МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

НАБЕРЕЖНОЧЕЛНИНСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) ФЕДЕРАЛЬНОГО

ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО

УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра « Электроэнергетика и электротехника »

Курсовая работа

По дисциплине: «Вспомогательное электрическое и электронное оборудование автомобилей»

На тему: «Электропривод стеклоподъемника ВАЗ 2114»

 Выполнил: студент гр.

 Проверил: доцент

Набережные Челны

2021 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

НАБЕРЕЖНОЧЕЛНИНСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)

ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО

АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

*Отделение: Информационных технологий и энергетических систем*

*Кафедра: Электроэнергетика и электротехника*

*Направление: 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»*

УТВЕРЖДАЮ

*И.о. зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Д.А. Башмаков*

*«\_\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

ЗАДАНИЕ

*на курсовой проект*

*(фамилия, имя, отчество)*

*1 Тема курсового проекта: Электропривод стеклоподъемника автомобиля* ВАЗ 2114

*2 Срок сдачи студентом законченного курсового проекта \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

*3 Исходные данные к проекту: автомобиль ВАЗ 2114*, напряжение питания -12В*.*

*4 Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов): аналитический обзор, тяговый расчет, расчет двигателя электропривода*

*5 Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): кинематическая схема электропривода; сборочный чертеж электропривода*

*Руководитель курсового проекта \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ Насибуллин Р.Т.*

*Студент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/*

Содержание

[Введение 4](#_Toc71791410)

[1 Аналитический обзор 5](#_Toc71791411)

[2 Тяговый расчет электропривода стеклоподъемника автомобиля ВАЗ 2114 8](#_Toc71791412)

[2.1 Кинематический расчет стеклоподъемника 8](#_Toc71791413)

[3 Расчёт электродвигателя стеклоподъемника [5] 10](#_Toc71791414)

[3.1 Основные размеры двигателя 10](#_Toc71791415)

[3.2 Коллектор и щётки 18](#_Toc71791416)

[3.3 Коммутационные параметры 20](#_Toc71791417)

[3.4 Магнитная система машины 21](#_Toc71791418)

[3.5 Выбор и расчёт постоянных магнитов 23](#_Toc71791419)

[3.6 Потери и коэффициент полезного действия 29](#_Toc71791420)

[3.7 Рабочие характеристики электродвигателя 31](#_Toc71791421)

[3.8 Тепловой расчёт электродвигателя 33](#_Toc71791422)

[3.9 Механический расчет вала 35](#_Toc71791423)

[Заключение. 37](#_Toc71791424)

[Список использованной литературы 38](#_Toc71791425)

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

3

КР ПЗ

 Разраб.

 Провер.

 Реценз.

 Н. Контр.

 Утверд.

Электропривод стеклоподъемника ВАЗ 2114 автомобиля

Лит.

Листов

31

# Введение

Электрический стеклоподъёмник — это устройство, которое устанавливают в автомобиле. Стеклоподъемник позволяет закрывать боковые стёкла дверей без усилий, простым нажатием на кнопку.

Обычно стеклоподъёмники устанавливают либо на все двери автомобиля, либо только на передние двери.

Обычные средства управлениями стеклоподъемниками - трёхпозиционные переключатели, включающие функции:

1. стекло в покое

2. стекло закрывается

3. стекло открывается

После того, как водитель перестал управлять стеклом, переключатель возвращается в нейтральное положение и движение стекла прекращается.

Стекло с водительской стороны двери снабжается пятипозиционными переключателями. Также к набору добавляется автоматическое закрывание и автоматическое открывание.

Часто управление электростеклоподъемниками всех окон устанавливается на водительской двери или находятся в доступном для водителя месте, чтобы водителю было удобно. Помимо этого, управление подъема стекла комплектуют дополнительной кнопкой, которая отключает управление стекла с переключателей, расположенных на дверях.

# Аналитический обзор

Стеклоподъемник ВАЗ 2114 и других моделей машин данной серии может быть двух основных видов. Кардинальных отличий механизмы на ВАЗ 2114 от других моделей семейства не имеют.

