**Электротехника. ГР 28 МЛ**

**29.05.2020г. Дата проставляется согласно расписания.**

**Тема: Регулировка скорости электродвигателя переменного тока.**

 **Подготовить конспект и выполнить задание.**

Наиболее распространены следующие **способы регулирования скорости асинхронного двигателя**: изменение дополнительного сопротивления цепи ротора, изменение напряжения, подводимого к обмотке статора, двигателя изменение частоты питающего напряжения, а также переключение числа пар полюсов.

**Регулирование частоты вращения асинхронного двигателя путем введения резисторов в цепь ротора**

Введение [резисторов](http://electricalschool.info/main/drugoe/372-rezistory-puskovykh-i.html) в цепь ротора приводит к увеличению потерь мощности и снижению частоты вращения ротора двигателя за счет увеличения скольжения, поскольку n = nо (1 - s).

Из рис. 1 следует, что при увеличении сопротивления в цепи ротора при том же моменте частота вращения вала двигателя уменьшается.

Жесткость [механических характеристик](http://electricalschool.info/spravochnik/maschiny/544-mekhanicheskaja-kharakteristika.html) значительно снижается с уменьшением частоты вращения, что ограничивает диапазон регулирования до (2 - 3) : 1. Недостатком этого способа являются значительные потери энергии, которые пропорциональны скольжению. Такое регулирование возможно только для [двигателя с фазным ротором](http://electricalschool.info/maschiny/259-asinkhronnye-jelektrodvigateli-s-faznym.html).

**Регулирование частоты вращения асинхронного двигателя изменением напряжения на статоре**

Изменение напряжения, подводимого к обмотке статора  асинхронного двигателя, позволяет регулировать скорость с помощью относительно простых технических средств и схем управления. Для этого между сетью переменного тока со стандартным напряжением U1ном и статором электродвигателя включается **регулятор напряжения**.

При регулировании частоты вращения [асинхронного двигателя](http://electricalschool.info/maschiny/413-ustrojjstvo-i-princip-dejjstvija.html) изменением напряжения, подводимого к обмотке статора, критический момент Мкр асинхронного двигателя изменяется пропорционально квадрату подводимого к двигателю напряжения Uрет (рис. 3), а скольжение от Uрег не зависит.



Рис. 1. Механические характеристики асинхронного двигателя с фазным ротором при различных сопротивлениях резисторов, включенных в цепь ротора



Рис. 2. Схема регулирования скорости асинхронного двигателя путем изменения напряжения на статоре



Рис. 3. Механические характеристики асинхронного двигателя при изменении напряжения подводимого к обмоткам статора

Если момент сопротивления рабочей машины больше [пускового момента электродвигателя](http://electricalschool.info/spravochnik/maschiny/1925-puskovojj-moment-asinkhronnogo.html) (Мс > Мпуск), то двигатель не будет вращаться, поэтому необходимо запустить его при номинальном напряжении Uном или на холостом ходу.

Регулировать частоту вращения короткозамкнутых асинхронных двигателей таким способом можно только при вентиляторном характере нагрузки. Кроме того, должны использоваться специальные электродвигатели с повышенным скольжением. Диапазон регулирования небольшой, до nкр.

Для изменения напряжения применяют [трехфазные автотрансформаторы](http://electricalschool.info/main/osnovy/538-avtotransformatory.html) и тиристорные регуляторы напряжения.



Рис. 4. Схема замкнутой системы регулирования скорости тиристорный регулятор напряжения - асинхронный двигатель (ТРН - АД)

Замкнутая схема управления асинхронным двигателем, выполненным по схеме тиристорный регулятор напряжения - электродвигатель позволяет регулировать скорость асинхронного двигателя с повышенным скольжением (такие двигатели применяются в вентиляционных установках).

**Регулирование частоты вращения асинхронного двигателя изменением частоты питающего напряжения**

Так как частота вращения магнитного поля статора nо = 60f/р, то регулирование частоты вращения асинхронного двигателя можно производить изменением частоты питающего напряжения.

Принцип **частотного метода регулирования скорости асинхронного двигателя** заключается в том, что, изменяя частоту питающего напряжения, можно в соответствии с выражением при неизменном числе пар полюсов р изменять угловую скорость nо магнитного поля статора.

Этот способ обеспечивает плавное регулирование скорости в широком диапазоне, а механические характеристики обладают высокой жесткостью.

Для получения высоких энергетических показателей асинхронных двигателей (коэффициентов мощности, полезного действия, перегрузочной способности) необходимо одновременно с частотой изменять и подводимое напряжение. Закон изменения напряжения зависит от характера момента нагрузки Мс. При постоянном моменте нагрузки напряжение на статоре должно регулироваться пропорционально частоте.

