



**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ  
СОЮЗА ССР**

**МАШИНЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ  
ВРАЩАЮЩИЕСЯ**

**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ  
ДЛЯ ОПИСАНИЯ СИНХРОННЫХ МАШИН**

**ГОСТ 27430—87  
(МЭК 34—10)**

**Издание официальное**

Цена 3 коп.

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ**

**Москва**

**МАШИНЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ВРАЩАЮЩИЕСЯ**Условные обозначения для описания синхронных  
машинElectrical rotary machines. Conventions for  
description of synchronous machines**ГОСТ**  
27430—87**(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 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);

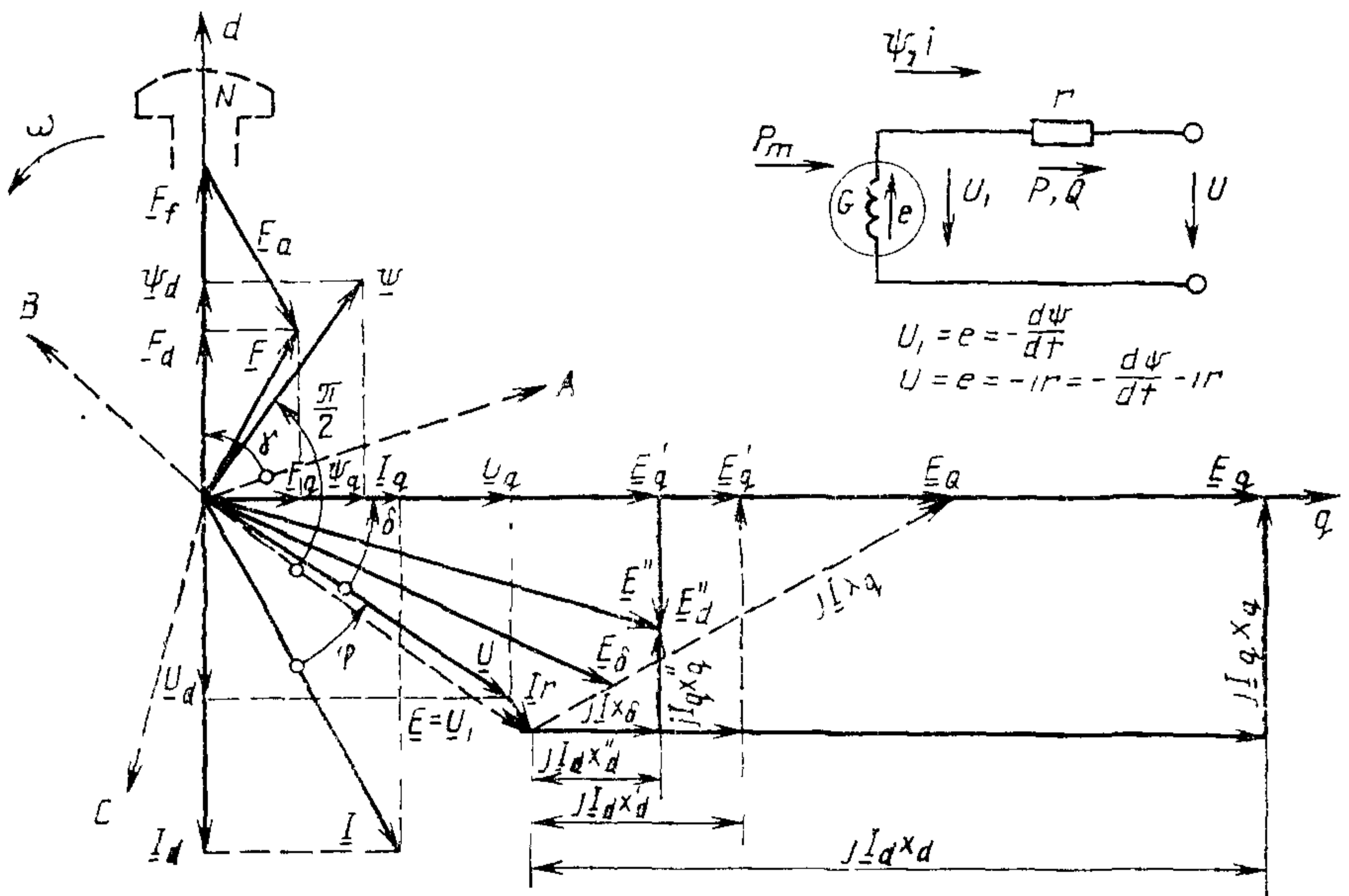
7) индуктированная э. д. с. имеет полярность, препятствующую изменению потокосцепления и удовлетворяющую уравнению  $e = -\frac{d\psi}{dt}$  (для установившегося режима с постоянной угловой скоростью индуктированную э. д. с. можно также представить как  $E = -j\omega\psi$ ).

