Асинхронные исполнительные двигатели, применяемые в устройствах автоматики, служат для преобразования подводимого к ним электрического сигнала в механическое перемещение вала. При заданном тормозном моменте частота вращения двигателя должна строго соответствовать подводимому напряжению и изменяться в широком диапазоне — от нуля до максимума при изменении его значения или фазы. Таким образом, *исполнительные двигатели являются управляемыми.*

**Способы управления исполнительными двигателями.** Исполнительными двигателями переменного тока служат главным образом двухфазные асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором (рис. 5.1, *а*). Одна из обмоток статора *В*, называемая *обмоткой возбуждения,*подключается к сети переменного тока с постоянным действующим значением напряжения *U*в . Ко второй обмотке статора *У*, называемой *обмоткой управления,*подводится напряжение управления *U*y от управляющего устройства *УУ.*

Различают три основных способа управления частотой вращения исполнительного двигателя: амплитудное, фазовое и амплитудно-фазовое.

*При амплитудном управлении*изменяется только амплитуда напряжения управления или пропорциональное ей действующее значение *U*y этого напряжения. Векторы напряжений управления и возбуждения при всех значениях напряжения *U*y образуют угол 90° (рис. 5.1,*б*).

Напряжение управления обычно выражают в относительных единицах, как отношение *U*y к напряжению возбуждения *U*в , приведенному к числу витков обмотки управления. Это отношение называют *эффективным коэффициентом сигнала*

(5.1)

*αэ = Uy /U'в = kUy /Uв ,*

где *U'в = Uв (wy /wв ); k = wв /wy* — коэффициент трансформации.

*Фазовое управление* характерно тем, что напряжение управления *Uy* остается неизменным по величине и равным *U'в*, а регулирование частоты вращения достигается путем изменения угла сдвига фаз *β* между векторами напряжений возбуждения и управления (рис. 5.1, в). За коэффициент сигнала при фазовом управлении принимается  синус угла  сдвига фаз  *β* между векторами напряжений *U*y и *U*в , т. е. α*=*sin *β*.

|  |  |
| --- | --- |
| http://www.induction.ru/library/book_002/glava5/img/image001.png | Рис. 5.1. Принципиальная схема асинхронного испол нительного двигателя (*а*) и векторные диаграммы напряжения при  амплитудном  (*б*) и  фазовом  (*в*)  уп равлениях |

*При амплитудно-фазовом управлении* изменяется как амплитуда напряжения управления, так и угол сдвига фаз между напряжениями *Uy* и *Uв*, подаваемыми на обмотки статора.

При всех методах управления частота вращения асинхронного двигателя изменяется за счет образования несимметричного эллиптического магнитного поля, которое можно представить в виде двух круговых вращающихся полей прямой и обратной последовательностей (см. гл. 3). Изменение напряжения на обмотке управления по величине или фазе приводит к изменению соотношений между амплитудами потоков прямой и обратной последовательностей. В связи с этим изменяется вид механической характеристики, а следовательно, и частота вращения двигателя. Уменьшения частоты вращения достигают путем увеличения эллиптичности магнитного поля, т. е. путем увеличения поля обратной последовательности, которое создает тормозной момент. Однако при этом возрастают и потери мощности в двигателе.

**Устройство исполнительных двигателей.** Управляемость исполнительным двигателем обеспечивается путем применения ротора с большим активным сопротивлением. Одним из возможных решений является применение ротора с обмоткой типа «беличья клетка». Для увеличения сопротивления стержни выполняют из материала с повышенным удельным сопротивлением (латуни, фосфористой бронзы и др.) и сравнительно малым поперечным сечением. Конструкция такого двигателя (рис. 5.3, *а)*мало отличается от конструкции обычного асинхронного двигателя. Его основным недостатком является большой момент инерции ротора, снижающий быстродействие исполнительного двигателя. Для уменьшения момента инерции в двигателях этого типа применяют роторы относительно малого диаметра с отношением длины к диаметру *la*/*Da =*1,6 ÷ 2,4.

В настоящее время промышленность выпускает исполнительные асинхронные двигатели с беличьей клеткой «сквозной конструкции» (рис. 5.3,*б*). В этих двигателях внутренний диаметр статора равен диаметру расточки под подшипники в щитах, что дает возможность обрабатывать внутреннюю поверхность статора и отверстий под подшипники одновременно, после установки подшипниковых щитов. В результате существенно уменьшается эксцентриситет ротора и двигатели могут быть выполнены с весьма малым воздушным зазором (0,03—0,05 мм), что позволяет при неизменных габаритах двигателя увеличить его вращающий момент или повысить КПД и cos φ. В таких двигателях для уменьшения момента инерции ротор выполняют малого диаметра (*la*/*Da =* 2 ÷ 3), а   обмотку   статора   обычно  заливают   эпоксидной   смолой,

|  |
| --- |
| http://www.induction.ru/library/book_002/glava5/img/image005.png |
| Рис. 5.3. Устройство исполнительных двигателей с беличьей клеткой на роторе: *1* — обмотка статора; *2 —*корпус; *3 —*статор; *4 —*ротор; *5* —беличья клетка; 6— подшипниковый щит |

|  |
| --- |
| http://www.induction.ru/library/book_002/glava5/img/image007.png |
| Рис. 5.4. Устройство двигателя с полым немагнитным ротором (*а*) и   его   основные   конструктивные элементы (*б*):*1*— корпус;   *2*— внешний   статор;   *3—*внутренний   статор;   *4*— обмотка   статора;   *5* — полый   немагнитный   ротор; *6* — подшипниковый щит |

благодаря чему она образует вместе с пакетом статора монолитную конструкцию.

Значительное распространение имеют исполнительные двигатели с полным немагнитным ротором (рис. 5.4) и внешним статором, на котором расположены две обмотки, сдвинутые в пространстве на угол 90°. Ротор выполнен в виде тонкостенного полого цилиндра из алюминия. Для уменьшения магнитного сопротивления двигателя имеется также внутренний статор, набираемый из листов электротехнической стали, так же как и внешний статор. При прохождении тока по обмоткам статора создается вращающееся магнитное поле и в роторе индуцируется ЭДС, направленная по образующей цилиндра. Под действием этой ЭДС в роторе возникают вихревые токи, которые, взаимодействуя с вращающимся полем, создают электродинамические усилия и вращающий момент. Характерной особенностью двигателя с полым немагнитным ротором является значительный ток холостого хода, составляющий 85—95% от номинального. Это объясняется тем, что в рассматриваемом двигателе расчетное значение эффективного воздушного зазора *δэ* (с учетом толщины полого ротора) значительно больше, чем в асинхронном двигателе нормального исполнения. Так, например, при толщине стенки немагнитного ротора Δ = 0,5 ÷ 1 мм и зазорах между ротором и статорами *δ1 = δ2* = 0,05 ÷ 0,1 мм величина δэ = 0,6 ÷ 1,2 мм вместо 0,1—0,2 мм у соответствующего асинхронного исполнительного двигателя с беличьей клеткой и 0,03—0,05 мм у двигателя «сквозной конструкции». Иногда полый ротор выполняют ферромагнитным (стальным). При этом внутренний статор не требуется и конструкция двигателя сильно упрощается. Однако двигатель с полым ферромагнитным ротором имеет ряд существенных недостатков, основными из которых являются возможность прилипания ротора к статору при неравномерном воздушном зазоре или износе подшипников и пониженное быстродействие (в 10 — 20 раз) по сравнению с быстродействием двигателя с немагнитным ротором (из-за увеличения момента инерции и снижения вращающего момента).