Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь

Белорусский государственный аграрный технический университет

Кафедра электрооборудования сельскохозяйственных предприятий

КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине «Электропривод»

Электропривод штангового навозоуборочного транспортера.

Студентка 4-го курса 20эн группы

Григорович Екатерина Михайловна

Руководитель

Гурин Владимир Владимирович

Минск 2008

Реферат

Курсовой проект на тему: "Электропривод кареточно-скреперного транспортера" выполнен в объеме: расчетно-пояснительная записка на 38 страницах, таблиц 10, рисунков 0; графическая часть на 9 листах, в том числе формата А4 9 листов.

Ключевые слова: электропривод, мощность, момент.

В проекте разработан электропривод штангового навозоуборочного транспортера. Проведен расчет и выбор элементов электропривода согласно заданию.

Содержание

Введение

1 Технологические характеристики рабочей машины

1.1 Назначение

1.2 Описание конструкции рабочей машины

1.3 Описание рабочих органов и их параметров

1.4 Технологическая схема использования рабочей машины

1.5 Требования к управлению рабочей машиной

1.6 Характеристика условий окружающей среды и электрооборудованию

2 Выбор электродвигателя для привода рабочей машины

2.1 Расчет и построение механических характеристик рабочей машины под нагрузкой и на холостом ходу

2.2 Расчет и построение нагрузочной диаграммы рабочей машины

2.3 Выбор предполагаемого электродвигателя по роду тока, напряжению, числу фаз, типу, модификации, частоте вращения

2.4 Выбор кинематической принципиальной схемы электропривода

2.5 Приведение мощности, момента и скорости рабочей машины к валу электродвигателя и обоснование режима его работы

2.6 Окончательный выбор электродвигателя по мощности с учетом режима работы

2.7 Проверка выбранного электродвигателя по условиям пуска, перегрузочной способности и на допустимое число включений в час

2.8 Проверка выбранного электродвигателя на нагревание за цикл нагрузочной диаграммы

2.9 Построение механической и электромеханической характеристик электродвигателя

3 Выбор элементов кинематической принципиальной схемы

3.1 Выбор монтажного исполнения электродвигателя

4 Расчет переходных процессов в электроприводе

4.1 Обоснование способа пуска и торможения электропривода

5 Разработка принципиальной электрической схемы управления электроприводом

5.1 Требования к управлению машиной и пути их реализации

5.2 Описание разработанной схемы управления электроприводом

5.3 Выбор аппаратов защиты электрических цепей и аппарата защиты электродвигателя в аварийных состояниях по критерию эффективности

5.4 Выбор аппаратов управления электроприводом

6 Определение показателей разработанного электропривода

6.1 Расчет показателей надежности разработанного электропривода

6.2 Определение удельных и энергетических показателей разработанного электропривода

7 Разработка ящика управления электроприводом

7.1 Определение суммарной площади монтажных зон аппаратов и типа ящика управления

7.2 Пояснения о размещении аппаратов в ящике управления и составлению схемы соединений ящика управления

7.3 Выбор проводов для схемы соединения ящика управления и кабелей для схемы внешних соединений

Заключение по проекту

Литература

Введение

Автоматизация и электрификация сельскохозяйственного производства приводит к облегчению труда рабочих, и уничтожение существенного различия между умственным и физическим трудом, и дальнейшему повышению материального благосостояния народа.

Современный электропривод определяет собой уровень силовой электровооружённости, является главным средством автоматизации рабочих машин и механизации производственных процессов.

Рост электрификации и автоматизации, создание на этой базе более современных машин ведут к огромному повышению производительности труда.

Производство, переработка и хранение сельскохозяйственной продукции тесно связано с использованием электроприводов.

Преимущества электропривода состоит в том, что электрическая энергия легко передаётся на большие расстояния, обладают высокой экологической чистотой, что немаловажно в современных технологиях, а также может преобразовываться не только в механическую, но и в тепловую и в другие виды энергии, необходимые как в производстве, так и в быту. Электропривод отличается большим количеством конструктивных решений, функционального назначения, технических параметров и т.д. Преимущества использования электропривода могут быть реализованы лишь при правильном его выборе по различным параметрам.

Таблица 1- Исходные данные

|  |  |
| --- | --- |
| Показатели | Данные |
| Мощность под нагрузкой,  | 3,3 |
| Мощность на холостом ходу,  | 0,8 |
| Число уборок | 4 |
| Скорость движения скребков,  | 0,21 |

1 Технологические характеристики рабочей машины

1.1 Назначение

Кареточно-скреперный транспортер предназначен транспортировать бесподстилочный навоз по каналам. Имеет два исполнения: продольный и поперечный. Продольный используют для транспортирования навоза по продольным каналам животноводческого помещения от мест помещения его в желоб поперечного транспортера, поперечный – по поперечным каналам в навозосборник. Преимущественно они работают совместно, но возможно использование их и по отдельности. По строению и действию оба исполнения похожи друг на друга.

1.2 Описание конструкции рабочей машины

Транспортер состоит из приводной станции 1, кареток 2, натяжного устройства 3 и тягового троса 4 (рисунок 1). Каретки монтируются в продольном канале 5 и перемещаются по направляющим швеллерам 6, с помощью тягового троса. Канал перекрыт деревянными щитами 7, уровень которых на 10 – 12 см выше пола стойл, вследствие чего образуется щель для сброса навоза. Вблизи приводной звездочки 8, вместо троса натянута втулочно-роликовая цепь. Длина хода кареток на 2 – 3 метра больше расстояния между ними, что обеспечивает передачу навоза от одной каретки к другой. Перемещение навоза в направлении навозоприемника 9, производится скребками 10, шарнирно укрепленными к рамкам кареток. При прямом (рабочем) ходе скребки занимают вертикальное положение и, упираясь в ограничители, перемещают навоз по каналу. При обратном (холостом) ходе скребки отклоняются навозом. Приводная звездочка получает вращение от двигателя 11 через редуктор 12. Смена направления движения кареток осуществляется реверсированием двигателя.

