



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

**МАШИНЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ
ВРАЩАЮЩИЕСЯ**

**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ
ДЛЯ ОПИСАНИЯ СИНХРОННЫХ МАШИН**

**ГОСТ 27430—87
(МЭК 34—10)**

Издание официальное



**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
Москва**

МАШИНЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ВРАЩАЮЩИЕСЯ

Условные обозначения для описания синхронных машин

ГОСТ

27430—87

Electrical rotary machines. Conventions for description of synchronous machines

(МЭК 34—10)

ОКП 33 0000

Срок действия с 01.07.88
до 01.01.94

Настоящий стандарт устанавливает некоторые правила описания параметров синхронных машин в относительных единицах, базирующихся на принятых для электрических и магнитных цепей обозначениях.

1. ВЕКТОРНЫЕ ДИАГРАММЫ

1.1. При построении векторных диаграмм синхронных машин следует исходить из нижеперечисленных положений:

1) за положительное направление вращения вращение векторной диаграммы вместе с осями принимают вращение против часовой стрелки; это же направление принимают положительным для угловых измерений;

2) продольная ось опережает поперечную ось на 90 электрических градусов;

3) магнитный поток (потокосцепление) и магнитодвижущую силу любой обмотки (цепи) считают положительными, когда их направление совпадает с положительным направлением соответствующей оси;

4) составляющие вектора считаются положительными, если их направление совпадает с положительным направлением соответствующей оси;

5) направление продольной оси вектора магнитодвижущей силы обмотки возбуждения совпадает с положительным направлением продольной оси;

6) ток считают положительным, если он создает положительный магнитный поток (потокосцепление) в соответствующей обмотке (цепи);

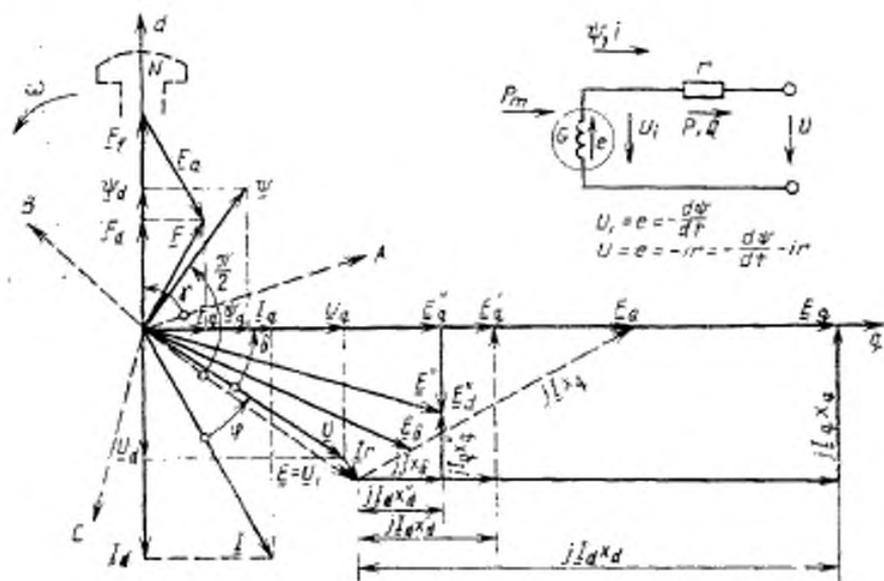
7) индуктированная э. д. с. имеет полярность, препятствующую изменению потокоцепления и удовлетворяющую уравнению $e = -\frac{d\psi}{dt}$ (для установившегося режима с постоянной угловой скоростью индуктированную э. д. с. можно также представить как $E = -j\omega\psi$).

Это условное обозначение в сочетании с индексом f означает, что э. д. с. в любой ветви цепи считается положительной, если она замкнута на сопротивление; при этом она создает положительный ток в этой ветви;

8) составляющие всех параметров по продольной и поперечной осям (тока, напряжения, э. д. с. и т. д.) обозначают в соответствии с осью, к которой они относятся.