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.

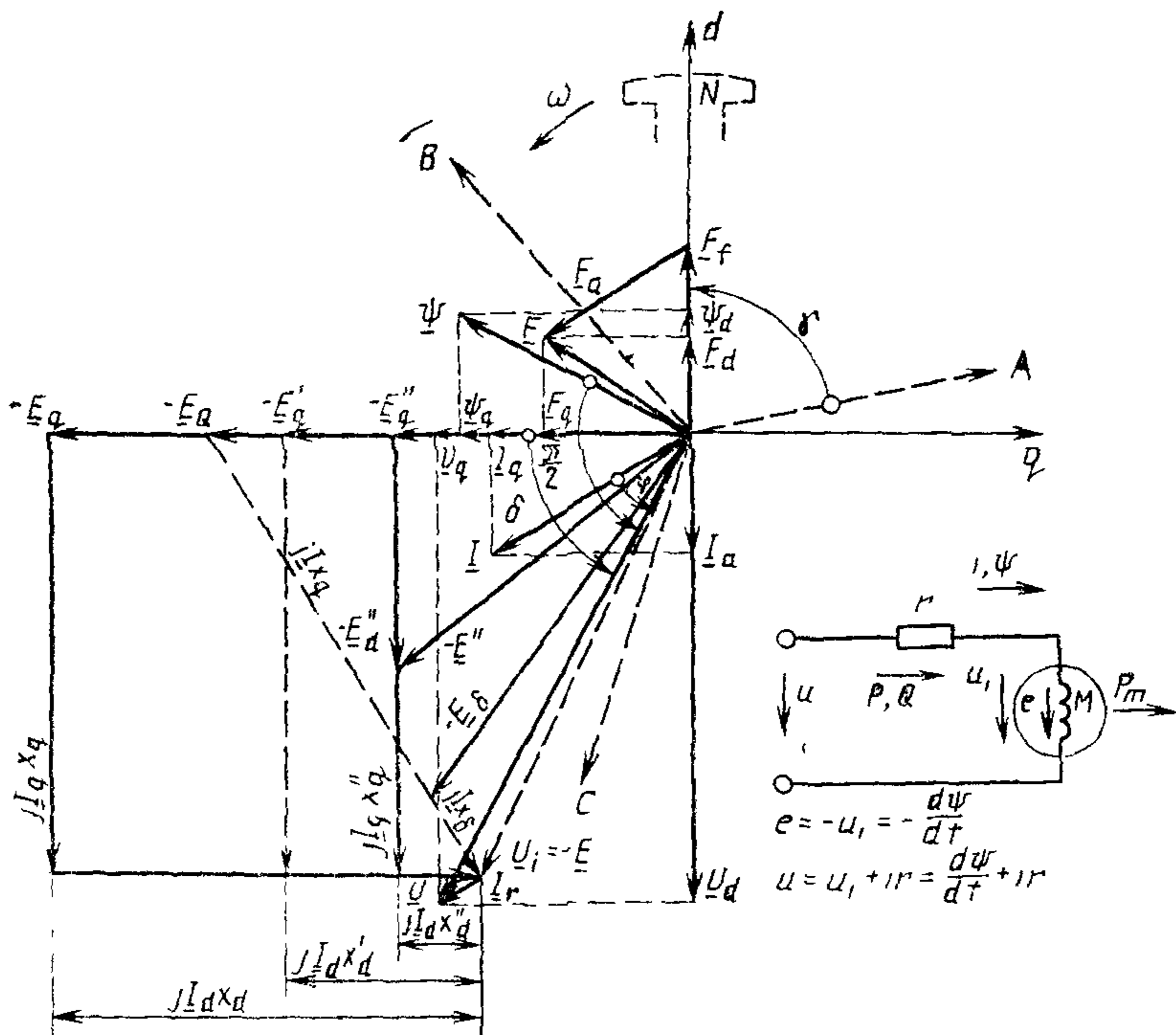
Подробные и упрощенные векторные диаграммы синхронных машин приведены на черт. 1—6.