Рисунок 1 – Схема установки кареточно-скреперного транспортера в коровнике.

1.3 Описание рабочих органов и их параметров

Главные узлы кареточно-скреперного транспортера: скреперы, тяговый орган, приводная станция, поворотные и поддерживающие блоки и ролики.

Скрепер является рабочим органом, который непосредственно перемещает навоз по каналам. Имеет тележку и скребок. Скреперов может быть несколько. Устанавливают их в навозных железобетонных каналах на расстоянии 7 м друг от друга на специальных направляющих. Тележка сварена из труб, имеющих четыре колеса, крюк. Скребок, сделанный из стального листа, шарнирно прикрепляют к верху рамы тележки.

Тяговый орган предназначен перемещать скреперы. Это бесконечный контур, который состоит из штанг (прутьев) и цепей. Штанги расположены на прямых участках контура тягового органа между скреперами, цепи – на его приводных и поворотных участках.

Приводная станция перемещает тяговым органом скреперы – придает им возвратно-поступательное движение. Она имеет раму, каретку, электродвигатель, муфту, редуктор, механизмы автоматического выключения, реверсирования движения, натяжное устройство.

1.4 Технологическая схема использования

Запускают в действие приводные станции поперечного и продольного транспортеров. Сбрасывают навоз в каналы продольных транспортеров. В

1.5 Требования к управлению рабочей машины

К управлению рабочей машиной должны быть предъявлены следующие требования:

1 Дистанционное ручное управление.

2 Автоматическое программное управление.

3 Для безопасности обслуживающего персонала пуску автоматизированного электропривода должен предшествовать предупредительный световой сигнал.

4 Схема должна обеспечивать невозможность неправильного включения и отключения электрических цепей.

5 Для обеспечения бесперебойной работы электропривода необходимо иметь отлаженную защитную аппаратуру, обеспечивающую своевременное отключение электродвигателя в случае его перегрузки, неисправности рабочей машины или привода.

6 Схема управления должна быть простой и надежной. В ней рекомендуется применять однотипные средства автоматизации с наименьшим числом элементов, входящих в систему. Надежность установки повышается, если выполнены необходимые электрические и механические блокировки.

7 Схема управления должны обеспечивать достаточную гибкость и удобство управления. Система управления считается гибкой, если допускает простые и быстрые переходы к управлению во всех предусмотренных режимах.

8 В схеме должны предусматриваться кнопки аварийного отключения линии в разных местах протяженного помещения, позволяющие при необходимости быстро отключить линию.

9 При размещении электрооборудования следует учитывать возможность защиты его от влияния вредных воздействий.

1.6 Характеристика условий окружающей среды и требований к электрооборудованию

Для выбора рационального привода необходимо учитывать условия окружающей среды и электроснабжения. Ряд сельскохозяйственных помещений отличается высоким содержанием химически активных веществ в сочетании с высокой влажностью окружающей среды.

Категория помещения по ПУЭ – особо сырые с химически активной средой. Температура среды 5…20°С, относительная влажность при 20 °С достигает 75…100 %; потолок, стены и предметы покрыты влагой. В воздухе содержатся пары аммиака, сероводорода и углекислого газа.

Наиболее агрессивное включение атмосферы помещений – аммиак, содержание которого в животноводческих помещениях колеблется в широких пределах. Углекислый газ, взаимодействуя с водой, образует слабую неустойчивую кислоту, существенно не влияющую на изоляцию, но усиливающую коррозию металлов. При таких тяжелых условиях окружающей среды и малом числе часов работы в сутки, когда двигатели не успевают “самоосушиться”, сопротивление изоляции электрооборудования быстро снижается.

Для привода машин, работающих в животноводческих помещениях, следует применять электродвигатели сельскохозяйственного назначения. Эти двигатели имеют специальную пропитку обмоток и окраску, поэтому меньше подвержены коррозии. Рекомендуемое для таких помещений исполнение электродвигателя 4А…СУ1 или 4А…УХЛ3.

Степень защиты электрооборудования – IP44.

Электромагнитные пускатели, реле, контакторы и другие аппараты надо устанавливать в закрытых пультах, шкафах, корпусах.

Электротехническая промышленность выпускает типовые низковольтные комплектные устройства управления в виде ящиков управления. Оболочки ящиков герметизированы, для поглощения избытка влаги внутри них используется силикагель, покрытие химостойкое. Эти устройства рассчитаны на работу в наружных установках, в сырых помещениях с химически активной средой.

2 Выбор электродвигателя для привода рабочей машины

2.1 Расчет и построение механических характеристик рабочей машины под нагрузкой и на холостом ходу

В задании указана мощность на валу рабочей машины и мощность холостого хода рабочей машины.

Номинальная угловая скорость рабочей машины определяется по формуле:

,

где - линейная скорость рабочего органа, ;

 - радиус барабана, . Принимаем .

 .

Номинальный момент определяется по формуле:

,

.

Механическая характеристика рабочего органа или машины под нагрузкой строится на основании уравнения:

,

где - момент сопротивления механизма, не зависящий от скорости, ;

 - момент сопротивления механизма при скорости , ;

 - текущая угловая скорость, ;

 - показатель степени, характеризующий изменение момента сопротивления от скорости.

Для построения графика необходимо определить , и .

Руководствуясь таблицей 1.1 [1] определяем, что для скреперного транспортера .

Для перевода в именованные единицы пользуемся формулами:

,

где под нагрузкой: о.е, о.е.

на холостом ходу: о.е, о.е.

Для построения механической характеристики рабочей машины под нагрузкой:

 ,

.

