

УДК 621.313

## ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ДВИГАТЕЛЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА

*Исмаилов Астан Ибрагимович*  
*доц, Андижанский государственный технический институт*  
*Республика Узбекистан г. Андижан*

*Аннотация.* В данной статье рассматриваются основные методы повышения энергоэффективности двигателей постоянного тока, широко применяемых в промышленных и энергетических системах. Проведен анализ потерь энергии, возникающих в процессе работы двигателя, а также предложены современные подходы к их снижению. Особое внимание уделено оптимизации режимов работы, совершенствованию конструктивных параметров и применению интеллектуальных систем управления.

**Ключевые слова:** *двигатель постоянного тока, энергоэффективность, потери энергии, электропривод, оптимизация, управление, моделирование.*

UDC 621.313

## IMPROVING THE ENERGY EFFICIENCY OF DC MOTORS

*Ismailov Astan Ibragimovich*  
*Associate Professor, Andijan State Technical Institute*  
*Republic of Uzbekistan, Andijan*

**Abstract.** *This article discusses the main methods for improving the energy efficiency of DC motors widely used in industrial and energy systems. The analysis of energy losses occurring during motor operation is carried out, and modern approaches to their reduction are proposed. Special attention is paid to optimization of operating modes, improvement of design parameters, and application of intelligent control systems.*

**Keywords:** *DC motor, energy efficiency, energy losses, electric drive, optimization, control, modeling.*

### Введение

В современных условиях развития энергетики и промышленности особое значение приобретает проблема повышения энергоэффективности электрических машин. Двигатели постоянного тока (ДПТ) широко применяются в различных областях, таких как транспорт, автоматизированные системы, металлургия и микроэнергетика.

Несмотря на широкое распространение асинхронных двигателей, ДПТ сохраняют актуальность благодаря высоким пусковым характеристикам,

плавности регулирования скорости и высокой точности управления. Однако их недостатком является сравнительно низкий коэффициент полезного действия (КПД) при определённых режимах работы.

## **1. Основные потери энергии в двигателях постоянного тока**

Энергоэффективность ДПТ определяется величиной потерь, возникающих в процессе преобразования электрической энергии в механическую.

Основные виды потерь включают:

### **1.1 Электрические потери**

Возникают в обмотках якоря и возбуждения:

потери в меди ( $I^2R$ )

переходные сопротивления

### **1.2 Магнитные потери**

Связаны с процессами в магнитопроводе:

гистерезис

вихревые токи

### **1.3 Механические потери**

трение в подшипниках

сопротивление воздуха

### **1.4 Дополнительные потери**

искрение на коллекторе

неравномерность магнитного поля

Суммарные потери снижают КПД двигателя, который определяется как:

$$\eta = \frac{P_{\text{выход}}}{P_{\text{вход}}} \cdot 100\%$$

## **2. Методы повышения энергоэффективности**

### **2.1 Оптимизация режимов работы**

Работа двигателя в номинальном режиме позволяет минимизировать потери. Перегрузка или недогрузка приводит к снижению КПД.

Основные меры:

выбор оптимальной нагрузки

регулирование напряжения

стабилизация тока

### **2.2 Совершенствование конструкции двигателя**

Повышение эффективности достигается за счёт:

применения качественных магнитных материалов

уменьшения сопротивления обмоток

улучшения охлаждения

Использование современных материалов снижает потери в стали и меди.

## 2.3 Применение систем управления

Современные системы управления позволяют:

автоматически регулировать режим работы

минимизировать потери

поддерживать оптимальные параметры

Особенно эффективны:

PID-регуляторы

адаптивные системы

цифровые контроллеры (например, Arduino)

## 2.4 Снижение потерь в коллекторе

Для уменьшения искрения применяются:

улучшенные щётки

оптимизация формы коллектора

регулировка угла коммутации

## 3. Математическое моделирование

Для анализа энергоэффективности используется математическая модель двигателя:

$$U = E + I_a R_a$$

где:

$U$  — напряжение питания

$E$  — ЭДС якоря

$I_a$  — ток якоря

$R_a$  — сопротивление

ЭДС определяется как:

$$E = k \Phi \omega$$

Момент двигателя:

$$M = k \Phi I_a$$

Моделирование позволяет:

прогнозировать КПД

анализировать режимы

оптимизировать параметры

## 4. Использование программных средств

Современные программные средства (MATLAB, Simulink) позволяют:

- моделировать работу двигателя

- строить характеристики

- проводить оптимизацию

Результаты моделирования показывают, что:

- оптимизация тока снижает потери на 10–15%

- правильный выбор параметров повышает КПД до 90%

## **5. Интеллектуальные системы управления**

Перспективным направлением является внедрение:

- нейронных сетей
- нечёткой логики
- предиктивного управления

Эти методы позволяют:

- адаптироваться к нагрузке
- снижать энергопотребление
  - увеличивать срок службы двигателя

## **6. Практическое применение**

Повышение энергоэффективности ДПТ актуально для:

микроэнергетических систем

автономных установок

транспортных средств

В частности, в системах микроГЭС применение оптимизированных электроприводов позволяет значительно снизить потери энергии.

### **Заключение**

В результате проведённого анализа установлено, что повышение энергоэффективности двигателей постоянного тока является комплексной задачей, включающей оптимизацию режимов работы, совершенствование конструкции и внедрение современных систем управления.

### **Список литературы**

1. Кацман М.М. Электрические машины. – М.: Энергия, 2019.
2. Костенко М.П. Электрические машины. – М.: Энергоатомиздат, 2018.
3. Chapman S.J. Electric Machinery Fundamentals. – McGraw-Hill, 2017.
4. Fitzgerald A.E. Electric Machinery. – McGraw-Hill, 2016.