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 недовозбуждении 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

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

Общие уравнения двигателей и генераторов

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

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

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

$$P = u_d i_d + u_q i_q$$

$$Q = u_d i_q - u_q i_d$$

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

$$m_m + m = \tau_j p^2 \gamma$$

$$\psi_d = x_d i_d + x_{afd} i_f + \sum_{k=1}^{k=n} x_{akd} i_{kd}$$

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

$$\psi_f = x_{ffd} i_f + x_{afd} i_d + \sum_{k=1}^{k=n} x_{fkd} i_{kd}$$

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

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

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;  
 $\gamma$  — угол между вектором фазы  $A$  и продольной осью;  
 $\delta$  — угол между вектором напряжения якоря и поперечной осью;  
 $\tau$  — постоянная времени;  
 $\varphi$  — угол между векторами тока и напряжения;  
 $\Psi, \psi$  — потокосцепление;  
 $\omega$  — угловая частота;  
 $J$  — момент инерции.

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

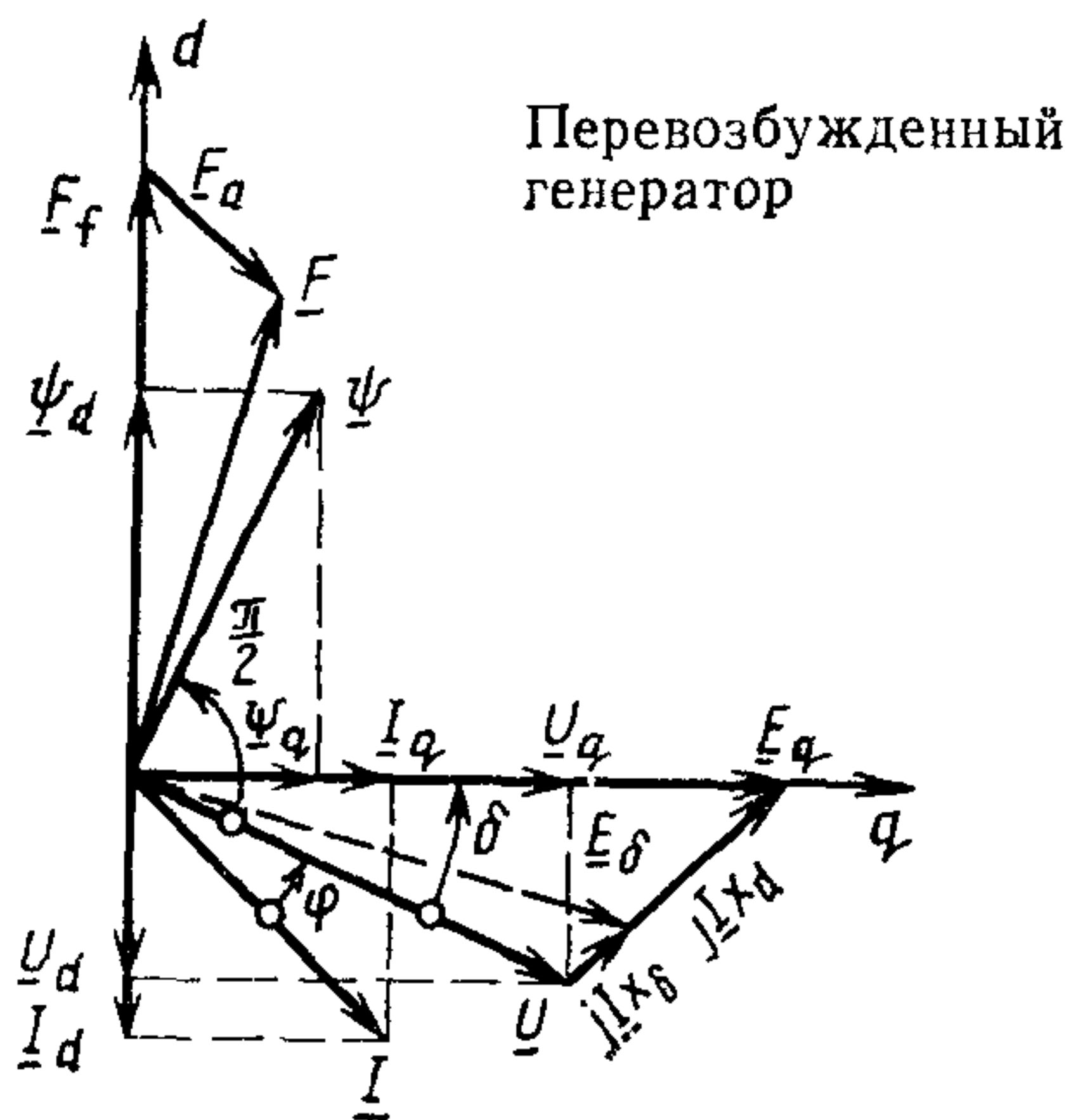
Подстрочные индексы обозначают:

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

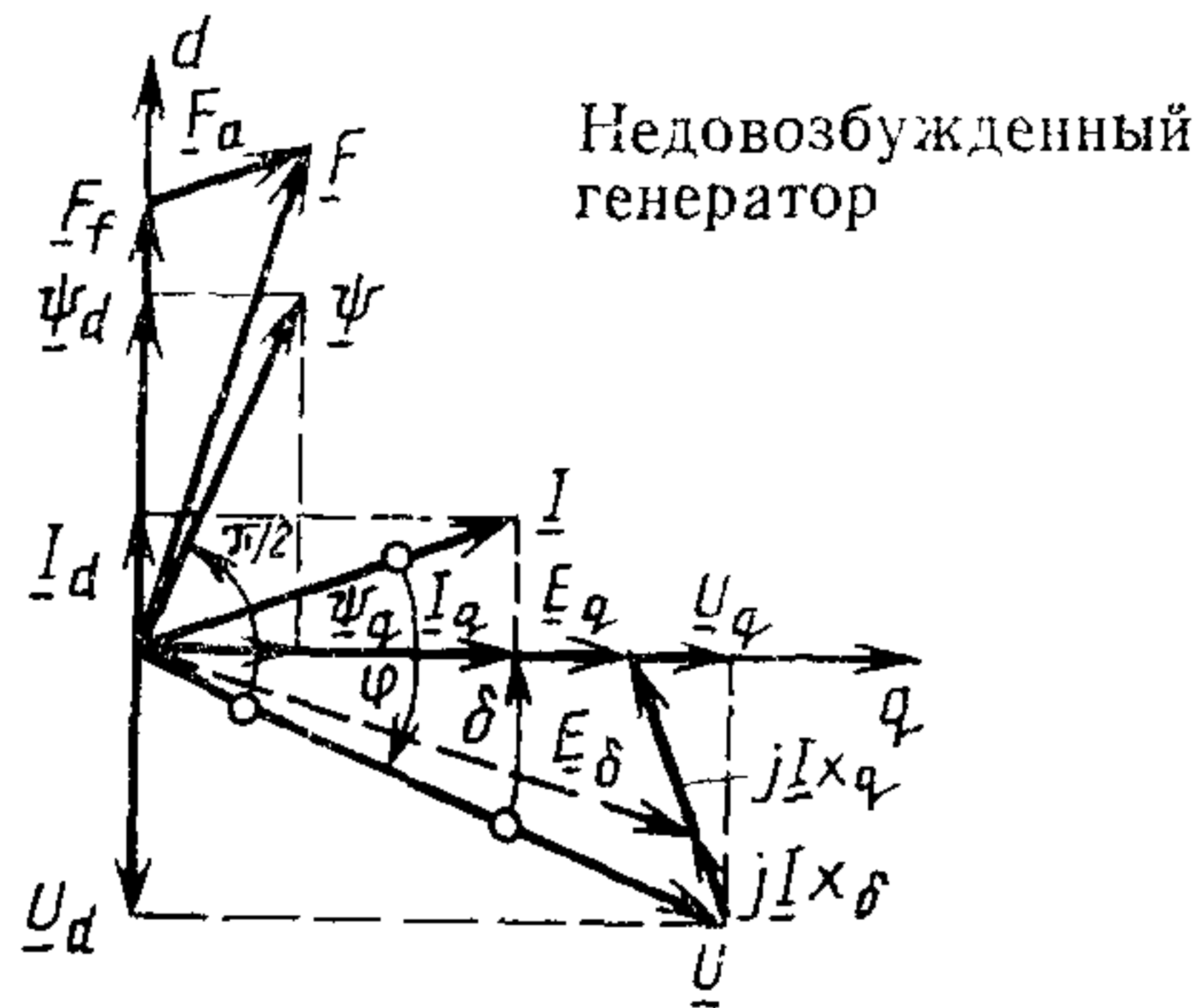
Комбинация двух различных индексов, относящихся к обмотке, означает наличие взаимной индуктивности между ними, а два одинаковых индекса означают наличие самоиндуктивности.