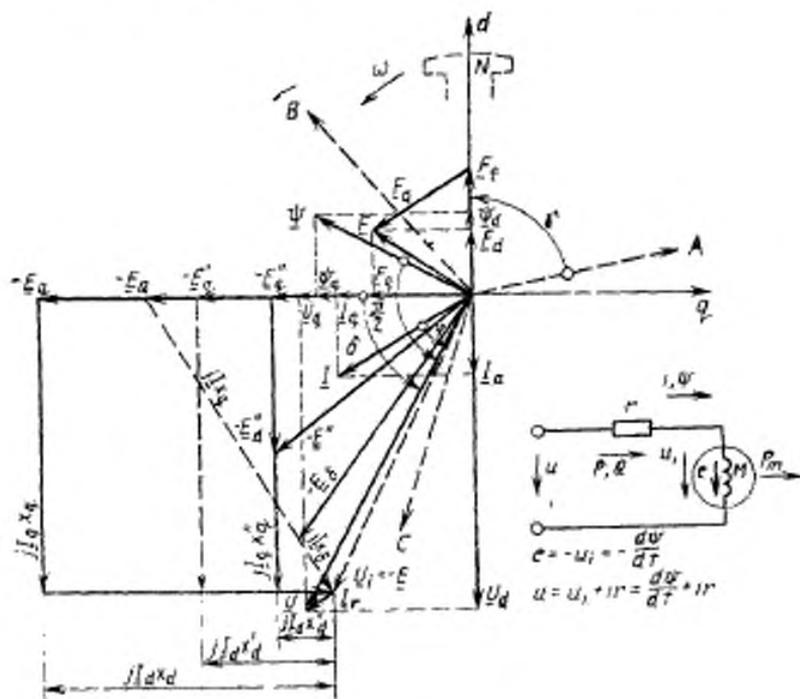
Подробные и упрощенные векторные диаграммы синхронных машин приведены на черт. 1—6.

Принципиальная схема и векторная диаграмма перевозбужденного синхронного генератора с базовыми параметрами генератора



Черт. 1

Принципиальная схема и векторная диаграмма недовозбужденного синхронного двигателя с базовыми параметрами двигателя



Черт. 2

2. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ СИНХРОННЫХ МАШИН

2.1. Для более подробного описания синхронных машин и их математического представления необходимо дополнительно учитывать следующие положения:

1) при рассмотрении генератора его активная мощность считается положительной, когда она передается от генератора к сети (к нагрузке). При рассмотрении двигателя его активная мощность считается положительной, если она забирается от источника электрической энергии;

2) скольжение считается положительным, если частота вращения ротора ниже синхронной;

3) напряжение возбуждения является положительным, если оно создает положительный ток индуктора;

4) все вращающиеся моменты,двигающие вращающиеся части в положительном направлении вращения, считаются положительными (например, при нормальной установившейся работе генератора механический момент на валу является положительным, а соответствующий электромагнитный момент генератора — отрицательным; при нормальной работе двигателя механический момент на валу — отрицательным, а электромагнитный момент — положительным); в случае нескольких моментов, действующих на ротор, следует брать их алгебраическую сумму;

5) реактивную мощность синхронной машины считают положительной при перевозбуждении в генераторном режиме и при недо возбуждении в двигательном режиме.

Примечание. Положительное значение реактивной мощности Q соответствует исходному направлению активной мощности P .

2.2. Следующие уравнения синхронных машин, написанные в соответствии с известной теорией двух реакций (без составляющих нулевой последовательности), соответствуют указанным выше допущениям и векторным диаграммам черт. 1—6.

Все величины указаны в относительных значениях:

время представляется значением, обратным величине номинальной угловой частоты $1/\omega_n$;

напряжения, ток и поток, отнесенные к обмотке статора — к их номинальным амплитудным значениям;

мощность — к номинальной кажущейся мощности (вольт-ампер);

момент — к номинальному кажущемуся моменту, соответствующему номинальной кажущейся мощности;

активные и реактивные сопротивления, отнесенные к обмотке статора — к полному номинальному сопротивлению.

Рекомендуется при рассмотрении самой машины в качестве основных значений принимать номинальные значения.

