

Дата **28.04.2023** г. Группа: ХКМ 2/1

Дисциплина: Электротехника и основы электроники

Специальность: 15.02.06 «Монтаж и техническая эксплуатация холодильно-компрессорных машин и установок (по отраслям)»

Тема занятия: Основы электропривода

Цель занятия:

- *методическая* - совершенствование методики проведения лекционного занятия;

- *учебная* – знать общие понятия об электроприводе;

- *воспитательная* – обучать учащихся соотносить полученные знания с наблюдаемыми явлениями.

Вид занятия: Вводная лекция

Межпредметные связи:

Обеспечивающие: Математика, физика

Обеспечиваемые: Техническая механика, инженерная графика, курсовое и дипломное проектирование

Рекомендуемая литература

Основная литература:

1. Б.И.Петленко. Электротехника и электроника. М.: «Академия», 2014.-319 с.

2. Ю.Г.Лапытин .В.Ф. Атарщиков. Контрольные материалы по электротехнике и электронике 2012

Дополнительная литература:

1. А.С.Касаткин.,М.В.Немцов. Электротехника.М. : Издательский центр «Академия», 2009 г..

2. Прошин В.М. Лабораторно-практические работы по электротехнике. (2-е-изд., стер.) Уч.пос.НПО. «Академия», 2009-2010.

<https://www.youtube.com/watch?v=O6H4Ve15igM> **Электропривод!!!**

<https://www.youtube.com/watch?v=hFFqIqDa53g> Что такое электропривод?

<https://www.youtube.com/watch?v=tGbENeV1Q9c> Виды и особенности электроприводов

Тема: Основы электропривода

1. Определение электропривода
2. Классификация электропривода
3. Механические характеристики электропривода

1. Определение электропривода

Электрический привод (сокращённо — электропривод, ЭП) — управляемая электромеханическая система, предназначенная для преобразования электрической энергии в механическую и обратно и управления этим процессом.

Современный электропривод — совокупность множества электромашин, аппаратов и систем управления ими. Он является основным потребителем электрической энергии (до 60 %) и главным источником механической энергии в промышленности.

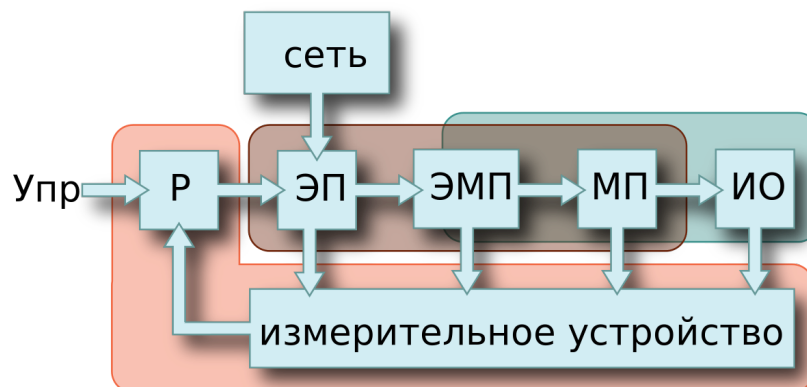


Рисунок 1 – Функциональные элементы электропривода

Функциональные элементы (рис.1):

- Регулятор (Р) предназначен для управления процессами, протекающими в электроприводе.
- Электрический преобразователь (ЭП) предназначен для преобразования электрической энергии сети в регулируемое напряжение постоянного или переменного тока.
- Электромеханический преобразователь (ЭМП) — двигатель, предназначен для преобразования электрической энергии в механическую
- Механический преобразователь (МП) может изменять скорость вращения двигателя.
- Упр — управляющее воздействие.
- ИО — исполнительный орган.

Функциональные части:

- Силовая часть или электропривод с разомкнутой системой регулирования.
- Механическая часть.
- Система управления электропривода.

Характеристики привода

Статические характеристики

Под статическими характеристиками чаще всего подразумеваются электромеханическая и механическая характеристика.

Механическая характеристика

Механическая характеристика — это зависимость угловой скорости вращения вала от электромагнитного момента M (или от момента сопротивления M_c). Механические характеристики являются очень удобным и полезным инструментом при анализе статических и динамических режимов электропривода.

Электромеханическая характеристика двигателя

Электромеханическая характеристика — это зависимость угловой скорости вращения вала ω от тока I .

Динамическая характеристика

Динамическая характеристика электропривода — это зависимость между мгновенными значениями двух координат электропривода для одного и того же момента времени переходного режима работы.

2. Классификация электропривода

По количеству и связи исполнительных, рабочих органов:

- Индивидуальный, в котором рабочий исполнительный орган приводится в движение одним самостоятельным двигателем, приводом.
- Групповой, в котором один двигатель приводит в действие исполнительные органы РМ или несколько органов одной РМ.
- Взаимосвязанный, в котором два или несколько ЭМП или ЭП электрически или механически связаны между собой с целью поддержания заданного соотношения или равенства скоростей, или нагрузок, или положения исполнительных органов РМ.
- Многодвигательный, в котором взаимосвязанные ЭП, ЭМП обеспечивают работу сложного механизма или работу на общий вал.