Для построения механической характеристики рабочей машины на холостом ходу:

,

.

По данным расчета строим график механических характеристики (лист 1 графической части).

2.2 Расчет и построение нагрузочной диаграммы рабочей машины

Нагрузочную диаграмму строим на период одной уборки.

Количество скреперов определяется в зависимости от расстояния между ними и длины навозного канала:

 шт

где - длина одной штанги;

- длина хода одной штанги;

, шт.

Продолжительность работы транспортера за период одной уборки :

,

с

где - скорость движения штанги;

Максимальная мощность при первом ходе:

, кВт

Так как мы имеем ступенчатое регулирование, то .

, кВт.

Определим время одного хода:

, с.

Мощность холостого хода:

, кВт.

, кВт.

кВт.

Нагрузочная диаграмма представлена на листе 1 графической части.

2.3 Выбор предполагаемого электродвигателя по роду тока, напряжению, числу фаз, типу, модификации, частоте вращения

Животноводческие комплексы РБ в основном подключены к общей энергосистеме на переменное напряжение трехфазного синусоидального тока, поэтому выбираем двигатель асинхронный с короткозамкнутым ротором с частотой вращения 1000 об/мин, напряжением 380/220В, в котором лаковое покрытие обмотки более стойкое к агрессивной среде животноводческого помещения. Конструктивная модификация 4А…СХБ…- с температурным датчиком сельскохозяйственного химостойкого исполнения. Категория размещения 3, так как установка находится внутри помещения.

2.4 Выбор кинематической принципиальной схемы электропривода

Определим общее передаточное число:

,

где - угловая скорость вращения вала электродвигателя, рад/с. Ориентировочно примем рад/с (6-ти полюсный АД), так как двигатель будет иметь повышенное число включений в час.

- угловая скорость вращения вала рабочей машины, рад/с.

Ориентировочная мощность электродвигателя и приведенная к валу электродвигателя мощность определяется по формуле:

где - мощность на валу рабочей машины при номинальной нагрузке, кВт;

- приведенная к валу электродвигателя мощность рабочей машины, кВт;

- общее КПД передач, о.е.

Принимаем мотор-редуктор. КПД мотор-редуктора .

Следовательно,

.

2.5 Приведение мощности, момента и скорости рабочей машины к валу электродвигателя и обоснование режима его работы

Приведение мощности рабочей машины к валу электродвигателя выполнялось выше (в пункте 2.4). Откуда следует, что приведенная мощность незначительно отличается от мощности на валу рабочей машины и зависит от КПД передач.

Приведенный к валу электродвигателя момент сопротивления рабочей машины вычисляется по формуле:

Приведенный к валу электродвигателя момент может значительно отличаться от момента рабочей машины при большом передаточном числе. Однако вид приведенной нагрузочной диаграммы сохранится.

Приведение номинальной угловой скорости рабочей машины к валу электродвигателя выполняется по формуле:

,

.

Режим работы электропривода определяется по нагрузочной диаграмме с учетом постоянной времени нагревания электродвигателя, времени его работы или времени цикла.

Поскольку электродвигатель окончательно не выбран, то ориентируемся приближенно на мощность . По этой мощности ориентировочно выбираем постоянную времени нагревания из приложения К[1]:

Время работы электродвигателя составляет до ( и после отключения пауза длится более () и электродвигатель за это время остывает до окружающей температуры. Следовательно, режим работы S2.

2.6 Окончательный выбор электродвигателя по мощности с учетом режима работы

При выборе электродвигателя по мощности руководствуемся нагрузочной диаграммой.

Найдем эквивалентную мощность за время работы по формуле:

/3=1,33кВт.

Выбираем электродвигатель для работы в режиме S2, 6-типолюсный из приложения Л [1] по условию: номинальная мощность выбранного двигателя должна быть ближайшей меньшей, т.е .

Выбираем электродвигатель типа 4А132S6 с основными техническими данными, сведенными в таблицу 2.

Таблица 2 - Основные технические данные электродвигателя типа 4А132S6

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  % |  |  |  |  |  % |  |  | J,  |  |
| 5.5 | 967 | 12,3 | 85 | 0,85 | 2,0 | 1,8 | 2,5 | 36 | 6,0 | 8,8 | 0,040 | 77 |

Предварительно выбранный двигатель проверяем по условию нагревания. Для этого находим коэффициент термической и механической перегрузок:

где - время работы электродвигателя по нагрузочной диаграмме, мин;

- коэффициент потерь мощности, (приложение С) [1];

- постоянная времени нагревания выдранного электродвигателя, (приложение К) [1].

Получаем:

Мощность электродвигателя должна удовлетворять условию:

>

5,5>

Так как вышеуказанное условие выполняется, то проверим возможность выбрать двигатель меньшей мощности.

Выбираем электродвигатель типа 4А90L6 с основными техническими данными, сведенными в таблицу 3.

Таблица 3 - Основные технические данные электродвигателя 4А90L6

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  % |  |  |  |  |  % |  |  | ,  |  |
| 1.5 | 936 | 4,11 | 75 | 0,74 | 2,0 | 1,7 | 2,2 | 31 | 4,5 | 5,1 | 0,0073 | 28,7 |

Для уточненного двигателя аналогично находим коэффициенты и .

Получаем: ; .

1,5>

Данное условие выполняется, значит выбираем двигатель согласно этому условию, т.е 4А90L6.

2.7 Проверка выбранного электродвигателя по условиям пуска, перегрузочной способности и на допустимое число включений в час

Проверка по условиям пуска:

;

;

<;

где , - пусковой и минимальный при пуске моменты электродвигателя, ;

, - момент трогания и момент сопротивления, ;

, - время пуска электродвигателя под нагрузкой и допустимое время пуска, с.

