

17 Устройство трёхфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутой обмоткой ротора

Асинхронные машины — это бесколлекторные машины переменного тока, у которых в установившемся режиме магнитное поле, участвующее в основном процессе преобразования энергии, и ротор имеют различную частоту вращения.

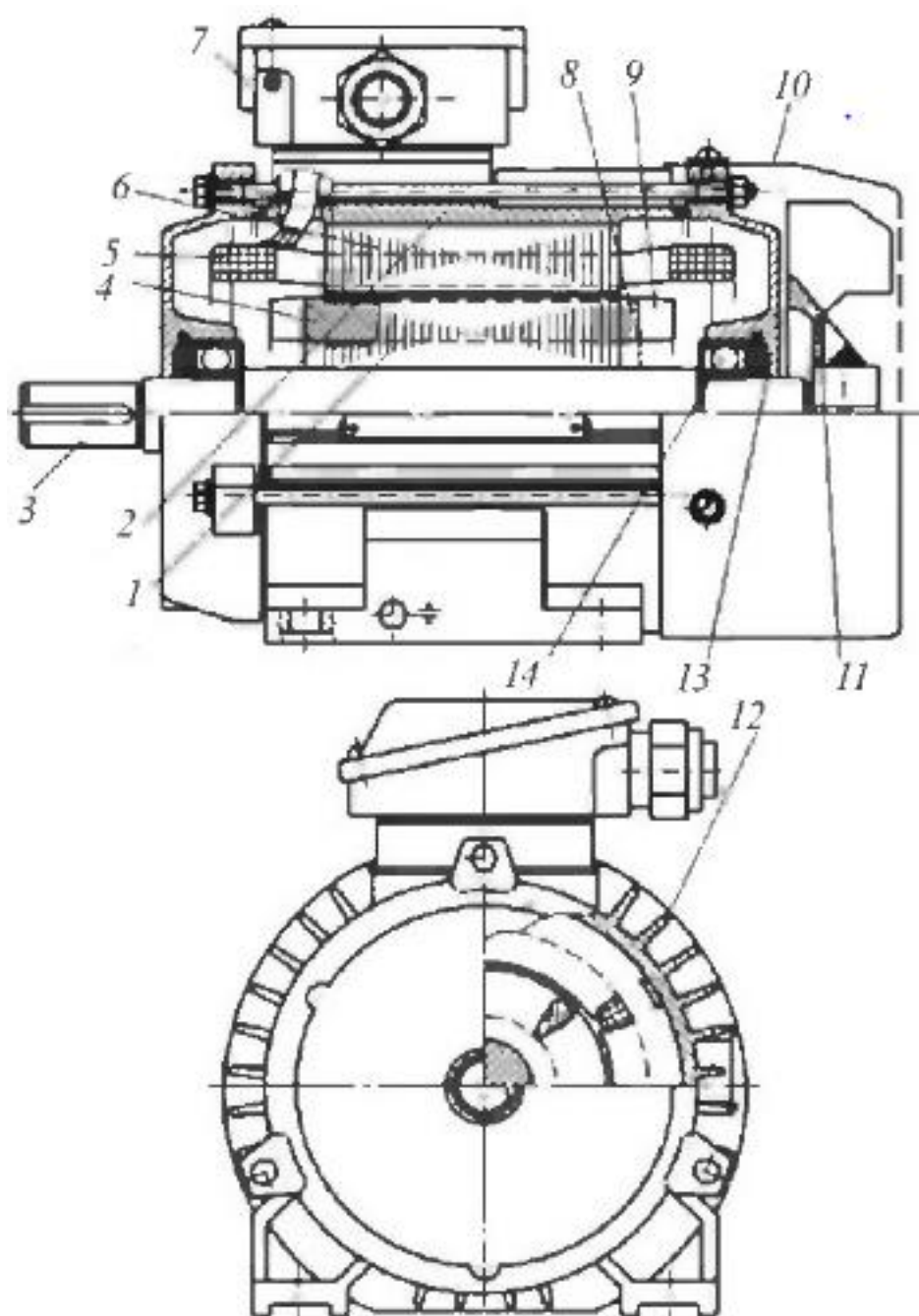
Асинхронные машины применяют главным образом в качестве электродвигателей. В зависимости от числа фаз статорной обмотки различают одно-, двух- и трёхфазные асинхронные двигатели. Наибольшее распространение получили трёхфазные электродвигатели: для привода колесных пар электровазов, станков, насосов, вентиляторов и т. д. Они потребляют около 50 % электрической энергии, вырабатываемой электрическими станциями. Двухфазные асинхронные двигатели мощностью от долей ватта до нескольких десятков ватт применяют в системах автоматического управления в качестве исполнительных двигателей. Однофазные двигатели используют в бытовых приборах.

