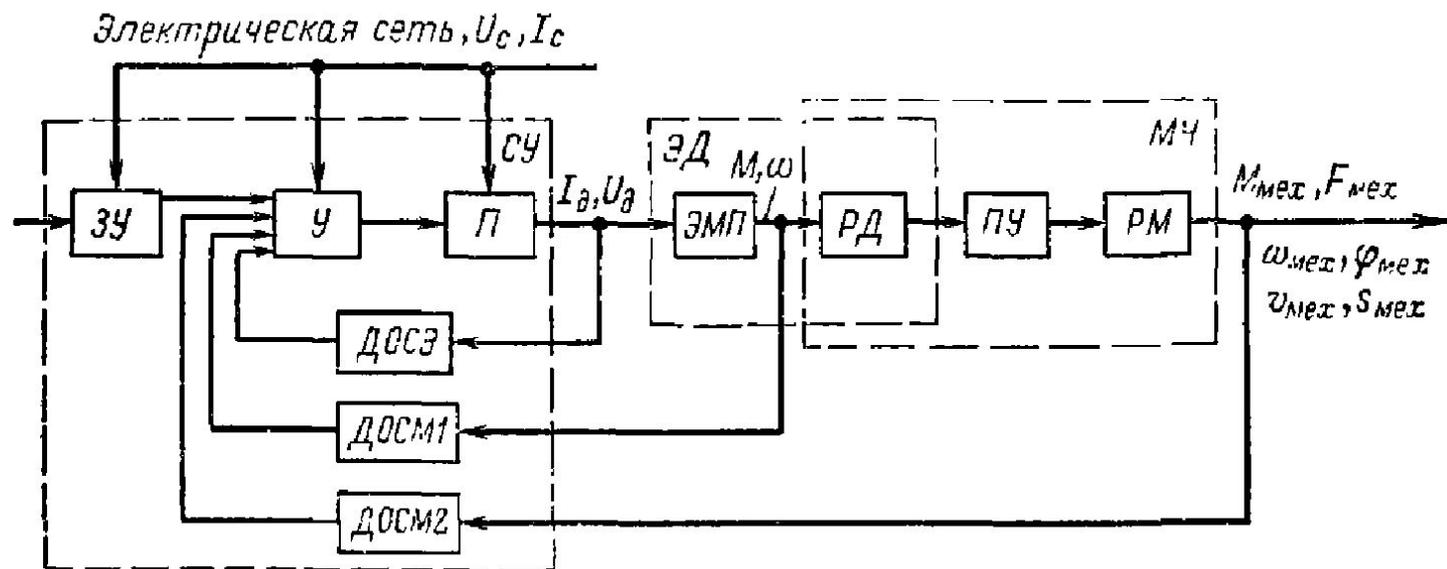


Электропривод

Проверка домашнего задания урока № 1

1. Определение электропривода и его структурная схема



Электропривод

Урок № 2

Тема: Виды нагрузок в системе электропривода

Электропривод

Виды нагрузок в системе электропривода

План

1. Механические характеристики производственных механизмов.
2. Механические характеристики электродвигателей.
3. Приведение статических моментов и моментов инерции к одному валу.
4. Решение задач.
5. Домашнее задание.

Электропривод

1. Механические характеристики производственных механизмов

Зависимость между приведенными к валу двигателя скоростью и моментом сопротивления механизмов $\omega = f(M_c)$ называют механической характеристикой производственного механизма.

