

ДВИГАТЕЛЬ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Иванов Сергей Викторович

студент Улан-Удэнского колледжа Железнодорожного транспорта, РФ, г. Улан-Удэ

Далай Сайын-Белек Аясович

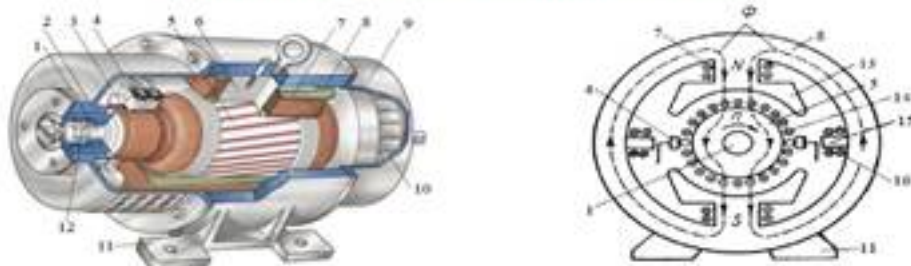
студент Улан-Удэнского колледжа Железнодорожного транспорта, РФ, г. Улан-Удэ

Павлова Светлана Валерьевна

научный руководитель, Улан-Удэнского колледжа Железнодорожного транспорта, РФ, г. Улан-Удэ

Введение: Двигатели постоянного тока (ДПТ) – это электромеханические устройства, преобразующие электрическую энергию постоянного тока в механическую. Они занимают важное место в различных областях техники благодаря своей способности обеспечивать плавное регулирование скорости вращения и высокий пусковой момент. В настоящем документе (или исследовании) будут рассмотрены принципы работы, конструкция, характеристики и области применения двигателей постоянного тока, а также их преимущества и недостатки по сравнению с другими типами двигателей. Цель данного научного исследования – изучить функционирование электродвигателя постоянного тока, его конструкцию, ключевые параметры и сферы использования. В работе будут проанализированы основные разновидности ДПТ, их достоинства и изъяны, а также перспективы применения. Исследование электродвигателей постоянного тока имеет высокую практическую значимость, так как понимание их работы способствует созданию более производительных и долговечных электротехнических приборов. Более того, изучение данной темы улучшит понимание основ электротехники и электроэнергетики в целом. В ходе работы будут применены различные методы анализа, включающие теоретическое изучение научной литературы, проведение опытов с действующими двигателями, а также компьютерное моделирование их функционирования при помощи специализированного программного обеспечения. Предполагается, что итоги исследования расширят наши знания об электродвигателях постоянного тока и их использовании.

Устройство машины постоянного тока



Продольный (а) и поперечный (б) разрезы МПТ

- 1 – вал; 2 – передний подшипниковый щит; 3 – коллектор;
 4 – щёточный аппарат; 5 – сердечник якоря; 6 – главный полюс;
 7 – обмотка возбуждения; 8 – корпус; 9 – задний подшипниковый щит;
 10 – вентилятор; 11 – лапы; 12 – подшипники;
 13 – полюсные наконечники главных полюсов; 14 – обмотка якоря;
 15 – дополнительные полюса; 16 – обмотка дополнительных полюсов.

11

Рисунок 1. Внешнее строение двигателя постоянного тока

1. Ранние эксперименты (XIX век): В начале XIX века ученые, такие как Ханс Кристиан Orsted и Майкл Фарадей, начали изучать связь между электричеством и магнетизм.

2. Первый электродвигатель: В 1821 году Фарадей продемонстрировал примитивный электродвигатель, использующий магнитное поле.

3. Разработка двигателей: В 1834 году Гаральд Кеннингем создал один из первых двигателей постоянного тока с постоянными магнитами.

4. Коммерческое применение: В 1860-х и 1870-х годах началось массовое производство, и такие изобретатели, как Томас Эдисон, способствовали популяризации двигателей.

5. Современные достижения: В XX веке развились бесщеточные двигатели и системы управления, что улучшило их эффективность и надежность.

