МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство.)»

Институт мехатроники и информационных технологий

Кафедра «Технологические машины и мехатронные системы»

Дисциплина «Детали машин ПТУ»

**Курсовой проект**

«Разработка приводного устройства ленточного транспортера»

Выполнил: студент  
группы ММТ-118  
 Федосеев А.М.

Принял:

доц., к.т.н.  
Зайцев А.Н.

Москва 2020

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Содержание**  Введение…………………………………………………………3  Задание……………………………………………………….….4  Кинематический и силовой расчет привода…………………..6  Расчет червячного редуктора………………………………..…7  Геометрические параметры передачи…………………………8  Проектный расчет валов…………………………………..…..11  Расчет подшипников качения………………………………...14  Расчет шпонок……………………………………………..…..16  Выбор муфты…………………………………………………..16  Конструирование корпусных деталей и крышек  подшипников………………………………………………..…19  Порядок сборки привода………………………………….…..22  Заключение………………………………………………...…..22  Список литературы…………………………………………... 23 | | | | | | |
|  |  |  |  |  | ДМ-06-02.00.00.ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 2 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ВВЕДЕНИЕ**  Настоящая работа посвящена проектированию привода цепного конвейера общемашиностроительного применения, который может быть использован для механизации транспортных и складских работ на предприятиях текстильной промышленности.  Привод любой машины предназначен для передачи движения от вала двигателя к валу исполнительного звена с помощью различных механических передач. Необходимость передач в составе привода обусловлена экономической целесообразностью согласования с их помощью режимов работы двигателя и исполнительного звена. Первый характеризуется обычно большой частотой вращения вала и малым вращающим моментом, а второй имеет, как правило, обратные характеристики.  Разработанный согласно заданию на проект привод конвейера включает в себя:   * электродвигатель, преобразующий электрическую энергию в механическую энергию вращения своего вала; * муфту, соединяющую вал электродвигателя с входным валом   привода и передающую движение с вала на вал практически без изменения его параметров;   * червячный редуктор, передающий движение от быстроходного вала на тихоходный вал с уменьшением частоты вращения и увеличением вращающего момента при переходе с вала на вал; * муфту, соединяющую тихоходный вал редуктора с выходным валом   привода и передающую движение с вала на вал практически без изменения его параметров;   * вал выходной с тяговыми звёздочками – исполнительное звено привода, передающее движение тяговым цепям транспортера   Проект привода разработан на базе основных положений современной учебно-методической и справочно-технической литературы по деталям машин [1…3]. | | | | | | |
|  |  |  |  |  | ДМ-06-02.00.00.ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 3 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |
| ЗАДАНИЕ ДМ-06 к курсовому проекту по деталям машин  Студенту \_\_Федосееву А.М.\_\_\_\_ группы \_ММТ-118\_\_\_\_\_\_\_   1. Тема проекта: разработать приводное устройство цепного транспортера. 2. Исходные данные по вариантам: 1 **2** 3 4 5 6 7  * тяговое усилие на приводных   звёздочках транспортера , Кн; 1,5 **2,7** 3,1 4,5 4,4 4,1 \_\_\_\_   * скорость цепей транспортера , м/с 0,4 **0,5** 0,6 0,7 0,75 0,65 \_\_\_\_ * шаг цепей транспортера , мм 250 **160** 125 80 100 200 \_\_\_\_ * число зубьев звездочек  6 **10**  9 18 16 10 \_\_\_\_ * требуемый ресурс привода , ч 15000 * режим работы (нагрузки) привода постоянный () * тип тяговых цепей транспортера Р1 ГОСТ 589-74  1. Перечень основных вопросов, подлежащих разработке при проектировании приводного устройства:  * кинематическо – силовой расчет привода; * расчет и конструирование червячного одноступенчатого редуктора; * расчет и конструирование цепной передачи; * выбор стандартной муфты и конструирование предохранительной муфты;   Срок окончания предварительных расчетов по проекту: \_30.12.2020\_\_ | | | | | | |
|  |  |  |  |  | ДМ-06-02.00.00.ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 4 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |
| 1. Перечень графического материала (формат А1) Срок выполнения  * 1 лист: Редуктор. Сборочный чертеж. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ * 2 лист: Детали привода. Рабочие чертежи. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  1. Схема приводного устройства цепного транспортера:  |  |  | | --- | --- | |  | 1. Электродвигатель 2. Муфта 3. Редуктор 4. Муфта комбинированная 5. Приводной вал транспортера с тяговыми звездочками 6. Рама или плита 7. Тяговые цепи транспортера |  1. Дополнительные данные:  * количество изделий в серии – 60; * расстояние между тяговыми звездочками .   Дата выдачи задания 13.10.2020  Срок сдачи проекта \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  Консультант \_\_\_Зайцев А.Н.\_\_\_\_  Студент \_Федосеев А.М.\_\_\_ | | | | | | |
|  |  |  |  |  | ДМ-06-02.00.00.ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 5 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Кинематический и силовой расчет привода**  Вычисление требуемой мощности двигателя производится по формуле:  где *РВЫХ*  *Ft* *V* - мощность необходимая на выходе цилиндрического косозубого редуктора,  *Ft*- тяговое усилие на приводном барабане транспортера;  *V* - скорость ленты транспортера  *общ*  - КПД механизма;  *зп*  0,97 - КПД цилиндрической передачи,  *п*  0,99 - КПД пары подшипников качения  *м*  0,98- КПД муфты,  *цп*  0, 95 - КПД цепной передачи.  **см  0,99 - КПД смазки    *общ*  0,745  Выбирается двигатель АИР 100L6 с частотой вращения ротора  *n*  945 *мин*1 и мощностью *Pэд*  2,2 *кВт* .  Общее передаточное число привода:  Передаточное число муфты:  Передаточное отношение редуктора:  Распределение мощности по валам: | | | | | | |
|  |  |  |  |  | ДМ-06-02.00.00.ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 6 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Частота вращения валов:        Крутящий момент на валах:          **Расчет червячного редуктора.**    **Выбор материала и термообработки зубчатого колёса и шестерни.**  Червяки в силовых передачах, как правило, выполняются из сталей, термообрабатываемых до значительной твердости. Наилучшую стойкость обеспечивают червяки из среднеуглеродистых сталей (40Х, 45) с твердостью HRC=45…55. При этом необходима шлифовка и полировка червяка для уменьшения трения.  Принимаем материал червяка – сталь 45.  Венец червячного колеса выполняется из антифрикционного материала.  Скорость скольжения:  => материал венца червячного колеса принимает БрАЖ9-4.  **Допускаемые контактные напряжения шестерни и колеса.**  – предел текучести  – предел прочности      *-* допускаемое напряжение изгиба материалов II группы    82 МПа < 160 МПа - *Условие выполняется.* | | | | | | |
|  |  |  |  |  | ДМ-06-02.00.00.ПЗ | **Лист** |
|  |  |  |  |  | 7 |
| **Изм.** | **Лист** | **№ докум** | **Подпись** | **Дата** |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| В соответствии с рекомендациями при требуемом передаточном отношении Uред=50, принимаем число заходов червяка Z1=1, тогда число зубьев червячного колеса равно Z2=50  Определяем межосевое расстояние передачи:  Рекомендуемое значение коэффициента диаметра принимаем:      Принимаем  *,* тогда =0,25.  Приведенный модуль упругости:    *- модуль упругости материала червяка (стали)*  *- модуль упругости материала венца колеса (бронзы)*  Определяем осевой модуль передачи:  Принимаю m = 5.  **Геометрические параметры передачи.**  Делительные диаметры червяка и червячного колеса.      Коэффициент смещения равен:  Размеры червяка:  мм  мм    Диаметр начальной окружности червяка равен:  мм | | | | | | |
|  |  |  |  |  | ДМ-06-02.00.00.ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 8 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Принимаем b1=130 мм.  - угол зацепления  Размеры колеса:  мм  мм  мм    мм  Принимаем мм  Угол обхвата червяка колесом:  Ширина колеса:  мм  Принимаем b2=55 мм  Окружная скорость червяка:  Угол подъема витка червяка:  Скорость скольжения:  КПД зацепления: | | | | | | |
|  |  |  |  |  | ДМ-06-02.00.00.ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 9 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Принимаю  Расчет передачи на прочность по напряжению изгиба:  *-*приведенное число зубьев колеса  Принимаем  Окружная сила на колесе:  Коэффициент нагрузки:  Модуль нормальный:  *m –* осевой модуль  *–* условие выполняется  Силы, действующие в зацеплении:  Тепловой расчет редуктора:  *-*тепло, выделяющееся в передаче  – тепло, отданное окружающему воздуху, Вт  – коэффициент теплоотдачи при умеренной вентиляции  t1 – внутренняя температура масла в редукторе  t0 = 20 -температура окружающей среды (воздуха)    мм  мм  мм | | | | | | |