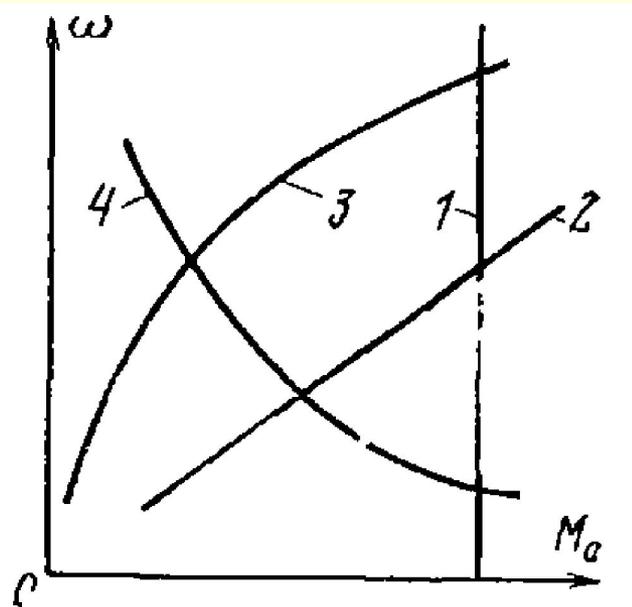
Различные производственные механизмы обладают различными механическими характеристиками. Однако, множество механических характеристик рабочих машин можно получить соотношением (формулой Бланка):

$$M_c = M_o + (M_{c,ном} - M_o)(\omega / \omega_{ном})^x$$

Приведенная формула позволяет классифицировать механические характеристики производственных механизмов на четыре группы.

1. Не зависящая от скорости механическая характеристика. При этом $x = 0$ и момент сопротивления не зависит от скорости.

Такой характеристикой обладают: подъемные краны, лебедки, лифты, поршневые насосы, конвейеры ленточные, механизмы подачи станков.



Электропривод

1. Механические характеристики производственных механизмов

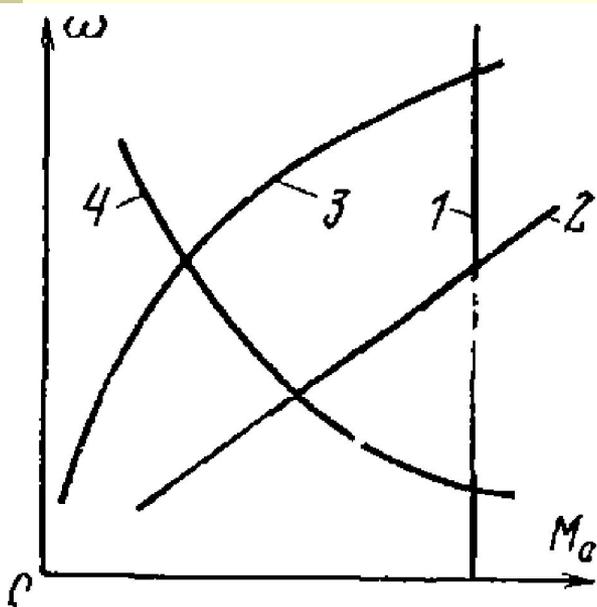
2. Линейно - возрастающая механическая характеристика. В этом случае $x = 1$ и момент сопротивления линейно зависит от скорости – увеличивается при ее возрастании.

Такой характеристикой обладает установка с генератором постоянного тока независимого возбуждения при постоянном сопротивлении.

3. Нелинейно – возрастающая механическая характеристика. Для такой

характеристики $x = 2$, момент сопротивления зависит от квадрата скорости. Она еще называется вентиляторной. Ею обладают центробежные вентиляторы и центробежные насосы.

4. Нелинейно – спадающая механическая характеристика. $x = -1$ – момент сопротивления изменяется обратно – пропорционально скорости, а мощность, потребляемая механизмом, остается постоянной. Такой характеристикой обладают главные приводы токарных, фрезерных, сверл. станков.

