

## **Раздел 2. Основные пути снижения электропотребления в установившихся и переходных режимах работы электроприводов**

### **Тема 1. Основные пути снижения электропотребления в установившихся режимах работы электроприводов**

#### **Цель:**

Дать представление о возможных путях энергосбережения в установившихся режимах работы электроприводов.

#### **Результат обучения:**

Владеет представлением о возможных путях энергосбережения в установившихся режимах работы электроприводов.

## **Основные пути снижения энергопотребления в установившихся режимах работы электроприводов**

1. Обоснованный выбор установленной мощности и типа двигателя
2. Выбор рационального закона частотного управления
3. Минимизация потребления реактивной мощности при использовании асинхронных электроприводов
4. Оптимизация установившихся режимов работы

1. Обоснованный выбор установленной мощности и типа двигателя  
Средняя загрузка двигателей по отношению к установленной мощности если не превышает значений 0,4-0,6, то КПД электропривода уменьшается при этом на 2-6% и  $\cos\phi$  уф 20-30%. В европейской практике принято считать, что средняя загрузка двигателей должна превышать значение 0,6-0,7.

1. Обоснованный выбор установленной мощности и типа двигателя

Эта ситуация, имеющая массовый характер, приводит к тому, что потери составляют 1–1,5 % от всей вырабатываемой электроэнергии.

***Если нагрузка двигателя меньше, чем 50%, то его нужно менять обязательно.***

1. Обоснованный выбор установленной мощности и типа двигателя

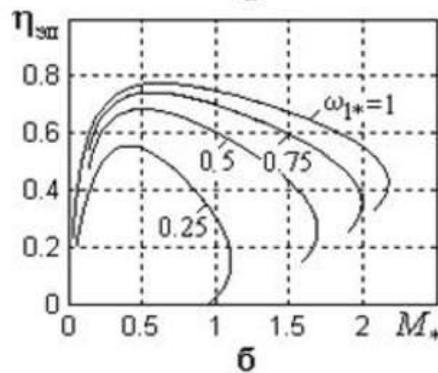
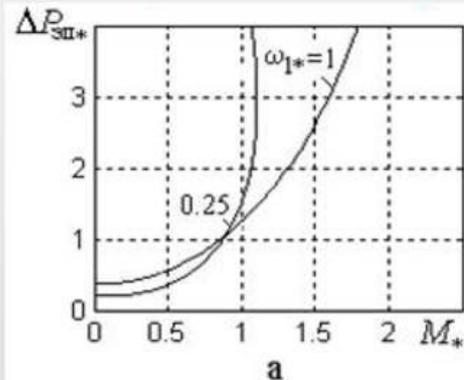
Использование так называемых энергоэффективных двигателей, в которых за счет увеличения количества активных материалов (меди и стали) и увеличения первоначальной стоимости двигателя на 30-40%, обеспечивается увеличение КПД на 2-5%.

## 2. Мощность потерь при типовых законах частотного управления

При регулировании угловой скорости АД в области ниже номинальной широко распространены следующие законы управления:

- закон пропорционального управления  $\frac{u_1}{\omega_1} = \text{const}$
- закон управления при постоянстве потокосцепления ротора  $\frac{e_2}{\omega_1} = \psi_2 = \text{const}$

## 2. Мощность потерь при типовых законах частотного управления



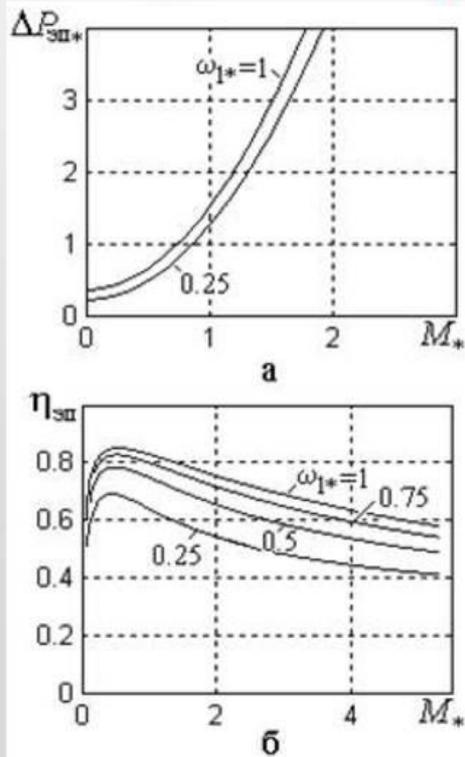
### Закон пропорционального управления (скалярное управление)

Энергетические характеристики системы  
ПЧ-АД:

*a* – суммарные потери в системе;

*б* – коэффициент полезного действия  
системы

## 2. Мощность потерь при типовых законах частотного управления



**Закон управления при постоянстве потокосцепления ротора (векторное управление)**

Энергетические характеристики системы ПЧ-АД:

*a* – суммарные потери в системе;

*б* – коэффициент полезного действия системы

### 3. Реактивная мощность при использовании частотно-регулируемых асинхронных электроприводов

Мерой эффективности, определяющей уровень реактивной энергии в цепях переменного тока, служит  $\cos \varphi$  потребителя, а при питании симметричным несинусоидальным периодическим напряжением, что характерно для асинхронных электроприводов с полупроводниковыми преобразователями, для оценки значения реактивной энергии пользуются понятием коэффициента мощности  $k_M$ .