Схема частотного электропривода приведена на рис. 5, а механические характеристики АД при частотном регулировании — на рис. 6.



Рис. 5. Схема частотного электропривода



Рис. 6. Механические характеристики асинхронного двигателя при частотном регулировании

С уменьшением частоты f критический момент несколько уменьшается в области малых частот вращения. Это объясняется возрастанием влияния активного сопротивления обмотки статора при одновременном снижении частоты и напряжения.

Частотное регулирование скорости асинхронного двигателя позволяет изменять частоту вращения в диапазоне (20 - 30) : 1. Частотный способ является наиболее перспективным для регулирования асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Потери мощности при таком регулировании невелики, поскольку минимальны потери скольжения.

Большинство современных **преобразователей частоты** построено по схеме двойного преобразования. Они состоят из следующих основных частей: звена постоянного тока (неуправляемого выпрямителя), силового импульсного инвертора и системы управления.

Звено постоянного тока состоит из неуправляемого выпрямителя и фильтра. Переменное напряжение питающей сети преобразуется в нем в напряжение постоянного тока.

Силовой трехфазный импульсный инвертор содержит шесть транзисторных ключей. Каждая обмотка электродвигателя подключается через соответствующий ключ к положительному и отрицательному выводам выпрямителя. Инвертор осуществляет преобразование выпрямленного напряжения в трехфазное переменное напряжение нужной частоты и амплитуды, которое прикладывается к обмоткам статора электродвигателя.

В выходных каскадах инвертора в качестве ключей используются силовые [IGBT-транзисторы](http://electricalschool.info/spravochnik/poleznoe/778-igbt-tranzistory.html). По сравнению с тиристорами они имеют более высокую частоту переключения, что позволяет вырабатывать выходной сигнал синусоидальной формы с минимальными искажениями. Регулирование выходной частоты Iвых и выходного напряжения осуществляется за счет высокочастотной [широтно-импульсной модуляции](http://electricalschool.info/electronica/1759-shirotno-impulsnaja-moduljacija.html).

**Регулирование частоты вращения асинхронного двигателя переключение числа пар полюсов**

Ступенчатое регулирование скорости можно осуществить, используя специальные [многоскоростные асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором](http://electricalschool.info/maschiny/355-skhemy-prisoedinenija-asinkhronnykh.html).

Из выражения nо = 60f/р следует, что при изменении числа пар полюсов р получаются механические характеристики с разной частотой вращения nо магнитного поля статора. Так как значение р определяется целыми числами, то переход от одной характеристики к другой в процессе регулирования носит ступенчатый характер.

Существует два способа изменения числа пар полюсов. В первом случае в пазы статора укладывают две обмотки с разным числом полюсов. При изменении скорости к сети подключается одна из обмоток. Во втором случае обмотку каждой фазы составляют из двух частей, которые соединяют параллельно или последовательно. При этом число пар полюсов изменяется в два раза.



Рис. 7. Схемы переключения обмоток асинхронного двигателя: а - с одинарной звезды на двойную; б - с треугольника на двойную звезду

Регулирование скорости путем изменения числа пар полюсов экономично, а механические характеристики сохраняют жесткость. Недостатком этого способа является ступенчатый характер изменения частоты вращения асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Выпускаются двухскоростные двигатели с числом полюсов 4/2, 8/4, 12/6. Четырехскоростной электродвигатель с полюсами 12/8/6/4 имеет две переключаемые обмотки.