Переходные и сверхпереходные значения обозначаются одним или двумя знаками вверху 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  $x_d = x_q$**

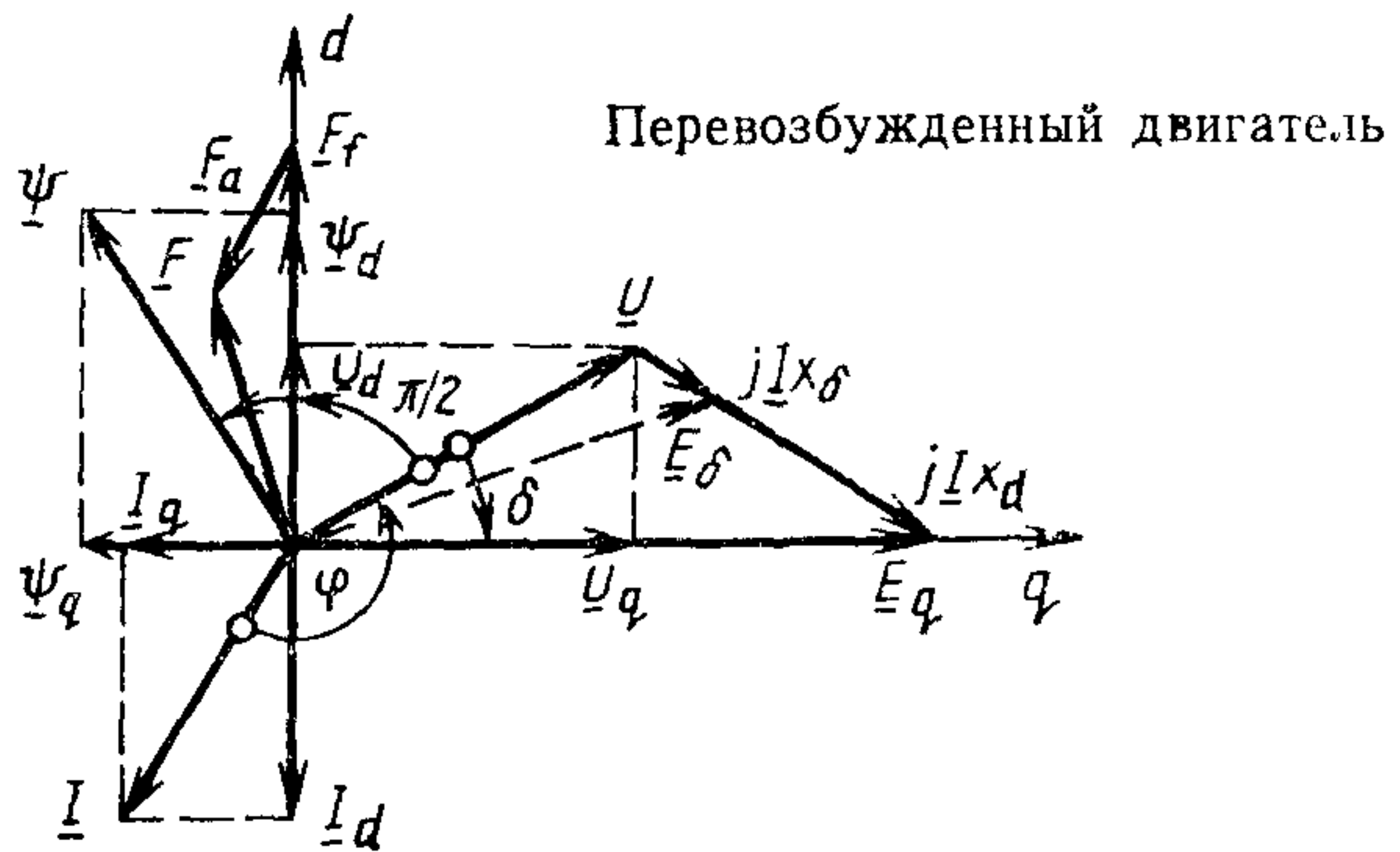


Черт. 3

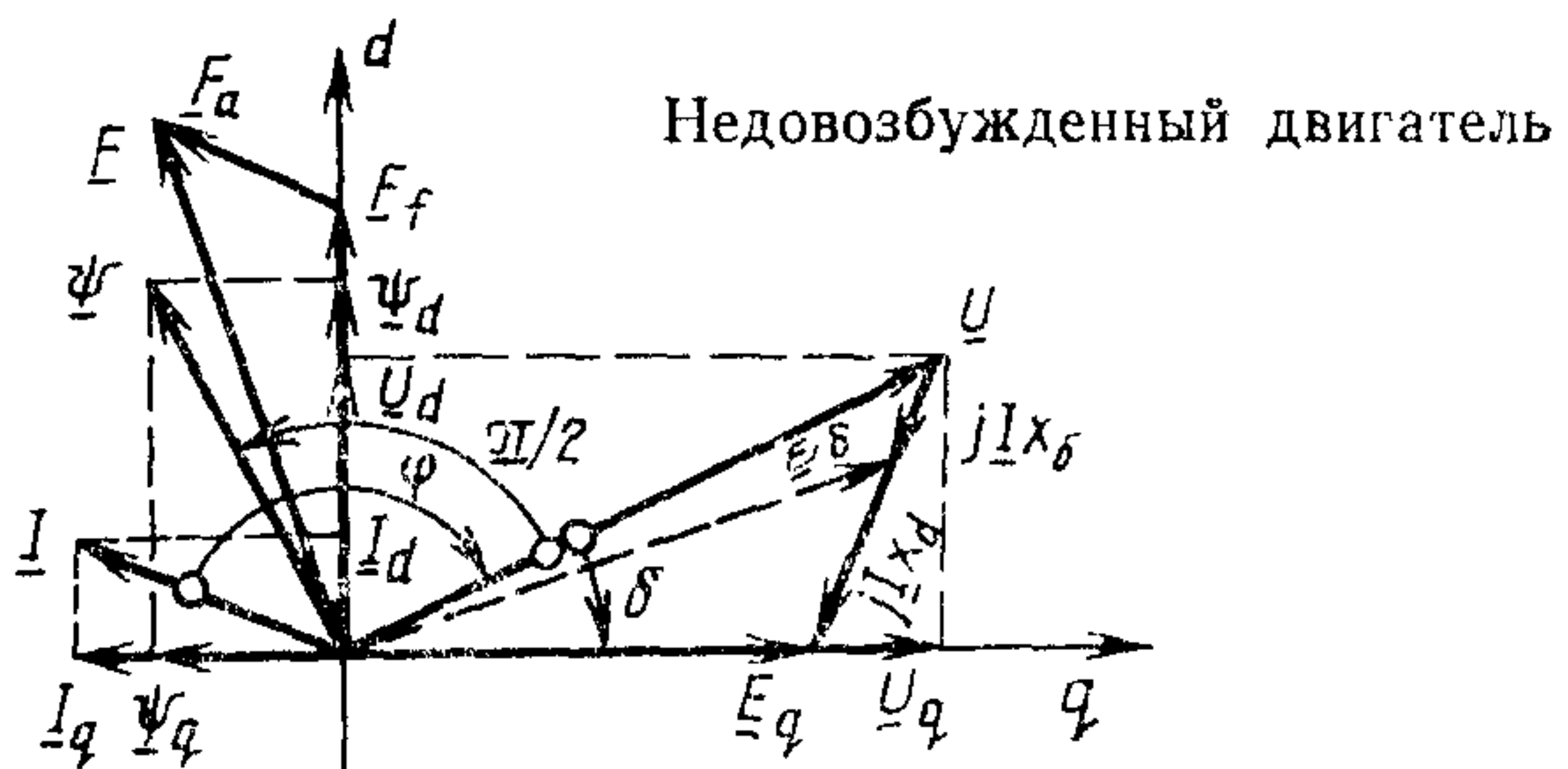


Черт. 4