|  |  |  |  |  | ДМ-06-02.00.00.ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 10 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Проектный расчет валов.**  Вал червяка:  Принимаем d2=20 мм  Вал колеса:  Принимаем d3=65 мм  Предварительное конструирование валов.  Вал червячного колеса – d3 | | | | | | |
|  |  |  |  |  | ДМ-06-02.00.00.ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 11 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вал червяка – d2    Определение Mmax и построение эпюр изгибающих моментов.  В вертикальной плоскости:          В горизонтальной плоскости: | | | | | | |
|  |  |  |  |  | ДМ-06-02.00.00.ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 12 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Проверка    4956-5570-2664+3299 = 0      Момент по сечениям:    *мм*  Проверка статической прочности вала          *- для стали* 5    *=> условие выполняется* | | | | | | |
|  |  |  |  |  | ДМ-06-02.00.00.ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 13 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Расчет подшипников качения.**  Для тихоходного вала.  1) Т.к. имеет место червячная передача с достаточно большой осевой нагрузкой , выбираем шариковые радиально-упорные однорядные подшипники. Исходя из расчетов выбираем подшипник 46213 легкой узкой серии. | | | | | | |
|  |  |  |  |  | ДМ-06-02.00.00.ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 14 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2) В связи с тем, что в опорах вала используются шариковые радиально – упорные однорядные подшипники, осевую нагрузку воспринимает обе опоры.  Предварительно расчитываем:  3)    4) Для рассматриваемой схемы установки подшипников «враспор» в корпусе червячного редуктора уравнение имеет вид:          5)  6)    7) В качестве наиболее нагруженной выбираем опору А, т.к. .  Дальнейший расчет ведем только для наиболее нагруженной опоры, приняв  8)    9)Проверяя условие, имеем  Следовательно, подшипник 46213 выбран верно.  Для быстроходного вала так же выбираем подшипники радиально-упорные однорядные, 46213 легкой узкой серии. | | | | | | |
|  |  |  |  |  | ДМ-06-02.00.00.ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 15 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |
| **Расчет шпонки.**    По справочным данным с геометрическими параметрами призматических шпонок для d=70 мм по ГОСТ 23360-78:  b=20 мм; h=12 мм ; l=56-220 мм      *-* Условие выполняется.  **Выбор муфты между редуктором и приводным валом.**  Наиболее широкое распространение благодаря относительной простоте конструкции и удобству замены упругих элементов получили упругие втулочно- пальцевые муфты.  Муфты МУВП стандартизованы – ГОСТ 21424-93. | | | | | | |
|  |  |  |  |  | ДМ-06-02.00.00.ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 16 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Выбор осуществляется по передаваемому моменту *Т* = 696,291 Н∙м и диаметру посадочного конца вала *d* = 60 мм по атласу деталей машин (ГОСТ 21424-93 таблица 21.3.9). Выбираем муфту со следующими параметрами *Т* = 1000 Н∙м, *d* = 63 мм, *L* = 216 мм, *l* = 105 мм, *n*max. = 2850 мин-1, *Z* = 8 (число пальцев).  Расчетный вращающий момент:  Напряжение смятия и условие прочности:  Напряжение изгиба и условие прочности:  **Выбор муфты между редуктором и приводным валом.** | | | | | | |
|  |  |  |  |  | ДМ-06-02.00.00.ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 17 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Выбираем муфту упругую со звездочкой по ГОСТ 14084-93 с параметрами:  Работоспособность муфты оценивается прочностью резиновой звездочки на смятие:  *–* Условие выполняется  где F’M – усилие на среднем диаметре упругой звездочки. | | | | | | |