Трёхфазные электродвигатели подразделяют на два основных типа: с короткозамкнутым и фазным ротором (двигатели с контактными кольцами). Конструктивно статоры этих двигателей различий не имеют. По степени защиты двигатели выполняют закрытыми обдуваемыми (исполнение *IP 44*, *IP54*) и защищенными (исполнение *IP23*). В закрытых двигателях со степенями защиты *IP44* и *IP54* более 90 % тепла, обусловленного потерями мощности, отводится воздухом с поверхности корпуса.

Двигатели с короткозамкнутым ротором являются наиболее дешевыми, надежными и поэтому самыми распространенными из всех электрических двигателей: электропромышленность выпускает их десятки миллионов в год.

Трёхфазные короткозамкнутые асинхронные двигатели были изобретены М.О. Доливо-Добровольским в 1889 г. Предложенная им конструкция асинхронных двигателей в основном сохранилась до наших дней.

На рисунке приведен общий вид наиболее распространенного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором закрытого обдуваемого исполнения. В сердечнике статора 6 расположена трехфазная обмотка 5. Обмотка ротора 4 — короткозамкнутая, в виде «беличьего колеса» (общепринятое название «в виде беличьей клетки»).



Сердечник статора закрепляют в корпусе 2, а сердечник ротора 1 — на валу 3 (машины малой мощности) или на ободу с крестовиной и втулкой, надетой на вал (машины большой мощности). Вал ротора вращается в подшипниках 14, установленных в подшипниковых щитах 13, прикрепляемых к корпусу статора. Конструкция оболочки (корпус, щиты и т. д.) в значительной степени зависит от исполнения машины по степени защищённости и от выбранной системы охлаждения.

В обдуваемой машине для лучшего охлаждения корпус снабжён ребрами 12. Центробежный вентилятор 11, расположенный на валу двигателя снаружи оболочки машины, обдувает ребристый корпус двигателя. Вентилятор закрыт воздухонаправляющим кожухом 10.

Внутри машины воздух перемешивается вентиляционными лопатками 9, отлитыми совместно с короткозамыкающими кольцами обмотки ротора. В мощных двигателях для повышения интенсивности охлаждения воздух прогоняется через аксиальные каналы ротора, образованные воздухопроводящими трубками и дисками, предотвращающими попадание наружного воздуха и влаги к обмоткам статора. На корпусе крепится коробка выводов 7, в которой установлена клеммная панель с выведенными концами обмотки статора.

Обмотка может иметь шесть выводов (начала и концы всех трех фаз обмотки для возможности соединения обмотки статора «звездой» или «треугольником») или три вывода, если в двигателе предусмотрена только одна схема соединения обмоток статора.

Для уменьшения потерь на вихревые токи сердечник статора (магнитопровод) набирают из отштампованных кольцеобразных листов электротехнической стали толщиной 0,35—0,50 мм. С внутренней стороны кольца выштампованы пазы для размещения обмотки. Листы изолируют оксидной плёнкой или лаком и спрессовывают в сердечник, скрепляя его сваркой, скобками или шпильками. В машинах мощностью свыше 400 кВт в сердечниках для лучшего охлаждения выполняют радиальные каналы: разделяют сердечник на ряд пакетов с установкой между ними стальных прокладок.

В пазы магнитопровода статора укладывают обмотку, изготовленную из медного изолированного провода круглого или прямоугольного сечения. Обмотки из провода прямоугольного сечения изготавливают в виде жёстких секции и укладывают в открытые или полуоткрытые пазы. Обмотки из провода круглого сечения всыпают в полузакрытые пазы трапециевидального сечения через шлиц в пазу. Концы

фаз обмотки статора выводят на зажимы коробки выводов и обозначают (для двигателей, выпущенных до 1987 г.): начала фаз C1, C2, C3, концы соответствующих фаз C4, C5, C6. В настоящее время выводы обозначают латинскими буквами: первая фаза обмотки статора — *U*, вторая — *V* третья — *W*. Трёхфазную обмотку статора можно соединять «звездой» или «треугольником» в зависимости от напряжения сети.

Например, если в паспорте двигателя указано напряжение 220/380 В, то при напряжении сети 380 В обмотку статора соединяют «звездой», а при напряжении 220 В - «треугольником». В обоих случаях на фазу приходится напряжение 220 В.

В современных асинхронных машинах в качестве межвитковой и корпусной изоляции используют изоляционные материалы классов нагревостойкости *B* и *F*, а для специальных машин, работающих в тяжёлых условиях, — материалы класса *H*.

Магнитопровод ротора также набирают из изолированных листов электротехнической стали с выштампованными пазами для уменьшения потерь на вихревые токи. В короткозамкнутых роторах пазы заливают алюминием; при этом образуются стержни «беличьей клетки» (см. рис). Одновременно отливают короткозамыкающие торцевые кольца и вентиляционные лопасти. В более крупных машинах в пазы ротора вставляют медные (бронзовые, латунные) стержни, концы которых варивают (впаивают) в короткозамыкающие медные кольца. Магнитопровод ротора вместе с короткозамкнутой обмоткой напрессовывают на вал.