



СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**Кафедра «ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ И
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ»**

Дисциплина:

«Автоматизированный электрический привод»

Лекция № 2:

**МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ И
ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ**

Доцент кафедры к. т. н.

ГОРПИНЧЕНКО Александр Владимирович

1. Механические характеристики исполнительных механизмов (ИМ).
2. Классификация механических характеристик электродвигателей (ЭД).
3. Понятие о статической устойчивости работы электропривода.

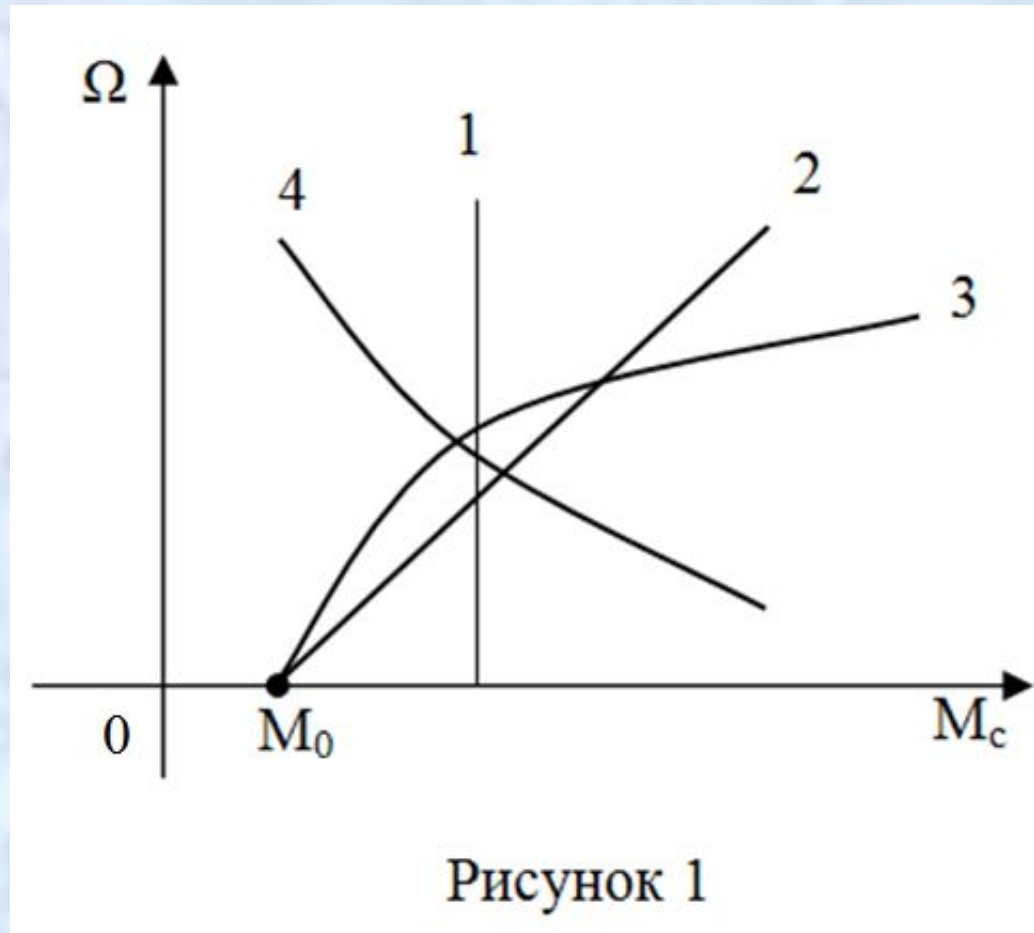
ЛИТЕРАТУРА

М.Г.Чиликин, А.С.Сандлер
«Общий курс электропривода», стр. 32...38.

1. Механические характеристики исполнительных механизмов.

2

Функциональная зависимость между статическим моментом (моментом сопротивления) и угловой скоростью называется в ЭП **механической характеристикой исполнительного механизма**: $M_c = f(\Omega)$.



Статические моменты исполнительных механизмов делятся на 2 класса:

1. Моменты, не зависящие от параметров движения: $M_c = \text{const}$ (для грузоподъемных механизмов и для поршневых насосов, работающих на постоянное противодействие).

2. Моменты, зависящие от скорости: $M_c = f(\Omega)$

Для многих механизмов эта зависимость в общем случае выражается эмпирическим уравнением:

$$M_c = M_0 + (M_{c.H} - M_0) \left(\frac{\Omega}{\Omega_H} \right)^x,$$

где: M_c – момент сопротивления производственного механизма при скорости Ω

M_0 – начальный статический момент, обусловленный трением,

$M_{c.H}$ – момент сопротивления при номинальной скорости Ω_H ,

x – показатель степени, определяющий характер зависимости $(-1 \leq x \leq 2)$.

При $x=1$, механическая характеристика **линейно-возрастающая** (прямая 2 на рис. 1), момент сопротивления линейно зависит от скорости Ω , увеличиваясь с ее возрастанием.

$$\Omega \uparrow \rightarrow E \uparrow \rightarrow I \uparrow \rightarrow M_{\text{эм}} \uparrow = M_c \uparrow$$

При $x=2$ механическая характеристика **нелинейно-возрастающая** (параболическая) (кривая 3 на рис. 1).