Первый из них – это разборные. Они состоят из двух частей, мотора и трапеции, которые соединяются болтами с тонкой резьбой. При необходимости, можно заменить одну из этих деталей, оставляя другую. Раньше это был самый выгодный вариант, так как ремонт стеклоподъемника оказывался значительно дешевле. Чаще всего приходилось снимать и менять трапецию.

Но в последние годы найти качественную трапецию в продаже достаточно сложно. Практически все, что есть в магазинах, служат месяц или два, а потом снова требуют замены. Поэтому разборные модели устройств уже не такие популярные.

Вторым вариантом являются неразборные модели. Они цельные и не позволяют осуществлять замену отдельных деталей. Зато, новый неразборный заводской стеклоподъемник для ВАЗ 2113 и других моделей может прослужить до 3-5 лет, не требуя замены. А при адекватной эксплуатации даже дольше.

Помимо таких видов, устройства различают еще по принципу действия. Это механические и электростеклоподъемники ВАЗ 2114 и других моделей. Последние также подразделяются на рычажные, тросовые и реечные. Основное их различие – какие образом передается импульс движения от двигателя пластине, удерживающей стекло. Это может осуществлять тросом, рычагом или при помощи системы реек.



1. Рычажной механизм



2. Тросовый механизм



3. Реечный механизм

Очень многие автомобили, выпускающиеся в последнее время, оборудованы электростеклоподъемниками.

Зачастую электростеклоподъемники устанавливаются только на передние двери. Но ранее в комплектации автомобилей ВАЗ 2114 и ВАЗ 2115 электрические стеклоподъемники вообще не предусматривались. Такие автомобили укомплектовывались обычными *механическими* подъемниками как передних, так и задних стекол.

В механизме стеклоподъемника вместо зубчатого редуктора, применяемого в механических стеклоподъемниках, имеется только барабан, в отверстие которого вставляется выходной вал моторедуктора.
Моторедуктор состоит из червячного редуктора и электродвигателя постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов. Его конструкция аналогична конструкции моторедуктора очистителя ветрового стекла. Моторедуктор — реверсивный, направление вращения выходного вала зависит от направления тока в обмотке якоря. Для защиты от перегрузок он имеет встроенный термобиметаллический предохранитель.

Электрические стеклоподъемники (ЭСП) — это удобные устройства для управления боковыми стёклами авто, которые контролируются специальной кнопкой и дают возможность опускать или поднимать боковые стекла без вращения применяемых ранее ручек.



# Тяговый расчет электропривода стеклоподъемника автомобиля ВАЗ 2114

## Кинематический расчет стеклоподъемника

Рисунок 2.1 Расчетная схема

Сила, которую нужно приложить при поднятии стекла

где, - сила прижатия стекла направляющими планками. Силу прижатия принимаем равной силе тяжести стекла 48,1Н

- сила трения стекла по направляющим планка

 -коэффициент трения стекла по резине с бархатным напылением = 0,1

- движущая сила

N – нормальная реакция от силы прижатия

- сила тяжести стекла

где, m =4,9 кг – масса стекла автомобиля ВАЗ 2114.

При опускании стекла

Далее расчет будем вести по большей движущей силе



Рисунок 2.2 Кинематическая схема электро-стеклоподъемника

Стеклоподъемник состоит из зубчатой рейки, червяной передачи и электродвигателя.

Требуемая мощность электродвигателя.

По каталогу принимаем электродвигатели на 9 Вт

Номинальная частота вращения 2000 об/мин

Номинальное напряжение, 12В

# Расчёт электродвигателя стеклоподъемника [5]

Для того, чтобы рассчитать двигатель электропривода стеклоподъемника на автомобиле ВАЗ 2114, нужно понять на каком двигателе он работает.

На автомобиле используется коллекторный двигатель постоянного тока малой мощности на постоянных магнитах.

Коллекторные двигатели постоянного тока с возбуждением постоянными магнитами в основном применяются в системах электроприводов систем автоматики, робототехники и транспортных средств.

