**РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТАРТЕРА МАРКА 25.3708**

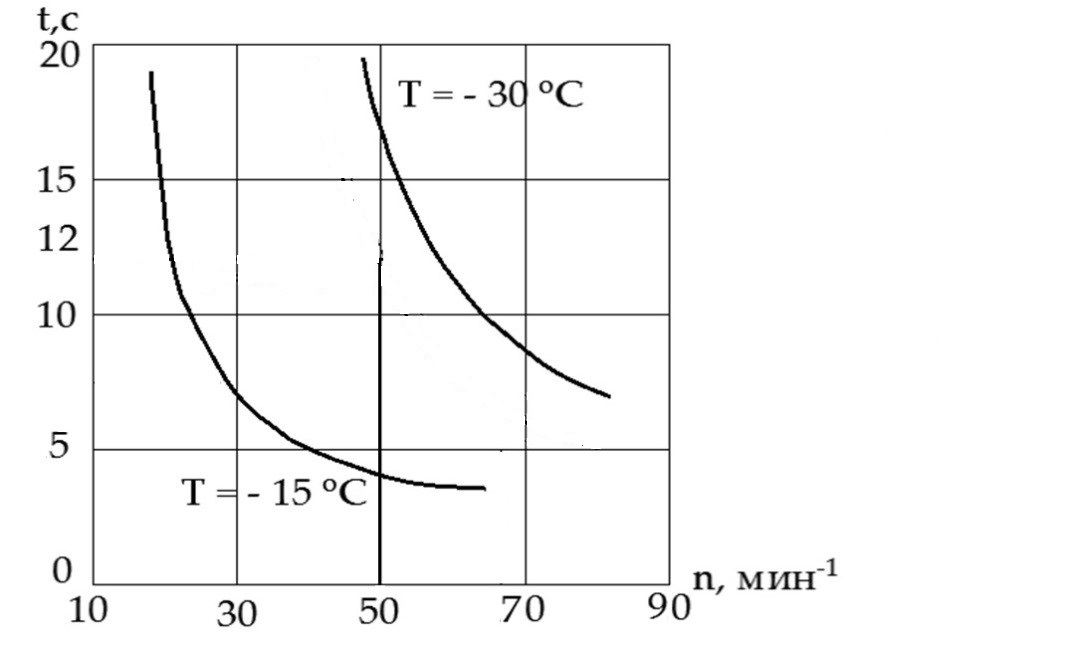
**1. Подбор стартера и аккумулятора для работы двигателя**

**1.1. Расчет мощности для работы двигателя**

На основании приведенного выражения температуры окружающей среды и времени работы двигателя на рисунке 1 определяется минимальная рабочая скорость вращения колена двигателя.

Минимальные обороты холостого хода - это наименьшие обороты холостого хода, при которых двигатель может быть запущен в заданных условиях при двух попытках запуска в течение 7 секунд.

По заданному варианту задачи, температуре окружающего воздуха Т = - 15 0С и времени работы двигателя t = 7 секунд была определена минимальная скорость вращения колена двигателя, которая составила n = 30 мин-1.



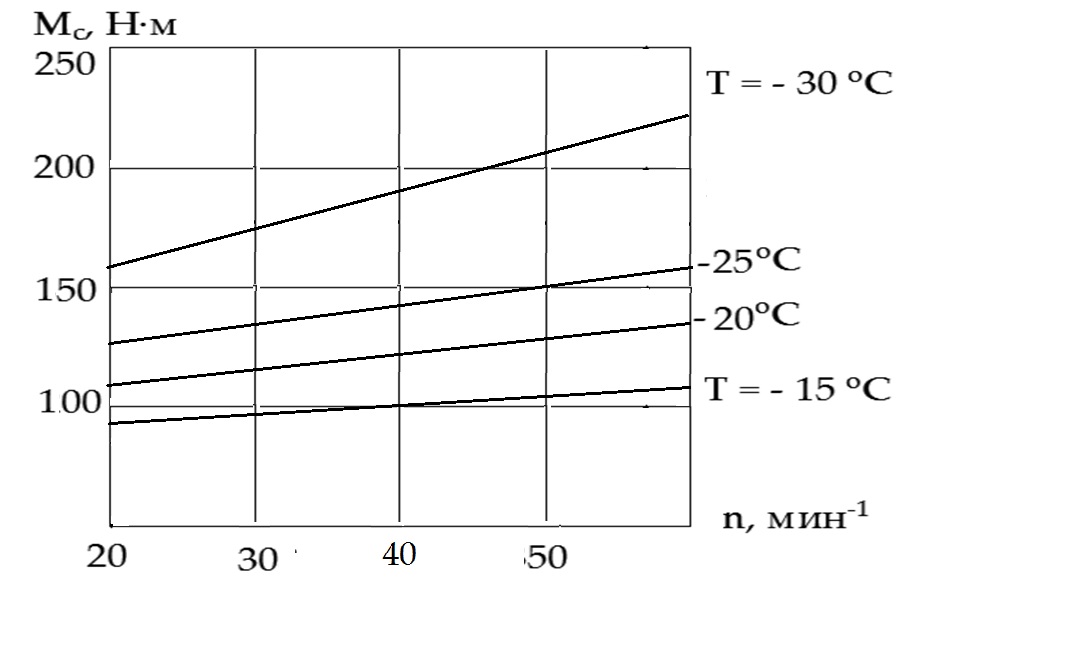
7

**Рисунок 1 – Сертификат работоспособности дизельного двигателя.**

По минимальной частоте вращения nмин момент сопротивления вращению

Коленосила двигателя определяется Ms.

По минимальной частоте вращения nмин = 30 мин-1 и в зависимости от температуры окружающей среды Т = - 15 0С определили момент сопротивления коленному вращению двигателя, который был равен Мс = 96 Н∙м.

  
**Рисунок 2 – Грузоподъемность дизельного двигателя.**

96

60

70

90

80

Мощность, необходимая для запуска двигателя, определяется по следующей формуле

 (1)

здесь Mс – момент сопротивления коленному вращению двигателя, Mс Н∙м [из рис. 2];

– длина круга относительно его диаметра,;

*n*min – минимальная скорость вращения, **[из рис. 1]**.



**1.2. Требуемая полезная мощность в пусковом диапазоне**

Требуемая полезная мощность стартера определяется по следующей формуле

 (2)

здесь Рс – пусковая мощность;

*ηр* – коэффициент полезной работы редуктора, согласно заданному варианту задания.



**Заключение.** В этой части курсовой работы решались несколько выражений по подбору стартера и аккумуляторной батареи для работы дизеля. В подразделе 1.1 выполнен расчет мощности для работы двигателя. При температуре окружающего воздуха Т = – 15 0С и времени работы двигателя t = 7 с определяли минимальную скорость разгона цикла коленодвигателя и момент сопротивления циклу коленодвигателя, который составляет n = 30 мин-1 и Ms = 96 Н∙м равняется Мощность, необходимая для пуска двигателя, определялась моментом сопротивления циклу коленодвигателя и минимальной скоростью цикла коленодвигателя, которая составила Rs = 301,44 кВт. Исходя из мощности, необходимой для запуска двигателя, и КПД коробки передач была определена необходимая мощность стартера, которая составила Р2 = 310,76 кВт. По результату расчета видно, что при температуре окружающего воздуха Т = -15 0С и полезной мощности, необходимой в электродвигателе стартера Р2 = 310,76 кВт для запуска дизеля, номинальная мощность электродвигателя стартера равна больше требуемой мощности двигателя выбран P2.

**2. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ СТАРТЕРА ПО ЕГО НОМИНАЛЬНЫМ ДАННЫМ**

Номинальная мощность электродвигателя стартера рассчитывается как максимальная полезная мощность для кратковременной работы при питании от аккумуляторной батареи с оптимальной емкостью 100% заряда, температура электролита +20 оС, при первой попытке запуска двигателя, без учета падения напряжения пускового кабеля. Номинальная мощность соответствует номинальному току IN, номинальной частоте вращения nH и номинальному моменту вращения МН.

**2.1. Расчет мощности электродвигателя зависит от силы тока, скорости и момента номинального вращения**

Номинальное выражение пускового тока определяется по следующей формуле

 (3)

здесь IXH – ток холостого хода электродвигателя стартера **[по данному варианту инструкции];**

IКН – подача электродвигателя стартера в подвешенное состояние **[в связи с приведенной версией инструкции].**



Суммарное сопротивление первичной и последовательной обмоток пускателя электродвигателя определяется следующим образом.

 (4)

здесь UKH – напряжение на клеммах электродвигателя пускателя в подвешенном состоянии, **[согласно данной редакции инструкции];**

ΔUщ – падение напряжения на щеточном контакте электродвигателя стартера, **[согласно данной редакции инструкции];**

IKH – подачу электродвигателя стартера в подвешенное состояние, **[согласно данной редакции инструкции].**



Внутреннее сопротивление аккумулятора при температуре электролита +20 оС

 (5)

здесь UH – напряжение электростартера, **[согласно данной редакции инструкции];**



Определение выражения электромагнитной ЭФП в номинальном режиме:

 (6)

здесь *Iн* – номинальное выражение пускового тока, *Iн*= 967,5 А **[формула 3];**

*Ro* – внутреннее сопротивление батареи при температуре электролита +20 оС, Ro = 0,009 Ом **[формула 4];**

*Rя + Rco* – полное сопротивление пусковой и последовательной обмоток электродвигателя, Rя + Rco = 0,003 Ом **[формула 5].**



Изменение относительного выражения магнитного потока от относительного изменения электрического тока статора приведено в таблице 1.

**Таблица 1 – Изменение относительного выражения магнитного потока от относительного изменения электрического тока статора**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 2,0 |
|  | 0 | 0,47 | 0,63 | 0,73 | 0,78 | 0,87 | 0,94 | 1,0 | 1,06 | 1,12 | 1,17 | 1,21 | 1,25 |

Источник: Напольский Г. М. Технологический расчет и планировка СТОА. – М.: МАДИ, 2003 С. – 20.

В этой таблице размещено изменение относительного выражения магнитного тока от относительного изменения тока статора электродвигателя, эти показатели нужны для расчета будущих значений.

Относительные выражения тока и магнитного потока для режим определяем по данным таблицы 1.

 (7)



По данным таблицы 1 определено, что при относительном выражении тока икн выражение магнитного потока  – 1,25 .

Определение номинального электромагнитного момента определяется по следующей формуле.

 (8)

здесь *Мкн* – тормозной момент к режиму торможения, *Мкн* =140 Нм

*iкн* – относительное выражение потока, *iкн* = 1,88 **[формула 6];**;

*fкн* – выражение магнитного потока, *fкн* = 1,25 **[из таблицы 1].**



Коэффициент корреляции между электромагнитным моментом и током обмотки электродвигателя определяется по следующей формуле

 (9)

здесь *Мэмн* – номинальный электромагнитный момент, *Мэмн* = 59,57 Нм **[формула 7].**



Определение коэффициента корреляции между NEC обмотки якоря и частотой вращения якоря электродвигателя

 (10)

здесь *СмФн* – коэффициент корреляции между электромагнитным моментом и током обмотки электродвигателя, *СмФН* = 0,06 **[формула 8].**



Определяем номинальную скорость вращения стартера по следующей формуле

 (11)

здесь *Ен* – выражение мощности движущегося электромагнитного тока к номинальному режиму, *Ен* = 10,99 В **[формулаи 6];**

*СеФн* – коэффициент корреляции между мощностью движущегося тока обмотки якоря и частотой вращения якоря электродвигателя, *СеФн* = 0,0063 **[формулаи 6]**.



Определение ВОПРОС пустой прогулки выполняется выражением

 (12)



Коэффициент связи между крутящим моментом обмотки якоря и частотой вращения якоря электродвигателя в режиме холостого хода определяется по следующей формуле:

 (13)

здесь *Ехн* – сила движущегося тока полого пути, *Ехн* =21,28 В **[формула 12];**

–номинальная скорость вращения стартера, = 1744 мин-1 **[формула 11]**



Определение относительных выражений расхода при работе стартера в режиме холостого хода

 (14)



Определение относительного выражения магнитного потока при работе стартера в режиме холостого хода

 (15)

здесь – коэффициент корреляции между мощностью движущегося тока обмотки якоря и частотой вращения якоря электродвигателя в режиме холостого хода,  = 0,01 **[формула 13];**



**2.2. Расчет рабочих характеристик электростартера при нормальной температуре окружающей среды**

Определить напряжение на клеммах аккумуляторной батареи по следующему выражению

 (37)

здесь Uнр – начальное разрядное напряжение, Uнр = 23,69 В;

I – ток якоря, I = 110 А;

RO – внутреннее сопротивление батареи при температуре электролита +20 оС, RO = 0,009 Ом.



Напряжение на клеммах пускателя определяется по следующей формуле

 (38)

здесь UБ – напряжение на клеммах аккумулятора, UБ = 22,7 В;



Следующим выражением мы определяем НЕКОТОРЫЕ обмотки якоря

 (39)

здесь Uст – напряжение на клеммах стартера, Uст = 21,7 В;



Определим относительное выражение тока по следующей формуле

 (40)

здесь I – ток якоря, I = 110 А;

IH – номинальное выражение пускового тока, IH = 967,5 А.



Определяем скорость вращения ротора стартера по следующей формуле

 (41)

здесь Е – ҚЭҲ – и симпечи якор, Е = 19,97 В;



Определим угловую скорость вращения ротора по следующей формуле

 (42)



Определим электромагнитный момент по следующей формуле

 (43)



Определим электромагнитный потенциал по следующей формуле

 (44)



Сопоставляем зависимость момента сопротивления, определяемого магнитными и механическими потерями, от скорости вращения, определяемой уравнением прямой, и определяем выражение коэффициента а, зная и принимая потенциал потерь в режиме холостого хода.

Определим мощность потерь в режиме свободного движения по следующей формуле

 (45)



Поворотный момент определяется по следующей формуле

 (46)



Определим коэффициент зависимости момента сопротивления с магнитными и механическими потерями исходя из скорости вращения и мощности потерь в режимах свободного движения.

 (47)



Определяем момент сопротивления цепи пускателя по магнитным и механическим потерям по следующей формуле

 (48)

здесь *а* – коэффициент зависимости момента сопротивления при магнитных и механических потерях от скорости вращения и мощности потерь в режиме холостого хода, *а* = 0,022 **[формулаи 47]**.



Определим емкость магнитных и механических потерь по следующему выражению

 (49)



Вращающий момент в стартере определяется по следующей формуле

 (50)



Мощность стартера определяется по следующей формуле

 (51)



Коэффициент полезной работы стартера определяется по следующей формуле

 (52)



Скорость вращения дизеля определяется по следующей формуле

 (53)

здесь *n* – скорость вращения ротора стартера, *n* = 2535,87 мин-1;

*iр* – передаточное число, *iр* = 14



Крутящий момент в бензиновом двигателе определяется по следующей формуле

 (54)



В остальном результат расчета рабочих характеристик электростартера представлен в следующей таблице.

**Таблица 3 – Результат расчета рабочих характеристик электростартера при нормальной температуре окружающей среды**

| **Показатель** | **Великолепие** | | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ток якоря I (приведенный от 0 до ИКН), А | 12,22 | 24,44 | 36,66 | 48,88 | 61,1 | 73,32 | 85,54 | 97,76 | 109,98 |
| Напряжение на клеммах аккумулятора, В | 23,58 | 23,47 | 23,36 | 23,25 | 23,14 | 23,03 | 22,92 | 22,81 | 22,70 |
| Напряжение на клеммах стартера, В | 23,47 | 23,25 | 23,03 | 22,81 | 22,5 | 22,37 | 22,15 | 21,93 | 21,71 |
| ҚЭҲ – и симпечи якор, В | 22,03 | 21,77 | 21,52 | 21,26 | 21,00 | 20,75 | 20,49 | 20,23 | 19,98 |
| Выражение относительного потока | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,10 | 0,11 |
| Относительное выражение магнитного потока *f* | - | - | - | - | - | - | - | 0,47 | 0,51 |
| Скорость вращения ротора стартера, мин–1 | - | - | - | - | - | - | - | 6834,529 | 6218,618 |
| Угловая скорость вращения ротора, рад/с | - | - | - | - | - | - | - | 715,34 | 650,88 |
| Электромагнитный момент,Н\*м | - | - | - | - | - | - | - | 2,75 | 3,36 |
| Электромагнитный потенциал, Вт | - | - | - | - | - | - | - | 1978,37 | 2197,44 |
| Момент сопротивления вращению стартера за счет магнитных и механических потерь, Н\*м | - | - | - | - | - | - | - | 18,53 | 17,11 |
| Мощность магнитных и механических потерь, Вт |  |  |  |  |  |  |  | 13260,85 | 11142,71 |
| Округляющий момент в стартовом составе, Вт | - | - | - | - | - | - | - | -15,78 | -13,75 |
| Мощность стартера, Вт | - | - | - | - | - | - | - | -11288,8 | -8952,24 |
| Коэффициент полезной работы стартера | - | - | - | - | - | - | - | -5,26 | -3,74 |
| Частота вращения дизельного двигателя, мин–1 | - | - | - | - | - | - | - | 488,18 | 488,18 |

Источник: Предложение учителя..

В этой таблице результатом расчета рабочих характеристик электростартера при заданной температуре окружающей среды являются ток якоря, напряжение на клеммах аккумуляторной батареи, напряжение на клеммах аккумуляторной батареи, обмотка якоря В, скорость вращения ротора стартера мин-1, угловая скорость вращения ротора, электромагнитный момент, электромагнитная мощность, момент сопротивления вращению стартера от магнитных и механических потерь, мощность магнитных и механических потерь, вращающий момент в двигателе стартера, представлены мощность стартера, коэффициент полезной работы стартера, частота вращения, вращающий момент в двигателе двигателя. Исходя из результата расчета, представленного в этой таблице, видно, что при увеличении тока в якоре статора изменяется напряжение на клеммах аккумуляторной батареи, напряжение на клеммах пускателя, напряжение обмотки якоря, частота вращения ротора стартера, угловая скорость вращения ротора, скорость вращения обмотки в дизеле двигателя снижены. При уменьшении тока в якоре статора увеличивается электромагнитный момент, момент сопротивления цепи пускателя за счет магнитных и механических потерь.

**Заключение.** В этой части курсовой работы мы рассчитали параметры электродвигателя стартера исходя из его номинальных данных. По результату расчета, представленному в таблице 3, видно, что при увеличении тока в якоре статора напряжение на клеммах аккумуляторной батареи, напряжение на клеммах пускателя, напряжение обмотки якоря, скорость вращения ротора стартера, уменьшается угловая скорость вращения ротора, скорость вращения бензина. При уменьшении тока в якоре статора электромагнитный момент увеличивается.

Результатом расчета рабочих характеристик стартерного электродвигателя при заданной температуре окружающей среды является ток якоря 684,65 А, напряжение на клеммах аккумуляторной батареи 14,3 В, напряжение на клеммах статора 13,6 В, обмотка якоря 10,14 В. В, частота вращения ротора стартера 1288 мин-1, угловая скорость вращения ротора 134,8 рад/с, электромагнитный момент 51,2 Н∙м, электромагнитная мощность 6942,35 Вт. 2194,5 Вт, вращающий момент в стартера 35,02 Вт, мощность стартера 4720,7 Вт, КПД стартера 5,3, частота вращения 92 мин–1, вращающий момент в двигателе двигателя 475,5 Н∙м. Исходя из результата расчета, представленного в этой таблице, видно, что при увеличении тока в якоре статора изменяется напряжение на клеммах аккумуляторной батареи, напряжение на клеммах пускателя, напряжение обмотки якоря, частота вращения ротора стартера, угловая скорость вращения ротора, скорость вращения обмотки в дизеле двигателя снижены. При уменьшении тока в якоре статора увеличивается электромагнитный момент, момент сопротивления цепи пускателя за счет магнитных и механических потерь.

**3. СТАРТЕР И ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКИ.**

**3.1 Конструкция и характеристики стартера 25.3708.**

Стартер представляет собой электродвигатель постоянного тока с замкнутой цепью, который преобразует электрическую энергию аккумулятора в механическую энергию..

**Таблица 4 - Паспорт стартера 25.3708.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№** | **Бренд** | **25.3708** |
| 1. | Номенклатура | Стартёр |
| 2. | Подержанные автомобили | МАЗ, КрАЗ, БелАЗ; Муҳаррик:ЯМЗ-236М2, 238М2, -240М2, -842.10, ЯМЗ-842.10 |
| 4. | Номинальное напряжение, В | 24 |
| 5. | номинальная мощность, кВт | 8,2 |
| 6. | объем аккумуляторной батареи на 20 грд. | 182 А. часы |
| 7. | номинальный диаметр ствола, мм | 150 |
| 8. | Количество зубьев шестерни | 11 |
| 9. | Угол соединения зубчатого колеса, град. | 20 |
| 10. | Модули шестерня, мм | 4,25 |
| 11. | Главный производитель | ЭЛТРА |
| 12. | Коди группы | 3708 |
| 13. | Название группы | Стартёры |

Источник: : <http://avtocom.com/catalog/item/25-3708-01.htm>

Стартер марки 25.3708 состоит из нескольких основных элементов, которые мы можем видеть на рисунке 3.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Данная курсовая работа выполнена на тему расчета показателей стартера марки 25.3708. Данная курсовая работа состоит из трех основных глав.

В первой части курсовой работы было решено несколько выражений по выбору стартера и аккумуляторной батареи для работы дизеля. В подразделе 1.1 выполнен расчет мощности для работы двигателя. В этой части курсовой работы решались несколько выражений по подбору стартера и аккумуляторной батареи для работы дизеля. При температуре окружающего воздуха Т = – 15 0С и времени работы двигателя t = 7 с определяли минимальную скорость разгона цикла коленодвигателя и момент сопротивления циклу коленодвигателя, который составляет n = 30 мин-1 и Ms = 96 Н∙м равняется Мощность, необходимая для пуска двигателя, определялась моментом сопротивления циклу коленодвигателя и минимальной скоростью цикла коленодвигателя, которая составила Rs = 301,44 кВт. Исходя из мощности, необходимой для запуска двигателя, и КПД коробки передач была определена необходимая мощность стартера, которая составила Р2 = 310,76 кВт. По результату расчета видно, что при температуре окружающего воздуха Т = -15 0С и полезной мощности, необходимой в электродвигателе стартера Р2 = 310,76 кВт для запуска дизеля, номинальная мощность электродвигателя стартера равна больше требуемой мощности двигателя.Выбран P2.

Во второй части курсовой работы мы рассчитали параметры электродвигателя стартера исходя из его номинальных данных. По результату расчета, представленному в таблице 3, видно, что при увеличении тока в якоре статора напряжение на клеммах аккумуляторной батареи, напряжение на клеммах пускателя, напряжение обмотки якоря, скорость вращения ротора стартера, уменьшается угловая скорость вращения ротора, скорость вращения бензина. При уменьшении тока в якоре статора электромагнитный момент увеличивается.

Результатом расчета рабочих характеристик стартерного электродвигателя при заданной температуре окружающей среды является ток якоря 684,65 А, напряжение на клеммах аккумуляторной батареи 14,3 В, напряжение на клеммах статора 13,6 В, обмотка якоря 10,14 В. В, частота вращения ротора стартера 1288 мин-1, угловая скорость вращения ротора 134,8 рад/с, электромагнитный момент 51,2 Н∙м, электромагнитная мощность 6942,35 Вт. 2194,5 Вт, вращающий момент в стартера 35,02 Вт, мощность стартера 4720,7 Вт, КПД стартера 5,3, частота вращения 92 мин–1, вращающий момент в двигателе двигателя 475,5 Н∙м. Исходя из результата расчета, представленного в этой таблице, видно, что при увеличении тока в якоре статора изменяется напряжение на клеммах аккумуляторной батареи, напряжение на клеммах пускателя, напряжение обмотки якоря, частота вращения ротора стартера, угловая скорость вращения ротора, скорость вращения обмотки в дизеле двигателя снижены. При уменьшении тока в якоре статора увеличивается электромагнитный момент, момент сопротивления цепи пускателя за счет магнитных и механических потерь.**СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Кузнецов Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей. - М.: Наука, 2001. - 396с

2. Дажин В.Г., Евдокимов Б.П., Свойкин В.Ф. Техническая эксплуатация автомобилей.- М. Форум, 2002. - 247с

3. Крамаренко Г.В. Техническая эксплуатация автомобилей.- М.: Наука, 1991. - 297с

4. Технологический процесс ТО и ремонта автомобилей.- Ульяновск: Форум, 2003. - 382с

5. Епифанов Л.И. Е.А. Епифанов Техническое обслуживание и ремонт автомобилей.- М.: Форум, 2009. - 450с

6. Туревский И.С. Техническое обслуживание автомобилей. Часть-1. Техническое обслуживние и текущий ремонт автомобилей. - М.: Форум, 2007 . – 260с

7. И.С. Туревский Техническое обслуживание автомобилей, Часть-2. Организация хранения, технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта – М.: Форум,2007. - 228 с.

8. <http://avtocom.com/catalog/item/25-3708-01.htm>

9. [www./wikipedia.ru/detals/](http://www./wikipedia.ru/detals/)