При $x = -1$ механическая характеристика **нелинейно – спадающая** (кривая 4 на рис.1).

Момент сопротивления M_c изменяется обратно пропорционально скорости, а мощность, потребляемая механизмом, остается постоянной $P_{\text{max}} = \text{const}$.

$$[P_{\text{max}} = M \uparrow \Omega \downarrow]$$

2. Классификация механических характеристик электродвигателей

5

Механической характеристикой ЭД называется зависимость угловой скорости двигателя от создаваемого им электромагнитного момента:

$$\Omega = f(M) \text{ или } n = f(M)$$

Различают статические МХ и динамические МХ

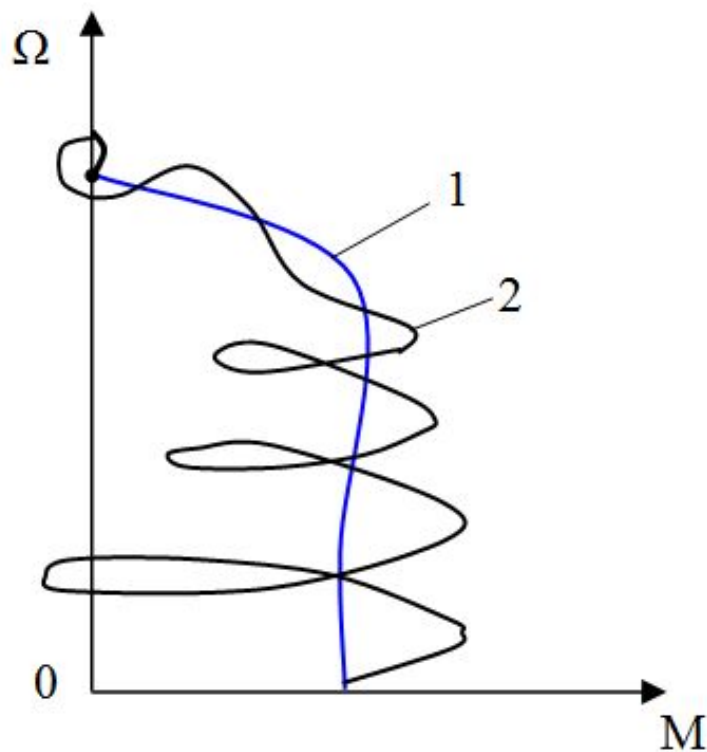
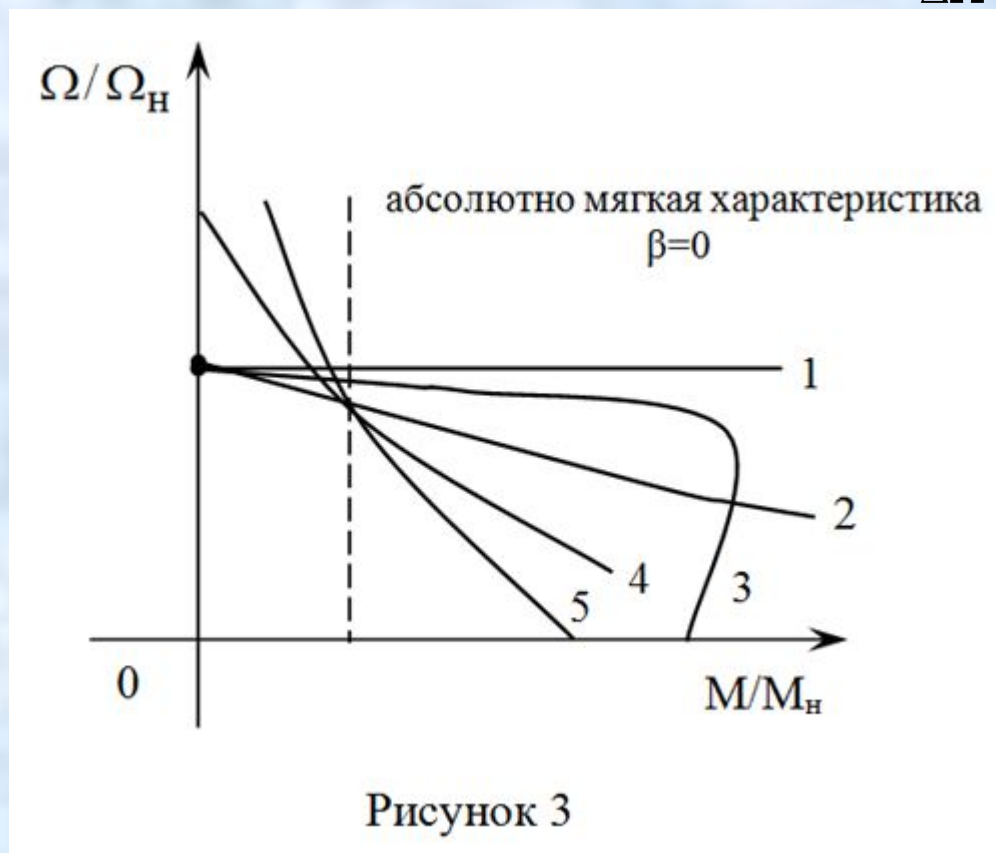


Рисунок 2.