1. Номинальное напряжение: 12 В

2. Номинальный ток: 1.5 А

3. Мощность: 18 Вт

4. Частота вращения: 3000 об/мин

5. Крутящий момент: 0.05 Н·м (или 5.0 мН·м)

6. Коэффициент полезного действия (КПД): 75%

7. Тип коллектора: Щеточный

8. Рабочая температура: -20°C до +40°C

9. Изоляция: Класс В (130°C)

10. Габариты и масса: 100 мм в диаметре, 150 мм в длину, вес 1.5 кг

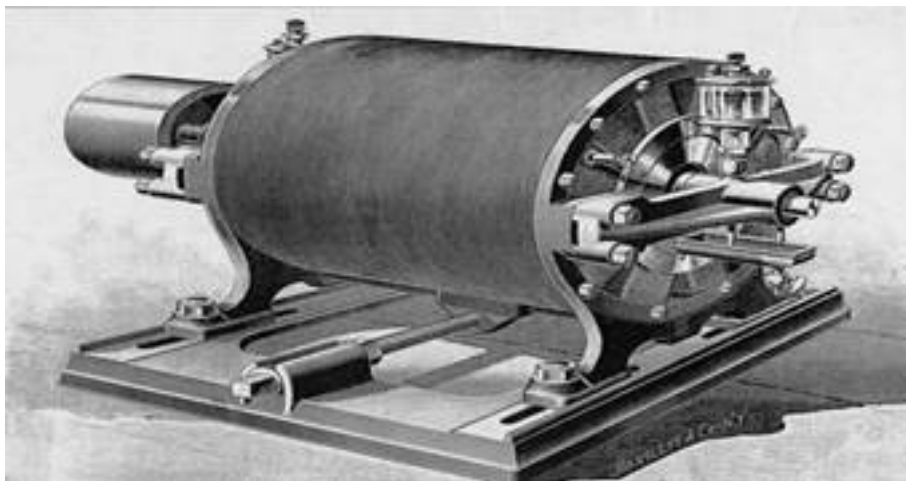


Рисунок 2. Первый двигатель постоянного тока

Свойства двигателя постоянного тока

1. Регулируемость: Двигатели постоянного тока (ДПТ) легко контролируются по скорости и крутящему моменту. Изменение напряжения на обмотках непосредственно влияет на скорость вращения, а изменение нагрузки — на момент силы.
2. Момент силы: ДПТ обеспечивают высокий начальный момент силы, что делает их подходящими для приложений, требующих быстрого разгона.
3. Частота вращения: Частоту можно регулировать изменением напряжения или с помощью широтно-импульсной модуляции (ШИМ).
4. Простота конструкции: ДПТ имеют относительно незамысловатую конструкцию, что упрощает их обслуживание и ремонт.
5. Эффективность: Коэффициент полезного действия (КПД) двигателей постоянного тока может достигать 75-90%, в зависимости от конструкции и условий эксплуатации.
6. Низкий уровень шума: В сравнении с некоторыми другими типами двигателей (например, асинхронными), ДПТ работают тише.
7. Перегрев: При длительной работе или при высоких нагрузках ДПТ могут нагреваться, поэтому важно учитывать условия эксплуатации и обеспечивать охлаждение.
8. Износ контактных щеток: В щеточных ДПТ происходит износ контактных щеток, что требует периодической замены. Безщеточные двигатели постоянного тока (BLDC) устраняют эту проблему, но имеют более сложную конструкцию.
9. Диапазон рабочих температур: ДПТ могут функционировать в широком диапазоне температур, но эффективность может снижаться при экстремальных условиях.
10. Обратимость: ДПТ могут работать как в режиме двигателя, так и в режиме генератора, что позволяет использовать их в различных приложениях.