где - расчетная рабочая температура превышения, берется из таблицы 2.6 для класса изоляции двигателя B, ;

- скорость роста температуры при пуске, (приложение Л) [1].

- относительное снижение напряжения в сети в период пуска. Принимаем .

где , - кратность пускового и минимального моментов электродвигателя (приложение Л) [1].

где - номинальная угловая скорость ротора электродвигателя, рад/с;

 - номинальная частота вращения ротора, об/мин.

Момент сопротивления:

Момент трогания:

Время пуска двигателя под нагрузкой приближенно оценивают по выражению:

где - приведенный к валу электродвигателя момент инерции электропривода, ;

 - критичекий момент электродвигателя,

где - кратность критического момента электродвигателя.

Определим приведенный к валу электродвигателя момент инерции электропривода:

Момент инерции редуктора:

Момент инерции барабана:

,

где - масса барабана, ;

 - радиус барабана, ;

,

где - объем барабана,

 - плотность материала барабана, ;

где - ширина барабана, ;

 - толщина стенки барабана, примем ;

 - длина дуги,

;

<

Проверка выбранного двигателя по условиям пуска выполняется.

Проверка электродвигателя на преодоление максимальной нагрузки из нагрузочной диаграммы производится по условию:

где

- критическая угловая скорость электродвигателя, рад/с;

- синхронная скорость поля, рад/с;

где - критическое скольжение электродвигателя, о.е;

 - частота тока, Гц;

 - число пар полюсов электродвигателя.

Данное условие не соблюдается, поэтому выбираем двигатель большей мощности и повторяем проверку.

Выбираем электродвигатель типа 4А112МВ6 с основными техническими данными, сведенными в таблицу 4.

Таблица 4 - Основные технические данные электродвигателя 4А112МВ6

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  % |  |  |  |  |  % |  |  | J,  |  |
| 4,0 | 949 | 9,16 | 82 | 0,81 | 2,0 | 1,8 | 2,5 | 38 | 6,0 | 9,1 | 0,021 | 61 |

Для вновь выбранного двигателя рассчитаем и :

Повторим проверку выбранного электродвигателя на преодоление максимальной нагрузки:

Условие соблюдается.

2.8 Проверка выбранного электродвигателя на нагревание за цикл нагрузочной диаграммы

Расчет кривой нагревания и охлаждения проводят по формуле:

где - установившаяся температура, ;

 - время, мин;

 - постоянная времени нагревания, мин;

 - начальная температура превышения, , так как нагрев двигателя начинается с момента, когда его температура равна температуре окружающей среды;

Установившаяся температура превышения определяется по уравнению:

Где - потери мощности в электродвигателе при нагрузке на валу , Вт;

 - номинальная теплоотдача электродвигателя, .

Определим потери мощности в электродвигателе при нагрузке на валу :

,

где - отношение постоянных потерь в двигателе к переменным, (приложение С) [1];

 - коэффициент нагрузки;

Подставляя значения в вышеприведенные формулы, получаем:

Определим номинальную теплоотдачу электродвигателя по формуле:

где - номинальные потери мощности в электродвигателе, Вт;

Определим постоянную времени нагревания:

где С – теплоемкость электродвигателя ; (для электродвигателей с осью вращения до132 мм включительно);

 - масса электродвигателя, кг.

.

При отключении электродвигателя его остывание происходит по формуле:

где - постоянная времени охлаждения, мин;

 - время от начала отключения электродвигателя, мин;

 - начальная температура превышения, равная конечной температуре нагревания, .

Определим постоянную времени охлаждения:

где - коэффициент ухудшения теплоотдачи при неподвижном роторе, для асинхронных закрытых обдуваемых электродвигателей .

Таблица 5 – Остывание и нагрев электродвигателя .

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t, сек | 0 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 |
|  | 0 | 9,9 | 18,1 | 24,8 | 30,25 |
| t, сек | 0 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,6 |
|  | 30,25 | 27,6 | 23,1 | 17,6 | 12,3 |

Графические зависимости нагревания и охлаждения электродвигателя представлены на листе 3 графической части.

Температура нагревания выбранного электродвигателя не превышает допустимую для данного класса изоляции.

2.9 Построение механической и электромеханической характеристик электродвигателя

Построение механической характеристики электродвигателя при проводим по пяти характерным точкам: , , , , .

Синхронная угловая скорость:

Номинальный момент электродвигателя и номинальная угловая скорость:

Критический момент электродвигателя и критическая угловая скорость:

Минимальный момент электродвигателя и минимальная угловая скорость:

Пусковой момент электродвигателя:

Построение механической характеристики электродвигателя при осуществляется путем корректировки номинального, критического, минимального и пускового моментов электродвигателя:

Электромеханическую характеристику электродвигателя строим по четырем точкам: , , , .

Ток холостого хода (в относительных единицах) определяется по выражению:

Ток при максимальном (критическом) скольжении в относительных единицах, определяется по выражению:

Номинальный ток в относительных единицах равен 1. Пусковой ток в относительных единицах указывается в каталогах или справочниках (Приложение Л).

Пересчет тока в именованные единицы производится по формулам:

Графики механической и электромеханической характеристик представлены на листе 2 графической части.

3 Выбор элементов кинематической принципиальной схемы

3.1 Выбор монтажного исполнения электродвигателя

При применении мотор-редуктора используем электродвигатель с фланцевым креплением исполнения IM3001 без лап, с фланцем большого диаметра, доступным с обратной стороны, с крепящими отверстиями без резьбы, с одним цилиндрическим концом вала, расположенным горизонтально.

4 Расчет переходных процессов в электроприводе

4.1 Обоснование способа пуска и торможения электропривода

Запуск двигателя осуществляется прямым пуском при максимальной нагрузке, без предварительного разгона его на холостом ходу. Способ трможения в денном технологическом процессе – массой движущихся частей и небольшой инерционностью редуктора. Принудительное торможение не применяем, так как в этом нет необходимости.

