

# ПОТЕРИ И КПД АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ



# СОДЕРЖАНИЕ

## 1. ПОТЕРИ:

### 1.1. ОСНОВНЫЕ:

- МАГНИТНЫЕ;

- ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ;

- МЕХАНИЧЕСКИЕ.

### 1.2. ДОБАВОЧНЫЕ

## 2. КПД

# ПОТЕРИ

Сумма всех потерь асинхронного двигателя (Вт)

$$\sum P = P_m + P_{\varepsilon 1} + P_{\varepsilon 2} + P_{\text{мех}} + P_{\text{доб}} \quad (8)$$

На [рисунке 1](#) представлена энергетическая диаграмма асинхронного двигателя, из которой видно, что часть подводимой к двигателю мощности  $P_1 = m_1 U_{11} I_{11} \cos \varphi_1$  затрачивается в статоре на магнитные  $P_m$  и электрические  $P_{\varepsilon 1}$  потери.



СОДЕРЖАНИЕ



# ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ

Электрические потери в асинхронном двигателе вызваны нагревом обмоток статора и ротора проходящим по ним током. Величина этих потерь пропорциональна квадрату тока в обмотке (Вт):

Электрические потери в обмотке статора

$$P_{\text{э}1} = m_1 I_1^2 r_1 \quad (1)$$

Электрические потери в обмотке ротора

$$P_{\text{э}2} = m_2 I_2^2 r_2 = m_1 I_2^2 r_2 \quad (2)$$

Здесь  $r_1$  и  $r_2$  – активные сопротивления обмоток фаз статора и ротора пересчитанные на рабочую температуру  $\theta_{\text{раб}}$ .



СОДЕРЖАНИЕ



# МАГНИТНЫЕ ПОТЕРИ

Магнитные потери  $P_M$  в асинхронном двигателе вызваны потерями на гистерезис и потерями на вихревые токи, происходящими в сердечнике при его перемагничивании.

Величина магнитных потерь пропорциональна частоте перемагничивания  $P_M \propto f^\beta$ , где  $\beta=1,3 \div 1,5$ . Частота перемагничивания сердечника статора равна частоте тока в сети ( $f=f_1$ ), а частота перемагничивания сердечника ротора  $f=f_2=f_{1s}$ .



# МАГНИТНЫЕ ПОТЕРИ

При частоте тока в сети  $f_1 = 50$  Гц и номинальном скольжении  $S_{\text{НОМ}} = 1 \div 8\%$  частота перемагничивания ротора  $f = f_2 = 2 \div 4$  Гц, поэтому магнитные потери в сердечнике ротора настолько малы, что их в практических расчетах не учитывают.



# ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ

$$r_1 = r_{1.20} \left[ 1 + \alpha (\theta_{\text{раб}} - 20) \right]; \quad r_2 = r_{2.20} \left[ 1 + \alpha (\theta_{\text{раб}} - 20) \right]$$

(3) где  $r_{1.20}$  и  $r_{2.20}$  – активные сопротивления обмоток при температуре  $\theta_1 = 20^\circ\text{C}$ ;  $\alpha$  – температурный коэффициент.

Электрические потери в роторе прямо пропорциональны скольжению:

$$P_{\text{э}2} = S P_{\text{эм}} \quad (4)$$

где  $P_{\text{эм}}$  – электромагнитная мощность асинхронного двигателя, Вт

$$P_{\text{эм}} = P_1 - (P_{\text{м}} + P_{\text{эл}}) \quad (5)$$

Из (4) следует, что работа асинхронного двигателя экономичнее при малых скольжениях, так как с ростом скольжения растут электрические потери в роторе.



# МЕХАНИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ

Механические потери  $P_{\text{мех}}$  – это потери на трение в подшипниках и на вентиляцию. Величина этих потерь пропорциональна квадрату частоты вращения ( $P_{\text{мех}} \propto n^2$ ). В асинхронных двигателях с фазным ротором механические потери происходят еще и за счет трения между щетками и контактными кольцами ротора.



СОДЕРЖАНИЕ



# ДОБАВОЧНЫЕ ПОТЕРИ.

Добавочные потери включают в себя все виды трудноучитываемых потерь, вызванных действием высших гармоник МДС, пульсацией магнитной индукции в зубцах и другими причинами. В соответствии ГОСТом добавочные потери асинхронных двигателей принимают равными 0,5 % от подводимой к двигателю мощности  $P_1$ :

$$P_{доб} = 0,005 P_1 \quad (6)$$

При расчете добавочных потерь для неноминального режима следует пользоваться выражением

$$P'_{доб} = P_{доб} \beta^2 \quad (7)$$

где  $\beta = I_1 / I_{1ном}$  - коэффициент нагрузки



## У асинхронного двигателя КПД

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = 1 - \sum \frac{P}{P_1} \quad (9)$$

Коэффициент полезного действия асинхронного двигателя с изменениями нагрузки меняет свою величину: в режиме х.х. КПД равен 0, а затем с ростом нагрузки он увеличивается, достигая максимума при нагрузке  $(0,7 \div 0,8) P_{\text{ном}}$ .

При дальнейшем увеличении нагрузки КПД незначительно снижается, а при перегрузке ( $P_2 > P_{\text{ном}}$ ) он резко убывает, что объясняется интенсивным ростом переменных потерь ( $P_{\text{э1}} + P_{\text{э2}} + P_{\text{доб}}$ ), величина которых пропорциональна квадрату тока статора, и уменьшением коэффициента мощности.



График зависимости КПД от нагрузки  $\eta=f(B)$  для асинхронных двигателей имеет вид, аналогичный представленному на [рисунке 2](#).

КПД трехфазных асинхронных двигателей общего назначения при номинальной нагрузке составляет:  
для двигателей мощностью от 1 до 10 кВт  
 $\eta_{\text{НОМ}}=75\div 88\%$ , для двигателей мощностью более 10  
кВт  $\eta_{\text{НОМ}}=90\div 94\%$ .



СОДЕРЖАНИЕ



# КПД

Коэффициент полезного действия является одним из основных параметров асинхронного двигателя, определяющим его энергетические свойства - экономичность в процессе эксплуатации. Кроме того, КПД двигателя, а точнее величина потерь в нем, регламентирует температуру нагрева его основных частей и в первую очередь его обмотки статора. По этой причине двигатели с низким КПД (при одинаковых условиях охлаждения) работают при более высокой температуре нагрева обмотки статора, что ведет к снижению их надежности и долговечности.



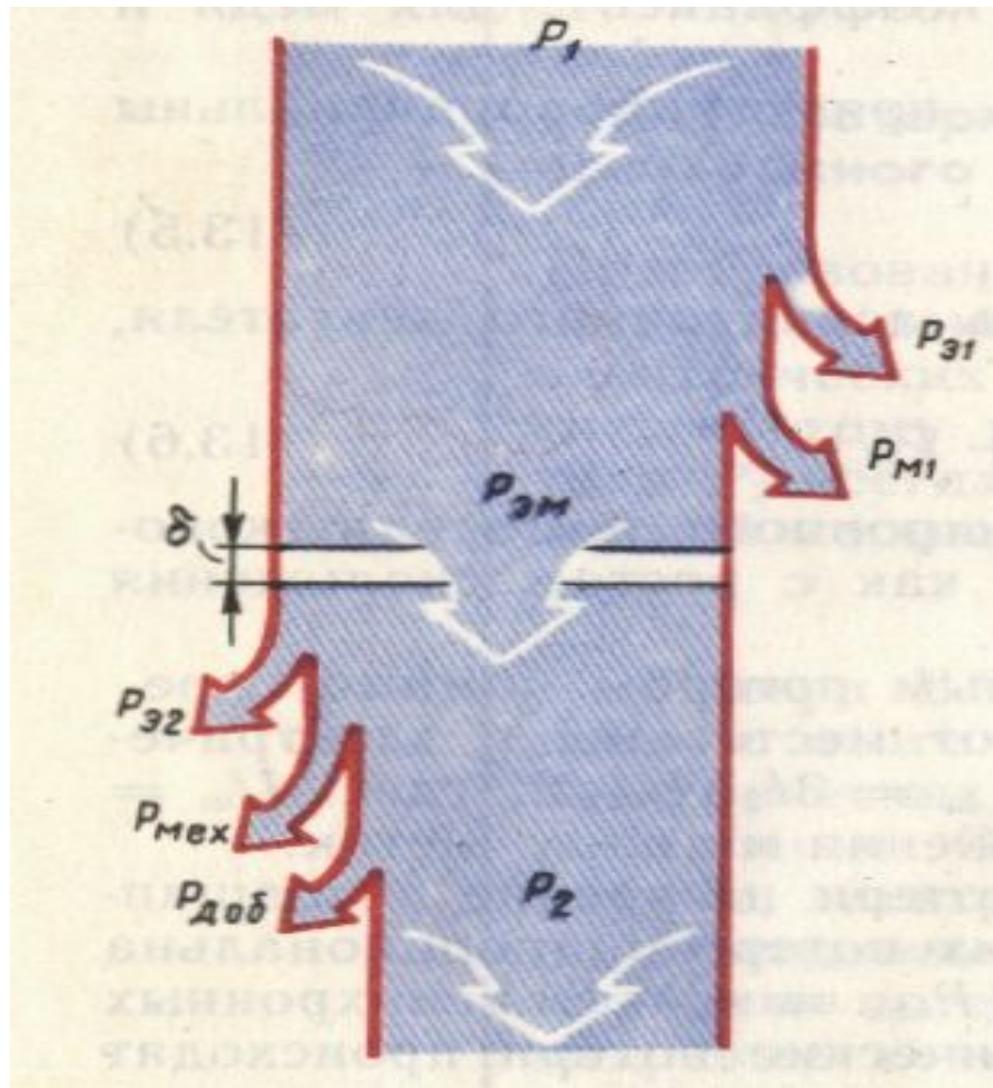


Рис. 1 Энергетическая диаграмма асинхронного двигателя



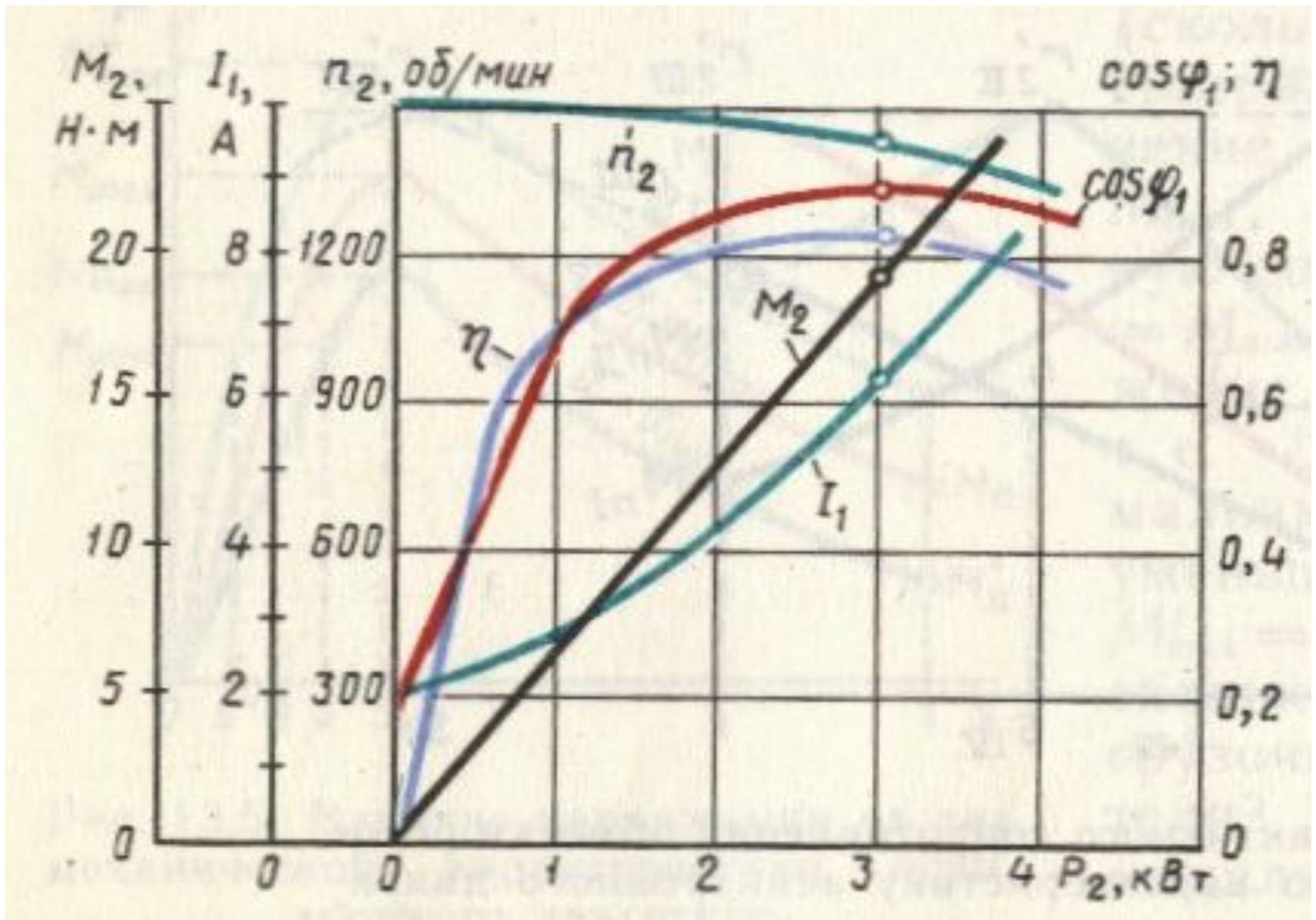


Рис. 2 График зависимости КПД от нагрузки

СОДЕРЖАНИЕ