- Электрический вал, взаимосвязанный ЭП, в котором для постоянства скоростей РМ, не имеющих механических связей, используется электрическая связь двух или нескольких ЭМП.

По типу управления и задаче управления:

- Автоматизированный ЭП, управляемый путём автоматического регулирования параметров и величин.
- Программно-управляемый ЭП, функционирующий через посредство специализированной управляющей вычислительной машины в соответствии с заданной программой.
- Следящий ЭП, автоматически отрабатывающий перемещение исполнительного органа РМ с заданной точностью в соответствии с произвольно меняющимся сигналом управления.
- Позиционный ЭП, автоматически регулирующий положение исполнительного органа РМ.
- Адаптивный ЭП, автоматически избирающий структуру или параметры устройства управления с целью установления оптимального режима работы.

По характеру движения:

- ЭП со вращательным движением.
- Линейный ЭП с линейными двигателями.
- Дискретный ЭП с ЭМП, подвижные части которого в установившемся режиме находятся в состоянии дискретного движения.

По наличию и характеру передаточного устройства:

- Редукторный ЭП с редуктором или мультипликатором.
- Электрогидравлический с передаточным гидравлическим устройством.
- Магнитогидродинамический ЭП с преобразованием электрической энергии в энергию движения токопроводящей жидкости.

По роду тока:

- Переменного тока.
- Постоянного тока.

По степени важности выполняемых операций:

- Главный ЭП, обеспечивающий главное движение или главную операцию (в многодвигательных ЭП).
- Вспомогательный ЭП.
- Привод передач.

Автоматизированные электроприводы подразделяются ещё на две подгруппы — **разомкнутые и замкнутые**. Работа разомкнутого привода заключается в том, что все внешние возмущения (для электрических

приводов самым характерным из них является момент нагрузки) оказывают влияние на выходную переменную электрического привода, как пример - на его скорость. Иными словами, разомкнутый электрический привод не изолирован от влияния внешних возмущений, все изменения которых отражаются на его рабочих показателях. В разомкнутом приводе по этой причине не может обеспечиться высокий уровень качества регулирования переменных, хотя данный привод отличается простой схемой.

Основным отличием *замкнутых* электрических приводов является их общее или локальное удаление воздействий внешних возмущений на управляемую переменную электрического привода. В качестве примера можно привести тот факт что, скорость таких электрических приводов может оставаться практически неизменной при возможных колебаниях момента нагрузки. В силу этого обстоятельства замкнутый привод обеспечивает более качественное управление движением исполнительных органов, хотя его схемы являются более сложными и требуют, зачастую, применения силовых преобразователей энергии.



Рисунок 2 - Классификация электроприводов по степени их автоматизации рабочих машин и механизмов и качеству выполняемых операций

3. Механические характеристики электропривода

Выбор электропривода определяется требованиями рабочей машины. Электропривод должен обеспечить выполнение рабочей машиной заданной технологии при всех возможных режимах: пуска, приема и сброса нагрузки, торможения, изменения скорости, постоянной нагрузки. Характер протекания этих режимов в первую очередь определяется **механическими свойствами двигателя и рабочей машины**. Одним из основных критериев оценки механических свойств как двигателя, так и рабочей машины служат их механические характеристики.

Механические характеристики электродвигателей

Механической характеристикой электродвигателя называется зависимость скорости вращения вала от развиваемого двигателем

момента $\omega = \varphi(M_d)$ или $n = f(M_d)$, где ω - угловая скорость вращения вала, рад/с, n - скорость вращения вала, об/мин.

Механическая характеристика двигателя называется **естественной**, если зависимость $n = f(M)$ получена при номинальных параметрах питающей сети, нормальной схеме включения и без добавочных сопротивлений в цепи двигателя.

При наличии добавочных сопротивлений или питания двигателя от сети с напряжением или частотой, отличными от номинальных, механические характеристики двигателя будут называться **искусственными**. Очевидно, что искусственных характеристик двигатель имеет бесчисленное множество, а естественную - только одну.

Большинство электродвигателей под нагрузкой при увеличении момента снижает скорость вращения. Характеристику в этом случае называют **падающей**. Степень изменения скорости двигателя при изменении момента оценивают так называемой **жесткостью механической характеристики**, которую определяют отношением $\alpha = \Delta M / \Delta \omega$ или $\alpha = \Delta M / \Delta n$

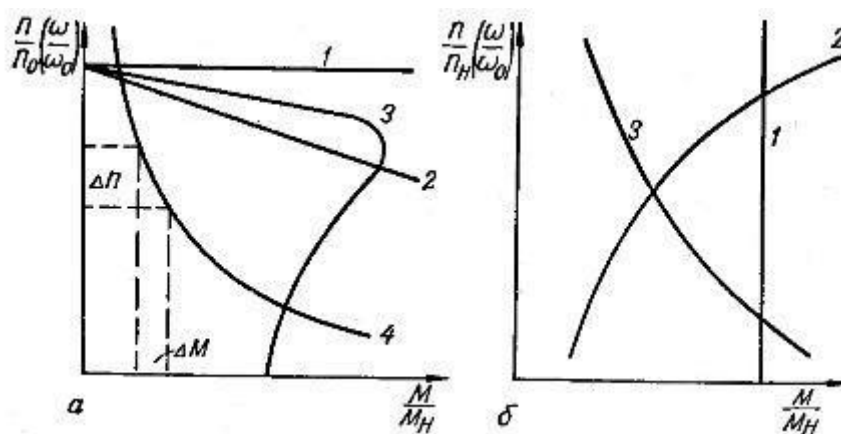


Рисунок 3 - Различные виды механических характеристик:
а - электродвигателей, б - производственных машин