|  |  |  |  |  | ДМ-06-002.00.00.ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 18 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Конструирование корпусных деталей и крышек**  **подшипников.**  Корпусная деталь состоит из стенок, ребер, бобышек, фланцев и других элементов, соединенных в единое целое.  При конструировании литой корпусной детали стенки следует выполнять одинаковой толщины. Толщину стенок литых деталей стремятся уменьшить до величины, определяемой условиями хорошего заполнения формы жидким металлом. Основной материал корпусов – серый чугун не ниже марки СЧ15.  Размеры корпуса определяет число и размеры размещенных в нем деталей, относительное их расположение, значение зазоров между ними.  Ориентировочные  размеры корпуса были определены при составлении компоновочной схемы, уточнены при разработке конструкций узлов.  Корпуса современных редукторов очерчивают плоскими поверхностями, все выступающие элементы (бобышки подшипниковых гнезд, ребра жесткости) устраняют с наружных поверхностей и вводят внутрь корпуса, лапы под болты крепления к основанию не выступают за габариты корпуса, проушины для транспортировки редуктора отлиты заодно с корпусом. При такой конструкции корпус характеризуют большая жесткость и лучшие виброакус- тические свойства, повышенная прочность в местах расположения болтов крепления, уменьшение коробления при старении, возможность размещения большего объема масла, упрощение наружной очистки, удовлетворение современным требованиям технической эстетики. Однако масса корпуса из- за этого несколько возрастает, а литейная оснастка — усложнена. | | | | | | |
|  |  |  |  |  | ДМ-06-02.00.00.ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 19 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Для соединения крышки с корпусом используют болты с наружной шестигранной головкой или, предпочтительнее, винты с цилиндрической головкой с шестигранным углублением «под ключ». В последнем случае получают наименьшую ширину фланца. Ширину фланца выбирают из условия свободного размещения головки винта (или гайки) и возможности поворота ее гаечным ключом на угол 60°. Винт заворачивают в резьбовое отверстие корпуса.  Фиксирование крышки относительно корпуса. Отверстия в подшипниковом гнезде для установки подшипников должны иметь правильную цилиндрическую форму. При сборке редуктора во время затяжки болтов, соединяющих корпус с крышкой, возможно некоторое смещение крышки относительно корпуса,  что вызовет деформирование наружных колец подшипников, имеющих малую жесткость. Кроме того, торцы приливов у подшипниковых гнезд на крышке редуктора и корпусе могут не совпасть, что повлечет перекос крышек подшипников и наружных колец самих  подшипников. Следовательно, при сборке редуктора нужно точно фик- сировать положение крышки относительно корпуса. Необходимую точность фиксирования достигают штифтами, которые располагают на возможно большем расстоянии друг от друга.  Оформление сливных отверстий. Наиболее часто в редукторах используют картерную систему смазывания, при которой корпус является резервуаром для масла. Масло заливают через верхний люк. При работе передачи масло постепенно загрязняют продукты изнашивания, оно стареет  — свойства его ухудшаются. Поэтому масло периодически меняют. Для слива масла в корпусе выполняют сливное отверстие, закрываемое пробкой.  Дно корпуса, особенно при больших габаритах, желательно делать с уклоном 0,5... 1,0° в сторону сливного отверстия. Кроме того, у самого отверстия нужно делать местное углубление. Сливное отверстие должно быть достаточно большого диаметра. При таком исполнении масло почти без остатка может быть слито из корпуса.  При замене масла часть его может стекать по внешней стенке корпуса на плиту или основание. Поэтому лучше сливное отверстие располагать (если это удобно для пользования) в дне корпуса.  Если сливное отверстие приходится располагать на стороне опорного фланца корпуса, то его выполняют в приливе.  Перед сверлением сливного отверстия прилив в корпусе фрезеруют, поэтому он должен выступать над необрабатываемой поверхностью.  Отверстие для выпуска масла закрывают пробкой с цилиндрической или конической резьбой. Цилиндрическая резьба не создает надежного уплотнения, а коническая обеспечивает герметичное соединение и пробки с этой резьбой дополнительного уплотнения не требуют, поэтому и имеют преимущественное применение. | | | | | | |
