

## 18-Лекция. Режим работы асинхронной машины

В соответствии с принципом обратимости электрических машин асинхронные машины могут работать как в двигательном, так и в генераторном режимах. Кроме того, возможен еще и режим электромагнитного торможения противовключением.

**Двигательный режим.** При включении обмотки статора в сеть трехфазного тока возникает вращающееся магнитное поле, которое, сцепляясь с короткозамкнутой обмоткой ротора, наводит в ней ЭДС. При этом в стержнях обмотки ротора появляются токи. В результате взаимодействия этих токов с вращающимся магнитным полем на роторе возникают электромагнитные силы. Совокупность этих сил создает электромагнитный вращающий момент, под действием которого ротор асинхронного двигателя приходит во вращение с частотой  $n_2 < n_1$  в сторону вращения поля статора. Если вал асинхронного двигателя механически соединить с валом какого-либо исполнительного механизма ИМ (станка, подъемного крана и т. п.), то вращающий момент двигателя  $M$ , преодолев противодействующий (нагрузочный) момент  $M_{\text{нагр}}$ , исполнительного механизма, приведет механизм во вращение. Следовательно, электрическая мощность  $P_1$ , поступающая в двигатель из сети, в основной своей части преобразуется в механическую мощность  $P_1$  и передается исполнительному механизму ИМ (рис. 10.1, б).

Весьма важным параметром асинхронной машины является скольжение — величина, характеризующая разность частот вращения ротора и вращающегося поля статора:

$$S = (n_1 - n_2) / n_1 \quad (10.1)$$

Скольжение выражают в долях единицы либо в процентах. В последнем случае величину, полученную по (10.1), следует умножить на 100.

Вполне очевидно, что с увеличением нагрузочного момента на валу асинхронного двигателя частота вращения ротора  $n_2$  уменьшается.

Следовательно, скольжение асинхронного двигателя зависит от механической нагрузки на валу двигателя и может изменяться в диапазоне  $0 < s \leq 1$ .

При включении асинхронного двигателя в сеть в начальный момент времени ротор под влиянием сил инерции неподвижен ( $n_2 = 0$ ). При этом скольжение  $s$  равно единице.

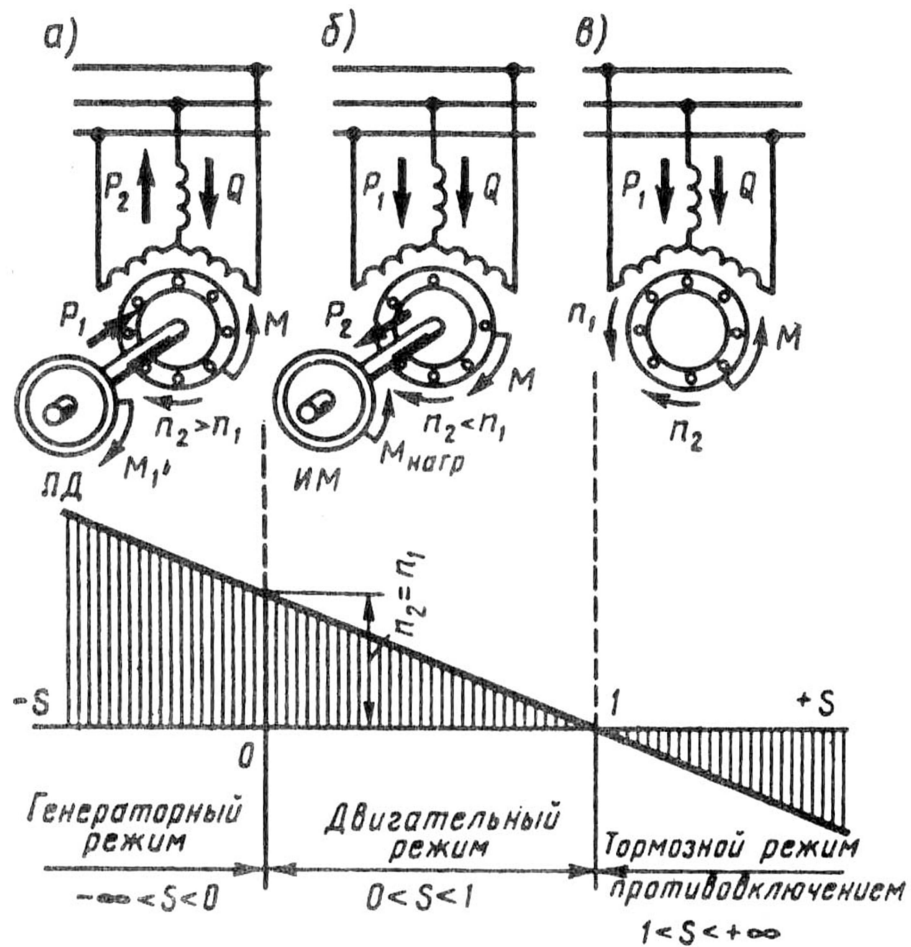


Рис. 10.1. Режимы работы асинхронной машины

В режиме работы двигателя без нагрузки на валу (режим холостого хода) ротор вращается с частотой лишь немного меньшей синхронной частоты вращения  $n_1$  и скольжение весьма мало отличается от нуля ( $s \approx 0$ ). Скольжение, соответствующее номинальной нагрузке двигателя, называют номинальным скольжением  $s_{ном}$ . Для асинхронных двигателей общего