**Преподаватель Лукашев Виктор Георгиевич**

**Электротехники. ГР 28 МЛ**

**30.05.2020г. Дата проставляется согласно расписания.**

**Промежуточная аттестация Дифференцированный зачет**

**Ответить письменно на вопросы: Решить задачу Вопрос №5**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№п/п** | **Ф.И.О. студента** | **Задание** |
| 1 | Абрамян В.А. | 1.Закон Ома для полной цепи.2.Условия работы электрической цепи.3.Последовательное и параллельное соединение сопротивлений.4. Трехфазная система переменного тока. Соединение звездой.5.За время работы электроприборов за сутки в квартире показания счетчика электрической энергии изменились с 42505 кВт·час до 42513 кВт·час. Сколько стоит потребленная электроэнергия при стоимости 1 кВт· часа 2 рубля? а) 21 рубль, б) 16рублей, в) 18 рублей. |
| 2 | АрутюнянД.А | 1.Электроизмерительные приборы.2.Устройство трансформатора.3.Электрическое поле и его свойства.4.Конденсаторы, их конструкция и соединение.5.Два проводника сопротивлением по 20 Ом каждый включены в цепь параллельно. К ним последовательно включено три проводника сопротивлением 40 Ом. Напряжение на концах участка равно 40 вольт. Найти силу тока в цепи |
| 3 | Бабинов А.О. | 1.Классификация электрических станций, принцип их работы.2.Проводимость, ее зависимость от сопротивления.3.В каких единицах измеряется напряжение.4Трехфазная система переменного тока. Соединение треугольником.5.Найти напряжение на выводах генератора постоянного тока, если ЭДС составляет240В, а ток якоря меняется и становится равным 40,80 и 120А. Сопротивление цепиякоря 0,075 Ом. |
| 4 | Бойченко Н.А. | 1.Постоянный ток. Направление тока.  2.Напряженность электрического поля. 3.Электромагнитные системы измерительных приборов.4. Фазные, линейные напряжения.5. Два проводника сопротивлением 15 Ом и 60 Ом включены в цепь параллельно.Напряжение на концах участка двух проводников равно 24 В. Найти силу тока в цепи. |
| 5 | Гандзюк Д.Э. | 1.Электрическая цепь и ее элементы.2.Приборы магнитноэлектрической системы.3.Назначение источников электрической энергии и потребителей.4.Устройство генератора постоянного тока, принцип его работы.5.Четыре проводника сопротивлением по 10 Ом каждый включены в цепь параллельно. К ним последовательно включены два проводника сопротивлением 40 Ом. Сила потребляемого тока 0,05 А Найти напряжение цепи |
| 6 | Голиков Д.В. | 1.Закон Ома для полной цепи.2.Устройство асинхронного электродвигателя.3.Проводимость. Её зависимость от сопротивления.4. Магнитные материалы и их основные характеристики.5.Три проводника сопротивлением по 20 Ом каждый включены в цепь параллельно. К ним последовательно включен два проводника сопротивлением 20 Ом. Найти общее сопротивление цепи. |
| 7 | Гончаров Н.С. | 1.Автотрансформатор.2.Переменный ток и его получение.3.Прибор для измерения тока. Схема его подключения.4. Принцип работы синхронного двигателя.5.С помощью какого элемента можно из переменного тока получать ток постоянный?Приведите электрическую схему устройства, которое позволяет это сделать. |
| 8 | Жерников А.С. | 1.Электроизмерительные приборы.2.Устройство трансформатора.3.Электрическое поле и его свойства.4.Конденсаторы, их конструкция и соединение.5.Два проводника сопротивлением по 20 Ом каждый включены в цепь параллельно. К ним последовательно включено три проводника сопротивлением 40 Ом. Напряжение на концах участка равно 40 вольт. Найти силу тока в цепи |
| 9 | Чертов М.С. | 1.Параллельное и последовательное соединение сопротивлений.2.Трехфазная система.3.Система сетей распределения электроэнергии.4. Химическое действие электрического тока.5.Два проводника сопротивлением 15 Ом и 60 Ом включены в цепь параллельно.Напряжение на концах участка двух проводников равно 24 В. Найти силу тока в цепи |
| 10 | Жук В.Вю | 1.Понятие силы тока?2.Измерительные трансформаторы, схема их соединения.3.Правила эксплуатации электроприборов.4. Устройство и принцип действия асинхронных двигателей. 5.Два проводника сопротивлением по 20 Ом каждый включены в цепь параллельно. К ним последовательно включен третий проводник сопротивлением 40 Ом. Напряжение на концах участка равно 10 вольт. Найти силу тока в цепи. |
| 11 | Жук Н.В. | 1.Электрическая цепь и ее элементы.2.Приборы магнитноэлектрической системы.3.Назначение источников электрической энергии и потребителей.4.Устройство генератора постоянного тока, принцип его работы.5.Четыре проводника сопротивлением по 10 Ом каждый включены в цепь параллельно. К ним последовательно включены два проводника сопротивлением 40 Ом. Сила потребляемого тока 0,05 А Найти напряжение цепи |