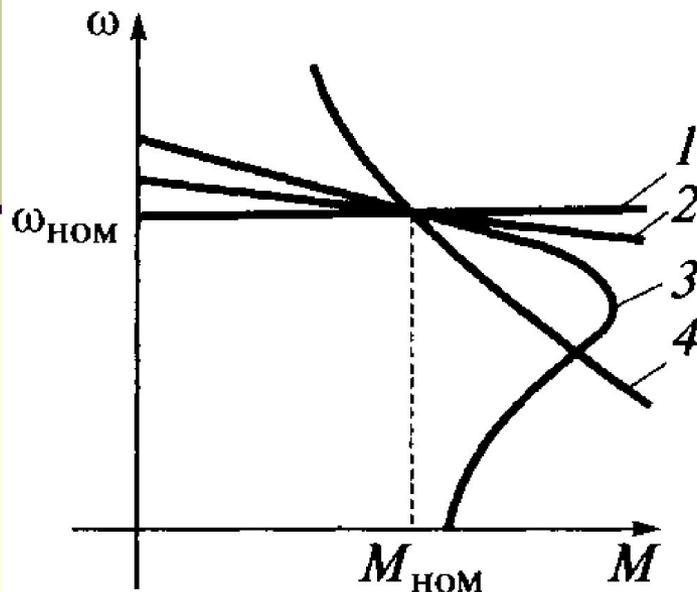


Электропривод

2. Механические характеристики электродвигателей

Механической характеристикой электродвигателя называется зависимость его угловой скорости от момента на валу $\omega = f(M)$.

Различают механические характеристики электродвигателя естественные и искусственные. У каждого электродвигателя естественная характеристика только одна, которая соответствует номинальному напряжению при отсутствии внешних резисторов в цепях его обмоток. Искусственных механических характеристик у электродвигателя множество.



Естественные характеристики электродвигателя следующие:

- 1 – синхронный двигатель,
- 2 – двигатель постоянного тока независимого возбуждения,
- 3 – асинхронный двигатель,
- 4 – двигатель постоянного тока с последовательным возбуждением.

Электропривод

2. Механические характеристики электродвигателей

Почти все электродвигатели обладают тем свойством, что их механические характеристики имеют спадающий вид.

Основные отличия в характеристиках заключаются в степени изменения скорости с изменением момента и характеризуются жесткостью.

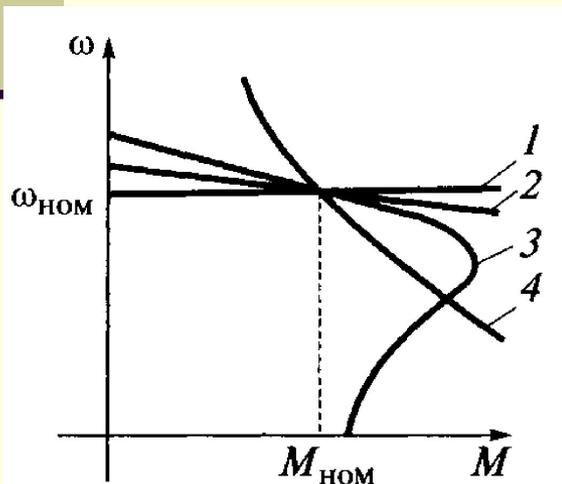
Жесткость характеристики (β) – это отношение разности моментов, развиваемых электродвигателем к соответствующей разности угловых скоростей

$\beta = (M_2 - M_1) / (\omega_2 - \omega_1) = \Delta M / \Delta \omega$. На рабочих участках механические характеристики двигателей имеют отрицательную

жесткость ($\beta < 0$).

Линейные механические характеристики обладают постоянной жесткостью.

В случае нелинейности характеристик их жесткость не постоянна и определяется в каждой точке как производная момента по угловой скорости $\beta = dM / d\omega$.



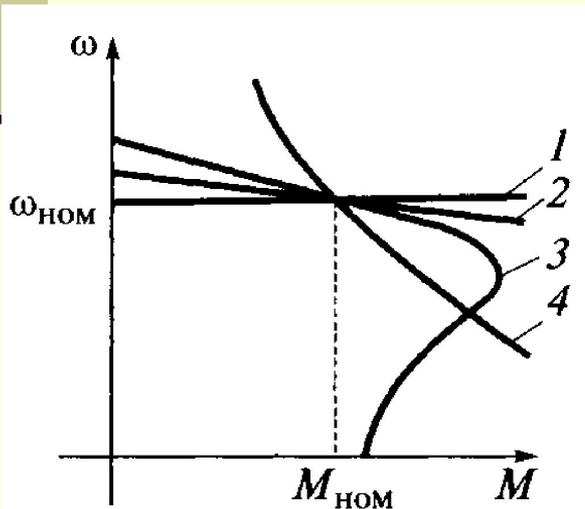
Электропривод

2. Механические характеристики электродвигателей

Понятие жесткости применяется и к механическим характеристикам производственных механизмов $\beta_c = dM_c / d\omega$.