5 Разработка принципиальной электрической схемы управления электроприводом

5.1 Требования к управлению машиной и пути их реализации

Требования к управлению машиной были рассмотрены в пункте 1.5.

Пути реализации требований к управлению рабочей машины:

1 Для обеспечения дистанционного ручного управления применяем кнопочную станцию и электромагнитные пускатели.

2 Автоматизированное программное управление осуществляется с помощью реле счета импульсов.

3 Для обеспечения световой сигнализации используем сигнальные лампы без добавочного резистора.

4 Реверсирование электродвигателя осуществляется бесконтактными конечными выключателями.

5 Применяемые аппараты управления и защиты электродвигателя будут рассчитаны в последующих пунктах.

5.2 Описание разработанной схемы управления электроприводом

При включении автоматических выключателей QF1 и QF2 загорается лампа HL1. При нажатии кнопки SB1 напряжение подается на катушку магнитного пускателя KM1, который включает электродвигатель в работу. Транспортер приходит в движение. О работе электродвигателя под нагрузкой сигнализирует лампа HL2. По достижении навозоприемника срабатывает бесконтактный конечный выключатель SQ1, который подает сигнал на промежуточное реле KV1. Контакт реле KV1 в цепи питания электромагнитного пускателя размыкается. Транспортер останавливается. Одновременно с этим в цепи питания электромагнитного пускателя KM2 контакт реле KV1 замыкается. Транспортер совершает обратный ход. Обратный ход транспортера является холостым, так как скребки отклоняются навозом. Об этом сигнализирует лампа HL3. Дойдя до конечной точки, при помощи бесконтактного выключателя SQ2 транспортер отключится. Нажатием кнопки SB3 можно в любой момент отключить установку.

На реле счета импульсов KV3 с магнитного пускателя KM2 подаются сигналы. После трех срабатываний магнитного пускателя KM2 реле разомкнет цепь управления. Транспортер остановится.

5.3 Выбор аппаратов защиты электрических цепей и аппарата защиты электродвигателя в аварийных состояниях по критерию эффективности

Выбор аппаратов защиты электрических цепей

Выбор автоматических выключателей производится по следующим параметрам:

1 По номинальному напряжению:

2 По номинальному току главных контактов:

3 По номинальному току расцепителя:

Для защиты электрических цепей электродвигателя рекомендуются расцепители типа К.

Выбираем автоматический выключатель ВА61F29-3K16NA-PH~380В, исполнение УХЛ3, степень защиты при монтаже внутри шкафа управления IP20 зажимов и IP30 оболочки.

Для защиты цепей управления рекомендуются расцепители типа Z.

Выбираем автоматический выключатель ВА61F29-2Z16NA-PH~380, исполнение УХЛ3, степень защиты при монтаже внутри шкафа управления IP20 зажимов и IP30 оболочки.

Выбор аппарата защиты по критерию эффективности сводится к расчету коэффициента эффективности К-го устройства защиты электродвигателя на механизме и выбором устройства защиты с максимальным значением :

где - вероятность отказа асинхронного электродвигателя механизма причине (таблица 4.6);

 - вероятность срабатываний К-того устройства при основных аварийных причинах (таблица 4.7);

 - число устройств защиты.

Таблица 6 – Вероятность отказа асинхронного электродвигателя механизма по причине



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Машины и механизмы | Средний срок службы | Интенсивность отказа,  | Вероятность отказа по причине |
| Неполно-фазный режим | Неподвижный ротор | Перегрузка технологич. | Увлажнение обмотки | Нарушение охлаждения |
| Навозоуборочные транспортеры | 2,8 | 0,36 | 0,23 | 0,41 | 0 | 0,26 | 0,1 |

Таблица 7 – Вероятность срабатывания устройств защиты при основных аварийных режимах



|  |  |
| --- | --- |
| Устройство защиты | Вероятность срабатывания при аварийных режимах |
| Неполно-фазный режим | Неподвижный ротор | Перегрузка технологич. | Увлажнение обмотки | Нарушение охлаждения |
| Тепловое реле ТРЛ и РТТ  | 0,6 | 0,45 | 0,75 | 0 | 0 |
| Реле контроля напряжения неполнофазного режима, типа ЕЛ-8… ЕЛ-13 | 0,8 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Реле защиты по току при неполнофазном режиме плюс защита от токов перегрузки, типа РЗД-ЗМ или БСЗД-1 | 0,8 | 0,9 | 0,7 | 0 | 0 |
| Устройство защиты электродвигателя при неполнофазном режиме, при перегрузке по току, при перегрузке по температуре или при снижении сопротивления изоляции, типа УЗ | 0,8 | 0,9 | 0,8 | 0,5 | 0,9 |
| Устройство температурной защиты УВТЗ-5 с контролем неполнофазного режима | 0,8 | 0,67 | 0,95 | 0 | 0,9 |
| УЗО плюс температурная защита (ЗАЩИТА-3) | 0,6 | 0,67 | 0,95 | 0 | 0,9 |

Расчет коэффициента эффективности К-того устройства защиты электродвигателя:

Выбираем устройство защиты с максимальным значением . Следовательно, должно быть выбрано устройство защиты УЗ.

Устройство защиты электродвигателей типа УЗ предназначено для защиты асинхронных электродвигателей в сети переменного тока 50 и 60 Гц по напряжению до 440В, а по току – от 4 до 160А в следующих аварийных режимах: при перегрузке по току, при коротком замыкании в контролируемой цепи, при обрыве фазы и перекосе фаз, при снижении сопротивления изоляции.

Выбираем устройство защиты УЗ-10-44УХЛ3.

