

Основные расчетные электротехнические формулы

Электрическое сопротивление материала определяется по формулам:

Электрическое сопротивление, Ом, материала

$$R = U/I,$$

где U — напряжение, В; I — сила тока, А.

Удельное электрическое сопротивление, Ом·м,

$$\rho = R \cdot S / l.$$

S - сечение проводника, м²; l - длина проводника, м.

Под удельным электрическим сопротивлением материала понимают сопротивление проводника длиной 1 м и сечением 1 м² при 20°C. Величина, обратная удельному сопротивлению, называется проводимостью:

$$\nu = 1/\rho.$$

Если вместо сечения проводника S задан его диаметр D , то сечение, м², находят по формуле

$$S = \pi D^2 / 4,$$

где $\pi = 3,14$.

Сопротивление материала зависит от температуры. Если материал нагрет до температуры t °C, то его сопротивление, Ом, при этой температуре равно:

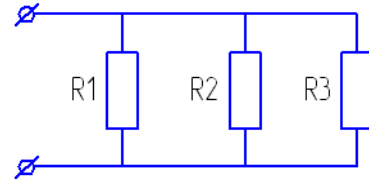
$$R_t = R_0 [1 + \alpha (t - t_0)],$$

где R_0 - сопротивление при начальной температуре t_0 °C, Ом; α - температурный коэффициент. Далее приводятся значения α для различных материалов.

Медь, алюминий, вольфрам	0,004
Сталь	0,006
Латунь	0,002

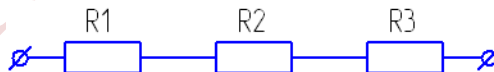
Сопротивление нескольких проводников зависит от способа их соединения. Например, при параллельном соединении сопротивление трех проводников определяется по формуле:

$$R_{об} = R_1 \cdot R_2 \cdot R_3 / (R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1)$$



При последовательном соединении:

$$R_{об} = R_1 + R_2 + R_3.$$



Закон Ома

$$U = R \cdot I, \quad I = U/R, \quad R = U/I$$

где U — напряжение, В; I — сила тока, А, R - электрическое сопротивление, Ом

Постоянный ток

Постоянный ток применяют для питания устройств связи, транзисторных приборов, стартеров автомобилей, электрокара, а также, для зарядки аккумуляторов. В качестве источников постоянного тока используют гальванические элементы, солнечные батареи, термоэлектрогенераторы, генераторы постоянного тока.

При параллельном соединении нескольких проводников с током с равными напряжениями:

$$I_{об} = I_1 + I_2 + \dots + I_n$$

$$U_{об} = U_1 = U_2 = \dots = U_n$$

При последовательном соединении:

$$I_{об} = I_{min};$$

- где I_{min} , ток наименьшего по мощности источника тока (генератора, аккумуляторной батареи).

$$U_{об} = U_1 + U_2 + \dots + U_n$$

Основные параметры цепей однофазного переменного тока

Однофазный переменный ток промышленной частоты имеет 50 периодов колебаний в секунду, или 50 Гц. Его применяют для питания небольших вентиляторов, электробытовых приборов,

электроинструмента, при электросварке и для питания большинства осветительных приборов. Частота переменного тока, Гц:

$$f = 1/T = np/60,$$

где n — частота вращения генератора, мин^{-1} ; p - число пар полюсов генератора.

Мощность однофазного переменного тока:

активная, Вт, $P_a = IU \cos \varphi$;

реактивная, вар, $Q = IU \sin \varphi$;

кажущаяся, В А, $S = IU = \sqrt{P^2 + Q^2}$

Если в цепь переменного однофазного тока включено только активное сопротивление (например, нагревательные элементы или электрические лампы), то значение силы тока и мощности в каждый момент времени определяют по закону Ома:

$$I = U/R; \quad P_a = IU = I^2 R = U^2/R.$$

Коэффициент мощности в цепи с индуктивной нагрузкой

$$\cos \varphi = P_a/IU = P_a/S.$$

Основные параметры цепей трехфазного переменного тока

Трехфазный переменный ток используют для питания большинства промышленных электроприемников.

Частота трехфазного переменного тока 50 Гц.

В трехфазных системах обмотки генератора и электроприемника соединяют по схемам «звезда» или «треугольник». При соединении в звезду концы всех трех обмоток генератора (или электроприемника) объединяют в общую точку, называемую нулевой или нейтралью.