## Основные размеры двигателя

Определение основных размеров двигателя это одно из основных этапов расчета. Ведь правильно выбранные размеры якоря обеспечивают требуемый тепловой режим, который соответствует выбранному классу нагревостойкости изоляции.

Ток якоря в двигателе с возбуждением постоянными магнитами также является током двигателя

где значение КПД принимаем равным

Электромагнитная мощность двигателя

### Диаметр якоря

где αδ=0,68

Вδ=0,23 Тл

А/=115\*102 А/м

λ=1,1

где - коэффициент полюсного перекрытия, его значение выбирают из диапазона 0,6 – 0,7;

=Bd – магнитная индукция в воздушном зазоре, принимается равной индукции магнита в оптимальной рабочей точке кривой размагничивания предварительно выбранной марки магнита (для феррит бариевых магнитов выбирают из диапазона 0,1–0,22 Тл);

*А1* – предварительное значение токовой линейной нагрузки, её значение выбирают в диапазоне (70 – 200) 102 А, м при кратковременном и повторно – кратковременном режимах работы двигателя (большие значения соответствуют большей мощности);

 – отношение длины магнитопровода якоря к его диаметру, это значение выбирают из диапазона 0,5 – 1,8.

Полученное значение диаметра якоря округляют до тысячных долей метра и выбирают ближайшее стандартное его значение по приложению А /1/.

По приложению А из стандартного ряда размеров выбираем диаметр якоря D=0,058 м

Расчётная длина якоря

Окружная скорость вращения якоря

Полюсное деление

Расчётная ширина полюса (магнита)

Выбираем конструкцию полюса без полюсного наконечника

Частота перемагничивания стали якоря

### Обмотка якоря

Обмотка якоря машины постоянного тока является замкнутой. Конструктивно обмотка выполняют барабанной и двухслойной.



Рисунок 2 Схема соединений секций волновой обмотки

Для четырехполюсной конструкции двигателя выбираем простую волновую обмотку с числом параллельных ветвей 2а=2

где 2а - число параллельных ветвей обмотки якоря.

Предварительное общее число эффективных проводников обмотки якоря

принимаем

Число пазов якоря

принимаем

Число коллекторных пластин

принимаем , так как 2р=4

Предварительное число витков в секции обмотки якоря

принимаем число витков в секции обмотки якоря равным округлённому значению, то есть .

Уточнённое число проводников обмотки якоря

Число проводников обмотки якоря в пазу якоря

Уточнённое значение токовой линейной нагрузки

при этом должно выполняться условие

Условие выполняется.

### Шаги обмотки якоря

Для простой волновой обмотки якоря:

а) первый частичный шаг

б) результирующий шаг

в) второй частичный шаг

г) шаг обмотки по пазам

Обмоточные шаги у1, у2, у, уп должны быть целыми числами. Укорочение шага εк и ε (εк>0; ε>0) выбирают таким, чтобы шаги обмотки были целыми числами. Применение укорочения шага (εк>0) в петлевых обмотках приводит к уменьшению длины и вылета лобовых частей, к уменьшению сопротивления и массы обмотки якоря.

### Размеры зубцов, пазов и проводников обмотки якоря

В двигателе малой мощности применяют полузакрытые пазы овальной формы.

Обмотку якоря электродвигателя постоянного тока малой мощности выполняют из круглого медного обмоточного провода с эмалевой изоляцией класса нагревостойкости «F» и укладывают в изолированные пазы якоря.

Выбираем для зубцов якоря проектируемого двигателя овальную форму паза. Якорь выбираем со скосом пазов. Пазовая изоляция – эмалевая на эпоксидной основе, нанесённая методом напыления толщиной 0,25\*10-3 м, то есть м.

Принимаем всыпную обмотку, с круглыми проводами, с эмалевой изоляцией класса нагревостойкости В. Выбираем марку провода ПЭТВ ГОСТ 160.505.001–74. Сердечник якоря выполняется шихтованным из листов электротехнической стали 2013 ГОСТ 21427.2–83 толщиной 0,5 мм.