| 12 | Зленко Н.Р. | 1.Закон Кирхгофа.2.Типы электростанций.3.Электрическая ёмкость.4.Электрическая цепь, её элементы и условия работы?5.Найти напряжение на выводах генератора постоянного тока, если ЭДС составляет240В, а ток якоря меняется и становится равным 40,80 и 120А. Сопротивление цепиякоря 0,075 Ом. |
| 13 | Ибрагимов А.И. | 1.Устройство и принцип работы трансформатора.2.Закон Джоуля-Ленца.3.Единицы измерения сопротивления. 4.Прибор для измерения сопротивления, включения его в электрическую цепь.5.Пуск асинхронных двигателей в работу. С каким КПД работает двигатель, включенный в сеть напряжением 220В, еслиполезная мощность на его валу 4,2 кВт, а ток якоря 21 А? |
| 14 | Омельченко Л.И. | 1.Закон Ома для полной цепи.2.Условия работы электрической цепи.3.Последовательное и параллельное соединение сопротивлений.4. Трехфазная система переменного тока. Соединение звездой.5.За время работы электроприборов за сутки в квартире показания счетчика электрической энергии изменились с 42505 кВт·час до 42513 кВт·час. Сколько стоит потребленная электроэнергия при стоимости 1 кВт· часа 2 рубля? а) 21 рубль, б) 16рублей, в) 18 рублей. |
| 15 | Симонян С.С. | 1.Устройство и принцип работы трансформатора.2.Закон Джоуля-Ленца.3.Единицы измерения сопротивления. 4.Прибор для измерения сопротивления, включения его в электрическую цепь.5.Пуск асинхронных двигателей в работу. С каким КПД работает двигатель, включенный в сеть напряжением 220В, еслиполезная мощность на его валу 4,2 кВт, а ток якоря 21 А? |
| 16 | Скачко В.В. | 1.Постоянный ток. Направление тока.  2.Напряженность электрического поля. 3.Электромагнитные системы измерительных приборов.4. Фазные, линейные напряжения.5. Два проводника сопротивлением 15 Ом и 60 Ом включены в цепь параллельно.Напряжение на концах участка двух проводников равно 24 В. Найти силу тока в цепи. |
| 17 | Тагиев Д.В. | 1.Передача электроэнергии.2.Закон сохранения энергии3.Электроизоляционные материалы.4.Устройство кислотных аккумуляторов.5.Три проводника сопротивлением 15 Ом, 60 Ом и 30ОМ включены в цепь параллельно. Сила потребляемого тока 0,015АНайти напряжение цепи. |
| 18 | Федоров Д.Д. | 1.Классификация электрических станций, принцип их работы.2.Проводимость, ее зависимость от сопротивления.3.В каких единицах измеряется напряжение.4Трехфазная система переменного тока. Соединение треугольником.5.Найти напряжение на выводах генератора постоянного тока, если ЭДС составляет240В, а ток якоря меняется и становится равным 40,80 и 120А. Сопротивление цепиякоря 0,075 Ом. |
| 19 | Чолоян Д.Т. | 1.Электрический заряд. Единицы измерения заряда.2.Трехфазные трансформаторы.3.Синхронные машины переменного тока.4.Сопротивление проводников. Закон Джоуля-Ленца.5.С каким КПД работает двигатель, включенный в сеть напряжением 220В, еслиполезная мощность на его валу 4,2 кВт, а ток якоря 21 А? |
| 20 | Чебатарев Д.А. | 1.Закон Ома для полной цепи.2.Устройство асинхронного электродвигателя.3.Проводимость. Её зависимость от сопротивления.4. Магнитные материалы и их основные характеристики.5.Три проводника сопротивлением по 20 Ом каждый включены в цепь параллельно. К ним последовательно включен два проводника сопротивлением 20 Ом. Найти общее сопротивление цепи. |
| 21 | Черкашин К.А. | 1.Постоянный и переменный ток.2.Устройство и виды трансформаторов.3.Ассинхронные двигатели с фазным ротором.4.Электрический ток. Сила тока. Направление тока5.С каким КПД работает двигатель, включенный в сеть напряжением 220В, еслиполезная мощность на его валу 4,2 кВт, а ток якоря 21 А? |
| 22 | ГриценкоД.М. | 1.Передача электроэнергии.2.Закон сохранения энергии3.Электроизоляционные материалы.4.Устройство кислотных аккумуляторов.5.Три проводника сопротивлением 15 Ом, 60 Ом и 30ОМ включены в цепь параллельно. Сила потребляемого тока 0,015АНайти напряжение цепи |
| 23 | Юдин Е.Е. | 1.Переменный ток и его достоинства.2.Электрическое напряжение.3.Устройство асинхронного двигателя с кз ротором.4.Трехфазная система переменного тока. Соединение треугольником5.Два проводника сопротивлением 15 Ом и 60 Ом включены в цепь параллельно.Напряжение на концах участка двух проводников равно 24 В. Найти силу тока в цепи. |