Дата: **22.12.2020**

Группа: **19-ТО-1д**

Наименование дисциплины: **Электротехника и электроника**

Тема: **Практическое занятие «Пуск в ход и снятие рабочих характеристик трёхфазного асинхронного двигателя» ( 2 урока)**

**Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей**

Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей может производиться способом воздействия на него со стороны статора или со стороны ротора.

При воздействии со стороны статора существуют следующие основные способы регулирования частоты вращения:

введением и регулировкой сопротивления (резисторов) в цепи статора (реостатное регулирование);

изменением числа пар полюсов;

изменением частоты питающего напряжения.

При воздействии со стороны ротора регулирование частоты вращения производится:  
введением и регулировкой активного сопротивления (резисторов) в цепи ротора (реостатное регулирование);  
введением в цепь ротора добавочной э. д. с. с частотой, равной основной э. д. с. ротора.

Из указанных практическое применение нашли способы регулировки: реостатный, изменением полюсности обмотки статора и изменением частоты в питающей сети.

**Рабочие характеристики асинхронного двигателя**

Рабочие характеристики асинхронного двигателя представляют собой графически выраженные зависимости частоты вращения n2, КПД η, полезного момента (момента на валу) М2, коэффициента мощности cos φ, и тока статора I1 от полезной мощности Р2 при U1 = const f1 = const.  
Скоростная характеристика n2 = f(P2). Частота вращения ротора асинхронного двигателя n2 = n1(1 - s).Скольжение s = Pэ2/Pэм, т. е. скольжение асинхронного двигателя, а следовательно, и его частота вращения определяются отношением электрических потерь в роторе к электромагнитной мощности. Пренебрегая электрическими потерями в роторе в режиме холостого хода, можно принять Рэ2 = 0, а поэтому s ≈ 0 и n20 ≈ n1.  
По мере увеличения нагрузки на валу асинхронного двигателя отношение s = Pэ2/Pэм растет, достигая значений 0,01 - 0,08 при номинальной нагрузке. В соответствии с этим зависимость n2 = f(P2) представляет собой кривую, слабо наклоненную к оси абсцисс. Однако при увеличении активного сопротивления ротора двигателя r2' угол наклона этой кривой увеличивается. В этом случае изменения частоты асинхронного двигателя n2 при колебаниях нагрузки Р2 возрастают. Объясняется это тем, что с увеличением r2' возрастают электрические потери в роторе.

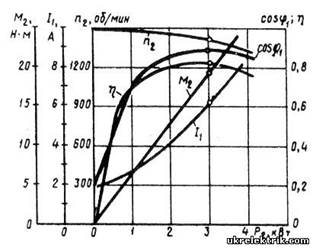


Рис. 1. Рабочие характеристики асинхронного двигателя двигателя

**Пуск в ход трехфазных асинхронных двигателей**

Схемы пуска двигателей в ход должны предусматривать создание большого пускового момента при небольшом пусковом токе и, следовательно, при небольшом падении напряжения при пуске. При этом может требоваться плавный пуск, повышенный пусковой момент и т. д.

На практике применяются следующие способы пуска:

· непосредственное присоединение к сети — прямой пуск;

· понижение напряжения при пуске;

· включение сопротивления в цепь ротора в двигателях с фазовым ротором.

Условия работы асинхронного двигателя в режиме пуска значительно отличаются от условий его работы в нормальном режиме. В режиме пуска в обмотках ротора и статора проходят токи, значительно превышающие токи, протекающие в этих обмотках в номинальном режиме. Длительный ток приводит к перегреву обмоток двигателя и может вызвать сгорание обмоток и аварию двигателя.

Для того чтобы исключить такие явления, необходимо, с одной стороны, обеспечить ограничение пускового тока двигателя, а с другой стороны, по возможности уменьшить время его разгона

Наиболее часто применяются следующие способы пуска асинхронных двигателей:  
- прямое включение двигателей с короткозамкнутой обмоткой ротора;  
- включение двигателя с понижением напряжения, подаваемого на обмотку статора;  
- пуск в ход с введением сопротивления в фазную обмотку ротора.

*Прямое включение*асинхронного двигателя в сеть является наиболее простым способом пуска двигателя. В то же время в этом случае обмотки статора и ротора двигателя обтекаются большим пусковым током (током короткого замыкания), равным 4—7-кратному значению номинального. Поэтому очень важно, чтобы время пуска двигателя было при этом как можно меньшим.