Предварительное значение плотности тока в обмотке якоря выбирают из диапазона из диапазона (5–20)\*106 А/м2 при кратковременном режиме работы S2. Большие значения плотности тока соответствуют большим мощностям электродвигателя.

Для кратковременного режима работы (S2) принимаем

Сечение и диаметр провода обмотки якоря

а) предварительное значение площади поперечного сечения неизолированного провода

б) окончательное значение площади поперечного сечения g, диаметр неизолированного провода d и диаметр изолированного провода dиз выбираем из таблицы Б.2 приложения Б /1/.

g=0,099\*10-6 м2 , d=0,355\*10-3 м, dиз=0,395\*10-3 м

Окончательная плотность тока в проводнике обмотки якоря

Больший диаметр овального паза якоря

где kc=0,95 – выбираем по таблице В.1 приложения В;

Bz – магнитная индукция в зубце, выбирают из диапазона (0,5–1,9) Тл;

hш=0,5\*10-3 м – высота шлица паза якоря;

D/=D-2\*hш=0,058–2\*0,5\*10-3=0,057 м;

- центральный угол на один паз;

Принимаем Bz=1,1 Тл.

Принимаем bп1=0,0062 м

Меньший диаметр овального паза принимается равным

bп2=0,0053 м

при этом необходимо, чтобы bп2<bп1

Периметр овального паза

Высота паза якоря

Площадь сечения паза якоря

а) овального паза

 – коэффициент скоса пазов

 – зубцовое деление

Площадь поперечного сечения паза, заполненного обмоткой

а) площадь сечения пазовой изоляции

б) площадь сечения пазового клина

где bкл=(0,5–0,6)\*bп1=(0,5–0,6)\*0,0062=(0,0031–0,00372) – ширина клина;

hкл=(0,5–1,5)\*10-3 – высота клина;

в) площадь сечения паза без изоляции паза и клина

Коэффициент заполнения паза изолированными проводами

Выбираем автоматизированную укладку обмотки в пазы якоря так как

Проверка ширины зубца якоря

Так как пазы выполнены овальными с параллельными стенками, то ширина зубца постоянна по высоте зубца

необходимо, чтобы условие выполнялось

Условие выполняется так как

Средняя длина полувитка секции обмотки якоря

,

где - прямолинейный отрезок лобовой части обмотки принимаем

Сопротивление обмотки якоря при максимально допустимой температуре, определяемой классом нагревостойкости изоляции

где

 - расчётная температура для изоляции класса F принимается равной 1150С

 – сопротивление обмотки якоря при температуре 200С



Рис.3. Овальные полузакрытые пазы

## Коллектор и щётки

В электродвигателях постоянного тока малой мощности, применяются коллектор на пластмассе. Коллекторные пластины изготавливают из твёрдо тянутой меди и изолируют их друг от друга и от вала якоря пластмассой. Конструкция щёткодержателя должна обеспечить правильное положение щёток на коллекторе. Щётка должна выступать из втулки щёткодержателя на 1–2 мм.

Для проектируемого электродвигателя выбираем коллектор на пластмассе.

Предварительный диаметр коллектора:

Относительное коллекторное деление

Выбирают значение относительного коллекторного деления

Принимаем

Коллекторное деление

Ширина коллекторной пластины

где при Uном>30 В

Принимаем

По технологическим требованиям необходимо, чтобы

Условие выполняется так как

Окончательный диаметр коллектора

Окружная скорость коллектора

Площадь поперечного сечения щётки

Выбирают марку щётки ЭГ2А: ΔUщ=2,6 В; jщ=10\*104 А/м2

Размеры щётки:

Предварительные размеры щетки

 

Уточняем размеры щёток, выбирая стандартные размеры щётки по таблице Д.2 приложения Д: bщ=0,004 м; ащ=0,005 м; hщ=2\*ащ=2\*0,005=0,01 м

Окончательная плотность тока под щётками

Длина коллектора

а) активная длина коллектора по оси вала

б) полная длина коллектора по оси вала

принимаем

Проверка ЭДС

 В

где ΔUщ – падение напряжения на щётках, берётся из таблицы Д.1. Приложения Д /1/.

