

# \* Оптимизация асинхронных

## электроприводов

### Содержание лекции:

- способ регулирования напряжения при постоянной частоте вращения двигателей;
- возможности для снижения потерь электроэнергии в нерегулируемых по скорости асинхронных электроприводах.

### Цели лекции:

- освоить анализ различных способов энергетической оптимизации асинхронного электропривода;
- изучить возможности использования микроконтроллеров с целью оптимизации асинхронного электропривода.

# \* Оптимизация асинхронных электроприводов

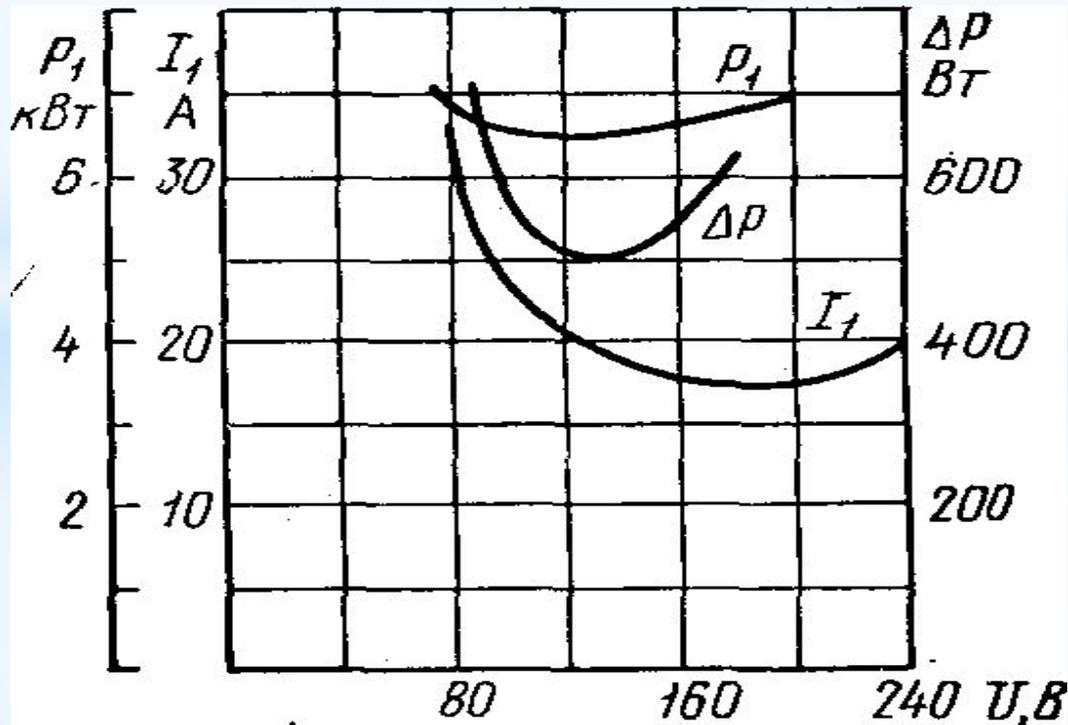
Особый практический интерес представляют собой возможности для снижения потерь электроэнергии в нерегулируемых по скорости асинхронных электроприводах

Во-первых, такие электроприводы являются самым массовым потребителем электрической энергии, поэтому ее экономия даже в малых размерах применительно ко всему парку эксплуатируемых в народном хозяйстве АД может дать существенный народнохозяйственный эффект.

Во-вторых, регулирование напряжения при постоянной частоте вращения двигателей теоретически позволяет получить наибольший энергетический эффект по сравнению с другими условиями работы электропривода.

# \* Оптимизация асинхронных электроприводов

На рисунке показаны рассчитанные по схеме замещения зависимости от напряжения (синусоидальной формы) потерь, тока и мощности асинхронного двигателя типа 4А 180М4 (30 кВт, 1000 об/мин) при моменте сопротивления на валу, равным 20% от номинального.



Зависимости тока статора, потребляемой активной мощности и потерь в асинхронном двигателе 4А180М4 от напряжения при частоте сети 50 Гц

# \* Оптимизация асинхронных

Постоянство частоты тока статора предполагает регулирование только напряжение статора АД. Для регулирования в настоящее время используются тиристорные преобразователи переменного напряжения (ТПН). Постоянство частоты также упрощает поиск условий, обеспечивающих минимизацию потерь в АД.



Приведенные данные свидетельствуют о том, что путем регулирования напряжения можно обеспечить не только минимум потерь, но и минимум тока статора и активной потребляемой мощности



Поэтому в настоящее время предложены различные системы автоматического регулирования, обеспечивающие минимизацию одной из этих величин.



