



Занятие 36

Группа 2Д

10.11.2020



# КОЭФФИЦИЕНТ МОЩНОСТИ И ЕГО ПОВЫШЕНИЕ

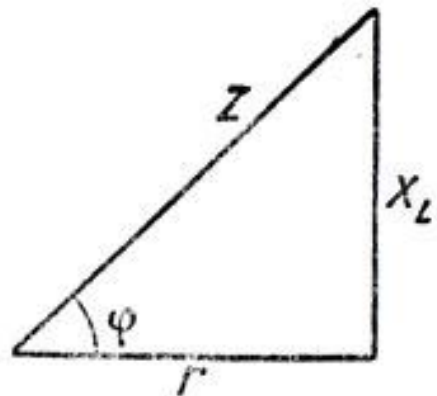
## Коэффициент мощности

- отношение активной мощности  $P$  к полной мощности  $S$ , потребляемой цепью, т. е.

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{R}{Z}$$

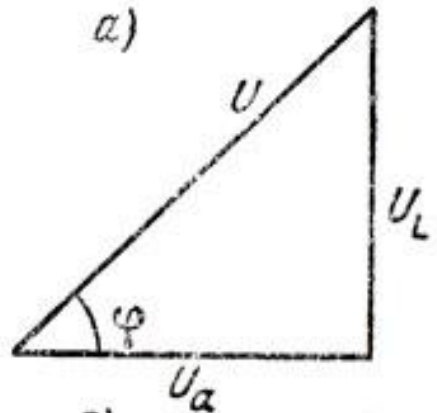
При  $\cos \varphi = 1$  ( $\varphi = 0$ ) имеем наиболее благоприятный режим (по энергетическим соображениям) работы системы (цепи, устройства, цеха и т. д.).

В этом случае вся подводимая полная мощность  $S = UI$ , например, к цеху преобразуется в тепловую (механическую, световую и т. д.) энергию, т. е. используется полезно.



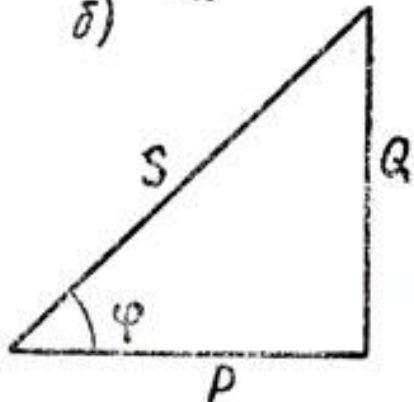
$$\cos \varphi = \frac{r}{Z}$$

а)



$$\cos \varphi = \frac{U_\alpha}{U}$$

б)



$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

в)

Определить коэффициент мощности можно используя треугольники сопротивлений (а), напряжений (б) и мощностей (в)

**Коэффициент мощности  $\cos\varphi$**  определяет, какую часть при неизменной полной мощности составляет активная мощность (P):

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{3}UI} = \frac{W_{af}}{\sqrt{W_{af}^2 + W_{pf}^2}} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}},$$

где  $W_{at}$  и  $W_{pt}$  — расход соответственно активной и реактивной энергии за время  $t$

На границе раздела потребителя и энергоснабжающей организации значение **коэффициента мощности** должно было находиться в **пределах 0,85...0,95**.

# Последствия низкого коэффициента мощности

## Электротехника



Повышенное потребление реактивной мощности электроприемниками или пониженный коэффициент мощности

$$\cos \phi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} = \frac{P}{S}$$

Возрастание тока, протекающего через сеть

$$I = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{\sqrt{3} U}$$

Снижается пропускная способность сетей

Необходимость увеличения сечения проводов - удорожание

$$S = \frac{P^2}{\Delta P U^2 \cos^2 \phi}$$

Увеличиваются потери активной мощности

$$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} R$$

Перерасходуется электроэнергия на транспорт

Необходимость прокладки новых ЛЭП - удорожание

Увеличиваются потери напряжения

$$\Delta U = \frac{P R + Q X}{U}$$

Снижается напряжение на шинах электроприемников

Дополнительное увеличение тока в электрической сети, которое приводит к еще большим потерям напряжения



## Оцените размер скидок и надбавок к тарифу на электроэнергию при разных значениях $\cos\varphi$

**Размер скидок и надбавок за коэффициент мощности**

$\cos\varphi$	$\operatorname{tg}\varphi$	Скидка, %	$\cos\varphi$	$\operatorname{tg}\varphi$	Надбавка, %
1	0	20	0,85	0,62	—
0,99	0,14	20	0,84	0,65	1,0
0,98	0,20	20	0,83	0,67	2,5
0,97	0,25	20	0,82	0,70	4,0
0,96	0,29	18	0,81	0,72	5,5
0,95	0,33	16	0,80	0,75	7,0
0,94	0,36	14	0,79	0,78	8,5
0,93	0,40	12	0,78	0,80	10,0
0,92	0,43	10	0,77	0,83	11,5
0,91	0,46	8,5	0,76	0,86	13,0
0,90	0,48	7,0	0,75	0,88	14,5
0,89	0,51	5,5	0,70	1,02	25
0,88	0,54	4,0	0,65	1,17	40
0,87	0,57	2,5	0,60	1,33	55
0,86	0,59	1,0	0,50	1,73	85
0,85	0,62	—	0,40	2,29	115

# Способы повышения коэффициента мощности

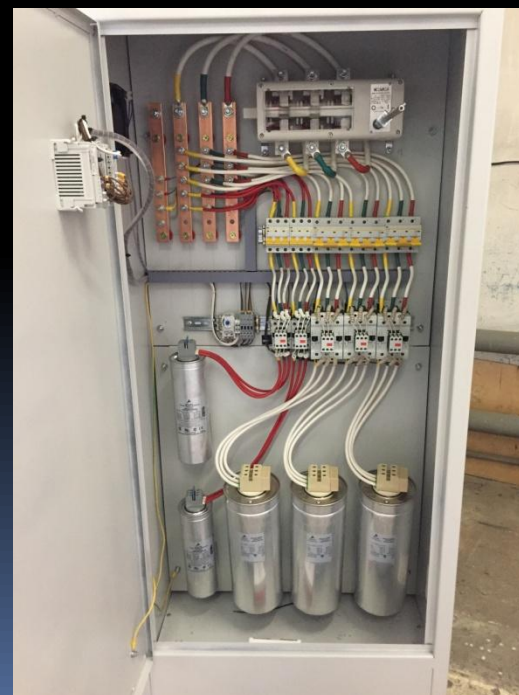
## Естественный

- связан с правильным выбором оборудования и его эксплуатацией



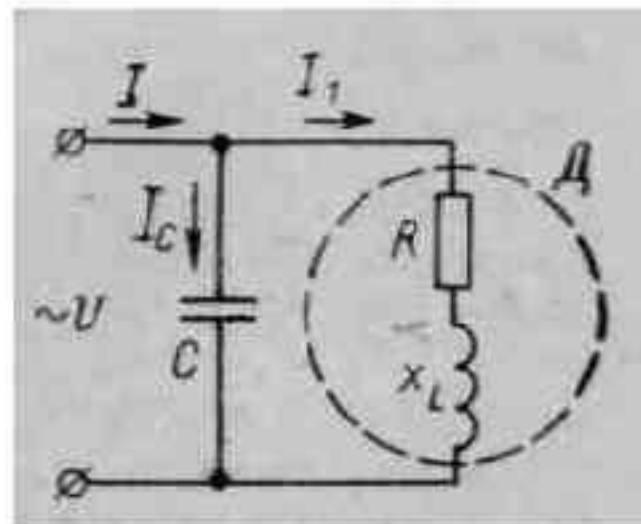
## Искусственный

- применяют специальное оборудование



# Способы повышения коэффициента МОЩНОСТИ

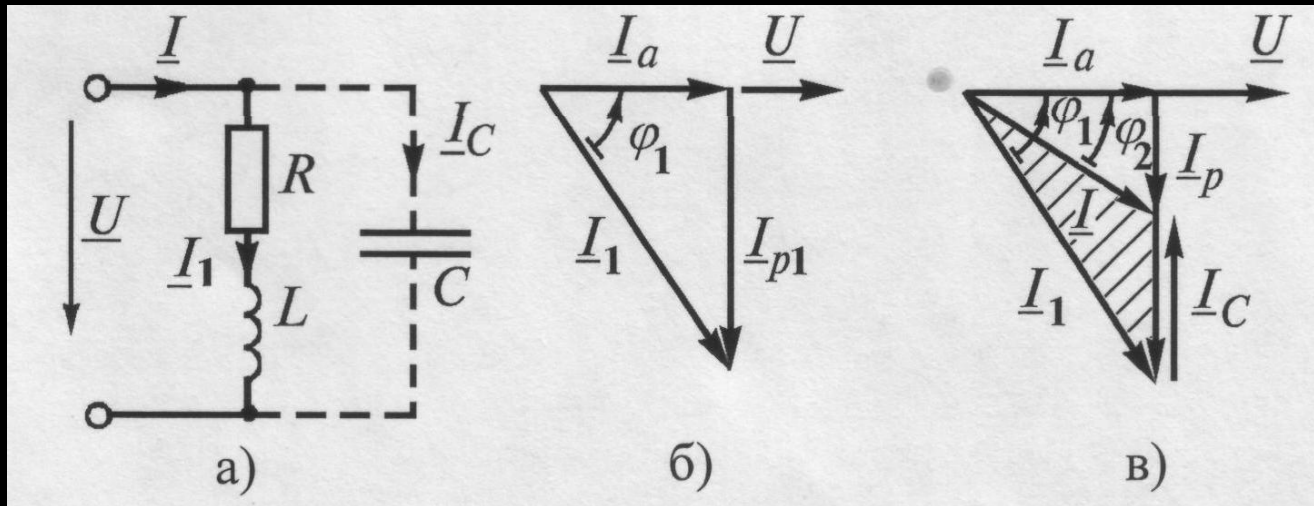
- Одним из наиболее распространенных способов искусственного повышения  $\cos\varphi$  является компенсация сдвига фаз между напряжением и общим током в цепи потребителя (или группы потребителей).



Например, параллельно двигателю Д подключают конденсатор. Компенсация сводится к тому, что за счет емкостного тока  $I_C$  конденсатора уменьшается сдвиг по фазе между током и напряжением в цепи двигателя. Путем подбора емкости конденсатора  $C$  можно довести значение сдвига по фазе до нуля.



# Сущность компенсации реактивной мощности



А) схема замещения двигателя (первая ветвь с активным и индуктивным сопротивлением его обмотки); вторая ветвь – конденсаторная батарея

Ток  $I$  – ток в питающей линии;  $I_1$  ток двигателя,  $I_C$  – ток конденсатора

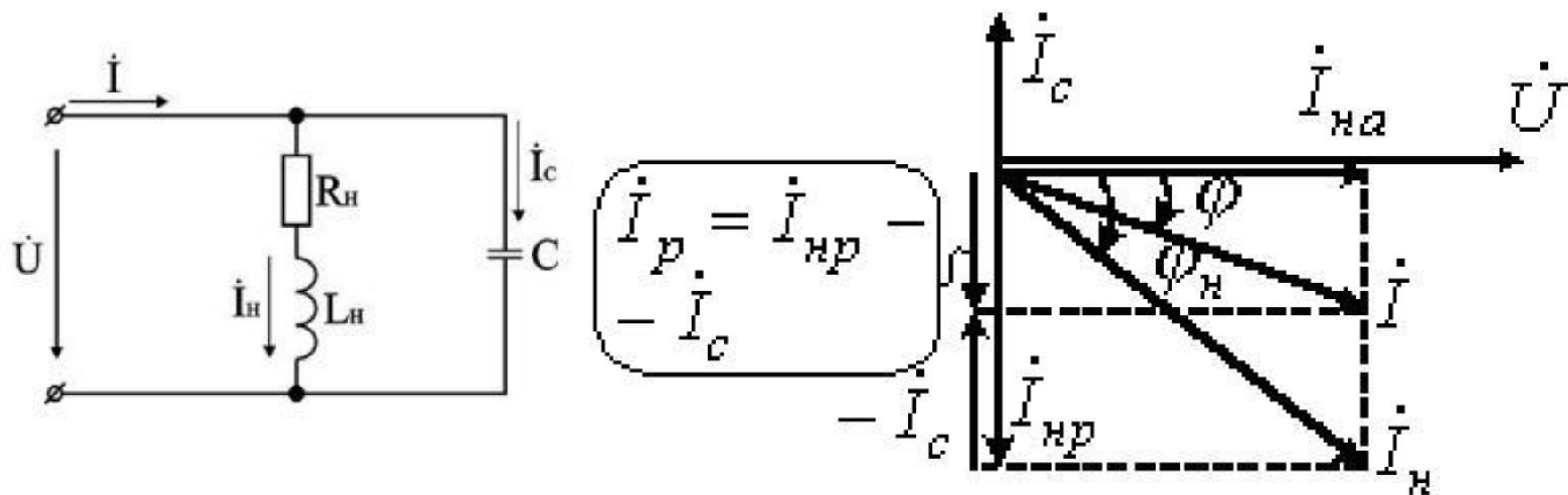
Б) векторная диаграмма, отражающая работу схемы до компенсации реактивной мощности (угол  $\varphi_1$  до компенсации)

В) векторная диаграмма, отражающая работу схемы после подключения конденсаторной батареи - после компенсации реактивной мощности (угол  $\varphi_2$  после компенсации)

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ, ТОК В ПИТАЮЩЕЙ ЛИНИИ ПОСЛЕ КОМПЕНСАЦИИ УМЕНЬШАЕТСЯ, УГОЛ  $\varphi$  УМЕНЬШАЕТСЯ. А КОЭФФИЦИЕНТ МОЩНОСТИ РАСТЕТ

# Повышение коэффициента мощности в электрической цепи

Большинство потребителей имеет **активно-индуктивную нагрузку**. Снижение потерь возможно путем подключения **компенсирующей емкости**



Какую емкость  $C$  нужно взять, чтобы повысить коэффициент мощности от значения  $\cos(\varphi_H)$  до значения  $\cos(\varphi) > \cos(\varphi_H)$