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



Черт. 5

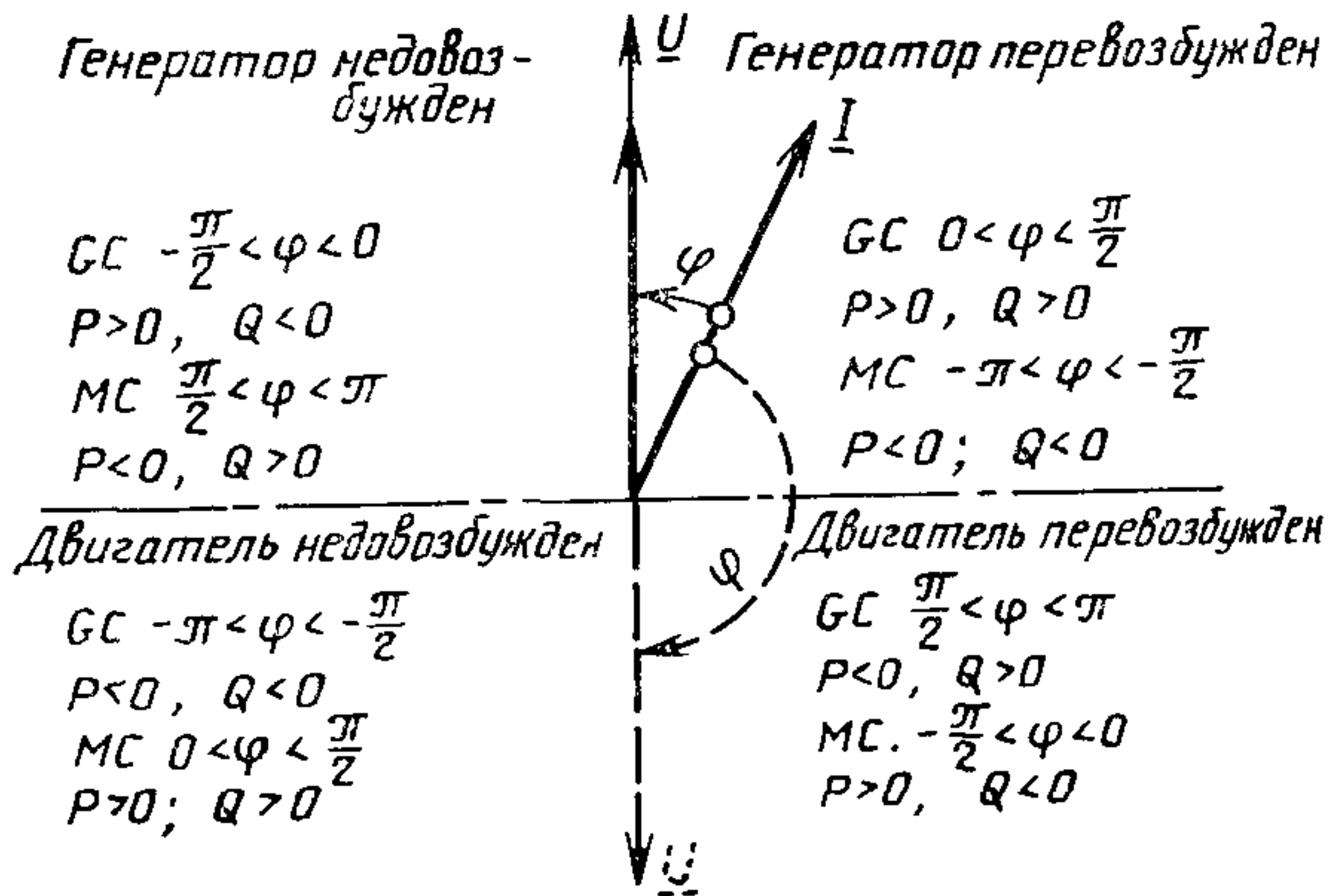


Черт. 6



С. 8 ГОСТ 27430—87 (МЭК 34—10)