УРАВНЕНИЯ СИНХРОННЫХ МАШИН

Отдельные уравнения генератора

Отдельные уравнения двигателя

$$\begin{array}{l} u_d = -u \sin \delta = -p \psi_d - \psi_q p \gamma - r i_d \\ u_q = u \cos \delta = \psi_d p \gamma - p \psi_q - r i_q \end{array} \quad \left| \begin{array}{l} u_d = -u \sin \delta = p \psi_d + \psi_q p \gamma + r i_d \\ u_q = -u \cos \delta = -\psi_d p \gamma + p \psi_q + r i_q \end{array} \right.$$

Общие уравнения двигателей и генераторов

$$u_f = p \psi_f + r_f i_f$$

$$Q = p \psi_{k_d} + r_{k_d} i_{k_d} \quad k = 1, 2 \dots n$$

$$Q = -p \psi_{k_q} + r_{k_q} i_{k_q} \quad k = 1, 2 \dots m$$

$$P = u_d i_d + u_q i_q$$

$$Q = u_d i_q - u_q i_d$$

$$m = -\psi_d i_q - \psi_q i_d$$

$$m_{\alpha} - m = \tau p^2 \gamma$$

$$\psi_d = x_{dd} i_d + x_{df} i_f + \sum_{k=1}^{k=n} x_{dk} i_{kd}$$

$$\psi_q = x_{dq} i_q + \sum_{k=1}^{k=m} x_{dk} i_{kq}$$

$$\psi_f = x_{ff} i_f + x_{fd} i_d + \sum_{k=1}^{k=n} x_{fk} i_{kd}$$

$$\psi_{kd} = x_{akd} i_d + x_{fkd} i_f + \sum_{j=1}^{j=n} x_{kjd} i_{jd} \quad k=1, 2, \dots, n$$

$$\psi_{kq} = x_{akq} i_q + \sum_{j=1}^{j=m} x_{kjq} i_{jq} \quad k=1, 2, \dots, m$$

где E, e — электродвижущая сила, э. д. с.;
 F — магнитодвижущая сила, м. д. с.;
 I, i — ток;
 m — момент;
 P — активная мощность;

$p = \frac{d}{dt}$ — дифференциальный оператор;

Q — реактивная мощность;
 r — сопротивление;
 U, u — напряжение на зажимах;
 x — реактивное сопротивление;
 γ — угол между вектором фазы A и продольной осью;
 δ — угол между вектором напряжения якоря и поперечной осью;
 τ — постоянная времени;
 φ — угол между векторами тока и напряжения;
 Ψ, ψ — потокосцепление;
 ω — угловая частота;
 J — момент инерции.

Примечание. Когда указаны и прописные и строчные буквы, первые относятся к векторным, вторые — к мгновенным значениям.

Подстрочные индексы обозначают:

- a — обмотки якоря;
- d, q — продольная и поперечная оси;
- f — обмотка возбуждения;
- i — внутренний;
- j, k — порядковый номер демпферных цепей;
- m — механический;
- n — номинальное значение;
- δ — воздушный зазор;
- σ — цепь утечки.

Комбинация двух различных индексов, относящихся к обмотке, означает наличие взаимной индуктивности между ними, а два одинаковых индекса означают наличие самоиндуктивности.

Переходные и сверхпереходные значения обозначаются одним или двумя знаками сверху с правой стороны от символа (x', x'').

Исходные векторные диаграммы синхронных машин. За базовые приняты параметры генератора для случаев рассмотрения неявнополюсного генератора или двигателя с $x_d = x_q$

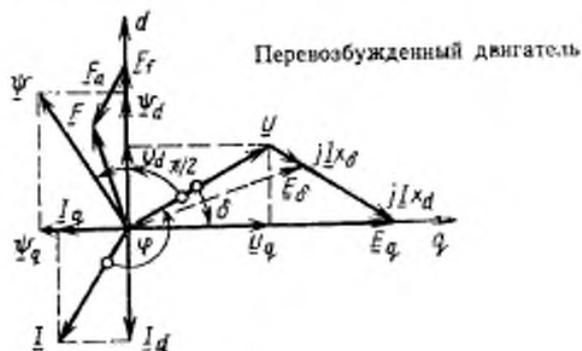


Черт. 3



Черт. 4

Исходные векторные диаграммы синхронных машин. За базовые приняты параметры генератора для случаев рассмотрения неавнополюсного генератора или двигателя с $x_d = x_q$