Применения двигатели постоянного тока

1. Транспорт: ДПТ применяются в электромобилях, электровозах, троллейбусах, электрокарах и других видах электрического транспорта, где требуется плавная регулировка скорости и большой пусковой момент.
2. Промышленность: Двигатели постоянного тока используются в различных промышленных установках, таких как подъёмные краны, конвейеры, станки с

числовым программным управлением, робототехника и другое оборудование, где требуется точная регулировка скорости и момента.

3. Автомобильная промышленность: ДПТ применяются в автомобилях для приводов различных механизмов, таких как стеклоподъёмники, электроприводы замков, вентиляторы и другое.
4. Бытовая техника: Двигатели постоянного тока используются в различных бытовых приборах, например, в электроинструментах (дрелях, шуруповёртах), стиральных машинах, пылесосах.
5. Авиационная промышленность: ДПТ применяются в самолётах для приводов различных вспомогательных систем.
6. Медицинская техника: Двигатели постоянного тока используются в медицинском оборудовании, например, в электрохирургических установках, приводах для медицинских инструментов.
7. Робототехника: Точная регулировка скорости и момента делает ДПТ подходящими для использования в робототехнических системах.
8. Системы автоматического управления: ДПТ часто используются в системах автоматического управления благодаря возможности плавной регулировки скорости.

Преимущества двигателя постоянного тока:

1. Плавная регулировка скорости и момента благодаря линейным характеристикам.
2. Высокий пусковой момент.
3. Компактность, особенно у двигателей с постоянными магнитами.
4. Возможность работы как в режиме двигателя, так и в режиме генератора.
5. Более высокая эффективность при полной нагрузке (на 1-2 % выше, чем у асинхронных и синхронных машин) и преимущество до 15 % при неполной нагрузке.

Недостатки двигателя постоянного тока:

1. Высокая стоимость производства.
2. Необходимость регулярного обслуживания коллекторно-щёточного узла и ограниченный срок службы из-за износа щёток.
3. В некоторых случаях сложная схема подключения обмотки возбуждения.



Рисунок 3. Внешнее строение двигателя постоянного тока

Модернизация двигателей постоянного тока (ДПТ) проходила по нескольким направлениям:

Улучшение материалов:

замена постоянных магнитов на более мощные (редкоземельные магниты) для увеличения момента и КПД;

использование жаростойкой и износостойкой изоляции обмоток для повышения надёжности и срока службы;

улучшение материалов и технологий изготовления коллекторов для снижения искрения и износа щёток.

Усовершенствование конструкции:

разработка более совершенных систем коммутации (бесконтактные коллекторы) для улучшения плавности работы и снижения радиопомех;

внедрение эффективных систем охлаждения (воздушное и жидкостное) для увеличения мощности и рабочего режима двигателей;

создание миниатюрных ДПТ для использования в портативной технике и робототехнике.

Внедрение новых технологий:

электронное управление для точной регулировки скорости и момента вращения, а также реализации сложных алгоритмов управления;

развитие бесщёточных ДПТ с электронным коммутатором для повышения надёжности и долговечности.

Оптимизация параметров: использование компьютерного моделирования для оптимизации конструкции и параметров ДПТ для достижения наилучших характеристик.

Заключение В ходе проведенного исследования были изучены принципы работы, конструкция, характеристики и области применения электродвигателей постоянного тока. Анализ различных типов ДПТ, их преимуществ и недостатков позволил выявить специфику их использования в различных областях техники. Полученные результаты подтверждают высокую практическую значимость изучения ДПТ, поскольку понимание их функционирования является основой для разработки более эффективных и надежных электротехнических устройств. Использование теоретических знаний, экспериментальных данных и результатов компьютерного моделирования позволило расширить имеющиеся знания о ДПТ и их применении. Полученные выводы могут быть использованы специалистами в области электротехники и электроэнергетики для проектирования и оптимизации электротехнических систем. Дальнейшие исследования могут быть направлены на разработку новых типов ДПТ с улучшенными характеристиками и расширением областей применения

Список литературы:

1. Электронный ресурс <https://cable.ru/articles/1939-ustrojstvo-i-princip-raboty-dvigatelya-postoyannogo-toka/>