При этом должно выполняться условие

Где

- условие выполняется.

## Коммутационные параметры

Ширина коммутационной зоны

Для благоприятной коммутации необходимо, чтобы соотношение выполнялось

 или 0,0134<0,0137,

условие выполняется.

Удельная магнитная проводимость пазового рассеяния овального паза

где

Среднее значение реактивной ЭДС в короткозамкнутой секции якоря

Среднее значение ЭДС поля якоря

Среднее значение результирующей ЭДС в короткозамкнутой секции обмотки якоря

Коммутация благоприятна, так как .

## Магнитная система машины

Принимаем конструкцию магнитной системы проектируемого двигателя с отъёмными полюсами, которая представляет собой внешнее сплошное ярмо. Оно выполнено из Ст3, к которому крепятся постоянные магниты в виде скоб с радиальной намагниченностью без полюсных наконечников. Сердечник якоря выбран зубцовым и набран из пластин электротехнической стали 2013 ГОСТ 21427.2–83 толщиной 0,5 мм с оксидированным изоляционным слоем.

Длина воздушного зазора под полюсом

принимаем

Высота ярма якоря

где

Индукция в ярме якоря

Размеры станины

а) площадь поперечного сечения станины

где - коэффициент рассеяния магнитной системы;

б) осевая длина станины

в) высота станины

где – для сплошной станины

Предварительные размеры магнита при радиальном расположении в магнитной системе

а) длина магнита

здесь принимаем – толщина корпуса

б) высота магнита

в) ширина магнита

Магнитную цепь двигателя можно разбить на пять участков с приблизительно постоянной индукцией на каждом участке: ярмо статора, зубцы якоря, ярмо якоря, воздушный зазор, технологический зазор между ярмом статора и постоянным магнитом.

## Выбор и расчёт постоянных магнитов

Для расчёта постоянных магнитов необходимо кривые намагничивания Ст 3 и электротехнической стали 2013 иметь в аналитической форме. Хорошее совпадение расчётной кривой и справочной кривой намагничивания даёт приближения кривой намагничивания выражением

где - значение индукции на соответствующем участке магнитной цепи

Ас, Dc, Cc, βc – коэффициенты, их величина определяется для каждой кривой намагничивания.

Для облегчения расчётов принимаем, что все участки магнитной системы двигателя намагничиваются по основной кривой намагничивания Ст 3 и 2013.

Для основной кривой намагничивания Ст 3 коэффициенты имеют следующие значения:

Ac=10,718; Dc=-6,931; Cc=610,718; βc=1,205.

Для основной кривой намагничивания электротехнической стали 2013 коэффициенты имеют следующие значения:

Ac=0,05; Dc=0,05; Cc=10; βc=3,7.

Удельная магнитная энергия ярма статора

Удельная магнитная энергия зубцов якоря

Удельная магнитная энергия ярма якоря

Удельная магнитная энергия воздушного зазора

где 

Удельная магнитная энергия воздушного зазора стыка между станиной и магнитом

где Тл

Объём ярма статора на один полюс

где принимаем

Объём зубцовой зоны якоря на один полюс

Объём ярма якоря на один полюс

Объём воздушного зазора на один полюс

где

Объём воздушного зазора стыка на один полюс

где δсm=0,045\*10-3 м – для восьмого квалитета

Магнитная энергия, запасённая на участках магнитной цепи

Полная магнитная энергия магнитной цепи электродвигателя

Предварительный объём магнита на один полюс

Удельная магнитная энергия, отдаваемая постоянным магнитом объёмом во внешнюю цепь электродвигателя

Значение координаты рабочей точки постоянного магнита по напряжённости магнитного поля

где

По величине и полученному значению Выбираем марку магнита по справочным данным Ж /1/ марку магнита 15БА300

ГОСТ 24063 – 80 с параметрами:

Hd=100 ; Bd=0,15 Тл; Br=0,3 Тл.