|  |  |  |  |  | ДМ-06-02.00.00.ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 20 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Оформление прочих конструктивных элементов корпусных деталей. Для подъема и транспортирования крышки корпуса и редуктора в сборе применяют проушины, отливая их заодно с крышкой.  Для подъема и транспортирования корпусов больших размеров предус- матривают крючья или проушины отливают заодно с корпусом.  Крышки люков. Для заливки масла в редуктор, контроля правильности зацепления и для внешнего осмотра деталей делают люки. Чтобы удобнее было заливать масло и наблюдать за зубчатыми колесами при сборке и эксплуатации, размеры люков должны быть возможно большими. Люки делают прямоугольной формы и закрывают крышками, изготовленными из стального листа, литыми из чугуна, алюминиевого сплава или прессованными из пластмассы.  Широко применяют стальные крышки из листов при единичном и мелкосерийном производстве — простой формы , а при среднем и крупносерийном — штампованную. Для того чтобы внутрь корпуса извне не засасывалась пыль, под крышку ставят уплотняющие прокладки из прокладочного картона толщиной 1... 1,5 мм. В последнее время вместо картона для прокладок стали применять полосы из технической резины толщиной 2...3 мм, привулканизированные к крышке. | | | | | | |
|  |  |  |  |  | ДМ-06-02.00.00.ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 21 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Порядок сборки привода.**  При сборке редуктора вырабатывается последовательность операций соединения элементов конструкции. Сборка редуктора начинается со сборки валов. Предварительно, детали, участвующие в соединении, необходимо подготовить к сборке. На тихоходный вал редуктора устанавливаются зубчатое колёсо и фиксируются относительно вала шпонками. На опорные участки валов устанавливаются подшипниковые опоры, предварительно нагретые в масле. Для предотвращения утечки смазочного материала на выходные концы валов устанавливаются резиновые армированные манжеты. Собранные валы устанавливаются в корпусе редуктора. Далее на выходные участки валов надеваются закладные крышки подшипников и устанавливаются в корпусе редуктора. Закладные участки валов также закрываются крышками. На корпус редуктора устанавливается крышка корпуса, фиксируется относительно корпуса цилиндрическими штифтами для предотвращения смещения. Для улучшения условий эксплуатации редуктора внутрь корпуса заливается смазочный материал – масло И-Г-А-32. Далее крышка люка закрывается и фиксируется относительно крышки корпуса винтами. Редуктор устанавливается на сварную раму, и крепиться к ней посредством болтов.  **Заключение**  В результате выполненной работы создана конструкция привода конвейера, спроектированы его основные узлы и детали, подобраны необходимые стандартные изделия. | | | | | | |
|  |  |  |  |  | ДМ-06-02.00.00.ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 22 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Графический материал проекта имеет общий объем 2 листа формата А1 и включает в себя:   * сборочный чертеж цилиндрического одноступенчатого зубчатого редуктора (формат А1); * рабочие чертежи деталей привода (четыре чертежа формата А3, размещённых на листе формата А1).   Пояснительная записка к проекту изложена на листах формата А4 и содержит информацию о разработанных конструкциях нестандартных узлов и деталей привода, материалах, необходимых для их изготовления, а также о включенных в его состав стандартных изделиях. Даны проектные и проверочные расчеты узлов и деталей привода, подтверждающие их работоспособность в заданных условиях эксплуатации. Приведены спецификации к чертежу общего вида привода и сборочным чертежам его узлов.  Таким образом, в ходе курсового проектирования разработан учебный проект привода цепного транспортера, имеющего параметры, полностью соответствующие заданным характеристикам и условиям эксплуатации.  **Список литературы**   * 1. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин. – М.: Высшая школа, 2006.   2. Иванов М.Н. Детали машин. – М.: Высшая школа   3. Детали машин: Атлас конструкций / Под ред. Д.Н. Решетова. – М.: Машиностроение, | | | | | | |
|  |  |  |  |  | ДМ-06-02.00.00.ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 23 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |