

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра технической эксплуатации и ремонта автомобилей

А.В. Пузаков

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ

Методические указания

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов и специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

Оренбург
2020

УДК 629.33(075.8)

ББК 39.33-04я73

П 88

Рецензент – доцент, кандидат технических наук Р.Х. Хасанов

Пузаков, А.В.

П 88

Исследование работы двигателя постоянного тока параллельного возбуждения: методические указания / А.В. Пузаков; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2020. – 19 с.

Методические указания содержат описание лабораторной работы и методику ее выполнения.

Методические указания предназначены для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов при изучении дисциплины «Электротехника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования»; по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства при изучении дисциплины и «Электротехника и электрооборудование автомобилей».

УДК 629.33(075.8)

ББК 39.33-04я73

© Пузаков А.В., 2020

© ОГУ, 2020

Содержание

1 Цель работы	4
2 Содержание работы.....	4
3 Оборудование	4
4 Порядок выполнения работы	5
4.1 Исследование рабочих характеристик двигателя постоянного тока параллельного возбуждения	5
4.2 Расчет и построение механических характеристики двигателя постоянного тока параллельного возбуждения	11
5 Контрольные вопросы	12
Список использованных источников	14
Приложение А	15

1 Цель работы

Приобрести практические навыки исследования параметров двигателя постоянного тока параллельного возбуждения. Рассчитать и построить рабочие характеристики двигателя постоянного тока параллельного возбуждения. Построить естественную и искусственную механическую характеристику двигателя постоянного тока параллельного возбуждения.

2 Содержание работы

1. Собрать схему испытания двигателя постоянного тока параллельного возбуждения.

2. Записать показания приборов в режиме холостого хода и под нагрузкой.

3. Рассчитать полезную мощность и вращающий момент двигателя постоянного тока параллельного возбуждения и построить его рабочие характеристики.

4. Исследовать работу двигателя постоянного тока параллельного возбуждения при введении в цепь якоря дополнительного активного сопротивления

5. Построить естественную и искусственную механическую характеристику двигателя постоянного тока параллельного возбуждения.

6. Сделать вывод.

3 Оборудование

Двигатель постоянного тока параллельного возбуждения ПЛ-072Д, нагрузочный генератор ПЛ-072Д, аккумуляторная батарея 6СТ55L, лабораторный реостат РСРС-3-9, электроизмерительные приборы

(амперметры, вольтметры), соединительные провода, цифровой тахометр АТ-6.

4 Порядок выполнения работы

4.1 Исследование рабочих характеристик двигателя постоянного тока параллельного возбуждения

Для исследования характеристик двигателя постоянного тока параллельного возбуждения его обмотки (якоря и возбуждения) подключают к аккумуляторной батарее. Также цепь двигателя постоянного тока включает амперметры для измерения силы тока обмоток и вольтметр для фиксирования питающего напряжения.

Шкив электродвигателя с помощью муфты сочленен со шкивом нагрузочного генератора постоянного тока параллельного возбуждения. Обмотка возбуждения генератора подключается в аккумуляторной батарее. Обмотка якоря генератора соединяется с нагрузочным реостатом. Для измерения полезной мощности используются вольтметр и амперметр в цепи нагрузочного генератора.

Измерение частоты вращения вала электродвигателя производится бесконтактным способом с помощью цифрового тахометра. Схема подключения приборов представлена на рисунке 1.

Включают двигатель постоянного тока параллельного возбуждения присоединив выводы его обмоток к аккумуляторной батарее. Записывают параметры, соответствующие холостому ходу в таблицу по форме таблицы 1.

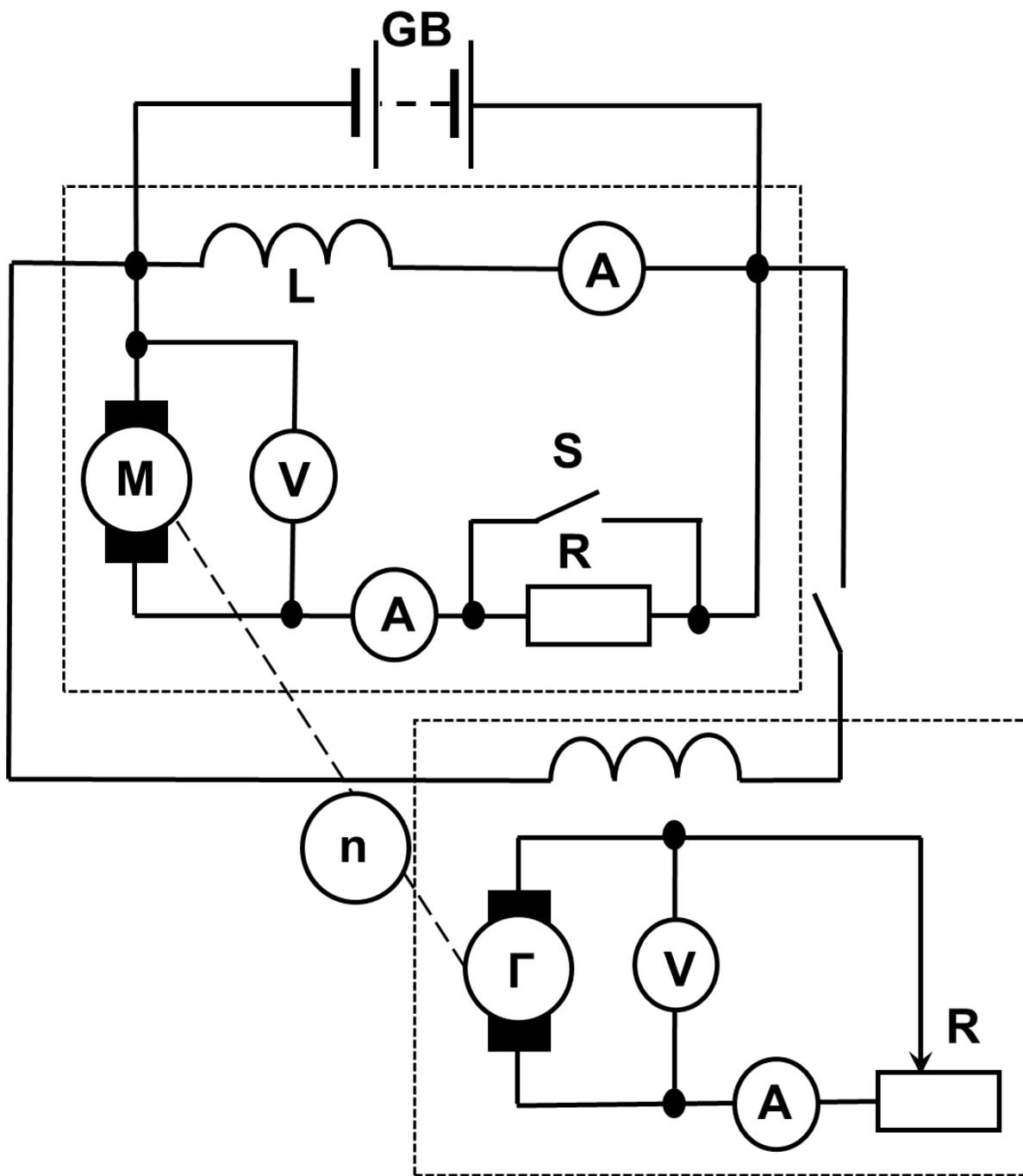


Рисунок 1 – Схема испытания двигателя постоянного тока параллельного возбуждения

Устанавливают нагрузочный реостат генератора в положение максимального сопротивления и подключают обмотку возбуждения нагрузочного генератора к аккумуляторной батарее. Записывают показания приборов в таблицу по форме таблицы 1.

Далее уменьшают сопротивление реостата, тем самым увеличивая нагрузку на двигатель постоянного тока параллельного возбуждения и получают еще 5-6 рабочих точек. Записывают показания приборов в таблицу по форме таблицы 1.

Таблица 1 – Результаты измерения параметров двигателя постоянного тока параллельного возбуждения (естественная характеристика)

Параметры постоянного тока параллельного возбуждения				Параметры нагрузочного генератора	
Ток возбуждения	Напряжение	Ток двигателя	Частота вращения якоря	Напряжение	Ток генератора
I_B, A	U_D, B	I_D, A	$n, 1/мин$	U_G, B	I_G, A

Используя данные таблицы 1, производят расчет круговой частоты, мощности нагрузочного генератора, мощности потерь и полезной мощности, вращающего момента и коэффициента полезного действия двигателя постоянного тока параллельного возбуждения. Результаты заносят в таблицу по форме таблицы 2.

Круговая частота $\omega, 1/с$

$$\omega = n/9,55, \quad (1)$$

где n – частота вращения вала электродвигателя, 1/мин.

Мощность, потребляемая двигателем постоянного тока параллельного возбуждения P_1 , Вт

$$P_1 = U_D \cdot (I_D + I_B), \quad (2)$$

где U_D – напряжение на выводах двигателя постоянного тока параллельного возбуждения, В;

I_D – сила тока обмотки якоря двигателя постоянного тока параллельного возбуждения, А;

I_B – сила тока параллельной обмотки возбуждения, А.

Мощность нагрузочного генератора P_Γ , Вт

$$P_\Gamma = U_\Gamma \cdot I_\Gamma, \quad (3)$$

где U_Γ – напряжение нагрузочного генератора, В;

I_Γ – сила тока нагрузочного генератора, А.

Мощность потерь в нагрузочном генераторе ΔP , Вт

$$\Delta P = I_\Gamma^2 \cdot r_{я}, \quad (4)$$

где $r_{я} = 0,67$ Ом – сопротивление обмотки якоря нагрузочного генератора.

Полезная мощность на валу двигателя постоянного тока параллельного возбуждения P_2 , Вт

$$P_2 = P_\Gamma + \Delta P \quad (5)$$

Вращающий момент на валу двигателя постоянного тока параллельного возбуждения M , Н·м

$$M = P_2 / \omega \quad (6)$$

Коэффициент полезного действия двигателя постоянного тока параллельного возбуждения η

$$\eta = P_2 / P_1 \quad (7)$$

Таблица 2 – Результаты вычисления параметров двигателя постоянного тока параллельного возбуждения (естественная характеристика)

Круговая частота	Потребляемая мощность	Мощность нагрузочного генератора	Мощность потерь	Полезная мощность	Вращающий момент	КПД
ω , 1/с	P_1 , Вт	P_{Γ} , Вт	ΔP , Вт	P_2 , Вт	M , Н·м	η

По данным таблицы 2 производят построение рабочих характеристик двигателя постоянного тока параллельного возбуждения. При построении характеристик следует проводить сглаженные линии, равноудаленные от экспериментально полученных точек. Примерный вид рабочих характеристик приведен на рисунках 2 и 3.

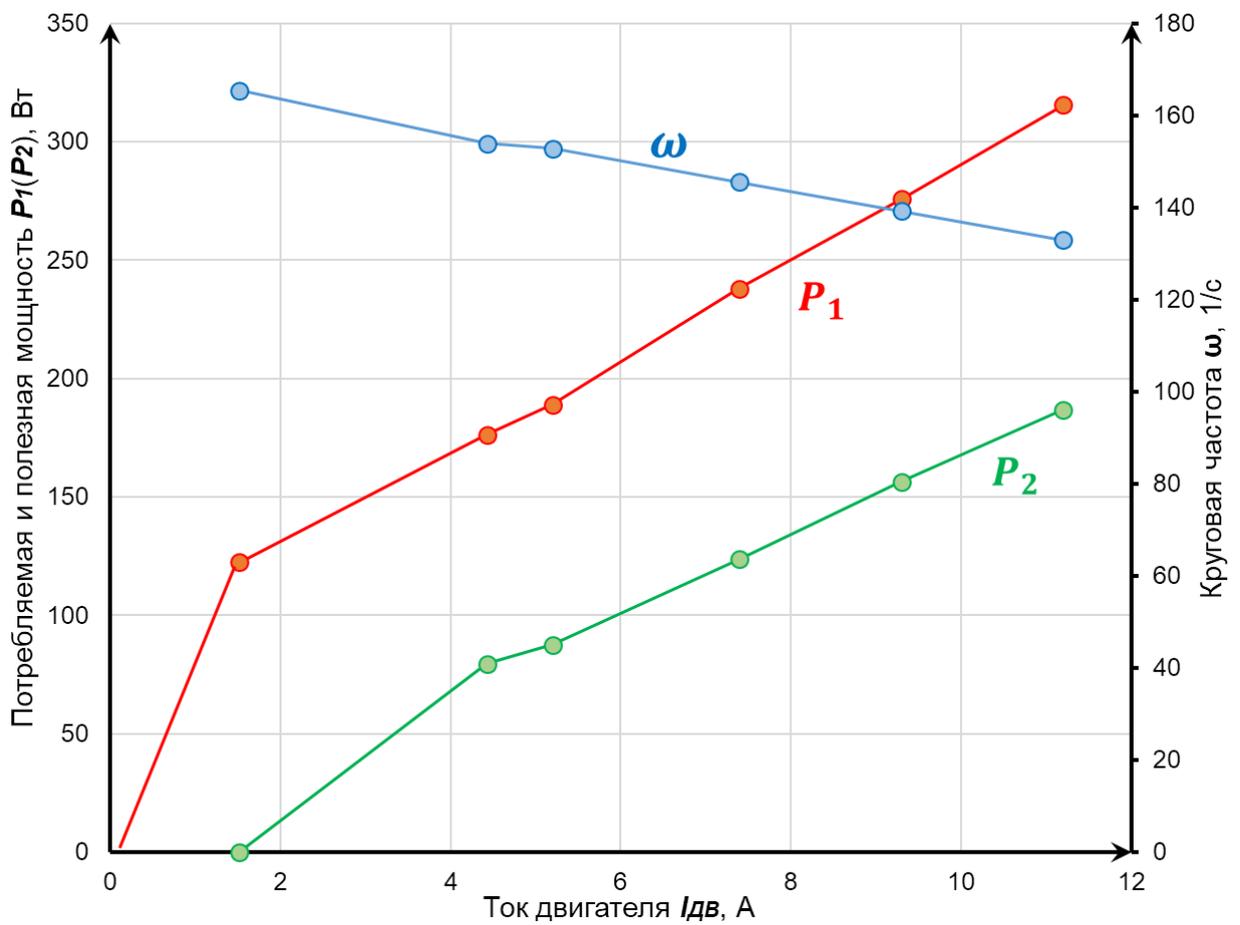


Рисунок 2 – Рабочие характеристики двигателя постоянного тока параллельного возбуждения (Часть 1)

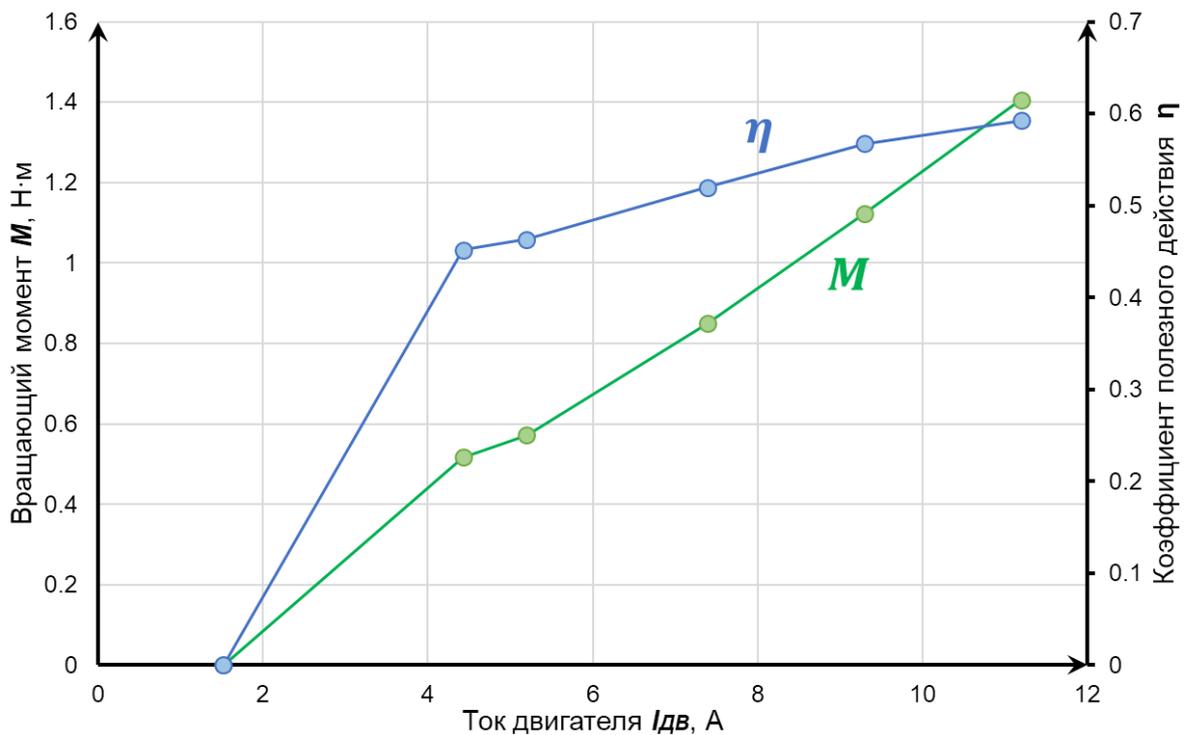


Рисунок 3 – Рабочие характеристики двигателя постоянного тока параллельного возбуждения (Часть 2)

4.2 Расчет и построение механических характеристики двигателя постоянного тока параллельного возбуждения

Эксперимент по исследованию искусственной механической характеристики двигателя постоянного тока параллельного возбуждения проводят в следующей последовательности. В цепь якоря двигателя включают дополнительное сопротивление $r_{доп} = 2 \cdot r_{я}$ ($r_{я}$ – номинальное сопротивление обмотки якоря). Далее методика испытания двигателя соответствует изложенной в пункте 4.1. Показания приборов заносят в таблицу по форме таблицы 1.

Механической характеристикой двигателя постоянного тока параллельного возбуждения является зависимость $\omega = f(M)$. Примерный вид построения механических характеристик приведен на рисунке 4.

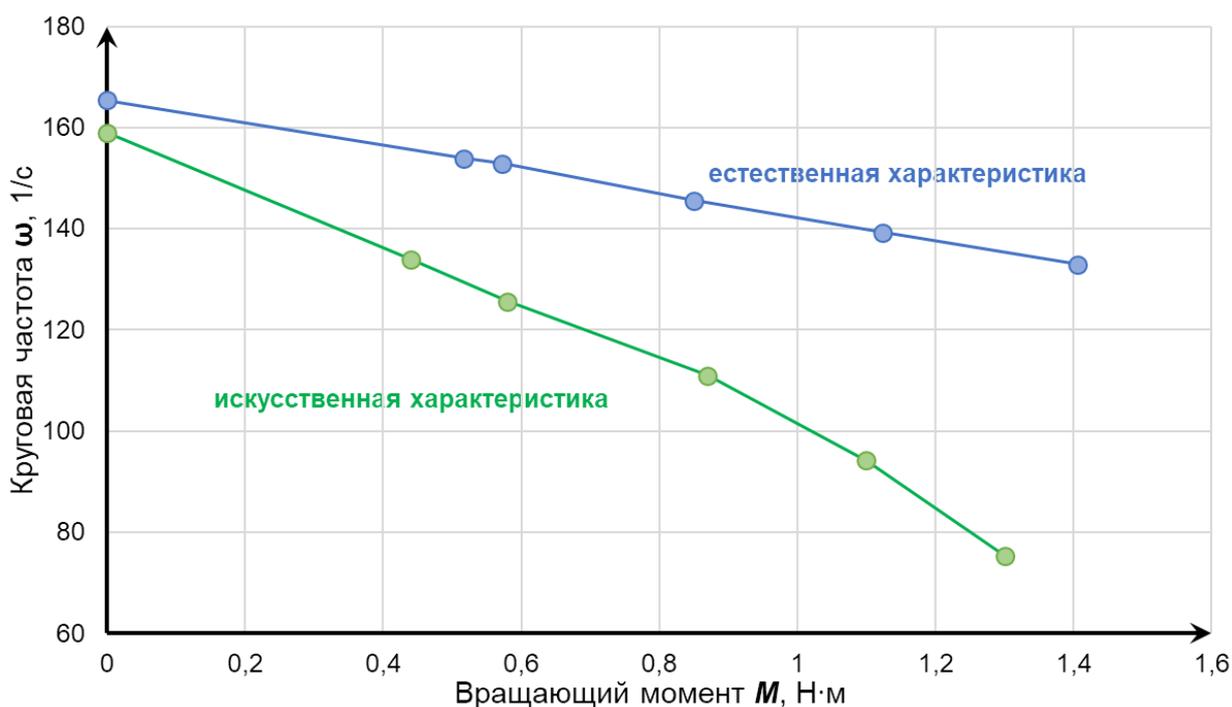


Рисунок 4 – Механические характеристики двигателя постоянного тока параллельного возбуждения

5 Контрольные вопросы

1. Назовите основные элементы конструкции машины постоянного тока? Перечислите, какие обмотки могут быть в машине, их расположение и назначение. Как устроен коллектор?

2. Что называется геометрической и физической нейтралью машины? Как понимать выражение «щетки стоят на геометрической нейтрали»? Где на коллекторе находится геометрическая нейтраль?

3. Что понимается под реакцией якоря? Как распределяется вдоль воздушного зазора по окружности МДС якоря при нагрузке машины?

4. Какими мерами можно ослабить или вовсе ликвидировать влияние реакции якоря на неблагоприятное распределение напряжения по коллектору или вообще на работу машины при нагрузке?

5. Где размещаются дополнительные полюса? Определите необходимую полярность дополнительных полюсов у генератора и двигателя. Как включается обмотка дополнительных полюсов? Не нарушится ли необходимая полярность дополнительных полюсов при использовании генератора двигателем или при изменении направления вращения?

6. Почему под дополнительными полюсами по сравнению с главными делают увеличенный воздушный зазор? С какой целью этот зазор частично, в виде немагнитных прокладок, переносят к месту крепления полюсов к станине?

7. Напишите и поясните все основные соотношения для напряжений и токов в цепи якоря, а также скорости вращения и вращательного момента машины постоянного тока в двигательном режиме.

8. Изобразите энергетические диаграммы для якоря в генераторном и двигательном режимах машины. Объясните их, сопровождая необходимыми соотношениями.

9. Как пускаются в ход двигатели постоянного тока? Изобразите принципиальную схему пуска двигателя параллельного возбуждения. Каково назначение пускового реостата? В каком положении должен находиться регулировочный реостат в цепи возбуждения? Почему нельзя цепь возбуждения подключить к выводам якоря двигателя, а рекомендуется подключить так, чтобы она была под полным напряжением питающей сети?

10. Как можно регулировать скорость вращения двигателей параллельного возбуждения? Поясните необходимыми соотношениями, изобразите характеристики двигателей.

11. Как осуществить реверсирование электродвигателя постоянного тока?

12. Какое влияние на работу двигателя с параллельным возбуждением оказывает обрыв цепи возбуждения?

13. Как происходит процесс саморегулирования двигателей постоянного тока при изменении момента нагрузки на валу?

14. Почему при уменьшении тока возбуждения электродвигателя постоянного тока с параллельным возбуждением частота вращения его якоря возрастает?

15. Почему полюса и станину машины постоянного тока выполняют из толстой листовой стали, а якорь набирают из тонких дисков?

16. Сравните механические характеристики ДПТ параллельного, последовательного и смешанного (с согласным включением обмоток) возбуждений. Двигатели какого способа возбуждения обладают «жесткими» характеристиками?

17. Почему пусковой ток двигателя постоянного тока без пускового реостата значительно превышает номинальный ток?

18. Перечислите причины, вызывающие искрение на коллекторе.

19. Что такое «круговой огонь на коллекторе»?

Список использованных источников

1. Касаткин, А.С. Электротехника: учеб. для студентов неэлектротехн. специальностей вузов / А.С. Касаткин, М.В. Немцов. – 11-е изд., стер. – М.: Академия, 2008. – 544 с.
2. Хернер, А. Автомобильная электрика и электроника /А. Хернер, Х-Ю. Риль; перевод с нем. ЧМП РИА «GMM-пресс». – М.: ООО «Издательство «За рулём», 2013. – 624 с.
3. Беспалов, В.Я. Электрические машины: учеб пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.Я. Беспалов, Н.Ф. Котеленец. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 320 с.
4. Китаев, В.Е. Электрические машины. Ч.II. Машины переменного тока: учеб. пособие для техникумов / Под. ред. В.Е. Китаева. – М.: Высш. школа, 1978. – 184 с.
5. Wyatt, D. Aircraft Electrical and Electronic Systems / D. Wyatt, M. Tooley. – Second Edition – NY, Routledge, 2018. – 439 p.
6. Bell, J.A. Modern Diesel Technology: Electricity & Electronics / J.A. Bell - Second Edition – NY, Delmar, 2014. – 546 p.

Приложение А (рекомендуемое)

Бланк лабораторной работы

Исследование работы двигателя постоянного тока параллельного возбуждения

А.1 Цель работы: _____

А.2 Исследование работы двигателя постоянного тока параллельного возбуждения

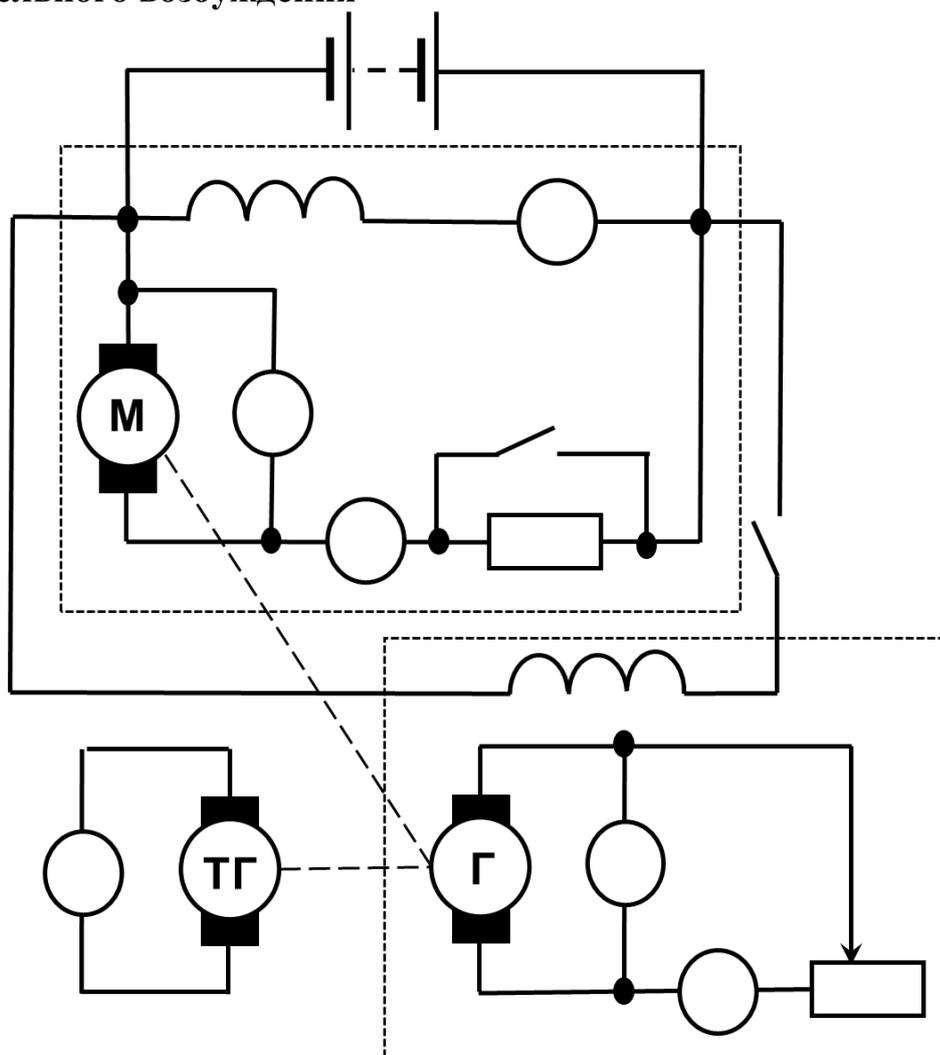


Рисунок А.1 – Схема исследования работы двигателя постоянного тока параллельного возбуждения

Таблица А.1 – Результаты измерения параметров двигателя постоянного тока параллельного возбуждения (естественная характеристика)

Параметры двигателя постоянного тока параллельного возбуждения				Параметры нагрузочного генератора	
Напряжение	Ток двигателя	Частота вращения якоря	Ток возбуждения	Напряжение	Ток генератора
$U_d, В$	$I_d, А$	$n, 1/мин$	$I_B, А$	$U_G, В$	$I_G, А$

А.3 Расчёт и построение рабочих характеристик двигателя постоянного тока параллельного возбуждения

Таблица А.2 – Результаты вычисления параметров двигателя постоянного тока параллельного возбуждения (естественная характеристика)

Круговая частота	Потребляемая мощность	Мощность нагрузочного генератора	Мощность потерь	Полезная мощность	Вращающий момент	КПД
$\omega, 1/с$	$P_1, Вт$	$P_G, Вт$	$\Delta P, Вт$	$P_2, Вт$	$M, Н\cdot м$	η



Рисунок А.2 – Рабочие характеристики двигателя постоянного тока параллельного возбуждения



Рисунок А.3 – Энергетические характеристики двигателя постоянного тока параллельного возбуждения

А.4 Расчёт и построение механических характеристик двигателя постоянного тока параллельного возбуждения

Таблица А.3 – Результаты измерения параметров двигателя постоянного тока параллельного возбуждения (искусственная характеристика)

Параметры двигателя постоянного тока параллельного возбуждения				Параметры нагрузочного генератора	
Напряжение	Ток двигателя	Частота вращения якоря	Ток возбуждения	Напряжение	Ток генератора
$U_d, В$	$I_d, А$	$n, 1/мин$	$I_B, А$	$U_G, В$	$I_G, А$

Таблица А.4 – Результаты вычисления параметров двигателя постоянного тока параллельного возбуждения (искусственная характеристика)

Круговая частота	Потребляемая мощность	Мощность нагрузочного генератора	Мощность потерь	Полезная мощность	Вращающий момент	КПД
$\omega, 1/с$	$P_1, Вт$	$P_G, Вт$	$\Delta P, Вт$	$P_2, Вт$	$M, Н\cdot м$	η

Рисунок А.4 – Механические характеристики двигателя постоянного тока параллельного возбуждения

А.5 Выводы и анализ полученных результатов