Уточнённое значение напряжённости магнитного поля постоянного магнита в рабочей точке



Рисунок 4 Кривая размагничивания постоянного магнита

Размагничивающее действие поля якоря

а) напряжённость магнитного поля и индукции в рабочеё точке магнита

на сбегающем краю полюса

где

б) напряжённость магнитного поля и индукция в рабочей точке магнита на набегающем краю полюса

Удельная магнитная энергия участков магнитной цепи переходного слоя под сбегающим и набегающим краями полюса



где

где

где 

где

где

где

Магнитная энергия переходного слоя магнитной цепи при размагничивающем действии поля якоря

Увеличение магнитной энергии переходного слоя от действия поля якоря

Требуемый объём магнита, который обеспечивает заданный магнитный поток при нагрузке

Уточнённое значение длины магнита

Отличие размера составляет , что допустимо.

## Потери и коэффициент полезного действия

Электрические потери в обмотке якоря

Электрические потери в щётках

Масса стали ярма якоря

Масса стали зубцов якоря

Магнитные потери в ярме якоря

где



 – удельные потери, их значение берут из приложения И.

Магнитные потери в зубцах якоря

Потери в стали якоря

Механические потери в электродвигателе

а) потери на трение щёток о коллектор

где для щётки марки ЭГ2А: ; ;

б) потери в подшипниках

где ;

в) вентиляционные потери в стали

Добавочные потери

Сумма потерь

Потребляемая двигателем мощность

Полезная мощность на валу электродвигателя

Коэффициент полезного действия электродвигателя

%

## Рабочие характеристики электродвигателя

Магнитный поток и магнитная индукция в воздушном зазоре при расчёте рабочих характеристик по величине принимаются постоянными, так как

то есть размагничивающее действие реакции якоря при номинальной нагрузке незначительное.

Результат расчёта рабочих характеристик электродвигателя приведены таблице 2.

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Расчётнаявеличина | Ед. изм.физ. вел. | 0,25\*I | 0,5\*I | 0,75\*I | 0,9\*I | 0,95\*I | 1\*I | 1,1\*I | 1,2\*I |
| I | А | 0,217 | 0,435 | 0,652 | 0,783 | 0,826 | 0,87 | 0,957 | 1,044 |
| ΔUщ | В | 0,175 | 0,65 | 1,3 | 1,95 | 2,34 | 2,6 | 2,86 | 3,12 |
| ΔU=I\*Ra++ ΔUщ | В | 1,9 | 3,9 | 5,8 | 7,7 | 8,8 | 9,6 | 10,3 | 11,1 |
| E=Uном-ΔU | В | 10,1 | 8,1 | 6,2 | 4,3 | 3,2 | 2,4 | 1,7 | 0,9 |
| Вδ | Тл | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 |
| Фδ | 10-4 Вб | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 |
|  | об/мин | 1845 | 1724 | 1700 | 1685 | 1580 | 1300 | 1250 | 1120 |
| f2 | Гц | 9 | 8,3 | 7,8 | 7 | 5,9 | 5 | 3,5 | 2 |
| Va | м/с | 11,88 | 11,33 | 10,57 | 9,82 | 9,36 | 9,06 | 8,760 | 8,45 |
| Vк | м/с | 10,34 | 9,87 | 9,21 | 8,55 | 8,15 | 7,89 | 7,63 | 7,36 |
| Рэ а | Вт | 0,85 | 1,1 | 1,54 | 1,75 | 1,9 | 2,1 | 2,9 | 3,5 |
| Рэ щ | Вт | 0 | 0,1 | 0,18 | 0,25 | 0,3 | 0,35 | 0,47 | 0,54 |
| Рс | Вт | 0,9 | 0,84 | 0,742 | 0,621 | 0,498 | 0,44 | 0,4 | 0,25 |
| Р мх | Вт | 0,4 | 0,35 | 0,29 | 0,2 | 0,18 | 0,1 | 0,09 | 0,085 |
|  | Вт | 0,0075 | 0,008 | 0,0098 | 0,01 | 0,015 | 0,02 | 0,04 | 0,08 |
|  | Вт |  |  |  |  |  | 1,01 | 1,16 | 1,48 |
| Р1=Uном\*I | Вт | 2,604 | 5,22 | 7,82 | 9,3 | 9,91 | 10,44 | 11,4 | 12,48 |
|  | Вт | 0 | 3,5 | 5,4 | 7,6 | 8,5 | 9,8 | 10,24 | 11 |
|  | Н\*м | 0 | 0,015 | 0,028 | 0,032 | 0,042 | 0,05 | 0,057 | 0,06 |
|  | % | 0 | 53,6 | 65,21 | 69,56 | 70,73 | 71,4 | 65,78 | 64,74 |