назначения  $s_{\text{НОМ}} = 1 \div 8\%$ , при этом для двигателей большой мощности  $s_{\text{НОМ}} = 1\%$ , а для двигателей малой мощности  $s_{\text{НОМ}} = 8\%$ .

Преобразовав выражение (10.1), получим формулу для определения асинхронной частоты вращения (об/мин):

$$n_2 = n_1(1-s). \quad (10.2)$$

**Генераторный режим.** Если обмотку статора включить в сеть, а ротор асинхронной машины посредством приводного двигателя ПД (двигатель внутреннего сгорания, турбина и т. п.), являющегося источником механической энергии, вращать в направлении вращения магнитного поля статора с частотой  $n_2 > n_1$ , то направление движения ротора относительно поля статора изменится на обратное (по сравнению с двигательным режимом работы той машины), так как ротор будет обгонять поле статора. При этом скольжение станет отрицательным, а ЭДС, наведенная в обмотке ротора, изменит свое направление. Электромагнитный момент на роторе  $M$  также изменит свое направление, т. е. будет направлен встречно вращающемуся магнитному полю статора и станет тормозящим по отношению к вращающемуся моменту приводного двигателя  $M_1$  (рис. 10.1, а). В этом случае механическая мощность приводного двигателя в основной своей части будет преобразована в электрическую активную мощность  $P_2$  переменного тока. Особенность работы асинхронного генератора состоит в том, что вращающееся магнитное поле в нем создается реактивной мощностью  $Q$  трехфазной сети, в которую включен генератор и да он отдает вырабатываемую активную мощность  $P_2$ . Следовательно, для работы асинхронного генератора необходим источник переменного тока, при подключении к которому происходит возбуждение генератора, т. е. в нем возбуждается вращающееся магнитное поле.

Скольжение асинхронной машины в генераторном режиме может изменяться в диапазоне  $-\infty < s < 0$ , т. е. оно может принимать любые отрицательные значения.

**Режим торможения противовключением.** Если у работающего трехфазного асинхронного двигателя поменять местами любую пару подходящих к статору из сети присоединительных проводов, то вращающееся поле статора изменит направление вращения на обратное. При этом ротор асинхронной машины под действием сил инерции будет продолжать вращение в прежнем направлении. Другими словами, ротор и поле статора асинхронной машины будут вращаться в противоположных направлениях. В этих условиях электромагнитный момент машины, направленный в сторону вращения поля статора, будет оказывать на ротор тормозящее действие (рис. 10.1, в). Этот режим работы асинхронной машины называется электромагнитным торможением противовключением. Активная мощность, поступающая из сети в машину при этом режиме, частично затрачивается на компенсацию механической мощности вращающегося ротора, т. е. на его торможение.

В режиме электромагнитного торможения частота вращения ротора является отрицательной, а поэтому скольжение приобретает положительные значения больше единицы:

$$s = [n_1 - (-n_2)] / n_1 = (n_1 + n_2) / n_1 > 1. \quad (10.3)$$

Скольжение асинхронной машины в режиме торможения противовключением может изменяться в диапазоне  $1 < s < +\infty$ , т. е. оно может принимать любые положительные значения больше единицы.

Обобщая изложенное о режимах работы асинхронной машины, можно сделать вывод: характерной особенностью работы асинхронной машины является неравенство частот вращения магнитного поля статора  $n_1$  и ротора  $n_2$ , т. е. наличие скольжения, так как только в этом случае вращающееся магнитное поле наводит в обмотке ротора ЭДС и на роторе возникает электромагнитный момент. При этом каждому режиму работы асинхронной машины соответствует определенный диапазон изменений скольжения, а следовательно, и частоты вращения ротора.

Из рассмотренных режимов работы наибольшее практическое применение получил двигательный режим асинхронной машины, т. е. чаще используют асинхронные двигатели, которые составляют основу современного электропривода, выгодно отличаясь от других электродвигателей простотой конструкции и высокой надежностью. Поэтому теорию асинхронных машин принято излагать применительно к асинхронным двигателям.