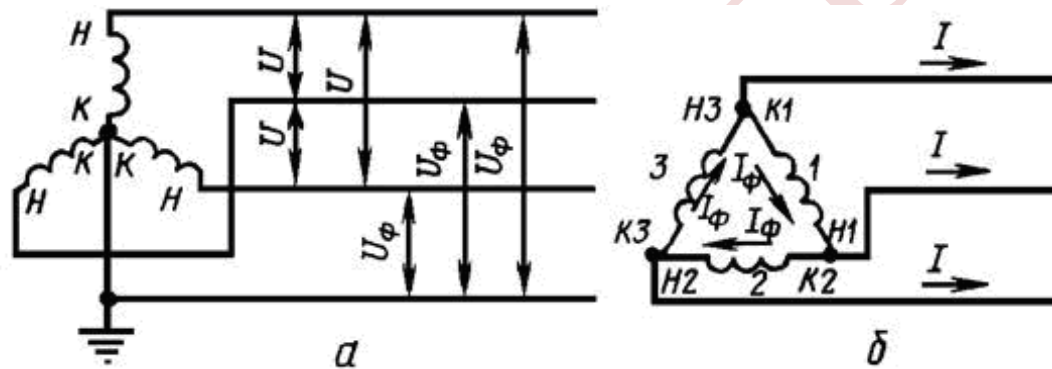


Схема соединения обмоток генератора

а) в звезду; б) в треугольник

При соединении в треугольник начало первой обмотки соединяют с концом второй, начало второй обмотки — с концом третьей и начало третьей — с концом первой обмотки.

Если от генератора отходят только три провода, то такая система называется трехфазной трехпроводной; если от него отходит еще и четвертый нулевой провод, то систему называют трехфазной четырехпроводной. Трехфазные трехпроводные сети используют для питания трехфазных силовых потребителей, а четырехпроводные сети - для питания преимущественно осветительных и бытовых нагрузок. В трехфазных системах различают фазные и линейные токи и напряжения.

При соединении фаз звездой линейный I и фазный I_ϕ токи равны:

$$\text{а напряжение } U = \sqrt{3} U_\phi$$

При соединении треугольником

$$I = \sqrt{3} I_\phi,$$

а напряжение

$$U = U_\phi.$$

Мощность переменного трехфазного тока:

генератора:

активная, Вт, $P_\Sigma = \sqrt{3} IU \cos \varphi$,

реактивная, вар, $Q = \sqrt{3} IU \sin \varphi$

полная, ВА, $S = \sqrt{3} IU$.

где φ — угол сдвига фаз между фазным напряжением генератора и током в той же фазе приемника, который равен току в линии при соединении обмоток генератора звездой.

приемника:

активная, Вт, $P_n = 3U\phi I \cos\varphi = \sqrt{3} UI \cos\varphi$,

реактивная, вар, $Q = 3 U\phi I \sin\varphi = \sqrt{3} UI \sin\varphi$

где φ – угол сдвига фаз между фазным напряжением приемника и током в той же фазе приемника, который равен току линейному только при соединении звездой.

полная, ВА, $S = \sqrt{3} UI$.

Подсчет количества теплоты, выделяемой при протекании электрического тока по проводнику.

Количество теплоты, Дж, выделяемой электрическим током в проводнике,

$$Q = I^2 R t$$

где t — время, с.

При определении теплового действия электрического тока учитывают, что 1 кВт·ч выделяет 864 ккал (3617 кДж).

Защита от однофазных к.з. трансформаторов 6-10/0,4-0,23кВ и 6-10/0,69-0,4кВ с группой соединения обмоток У/У_н-0 или Δ/У_н-11 и У/З_н-11, имеющих глухозаземленные нейтрали на стороне низшего напряжения.

Вводы и отводы нейтрали обмотки НН должны быть выбраны на продолжительную нагрузку током, равным:

для трансформаторов со схемой соединения обмоток У/У_н - 25%, для трансформаторов со схемами соединения обмоток У/З_н и Δ/У_н - 75% номинального тока обмотки НН.

Ток срабатывания реле защиты:

У/У_н-0

$$I_{с.р} = 0,25 k_{отс} k_n \frac{I_{н.т}}{n_n}$$

Δ/У_н-11 или У/З_н-11

$$I_{с.р} = 0,75 k_{отс} k_n \frac{I_{н.т}}{n_n}$$

Где

$k_{отс} = 1,1-1,2$ – коэффициент отстройки;

$k_n = 1,1-1,4$ - коэффициент, учитывающий допустимую кратковременную перегрузку трансформатора по ГОСТ 14209-69, и ПУЭ;

$I_{н.т}$ – номинальный ток силового трансформатора;

n_n – коэффициент трансформации трансформатора тока в нулевой шине.