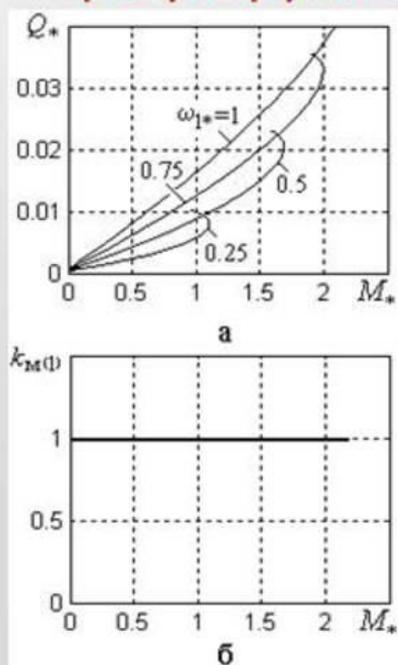
### 3. Реактивная мощность при использовании частотно-регулируемых асинхронных электроприводов

Реактивная составляющая полной мощности влияет на потери в активных сопротивлениях источника, питающих линий и приемника.

Потери в цепях переменного тока возрастают в  $1/\cos^2 \varphi$  раз.

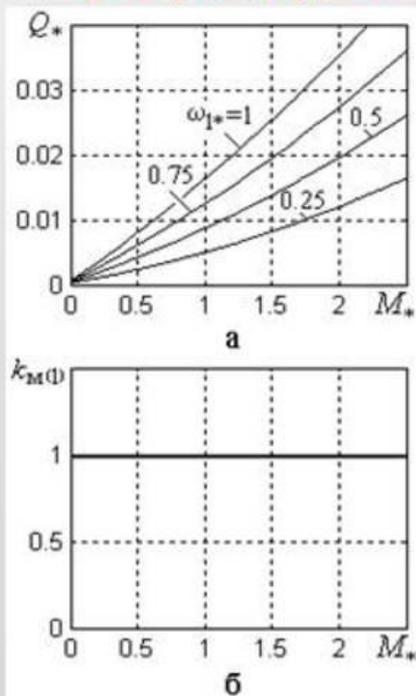
Так, при  $\cos \varphi = 0,8$ , характерном для асинхронных двигателей, потери вырастут в 1,56 раза по сравнению с активной нагрузкой.

### 3. Реактивная мощность при использовании частотно-регулируемых асинхронных электроприводов



Зависимости реактивной мощности (а) и коэффициента мощности преобразователя частоты (б) от момента в режиме пропорционального управления

### 3. Реактивная мощность при использовании частотно-регулируемых асинхронных электроприводов



Зависимости реактивной мощности (а) и коэффициента мощности преобразователя частоты (б) от момента в режиме управления с постоянством потокосцепления ротора

#### 4. Оптимизация установившихся режимов работы

Целью задачи оптимизации режимов частотно-регулируемого асинхронного электропривода является достижение экстремума функции качества (критерия). Для электроприводов одним из важных критериев качества по энергетическим соображениям и надежности являются потери мощности.

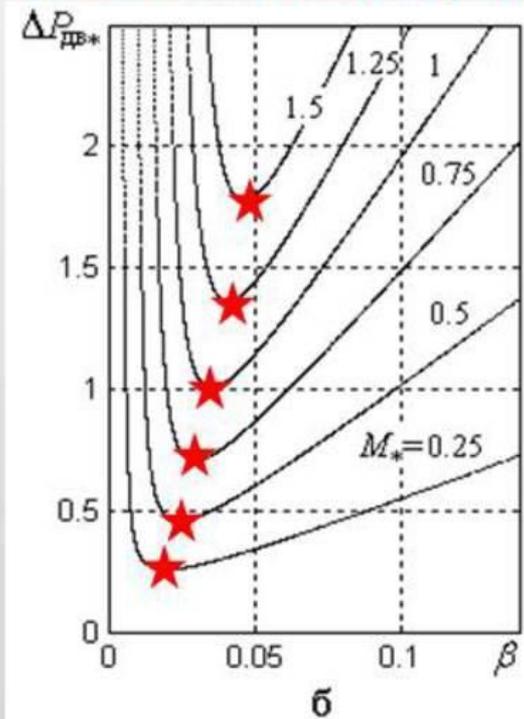
---

#### 4. Оптимизация установившихся режимов работы

Оптимизация режима управления по минимуму потерь двигателя имеет значение в следующих случаях:

- обеспечение минимума потерь для ограничения нагрева двигателя и расширения области допустимых по нагреву моментов нагрузки;
- анализ эффективности законов частотного управления по критерию потерь, с использованием в качестве эталона закона управления по минимуму потерь в двигателе.

#### 4. Оптимизация установившихся режимов работы



Экстремальные характеристики асинхронного двигателя при номинальной частоте вращения и различных относительных значениях момента с учетом насыщения по главному магнитному пути

**Задача имеет решение!**

#### 4. Оптимизация установившихся режимов работы

Наличие свободы выбора управляющего воздействия (напряжение и частота) в частотно-регулируемом электроприводе позволяет решать технологические задачи при наименьшем значении потерь.

Известные методы решения задач оптимального управления позволяют решить эту задачу, но реализация такой системы управления достаточно сложна. Поэтому используют более простые методы косвенной минимизации потерь.

#### 4. Оптимизация установившихся режимов работы

**Энергосберегающий режим частотно-регулируемого асинхронного электропривода** может быть реализован различными способами:

- 1) поддержание постоянства  $\cos \varphi$ ;
- 2) поддержание постоянного скольжения;
- 3) управление с использованием модели двигателя;
- 4) поисковые алгоритмы.

В последнем случае оптимальный режим достигается путем минимизации потребляемой мощности, рассчитанной по формуле

$$P_1 = 3 U_1 I_1 \cos \varphi_1$$