5.4 Выбор аппаратов управления электроприводом

Аппараты управления – это кнопки, магнитные пускатели, реле промежуточные, реле счета импульсов, бесконтактные конечные выключатели, блок питания, светосигнальная арматура.

Кнопки

Ассортимент кнопок управления разнообразный. В качестве кнопок будем использовать выключатели кнопочные серии ВК43.

По электрическим параметрам выключатели кнопочные серии ВК43 удовлетворяют работе в сети до 660В переменного тока при токе 10А. Имеют высокую степень защиты - IP54, хорошее климатическое исполнение и категорию размещения – УХЛ2.

Выбираем выключатель кнопочный ВК-43-21-21110-54-УХЛ2.

Электромагнитные пускатели

Пускатели электромагнитные серии ПМЛ предназначены для дистанционного управления трехфазными асинхронными двигателями.

Выбираем пускатель электромагнитный серии ПМЛ-2501СРО3В и пускатель электромагнитный серии ПМЛ-2511CРО3В.

Реле промежуточное

Реле электромагнитное промежуточное предназначено для применения в цепях переменного тока с номинальным напряжением до 660В частоты 50 и 60 Гц и постоянного тока с номинальным напряжением до 220В. Реле выпускают с креплением на стандартную DIN-рейку размером 35мм. Климатическое исполнение и категория размещения реле УХЛ4. Степень защиты реле IP20.

Выбираем 2 реле электромагнитные промежуточные РПУ-2-3X002.

Реле счета импульсов

Реле счета импульсов предназначено для включения или отключения электрических цепей в схемах автоматического управления после приема определенного заранее установленного числа командных импульсов. Рассчитаны для использования в цепях переменного тока напряжением до 380В. Климатическое исполнение и категория размещения реле УХЛ4. Степень защиты реле IP00.

Выбираем реле счета импульсов РСИ-1.

Бесконтактные конечные выключатели

Бесконтактные выключатели типа БВК, имеют пластмассовый корпус с прорезью, внутри которого находится генератор релаксационных колебаний, залитый эпоксидной смолой. При внесении алюминиевой пластинки в прорезь выключателя генератор колебаний срывается и на выходе появляется сигнал.

Выбираем 2 бесконтактных выключателя типа БВК260 климатического исполнения УХЛ4, степень защиты IP65.

Блок питания

Выбираем блок ZS на 12Вт. Стабилизированный блок питания выпускается в корпусе, приспособленном для монтажа на DIN-рейке 35 мм. Оснащен защитой выхода от короткого замыкания и перегрузки, а также предохранителем на входе, размещенном внутри корпуса.

Светосигнальная арматура

Светосигнальные лампы СКЛ применяются в электрощитах, пультах управления и сигнализации. Малое потребление тока, высокая наработка на отказ, взрывоустойчивы, пожаробезопасны, широкий угол обзора 120 градусов.

Выбираем 3 светодиодных лампы СКЛ12-А13-380В, СКЛ12-А23-380В, СКЛ12-А33-380В.

Зажимы наборные 3Н27 предназначены для присоединения, ответвления и заземления проводников в электрических цепях переменного и постоянного тока. 3Н27 полностью соответствуют требованиям международных стандартов и совместимы со всеми типами зарубежных зажимов.

3Н27 являются зажимами нового поколения, принципиально переработанными по сравнению с ранее разработанными и качественно превосходящими их по основным параметрам.

Выбираем зажимы Б3Н27-2,5М10-25Д/Д УЗ: мостиковый; номинальный ток – 10А; способ крепления провода – винт/винт; климатическое исполнение – УХЛ3; количество зажимов в блоке - 9; для установки на DIN-рейку.

6 Определение показателей разработанного электропривода

6.1 Расчет показателей надежности разработанного электропривода

1 Вероятность наработки между отказами:

где - заданное время работы, ч;

2 Параметр потока отказов:

где - интенсивность отказа элемента.

3 Наработка на отказ:

Показатели ремонтопригодности:

1 Среднее время восстановления системы .

2 Вероятность восстановления системы в заданное время:

где - минимальное время, заданное техническими условиями для восстановления системы, чтобы не нарушить технологический процесс; это время может быть принято равным допустимому времени простоя оборудования, ч.

- минимальное время, заданное на восстановление системы, ч.

3 Коэффициент готовности:

Таблица 8 – Расчет показателей надежности

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  | Наименование и тип элемента | Условное обозначение на схеме | Номинальные параметры (по паспорту) | Номинальный коэффициент надежности  | Фактические параметры | Коэффициент электрической нагрузки  | Температура окружающей среды,  | Поправочный коэффициент |
|  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 | Электродвигатель | M |  | 64 |  | 1,05 | 16 | 1 | 10 | 1 | 1 |
| 2 | Автоматический выключатель | QF1 | 63А | 13,8 | 7,5А | 0,12 | 16 | 1 | 2,5 | 1 | 1 |
| 3 | Автоматический выключатель | QF2 | 63А | 9,2 | 2А | 0,03 | 16 | 1 | 2,5 | 1 | 1 |
| 4 | Электромагнитный пускатель | KM1 | 220В | 20 | 220В | 1 | 16 | 1 | 2,5 | 1 | 1 |
| 10А | 75 | 7,5А | 0,75 |
| 5 | Электромагнитный пускатель | KM2 | 220В | 20 | 220В | 1 | 16 | 1 | 2,5 | 1 | 1 |
| 10А | 100 | 7,5А | 0,75 |
| 6 | Промежуточное реле | KV | 220В | 10 | 220В | 1 | 16 | 1 | 2,5 | 1 | 1 |
| 5А | 38 | 0,8А | 0,16 |
| 7 | Реле счета импульсов | KV3 | 5А | 46,3 | 0,8А | 0,16 | 16 | 1 | 2,5 | 1 | 1 |
| 8 | Бесконтактный конечный выключатель | SQ | 0,25А | 5,4 | 0,25А | 1 | 16 | 1 | 10 | 1 | 1 |
| 9 | Блок питания | БП |  | 206,6 |  | 1 | 16 | 1 | 2,5 | 1 | 1 |
| 10 | Устройство защиты электродвигателя | A | 10А | 180 | 7,5А | 0,75 | 16 | 1 | 2,5 | 1 | 1 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Условное обозначение на схеме | Коэффициент ненадежности с учетом поправочных коэффициентов  | Коэффициент использования элемента,  | Результирующий коэффициент ненадежности  | Количество элементов  |  |  | Среднее время восстановления  |  |
| 3 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| М | 640 | 1 | 640 | 1 | 640 | 0,267 | 3,280 | 0,876 |
| QF1 | 34,5 | 1 | 34,5 | 1 | 34,5 | 0,014 | 0,625 | 0,009 |
| QF2 | 23 | 1 | 23 | 1 | 23 | 0,01 | 0,625 | 0,006 |
| КМ1 | 50 | 0,5 | 25 | 1 | 25 | 0,01 | 1,830 | 0,018 |
| 187,5 | 93,75 | 93,75 | 0,039 | 0,071 |
| KM2 | 50 | 0,5 | 25 | 1 | 25 | 0,01 | 1,830 | 0,018 |
| 250 | 125 | 125 | 0,052 | 0,095 |
| KV | 25 | 1 | 25 | 2 | 50 | 0,021 | 1,830 | 0,038 |
| 95 | 95 | 190 | 0,079 | 0,145 |
| KV3 | 115,8 | 1 | 115,8 | 1 | 115,8 | 0,048 | 1,830 | 0,088 |
| SQ | 54 | 1 | 54 | 2 | 108 | 0,045 | 0,625 | 0,028 |
| БП | 516,5 | 1 | 516,5 | 1 | 516,5 | 0,216 | 2 | 0,432 |
| А | 450 | 1 | 450 | 1 | 450 | 0,188 | 2 | 0,376 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Определение параметров надежности производится по следующим формулам:

1 Параметр потока отказов,

2 Вероятность наработки между отказами:

3 Наработка на отказ:

4 Среднее время восстановления системы (сумма в графе 20 таблицы 8).

5 Среднее время восстановления системы в заданное время

где - минимальное время, заданное на восстановление системы, принимаем по таблице 5.5.

6 Коэффициент готовности:

6.2 Определение удельных и энергетических показателей разработанного электропривода

1) Удельная энергоемкость электропривода

Удельную энергоемкость электропривода определяют с учетом нагрузочной диаграммы по формуле:

где - средняя подводимая мощность по нагрузочной диаграмме, ;

 - производительность машины при данной нагрузочной диаграмме, .

Средняя подводимая мощность определяется по формуле:

где - эквивалентная мощность по нагрузочной диаграмме, ;

 - коэффициент полезного действия электродвигателя, при мощности .

Коэффициент полезного действия определяют по формуле:

где - коэффициент потерь, определяемый по таблице приложений С для выбранного электродвигателя рабочей машины;

 - коэффициент загрузки (нагрузки).

где - номинальная мощность электродвигателя рабочей машины, .

Определим производительность транспортера:

где - масса навоза, убираемая транспортером в сутки, т;

- продолжительность работы транспортера в сутки, ч; 4 уборки по 15,8мин каждая. Получаем

Так как длина транспортера 100м, то по обе стороны от него можно разместить 66 коровы с каждой стороны (на одну корову 1,5 м). Количество коров 100. Выход навоза от одной коровы 40 кг в сутки. Получаем массу навоза 4т.

2) Средний коэффициент загрузки электродвигателя определяется по формуле:

3) Средний коэффициент мощности:

где - линейное среднее напряжение, принимаем равным 380В;

 - линейный средний ток за время работы электродвигателя, находим из пропорции, получаем .

4) Расход электроэнергии в год,

5) Общее время работы установки в году определяется из условий работы:

где - время одного цикла работы, ч;

 - число рабочих суток в году;

 - число включений в сутки.

7 Разработка ящика управления электроприводом

7.1 Определение суммарной площади монтажных зон аппаратов и типа ящика управления

Поскольку принципиальная электрическая схема управления составлена, то известны аппараты и их число. Составим таблицу, в которую занесем аппараты, размещаемые на передней (внутренней) стенке ящика и на двери, с учетом клеммников (рядов зажимов).

Необходимая площадь стенки и двери, на которой монтируются аппараты, должна быть больше суммарной площади с учетом площади, занимаемой проводами.

Обычно

Таблица 9 – Определение суммарной площади монтажных зон аппаратов

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Позиционное обозначение аппаратов на принципиальной схеме | Высота монтажной зоны, Н мм | Ширина монтажной зоны, В, мм | Н\*В, мм2 | Позиционное обозначение аппаратов на принципиальной схеме | Высота монтажной зоны  | Ширина монтажной зоны  |  |
| На рейках задней стенки ящика управления | На двери ящика управления |
| QF1 | 141 | 120 | 16920 | SB1 | 125 | 60 | 7500 |
| QF2 | 141 | 85 | 11985 | SB2 | 125 | 60 | 7500 |
| KV1 | 150 | 90 | 13500 | SB3 | 125 | 60 | 7500 |
| KV2 | 150 | 90 | 13500 | SB4 | 125 | 60 | 7500 |
| KV3 | 150 | 60 | 9000 | HL1 | 100 | 60 | 6000 |
| KM1 | 150 | 60 | 9000 | HL2 | 100 | 60 | 6000 |
| KM2 | 150 | 60 | 9000 | HL3 | 100 | 60 | 6000 |
| УЗ | 220 | 305 | 67100 |  |  |  |  |
| БП | 110 | 155 | 17050 |  |  |  |  |
| XT1 | 292,5 | 252 | 73634 |  |  |  |  |
| XT2 | 260 | 224 | 58240 |  |  |  |  |
|  |  |
| Выбрана площадь стенки ящика = | Выбрана площадь двери ящика =  |

Для задней стенки ящика управления:

Для двери ящика управления:

Выбираем ящик типа ЯУЭ-1063. Полезная площадь стенки , полезная площадь двери , полезная глубина ящика .

7.2 Пояснение о размещении аппаратов в ящике управления и составлению схемы соединений ящика управления

На расстоянии 100…150 мм от нижнего края ящика (отметки 0) располагают рейку, на которой будут крепиться клеммники XT1 и XT2.

Далее располагают несколько рядов реек с расстояниями между ними, достаточными для размещения аппаратов (обычно 140…160 мм).

Рекомендуется на верхней рейке задней стенки размещать автоматические выключатели, ниже – электромагнитные пускатели, еще ниже – аппарат защиты электродвигателя от аварийных состояний. Такое расположение удобно для монтажа, наглядно. Другие аппараты размещаются на свободных местах (на рейках).

На двери располагают сигнальную арматуру в верхнем ряду, ниже ее – кнопки управления.

Позиционное обозначение аппаратов указываются на чертеже над аппаратами или внутри габарита аппарата, если позволяет место, и должно соответствовать позиционному обозначению аппаратов на принципиальной схеме управления.

На двери ниже сигнальной арматуры и органов управления или сбоку изображаются таблички надписей для каждого аппарата в виде прямоугольников. Их нумеруют. Первая табличка соответствует паспортным данным ящика управления, последующие – по верхнему ряду вниз, слева на право.

7.3 Выбор проводов для схемы соединения ящика управления и кабелей для схемы внешних соединений

В силовой цепи используют медные одножильные провода типа ПВ1 сечением более 1 , а в цепях управления – многожильные медные провода типа ПВ3 сечением до 1 .

Сечение проводников определяют по допустимому току, таблица 6.5[1]. Проводники группируют в жгуты или размещают их в перфорированных коробах. Допустимый ток проводника, прокладываемого в шкаф, определяется по формуле:

где - берется по таблице 6.5[1], А.

Выбираем проводников, прокладываемых в шкафу – 0,5, в силовой цепи – 2,5 .

Заключение по проекту

Таблица 10 – Результаты работы над проектом

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Требования задания | Полученные результаты |
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Мощность на валу рабочей машины – 3,3кВт, при частоте вращения – 19об/мин. | Мощность на валу электродвигателя – , при частоте вращения . |
| 2 | Характеристика помещения, где установлен электродвигатель – особо сырое с химически активной средой, IP44. | Выбран мотор-редуктор 7МЧ-М-130; , , степень защиты IP44. |
| 3 | Температура превышения при нагреве обмотки за цикл работы менее допустимой рабочей для класса изоляции. | Действительная температура обмотки за цикл нагрузочной диаграммы составляет 10°С, класс изоляции– В, допустимая рабочая температура 90°С |
| 4 | Максимальный приведенный момент в цикле нагрузочной диаграммы,  | Максимальный момент электродвигателя с учетом 10% снижения напряжения,  |
| 5 | Минимальный приведенный момент сопротивления рабочей машины при пуске, | Минимальный момент электродвигателя при пуске с учетом 10% снижения напряжения, |
| 6 | Приведенный момент сопротивления троганиярабочей машины,  | Пусковой момент электродвигателя с учетом 10% снижения напряжения,  |
| 7. | Минимум передач. Для обеспечения минимума передач применяем мотор-редуктор  | Используются передачи: мотор-редуктор . |
| 8. | Пуск, обеспечивающий малое падение напряжения в линии. | Пуск прямой, время пуска-0,06с, включение под нагрузкой. |
| 9. | Управление по заданию следующее: по методическому указанию | В проекте управления следующее: принципиальная электрическая схема составлена таким образом, что она имеет световую сигнализацию, предусмотрен реверс, применяется бесконтактный конечный выключатель |
| 10 | Аппарат защиты электродвигателя должен иметь наибольшую эффективность. | В проекте принят аппарат защиты электродвигателя типа УЗ, его показатель эффективности Э=0,773. |
| 11 | Показатели надежности наилучшие. | В проекте достигнуты следующие показатели надежности: |
| 12 | Показатели разработанного электропривода наилучшие. | Достигнуты удельные показатели: |
| 13 | Ящик управления соответствующей степени защиты и наименьших габаритов. | Использован тип ящика ЯУЭ-1063, размер , степеньзащиты IP54. |
| 14 | Применить в проекте ресурсо- или энергосберегающее решение, или повысить производительность рабочей машины, или повысить производительность труда оператора. | Для реализации энергосберегающего решения выделим несколько направлений;-строгое соблюдение технологическо-го процесса;-не перегружать рабочую машину; |

Литература

1 Гурин В. В. Бабаева Е. В. Учебно-методическое пособие по курсовому и дипломному проектированию: "Электропривод", часть 1.-Мн.: БГАТУ, 2006.

2 Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине "Электропривод" для студентов специальности 3114 - "Электрификация с/х".- М.: Ротапринт БАТУ, 1992.

3 Электропривод сельскохозяйственных машин, аппаратов и поточных линий [Текст]: 2 изд., перераб. и доп. / А.П. Фоменков. - М.: Колос, 1984. – 288 с.

4 Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине: "Проектирование электрооборудования". – Мн.: Ротапринт БАТУ, 2005. – 136 с.

5 Стандарт предприятия СТП БАТУ 01.11-98[Текст]: Правило оформления курсовых и дипломных проектов (работ) для специальности С.03.02-00«Электрификация и автоматизация сельского хозяйства». – Мн.: Ротапринт БАТУ, 1999.– 36 с.