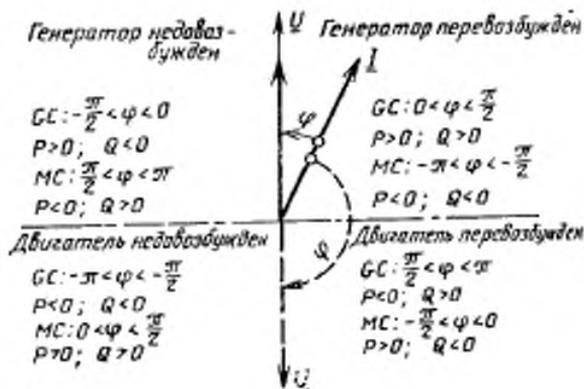
Черт. 5



Черт. 6

С. 8 ГОСТ 27430—87 (МЭК 34—10)

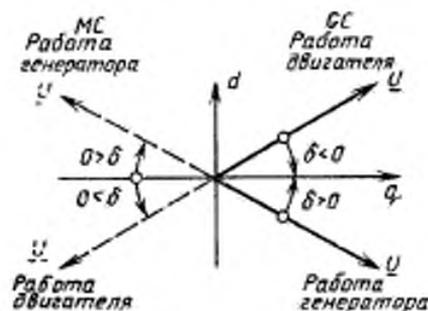
Векторы напряжения и тока в системах с базовыми параметрами генератора или двигателя



GC — система с базовыми параметрами генератора (— — —)
 MC — система с базовыми параметрами двигателя (- - - -)

Черт. 7

Исходная диаграмма для измерений угла нагрузки



GC — система с базовыми параметрами генератора (— — —)
 MC — система с базовыми параметрами двигателя (- - - -)

Черт. 8

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Обязательное

ВЕКТОРНЫЕ ДИАГРАММЫ СИНХРОННЫХ МАШИН

Использование относительных единиц предпочтительнее иллюстрировать на примере генератора или источника.

Принципиальная схема цепи якоря заданной полярности э.д.с., напряжения, тока и мощности, а также векторная диаграмма перелозбужденного явнополюсного синхронного генератора показаны на черт. 1. Поперечная ось рекомендуется в качестве исходной оси векторной диаграммы. Однако, когда машина является частью системы, может быть использована любая другая удобная исходная ось (например, напряжение на зажимах, ток и т. д.).

Рассматривается симметричный установившийся режим. Тем не менее, показаны соответствующие векторы переходной и сверхпереходной э.д.с. Постоянные оси трех фаз A , B и C обозначены пунктиром, чтобы показать соотношение между постоянными осями и вращающимися векторами, и облегчить определение мгновенных фазовых значений э.д.с., тока и т. д. Использование параметров двигательного режима (или нагрузки) в качестве базовых целесообразно только для случаев изучения двигателя. Соответствующая векторная диаграмма недовозбужденного синхронного двигателя показана на черт. 2. Здесь, как и в предыдущем случае, в качестве исходной рекомендуется поперечная ось.

При построении векторной диаграммы двигателя также может быть использована любая другая удобная для применения исходная ось. На черт. 2 показаны пунктиром постоянные оси трех фаз A , B и C .

Дана также принципиальная схема якоря заданной полярности. Упрощенные векторные диаграммы иллюстрируют работу в установившемся режиме неявнополюсного синхронного генератора (см. черт. 3 и 4) и синхронного двигателя (см. черт. 5 и 6). В качестве базовых взяты параметры генераторного режима.

Во всех этих случаях предполагается, что сопротивление якоря незначительно и $x_d = x_q$.

Примечание. Индуктированные э.д.с., используемые в векторных диаграммах и схемах на черт. 1—6, можно заменить, если это необходимо (например для двигателей) соответствующими напряжениями, которые равны э.д.с. и положительны по отношению к ним (т. е. $u = +e$; $\bar{U} = +\bar{E}$) в случае рассмотрения генератора и отрицательны по отношению к ним ($u = -e$; $\bar{U} = -\bar{E}$) в случае рассмотрения двигателя.

Дополнительные пояснения, касающиеся некоторых условных обозначений этого стандарта, даны в приложении 2.

Дополнительные пояснения, касающиеся некоторых обозначений, принятых в стандарте

В настоящем стандарте используются понятия э. д. с. и напряжения. Понятие э. д. с. взято за основу, поскольку за предпочтительные приняты относительные единицы, для которых базовыми являются параметры генераторного режима источника.

Как в случае рассмотрения генератора, так и двигателя направление э. д. с., принято положительным, когда ток, создаваемый этой э. д. с. в замкнутой на сопротивление цепи является положительным.

Это допущение с учетом изложенного в пп. 1.1 3), 6) приводит к основному выражению индуктированной э. д. с., определенному в п. 1.1 7), а именно:

$$e = - \frac{d\psi}{dt}$$

Необходимо подчеркнуть, что это выражение относится к индуктированным э. д. с., а не к соответствующим напряжениям и что это имеет силу как для случаев рассмотрения генератора, так и для двигателя.

Эти два случая отличаются друг от друга только заданным направлением и обозначением знаков напряжения, активной и реактивной мощности, не учитывая некоторые особенности измерений углов φ и δ (см. ниже). В случае рассмотрения генератора напряжение якоря считается положительным, если в замкнутой на сопротивление цепи оно стремится вызвать положительный ток, т. е. точно так же, как и для э. д. с.; следовательно, напряжение и э. д. с. взаимно равны при работе без нагрузки. В случае рассмотрения двигателя напряжение якоря считается положительным, если при приложении к обмотке якоря оно стремится вызвать положительный ток в этой обмотке.

Ясно, что это напряжение противоположно напряжению в предыдущем случае, и, следовательно, положительной э. д. с., поскольку направление и полярность последней одни и те же для обоих случаев.

Приведенные выше положения действительны не только для напряжения на зажимах, но и для всех внутренних напряжений, включая u_c .

Следовательно $u_c = +e = - \frac{d\psi}{dt}$ — для генератора

$u_c = -e = + \frac{d\psi}{dt}$ — для двигателя

Концы стрелок, указывающих заданные направления напряжения и э. д. с. в схемах цепи на черт. 1 и 2, соответствуют точке с более высоким потенциалом для напряжения и с более низким потенциалом для э. д. с. Следовательно, в случае рассмотрения генератора при одной и той же полярности как для напряжения, так и для э. д. с., соответствующие стрелки u_c и e будут взаимно противоположны (см. черт. 1).

Но в случае рассмотрения двигателя, имеющего взаимно противоположные полярности для напряжения и э. д. с., соответствующие стрелки направлены в одну сторону. Вследствие указанного выше одновременного изменения заданных направлений напряжений якоря, с одной стороны, и активных и реактивных мощностей, с другой стороны, при переходе от рассмотрения генератора к рассмотрению двигателя и наоборот начальное направление тока якоря остается неизменным, причем формулы, определяющие мощности как функции напряжений и токов якоря, остаются одинаковыми для обоих случаев (см. формулы в пп. 2.2).

Некоторые пояснения, касающиеся угла фазы φ и активной и реактивной мощностей P и Q для случаев рассмотрения генератора и двигателя, даны на черт. 7.

Стрелка угла φ всегда должна указывать направление от I к U по самому короткому пути. Если это направление по часовой стрелке, то тогда угол φ является отрицательным.

Для случаев рассмотрения генератора и двигателя активную и реактивную мощности вычисляют по формулам $P=UI \cos\varphi$; $Q=UI \sin\varphi$.

Измерения угла нагрузки δ для случаев рассмотрения генератора и двигателя указаны на черт. 8.

Стрелка угла δ должна указывать направление вдоль самого короткого пути от вектора U к положительному направлению поперечной оси в генераторном режиме и от отрицательного направления поперечной оси к вектору U в двигательном режиме.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. **ВНЕСЕН** Министерством электротехнической промышленности СССР
2. Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 28.09.87 № 3738 введен в действие государственный стандарт СССР ГОСТ 27430—87, в качестве которого непосредственно применен международный стандарт МЭК 34—10, с 01.07.88

Редактор *В. П. Огурцов*
Технический редактор *Г. А. Терехинкина*
Корректор *А. С. Черноусова*

Сдано в наб. 21.00.87 Подп. в печ. 21.01.88 1,0 усл. ш. л. 1,0 усл. кр.-отт. 0,61 уч.-изд. л.
Тир. 16 000 Цена 3 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123840, Москва, ГСП, Новопресненский пер., 3
Тип. «Московский печатник», Москва, Лялин пер., 6. Зак. 1641