# Оптимизация асинхронных

## ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

Для этого выразим потери в асинхронном двигателе через параметры его схемы замещения

$$\Delta P_{\Sigma} = 3I_1^2 r_1 + 3I_2'^2 r_2'' + 3I_{0a}^2 r_0,$$

Потери в роторной цепи асинхронного двигателя

$$3I_2' r_2' = Mw$$

Соотношения для схемы замещения

$$I_1^{2'} \approx I_2'^2 + I_{0p}^2; \quad E^2 \approx (I_2' r_2' / s)^2 = Mw_0 r_2' / 3s,$$

Для потерь

$$\Delta P_{\Sigma} = 3I_2'^2 r_2' (1 + r_1 / r_2') + 3I_{0p}^2 r_1 + 3I_{0a}^2 r_0 = Mw_0 s (1 + r_1 / r_2') + Mw_0 (r_1 r_2' / x_0^2 + r_2' / r_0) / s,$$

# \* Оптимизация асинхронных электроприводов

Скольжение соответствующее минимуму потерь находится из выражения

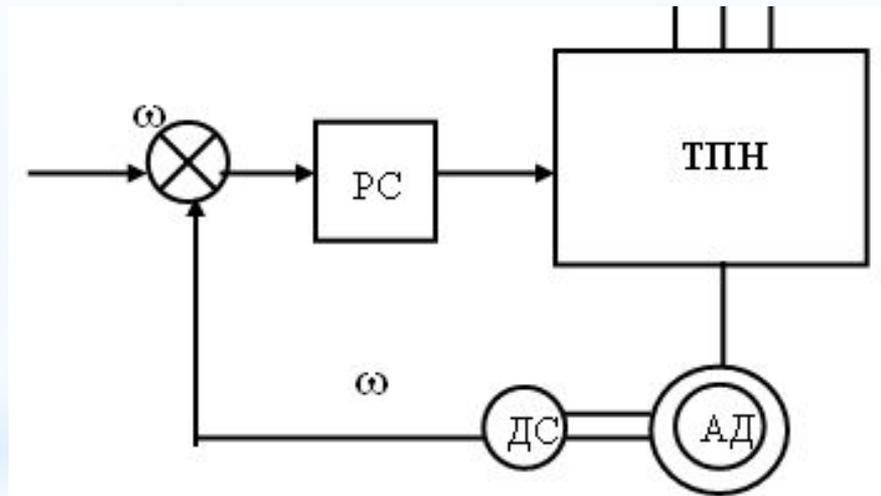
$$\frac{dp_{\Sigma}}{ds} = Mw_0 \left(1 + \frac{r_1'}{r_2'}\right) - \frac{Mw_0}{s^2} \left(\frac{r_1 r_2'}{x_0^2} + \frac{r_2'}{r_0}\right) = 0, \quad s_{onm} = \frac{r_2'}{x_0} \sqrt{\frac{x_0^2 / r_0 + r_1'}{r_2' + r_1'}}$$

Проведенный анализ позволяет сделать важный вывод:

для обеспечения минимальных потерь в двигателе необходимо при любых нагрузках поддерживать постоянное оптимальное скольжение, определяемое выражением.

Это свойство асинхронного двигателя позволяет обеспечить минимизацию потерь в системе автоматического регулирования с обратной связью по скольжению (или скорости).

# \* Оптимизация асинхронных электроприводов



Система автоматического регулирования с обратной связью по скорости

За счет стабилизации скорости напряжение статора двигателя автоматически изменяется в функции момента на валу по закону

$$U_{\text{ОПТ}} \approx E_{\text{ОПТ}} = \sqrt{Mw_0 r_2' / (3S_{\text{оПТ}})},$$

# \* Оптимизация асинхронных электроприводов

Обеспечивая минимальные потери

$$\Delta P_{\Sigma \min} = 2Mw_0 \sqrt{(r_1 + r_2')(r_1/x_0^2 + 1/r_0)}$$

Аналогичные исследования на экстремум выражений для тока статора

$$I_1^2 = (I_2' + I_{0a})^2 + I_{0p}^2 \approx I_2'^2 + I_{0p}^2 + 2I_2'I_{0a} = \frac{Mw_0}{3} \left( \frac{s}{r_2'} + \frac{r_2'}{sx_0^2} + \frac{2}{r_0} \right)$$

Активная потребляемая мощность

$$P_{\text{номп}} = P_1 + 3I_1^2 r_1 + 3I_{0a}^2 r_0 = Mw_0 \left( 1 + \frac{sr_1}{r_2'} + \frac{r_2' r_1}{sx_0^2} + \frac{r_2'}{sr_0} \right)$$

# \* Оптимизация асинхронных электроприводов

позволяют получить соотношения для скольжений, обеспечивающих:

минимум тока  
статора

$$s_1 = r_2' / x_0;$$

минимум потребляемой  
мощности

$$s_p = r_2' / \sqrt{1 + x_0^2 / (r_0 r_1)} / x_0.$$

# \* Оптимизация асинхронных электроприводов

Рассматривая совместно выражения для скольжений можно сформулировать следующее положение: любой из рассмотренных способов энергетической оптимизации асинхронного двигателя - минимуму потерь, тока статора и потребляемой мощности - может быть реализован при поддержании постоянства скольжения асинхронного двигателя.

В рамках программы эффективного использования электроэнергии по выше описанному методу, группа английских специалистов разработала ранее упомянутые приборы, называемые - контроллер для асинхронных двигателей переменного тока (POWERBOSS).

Контроллер "POWERBOSS" относится к группе приборов высокой технологичности, использующих принцип регулирования питающего напряжения. POWERBOSS-3 - контроллер, регулирующий работу 3-х фазных асинхронных электродвигателей. Выпускается в 7 вариантах по мощности до 37кВт .

# \* Оптимизация асинхронных электроприводов

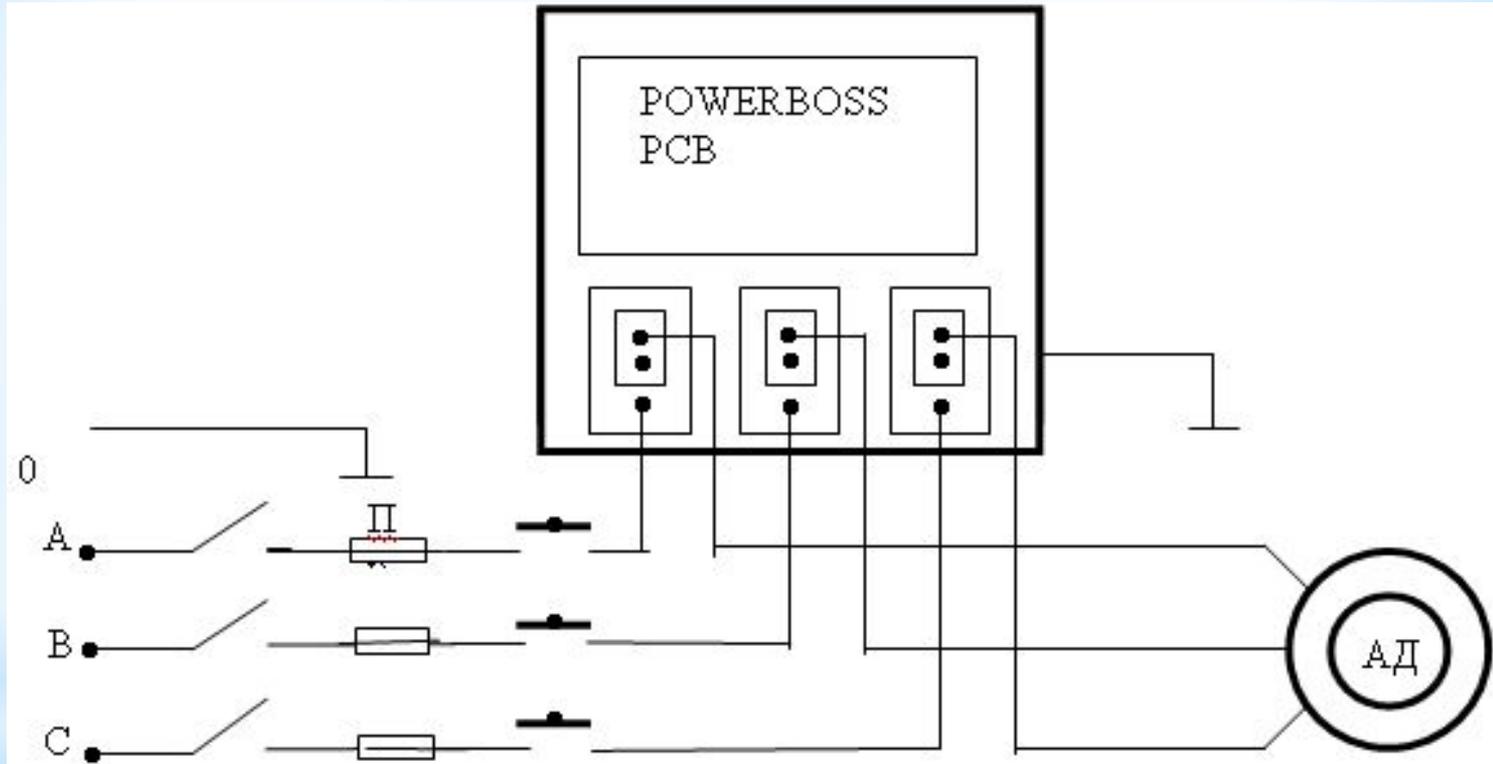


Схема установки контроллера к 3-х фазному асинхронному электродвигателю