Величины изменения момента и падения скорости при определении жесткости берут обычно в относительных единицах. Это дает возможность сравнивать характеристики двигателей различного вида.

В зависимости от степени жесткости все механические характеристики двигателей подразделяют на следующие группы.

1. **Абсолютно жесткие характеристики** с величиной жесткости $\alpha = \infty$. Такие механические характеристики (кривая 1, рис. 3, а) со строго постоянной скоростью вращения имеют синхронные двигатели.

2. **Жесткие характеристики** со сравнительно небольшим падением скорости при увеличении момента и $\alpha = 40 - 10$. К этой группе относятся естественные характеристики двигателей постоянного тока с независимым

возбуждением (кривая 2) и характеристики асинхронных двигателей в пределах линейного участка (кривая 3).

3. Мягкие механические характеристики с большим относительным падением скорости при увеличении момента и с жесткостью до $\alpha = 10$. Такие характеристики имеют двигатели постоянного тока с последовательным возбуждением (кривая 4), двигатели с независимым возбуждением с большим сопротивлением в цепи якоря и асинхронные двигатели с добавочными сопротивлениями в цепи ротора.

При работе электропривода для преодоления сопротивления рабочей машины двигатель должен развивать определенный момент. Поэтому при выборе двигателя необходимо выявить прежде всего соответствие характеристик двигателя и рабочей машины.

Механические характеристики рабочих машин

Механической характеристикой рабочей машины называют зависимость момента статических сопротивлений машины от скорости вращения приводного вала. Эту зависимость для удобства совместного построения выражают обычно так же, как и характеристику двигателя, в виде $\omega = f(M_c)$ или $n = f(M_c)$.

Момент статических сопротивлений M_c , или сокращенно статический момент, представляет собой момент сопротивления, создаваемый машиной на приводном валу в статическом (установившемся) режиме, когда скорость не изменяется.

Механическую характеристику машины можно получить опытным путем или расчетом, если известно распределение статических усилий или моментов по элементам кинематической схемы. Статические моменты машин могут зависеть не только от скорости, но и от других величин, поэтому при практических расчетах электроприводов необходимо рассматривать каждый случай в отдельности.

Статические моменты различных рабочих машин по характеру зависимости их от скорости (механические характеристики) подразделяют на группы. Наиболее часто встречающиеся на практике из них следующие.

1. Статический момент мало зависит или практически не зависит от скорости (кривая 1, рис. 3, б). Такие характеристики имеют подъемные механизмы, краны, лебедки, тельферы, а также ленточные транспортеры при постоянной нагрузке.

2. Статический момент машины возрастает пропорционально квадрату скорости (кривая 2). Эту характеристику, типичную для осевых вентиляторов, называют **вентиляторной характеристикой** и аналитически представляют в виде формулы: $M_c = M_0 + kn^2$, где M_0 - начальный статический момент, обусловленный чаще всего силами трения, которые обычно не зависят от скорости, k - опытный коэффициент. Кроме вентиляторов, вентиляторными характеристиками обладают центробежные и вихревые насосы, сепараторы, центрифуги, гребные винты, турбокомпрессоры и барабаны молотилок на холостом ходу.

3. Статический момент уменьшается при увеличении скорости (кривая 3). К этой группе относятся характеристики некоторых транспортных механизмов и некоторых металлорежущих станков.

4. Статический момент изменяется от скорости неоднозначно, с резким переходом, обусловленным особенностью технологического процесса. Характеристики этой группы имеют машины, работающие с частыми большими перегрузками, которые иногда приводят к полной остановке. Например, механизм черпания одноковшового экскаватора, скребковый транспортер, работающий под завалом транспортируемой массы, дробилки и другие машины.

Кроме перечисленных, на практике встречаются и другие виды механических характеристик машин, например поршневых насосов и компрессоров, статические моменты которых зависят от пути.

Контрольные вопросы

1. Что такое электропривод?
2. Перечислить основные механические характеристики электропривода
3. Классификация электроприводов по роду тока

Задание для самостоятельной работы:

1. Посмотреть видео
 2. Краткий конспект лекции.
 3. Ответить на контрольные вопросы в письменном виде
 4. Фотографию выполненной лабораторной работы прислать в личном сообщении ВК <https://vk.com/id139705283>
- На фотографии вверху должна быть фамилия, дата выдачи задания, группа, дисциплина. Например: «Иванов И.И, 28.04.2023, группа ХКМ 2/1, Электротехника и основы электроники»