Из всех способов пуска асинхронных двигателей с короткозамкнутой обмоткой ротора при данном способе пуска создается наибольший вращающий момент. Пусковой вращающий момент двигателя определяется при этом по формуле. Поскольку он все же относительно невелик, данный способ пуска применяется для приводов со средними и легкими условиями пуска. Отметим, что в настоящее время все большее распространение получают двигатели

|  |  |
| --- | --- |
|  | http://konspekta.net/allrefs/baza2/314374364495.files/image004.jpg     рис. 22. Схемы пуска асинхронного двигателя. *а*— при последовательном включении индуктивного сопротивления *Др; б —*при включении двигателя через автотрансформатор *АТ.* |

с глубоким пазом, которые имеют улучшенные пусковые характеристики. Обладая всеми преимуществами двигателей с короткозамкнутым ротором, они развивают больший пусковой момент при меньшем пусковом токе по сравнению с двигателями обычного исполнения. Это позволяет применять такие двигатели для приводов с более тяжелыми условиями пуска, т. е. со значительными статическими моментами при малых частотах вращения ротора. Необходимо также иметь в виду, что большой ток, потребляемый двигателем, проходит не только по его обмоткам, но и по проводам сети и трансформатору. Поэтому в питающей сети создается падение напряжения, которое в случае пуска мощного двигателя может оказаться весьма значительным. В результате напряжение, подводимое к двигателю в этом режиме, сильно понизится и это вызовет Дополнительное снижение вращающего момента двигателя. Поэтому прямое включение при пуске мощных Двигателей допустимо при наличии достаточно мощной сети, выдерживающей прохождение больших токов без значительного падения напряжения. В современных мощных системах производится прямое включение на сеть двигателей с номинальной мощностью в несколько сотен киловатт.

|  |
| --- |
| http://konspekta.net/allrefs/baza2/314374364495.files/image006.gif |
| Рис. 23. Схема пуска двигателя с переключением обмоток со звезды на треугольник. |

*Включение двигателя при пониженном напряжении питающей сети* позволяет уменьшить пусковой ток, потребляемый двигателем. Однако в этом случае снижается и вращающий момент, развиваемый двигателем при пуске, причем это уменьшение происходит пропорционально квадрату подводимого к двигателю напряжения. Такой способ применяется для приводов с легкими условиями пуска.

Практически понижение напряжения достигается включением индуктивного сопротивления последовательно с обмоткой статора двигателя (рис. 22,*а*) или включением двигателя через автотрансформатор (рис. 22,*б*). При пуске по схеме на рис. 22 *а* вначале замыкают рубильник *Р1,*а затем, когда ротор достигает достаточной частоты вращения, замыкают рубильник *Р2,*включая двигатель на полное напряжение сети. При пуске с помощью автотрансформатора (рис. 22,*б*) вначале замыкается рубильник *Р1,*а затем рубильник *Р2.*Применение автотрансформатора позволяет ограничивать пусковой ток в питающей сети при меньшем снижении напряжения питающего двигатель, чем в случае включения индуктивного сопротивления. Следовательно, при этом в меньшей степени понижается пусковой момент двигателя.

К способам пуска с понижением напряжения можно отнести также пуск с переключением обмоток статора со звезды на треугольник (рис. 23). В режиме пуска переключатель *Р*находится в положении *1,*причем обмотка статора включена по схеме звезды. После того как ротор достигает установившейся частоты вращения, переключатель необходимо перевести в положение *2*и обмотки статора будут включены по схеме треугольника.

|  |
| --- |
| http://konspekta.net/allrefs/baza2/314374364495.files/image008.gif |
| Рис. 24. Схемы асинхронных двигателей с введением сопротивлений-резисторов в цепь статора (а) и в цепь ротора (б). |

При данном способе пуска фактически понижается величина напряжения, подводимого к каждой фазе двигателя, поскольку при одинаковом напряжении в линии напряжение на фазу в схеме звезды в √3 раз меньше, чем в схеме треугольника. Пусковой ток в сети при соединении обмотки статора звездой понижается в 3 раза по сравнению с соединением статора треугольником. Однако в 3 раза понижается также пусковой момент.

Для приводов с наиболее тяжелыми условиями пуска следует использовать двигатели с фазной обмоткой ротора. *Введение сопротивления в цепь ротора* позволяет, с одной стороны. ограничить пусковой ток двигателя, а с другой стороны — повысить пусковой момент. Схема включения сопротивлений (резисторов) в цепь ротора двигателя изображена на рис. 24,*б*.

Подставляя *s*макс = 1 в формулу (45), можно найти величину дополнительного сопротивления в цепи ротора, при котором пусковой момент для данной характеристики оказывается равным максимальному моменту,

*r'*д = *x*1*- r'*2*+ х'*2.

Последовательно изменяя по мере увеличения частоты вращения двигателя сопротивление в цепи ротора, можно добиться того, чтобы весь процесс пуска проходил при вращающем моменте, близком к максимальному. Это позволяет получить возможно меньшее время пуска двигателя.

**Контрольные вопросы**

Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей

Рабочие характеристики асинхронного двигателя

Пуск в ход трехфазных асинхронных двигателей

Преподаватель Науразов М.А.