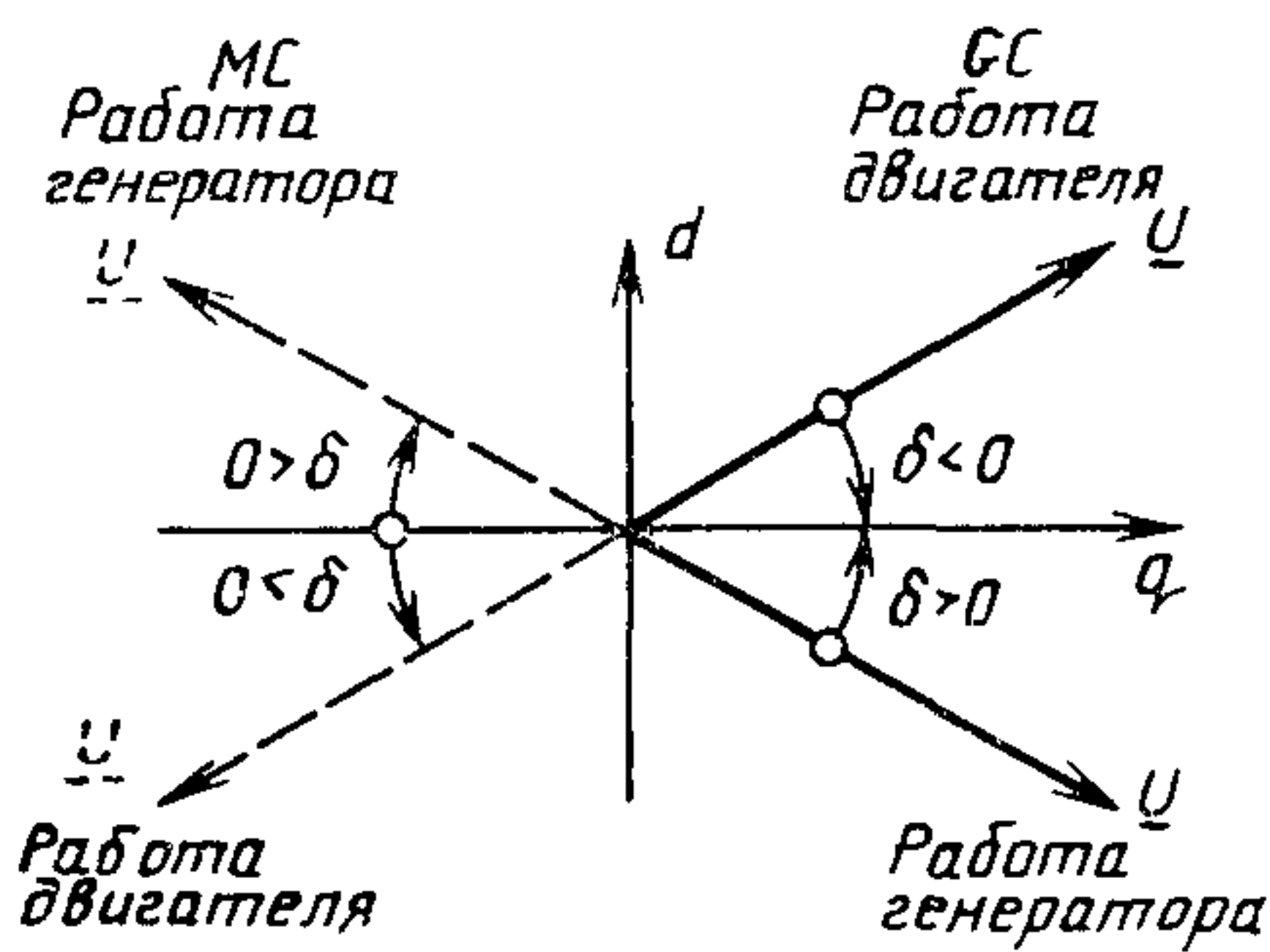
Векторы напряжения и тока в системах с базовыми параметрами генератора или двигателя



ГС — система с базовыми параметрами генератора (———)  
 МС — система с базовыми параметрами двигателя (---)

Черт 7

Исходная диаграмма для измерений угла нагрузки



ГС — система с базовыми параметрами генератора (———)  
 МС — 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 перевозбужденного 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 не явнополюсного 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 ( $u = +e_1$ ,  $\bar{U} = +\bar{E}$ ) в случае рассмотрения генератора и отрицательны по отношению к ним ( $u = -e_1$ ,  $\bar{U} = -\bar{E}$ ) 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  $\varphi$  и  $\delta$  (см ниже). В случае рассмотрения генератора напряжение якоря считается положительным, если в замкнутой на сопротивление цепи оно стремится вызывать 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  $u_1$

$$\text{Следовательно } u_1 = +e = - \frac{d\psi}{dt} \text{ — для генератора}$$

$$u_1 = -e = + \frac{d\varphi}{dt} \text{ — для двигателя}$$

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  $u_1$  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  $\varphi$  и активной и реактивной мощностей  $P$  и  $Q$  для случаев рассмотрения генератора и двигателя, даны на черт. 7

Стрелка угла  $\varphi$  всегда должна указывать направление от  $I$  к  $U$  по самому короткому пути. Если это направление по часовой стрелке, то тогда угол  $\varphi$  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  $\delta$  для случаев рассмотрения генератора и двигателя указаны на черт. 8.

Стрелка угла  $\delta$  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.

С. 12 ГОСТ 27430—87 (МЭК 34—10)

## **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 Терebinкина*  
Корректор *А С Черноусова*

Сдано в наб 21 10 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 ИСП Новопрессненский пер 3  
Тип «Московский печатник» Москва Лялин пер 6 Зак 1643