Механические характеристики двигателей подразделяются на четыре группы:

1. Абсолютно жесткая характеристика ($\beta = \infty$) – синхронный двигатель.
2. Жесткая механическая характеристика ($\beta \rightarrow \infty$) – двигатель постоянного тока независимого возбуждения и асинхронные двигатели на рабочем участке механической характеристики.



3. Мягкая механическая характеристика ($\beta \rightarrow 0$) – двигатель постоянного тока последовательного возбуждения.
4. Абсолютно мягкая характеристика ($\beta = 0$) – асинхронные двигатели при критическом скольжении.

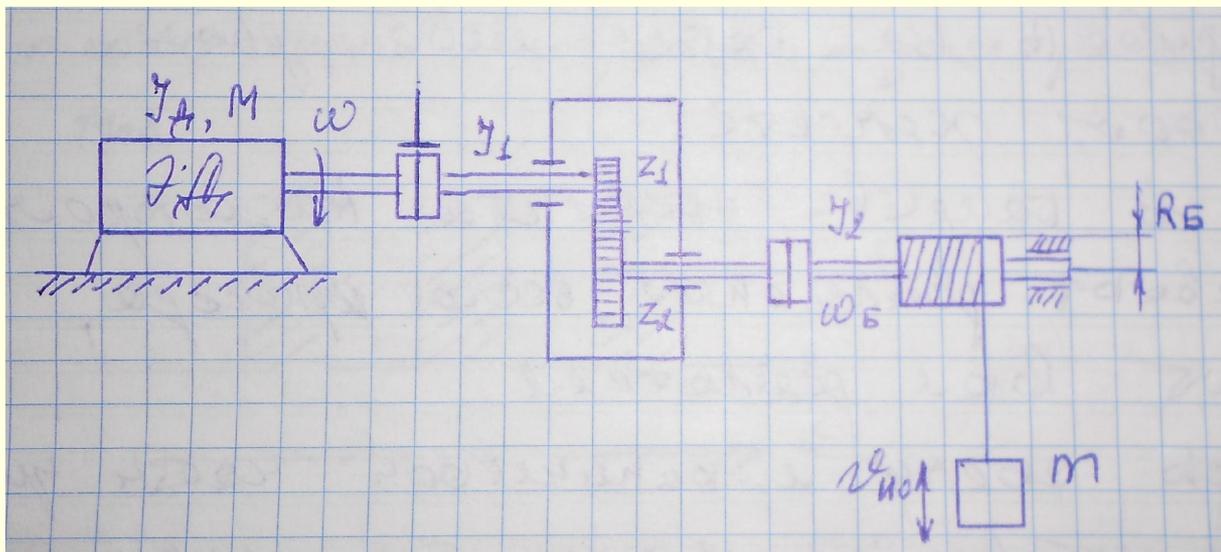
Электропривод

3. Приведение статических моментов и моментов инерции к одному валу

В большинстве случаев электродвигатель приводит в действие рабочий механизм через систему передач, отдельные элементы которой движутся с разными скоростями.

Механическая часть электропривода может представлять собой сложную кинематическую схему.

Совокупность всех элементов, которые участвуют в движении электропривода, называют кинематической схемой.



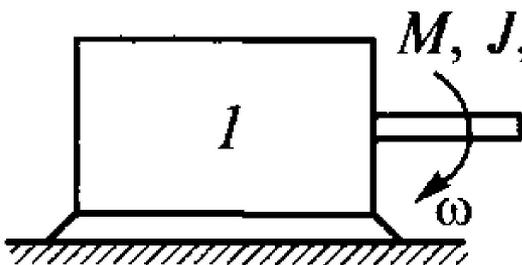
Электропривод

3. Приведение статических моментов и моментов инерции к одному валу

Каждый из элементов кинематической схемы обладает упругостью, т.е. может деформироваться под нагрузкой, в соединительных элементах есть воздушные зазоры. Если учитывать все эти факторы, то расчетная схема механической части привода будет представлена многомассовой механической системой с упругими связями и зазорами, расчет динамики которой представляет большие трудности и возможен только посредством ЭВМ.