По данным таблицы 2 строим при U=Uном рабочие характеристики и для заданного значения полезной номинальной мощности Pном=9 Вт определяем номинальные значения Iном=0,87; Мном=0,05 Н\*м; nном=130 об/мин; ηном=71,4%.



Рисунок 5 Рабочие характеристики

Кратность пускового момента

Электромеханическая постоянная времени электродвигателя



где

##  Тепловой расчёт электродвигателя

Превышение температуры якоря над температурой окружающей среды при кратковременном режиме работы электродвигателя

,

где

Условие выполняется, так как .

Поэтому превышение температуры обмотки якоря ниже предельного допустимого значения температуры для класса изоляции «F».

где

## Механический расчет вала

Номинальный момент вращения двигателя



Диаметр d1= 12 мм и длина выступающего цилиндрического конца вала l1=78.5 мм. Выбираем диаметр вала под подшипник d2=12 мм и диаметр вала за подшипником d3=12 мм.

1. Расчет вала на жесткость





Рисунок 3.1 Эскиз вала электродвигателя

Под воздействием силы тяжести прогиб вала посередине сердечника равен:



a=80 мм; b=80 мм; l=160 мм

|  |
| --- |
| **Участок *b*** |
| , мм | *,*мм4 | , мм | ,мм³ | ,мм3 | ,мм-1 | ,мм2 | ,мм2 | ,мм-2 |
| 12 | 1017.4 | 80 | 512000 | 512000 | 503 | 80 | 5120000 | 503 |
| *S0* =503 | *Sb*=503 |
| **Участок *а*** |
| , мм | , мм4 | , мм | , мм3 | , мм3 | , мм-1 |
| 12 | 1017.4 | 80 | 512000 | 512000 | 503 |

*Sа* = 503

Ji – экваториальный момент инерции;

 



2. При смещении сердечника на l0 сила одностороннего магнитного притяжения равна:



3. Дополнительный прогиб от силы Т0 :



7. Под действием сил магнитного притяжения установившийся прогиб вала равен:

 

4. Результирующий прогиб вала

  мм

5. Определяем критической частоты вращения.



Значение nкр  должно превышать максимальную рабочую частоту вращения не менее чем на 30%.

# Заключение.

Задачей курсового работы является ознакомление с работой электростеклоподъемника и расчет его электродвигателя для автомобиля ВАЗ 2114.

В работе мною был произведен магнитоэлектрический расчет электродвигателя стеклоподъемника характеристики, которого отвечают требованиям предъявляемой для корректной работы системы стеклоподъемника.

# Список использованной литературы

1. Автомобильный справочник Bosh, первое издание, - Москва: «За рулем», 1999, 991 c.

2. Новейшие автомобильные электронные системы. Д. А. Соснин, В. Ф Яковлев – М.: СОЛОН-Пресс, 2005, 240 с.

3. Электрооборудование автомобилей. Учебник для ВУЗов. - М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004, 384 ес.

4. Электрооборудование автомобилей. Ютт В.Е. М.: Транспорт, 2000, 320 с.

5. Расчет электрических машин малой мощности с возбуждением от постоянных магнитов: учебное пособие / В.А. Лифанов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 164 с.