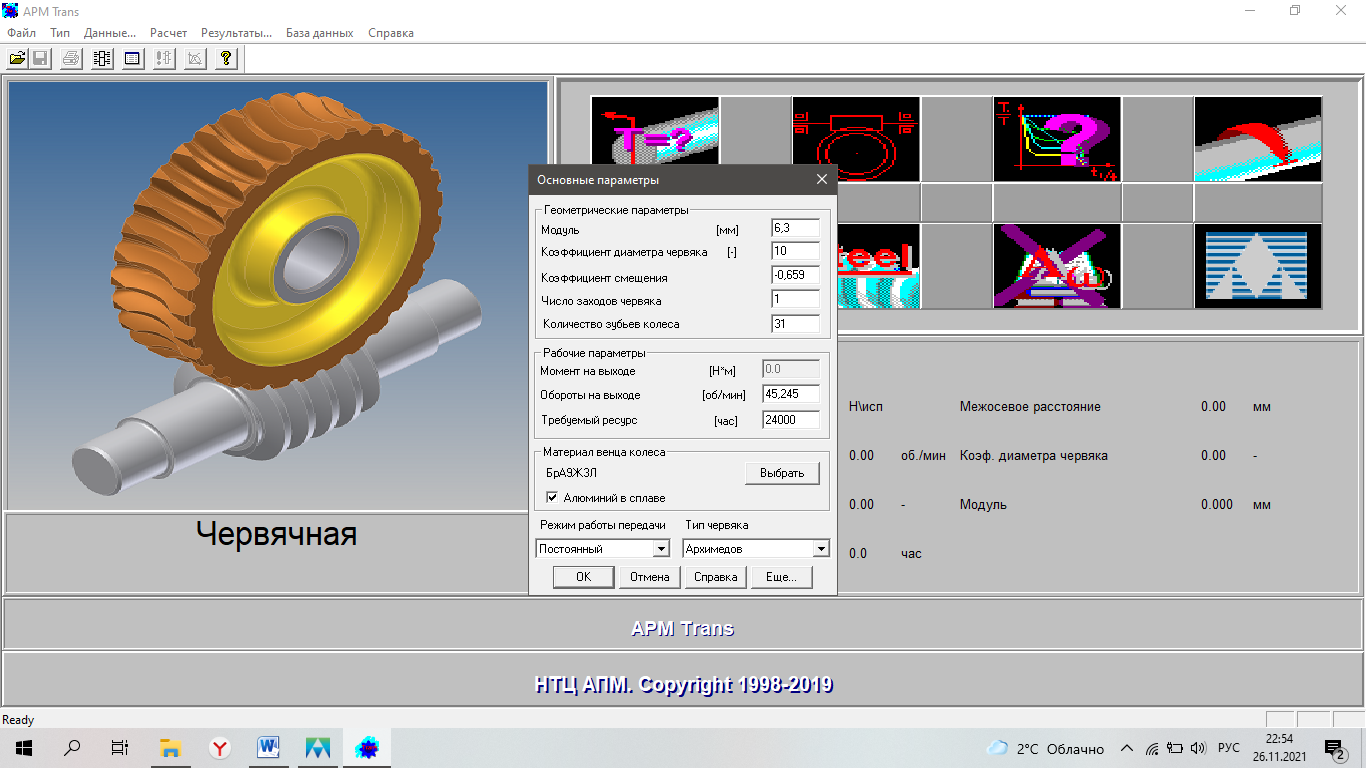


Рисунок 1-основные параметры ступени

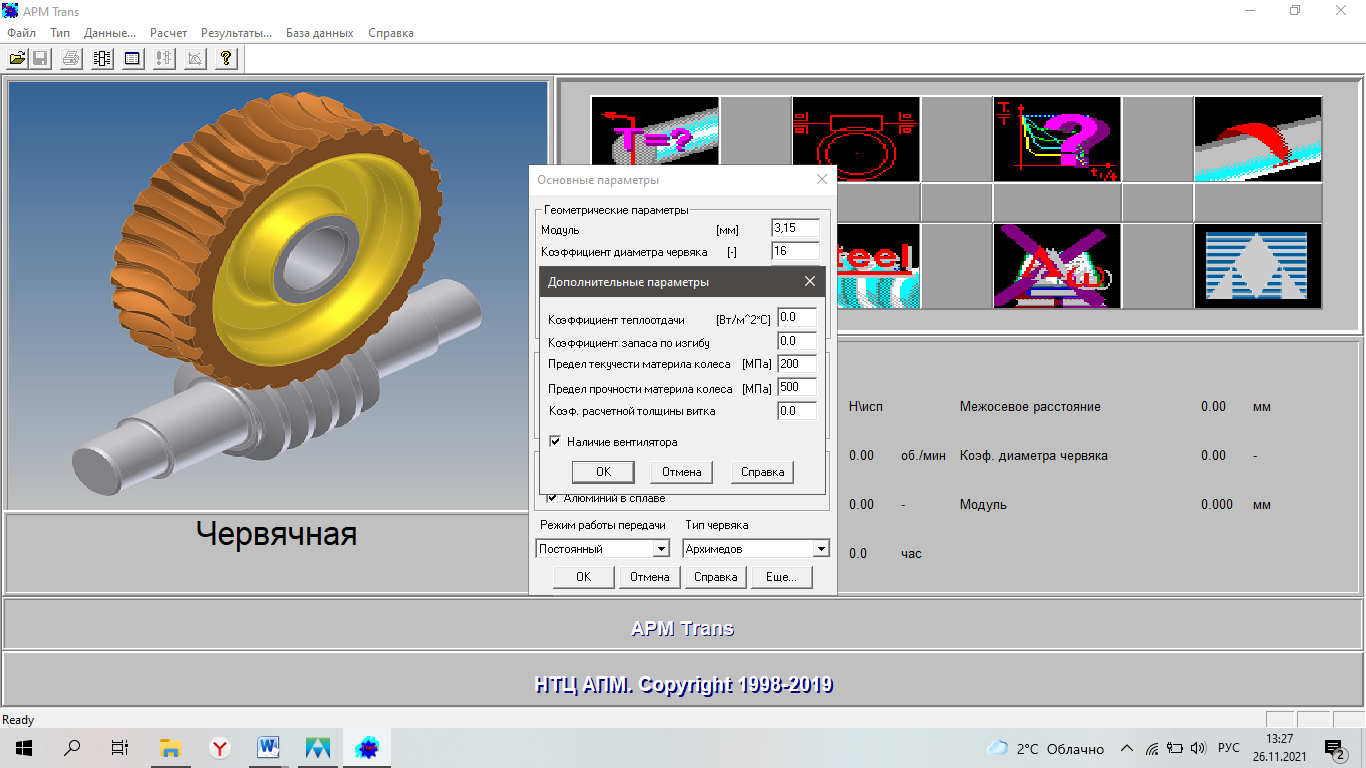


Рисунок 2 –Дополнительные параметры ступени

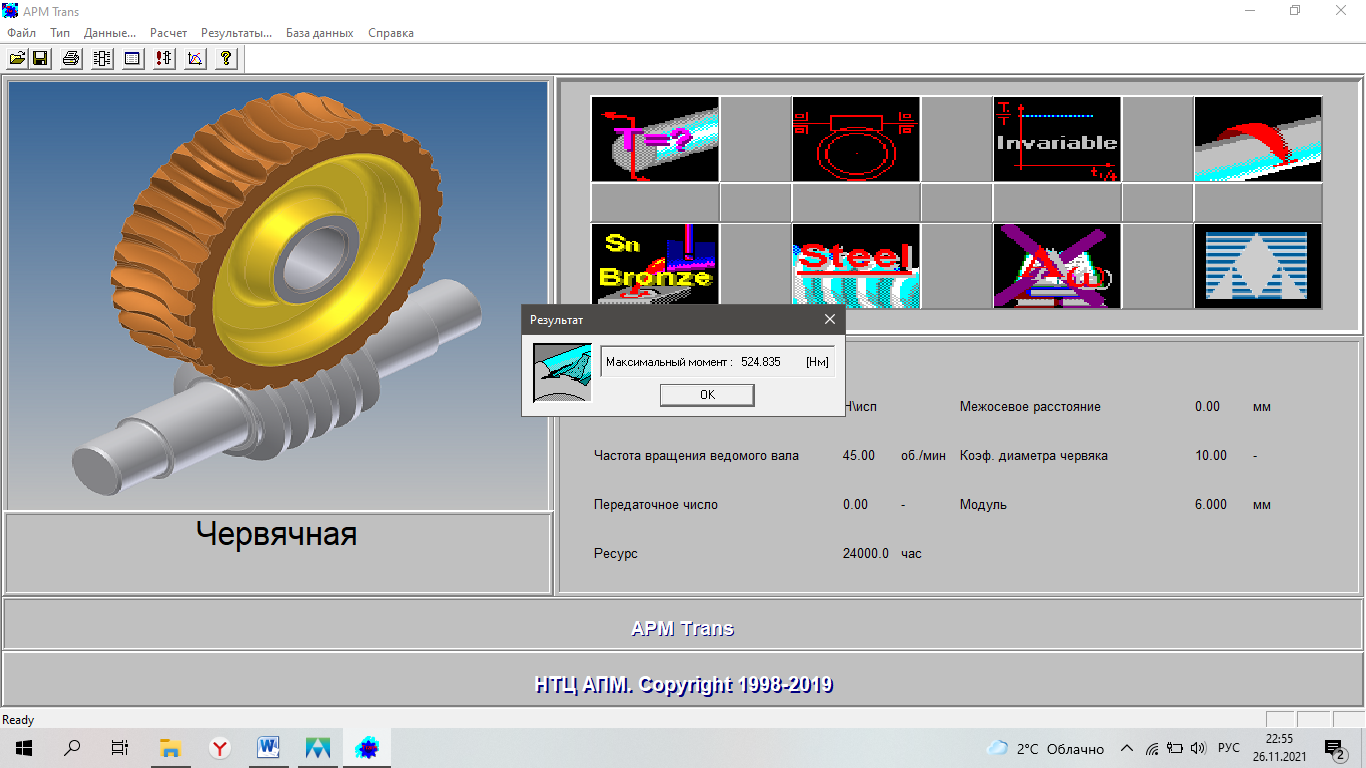


Рисунок 3 – Максимальный момент ступени

Исходя из проверки, можно сделать вывод о том, что ступень рассчитана, верно.

3. ЭСКИЗНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

3.1 Диаметры валов

1) Диаметр выходного конца тихоходного вала:

где – напряжение кручения [МПа].

В соответствии с [2, стр. 296] принимаем .

Согласно [1, табл. 18.1] и [1, табл. 3.1] принимаем , , , , где:

– высота заплечника [мм];

– координата фаски подшипника [мм];

– размер фаски колеса [мм].

Диаметр тихоходного вала в месте установки подшипника:

Принимаем .

Диаметр буртика для упора подшипника:

Принимаем .

Диаметр вала в месте установки колеса, принимаем .

2) Диаметр выходного кольца быстроходного вала:

Принимаем , , , .

Диаметр быстроходного вала в месте установки подшипника:

Принимаем .

Диаметр буртика для упора подшипника быстроходного вала:

Принимаем .

3.2 Расстояние между деталями передач

Наибольшее расстояние между внешними поверхностями деталей передач ступени:

Минимальный зазор между колесом и корпусом:

Округляя в большую сторону до целого числа, принимаем: .

Расстояние между дном корпуса и нижней внешней поверхностью червяка:

Конструктивно необходимо принять

3.3 Выбор типа и схемы установки подшипников

Для быстроходного вала выбираем роликоподшипники конические однорядные [1, табл. 18.33], тип 7204; схема установки: левая опора – «плавающая», правая – «фиксирующая».

Для тихоходного вала выбираем роликоподшипники конические однорядные [1, табл. 18.33], тип 7211; схема установки: «враспор».

4. КОРПУСНЫЕ ДЕТАЛИ

Толщина стенки корпуса редуктора:

Принимаем .

Толщина стенки крышки с корпуса:

Принимаем .

Внутренние литейные радиусы:

Внешние литейные радиусы:

Высота приливов:

В соответствии с [1, табл. 9.2] для принимаем диаметр винтов и отверстий для крепления крышки корпуса d = M12, = 13 мм.

Суммарное межосевое расстояние:

Ширина фланцев для соединения крышки и корпуса:

Принимаем .

Исходя из [1, табл. 9.3] принимаем диаметр винтов для крепления корпуса к раме или плите: = 12 мм, а количество винтов n = 4

Толщина фланца для крепления корпуса к раме или плите:

Принимаем .

Ширина фланца для крепления корпуса к раме или плите:

Принимаем

Расстояние от края фланца до оси болта:

Принимаем .

Диаметр штифтов:

Принимаем .

Высота фланца:

Принимаем .

Ширина фланца для крепления редуктора к плите или раме:

Принимаем .

Длина фланца для крепления редуктора к плите или раме:

Диаметр проушин:

Принимаем .

Толщина проушин:

Принимаем .

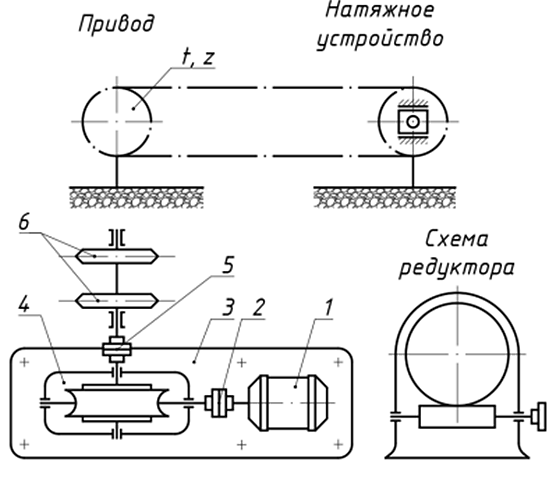
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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. A. Финогенова/ М. Н. Иванов – 6-е изд., перераб. М.: Высш. шк., 2000. – 383 с.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**

Спроектировать привод цепного конвейера:



1. Электродвигатель.
2. Муфта упругая.
3. Рама (плита).
4. Редуктор червячный.
5. Муфта упруго-предохранительная.
6. Звёздочки тяговые (t- шаг, z- число зубьев).