В практических случаях, не требующих большой точности, можно пренебречь зазорами и упругостью и принять механические связи абсолютно жесткими. При таком допущении движение одного элемента дает полную информацию о движении всех элементов (т.к. передаточные числа известны).

Обычно в качестве элемента, на котором рассматривают движение всего двигателя.



Тогда расчетную схему механической части привода можно представить одним обобщенным жестким механическим звеном.

Электропривод

3. Приведение статических моментов и моментов инерции к одному валу

На приведенных схемах момент инерции эквивалентной массы

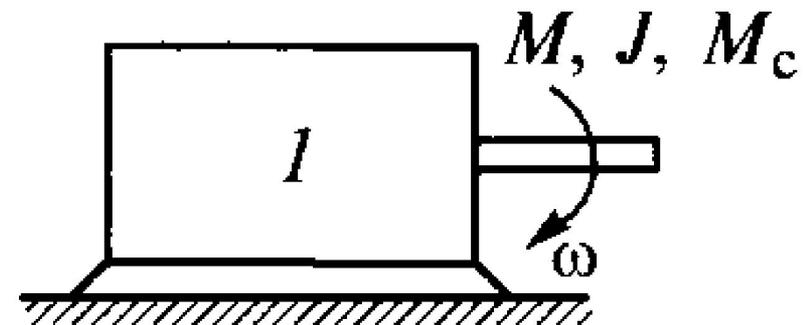
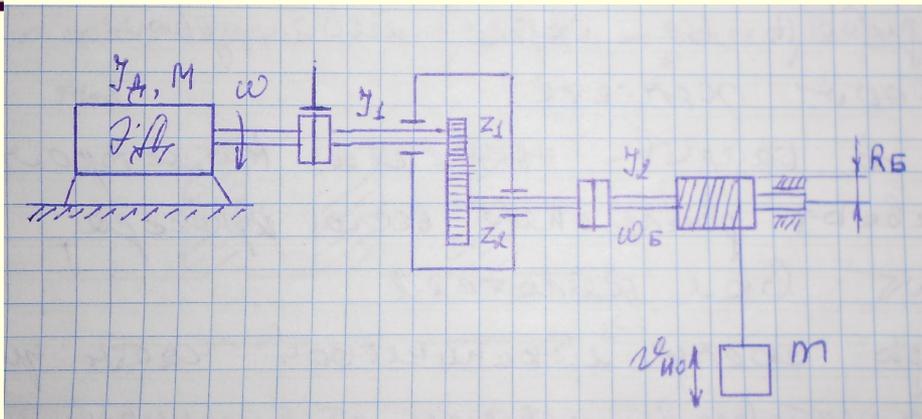
$$J = J_D + J_1 + \frac{J_2}{i^2} + m\rho^2 \quad i = \frac{z_2}{z_1} \quad \rho = \frac{R_B}{i}$$

Электромагнитный момент двигателя – M .

Суммарный, приведенный к валу двигателя момент сопротивления (статический момент), включающий все механические потери в системе, в том числе механические потери в двигателе

$M_c = M_{c.p.m} / (i \cdot \eta_p)$, $M_c = F_{ио} \cdot \rho / \eta_p$, где $i = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3$ – передаточное число сист.

$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3$ КПД системы



Электропривод

3. Приведение статических моментов и моментов инерции к одному валу

При спуске груза его уменьшающаяся энергия передается к двигателю, частично расходуясь на преодоление потерь в кинематической схеме. В силу этого к двигателю поступает меньшее количество энергии и формулы для расчета момента сопротивления принимают следующий вид:

$M_c = F_{ио} \cdot r \cdot \eta$ - для случая, когда задано усилие, развиваемое исполнительным органом,

$M_c = M_{ио} \cdot \eta / i$ – при вращательном движении.

Приведенный момент сопротивления M_c также называют статическим моментом или моментом нагрузки.

Момент двигателя M и момент сопротивления M_c могут иметь как положительные, так и отрицательные знаки

$$\pm M \pm M_c = J \cdot d\omega / dt.$$

Правило, по которому определяются эти знаки, следующее: если направление действия момента совпадает с направлением скорости, то такой момент считается положительным и наоборот. Левая часть уравнения в теории электропривода получила название динамического момента $M_{дин} = M - M_c$.

Электропривод

4. Решение задач

Задача

Исходные данные:

момент инерции двигателя

$$J_d = 0,1 \text{ кг}\cdot\text{м}^2;$$

момент инерции муфты 3 и шестерни 5

$$J_1 = 0,02 \text{ кг}\cdot\text{м}^2;$$

момент инерции шестерни 6, муфты 7 и барабана 8

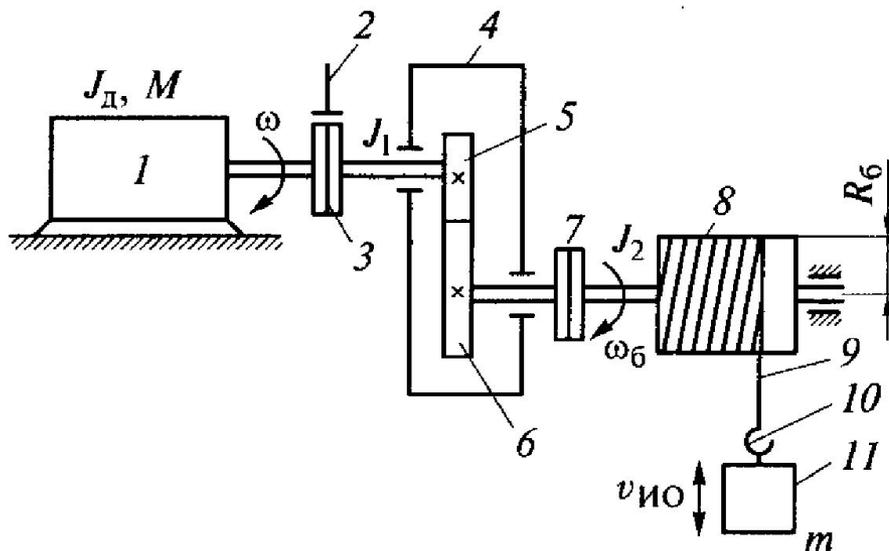
$$J_2 = 2,0 \text{ кг}\cdot\text{м}^2;$$

масса груза

$$m = 1000 \text{ кг};$$

радиус барабана лебедки

$$R_B = 0,15 \text{ м};$$



число зубцов шестерен $z_1 = 14, z_2 = 86;$

КПД редуктора $\eta_p = 0,97;$

КПД барабана лебедки $\eta_B = 0,96.$

Электропривод

4. Решение задач

Требуется:

Определить приведенные к валу электродвигателя момент инерции J и момент сопротивления M_c для приведенной схемы.

Операции приведения выполнить для случая подъема груза.

Решение.

1. Определяем передаточное число редуктора

$$i = z_2/z_1 = 86/14 = 6,14.$$

2. Определяем радиус приведения кинематической схемы

$$\rho = R_B / i = 0,15/6,14 = 0,025 \text{ м.}$$

3. Определяем приведенный момент инерции

$$J = J_d + J_1 + J_2 / i^2 + m\rho^2 = 0,1 + 0,02 + 2/6,14^2 + 1000 \cdot 0,025^2 = 0,8 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

4. Определяем момент сопротивления, приведенный к валу двигателя

$$M_c = m \cdot g \cdot \rho / (\eta_p \cdot \eta_B) = 1000 \cdot 9,81 \cdot 0,025 / (0,97 \cdot 0,96) = 263 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Электропривод

5. Домашнее задание

Л1, с. 14 – 21

Задача

Для рассмотренной задачи определить J и M_c в случае спуска груза, приняв те же значения параметров и КПД кинематической схемы.