В зависимости от того как электродвигатели изменяют свою скорость с изменением нагрузки различают:

- 1) абсолютно жесткие МХ;
- 2) жесткие МХ;
- 3) мягкие МХ.

Степень жесткости характеристики определяется как производная от момента по скорости $\beta = \frac{dM}{d\Omega}$ или в приращении $\beta = \frac{\Delta M}{\Delta \Omega}$



Абсолютно жесткая характеристика, для которой $\Omega = \text{const}$, $\beta = \infty$.

Такую характеристику имеют синхронные электродвигатели (график 1 на рис.3).

Жесткая характеристика, для которой Ω с ростом M падает незначительно $|\beta| \geq 10 \div 40$.

На таких характеристиках работают ЭД постоянного тока с независимым и параллельным возбуждением (график 2 на рис.3) и асинхронные двигатели в пределах допустимых нагрузок (график 3 на рис.3).

Мягкая характеристика для которой $|\beta| < 10$. К таким характеристикам относятся характеристики ЭД постоянного тока со смешанным (график 4 на рис. 3) и последовательным возбуждением (график 5 на рис. 3).

Крайний случай мягкой характеристики это когда при $\Omega = \text{var}$ $M_c = \text{const}$ и $\beta = 0$.

Работе ЭД и ИМ в установившемся режиме соответствует равновесие момента сопротивления механизма и вращающего момента двигателя при определенной скорости, т. е. $M = M_c$.

Изменение момента сопротивления на валу двигателя приводит к тому, что скорость двигателя и момент, который он развивает, могут автоматически изменяться и привод будет продолжать устойчиво работать при другой скорости с новым значением момента.

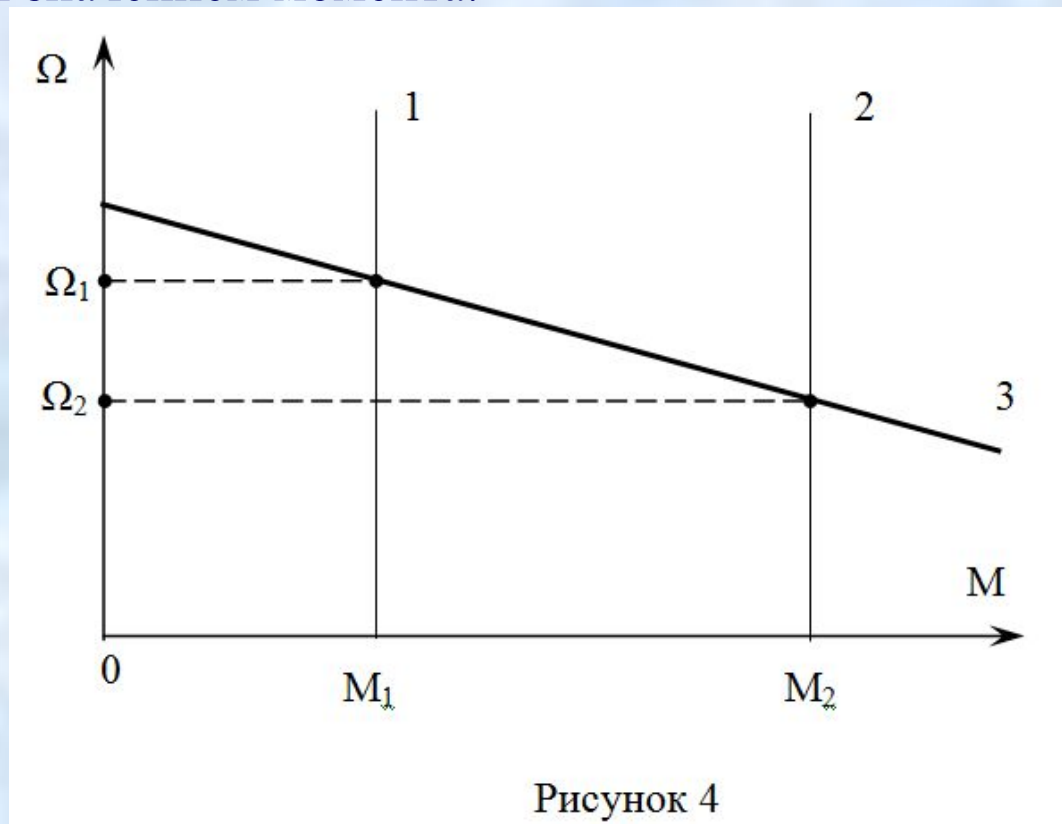


Рисунок 4

Под **статической устойчивостью** понимается такое состояние установившегося режима работы привода, когда при случайно возникшем отклонении скорости от установившегося значения привод возвратится в точку установившегося режима.

При **неустойчивом** движении любое, даже самое малое, отклонение скорости от установившегося значения приводит к изменению состояния привода — он не возвращается в точку установившегося режима.

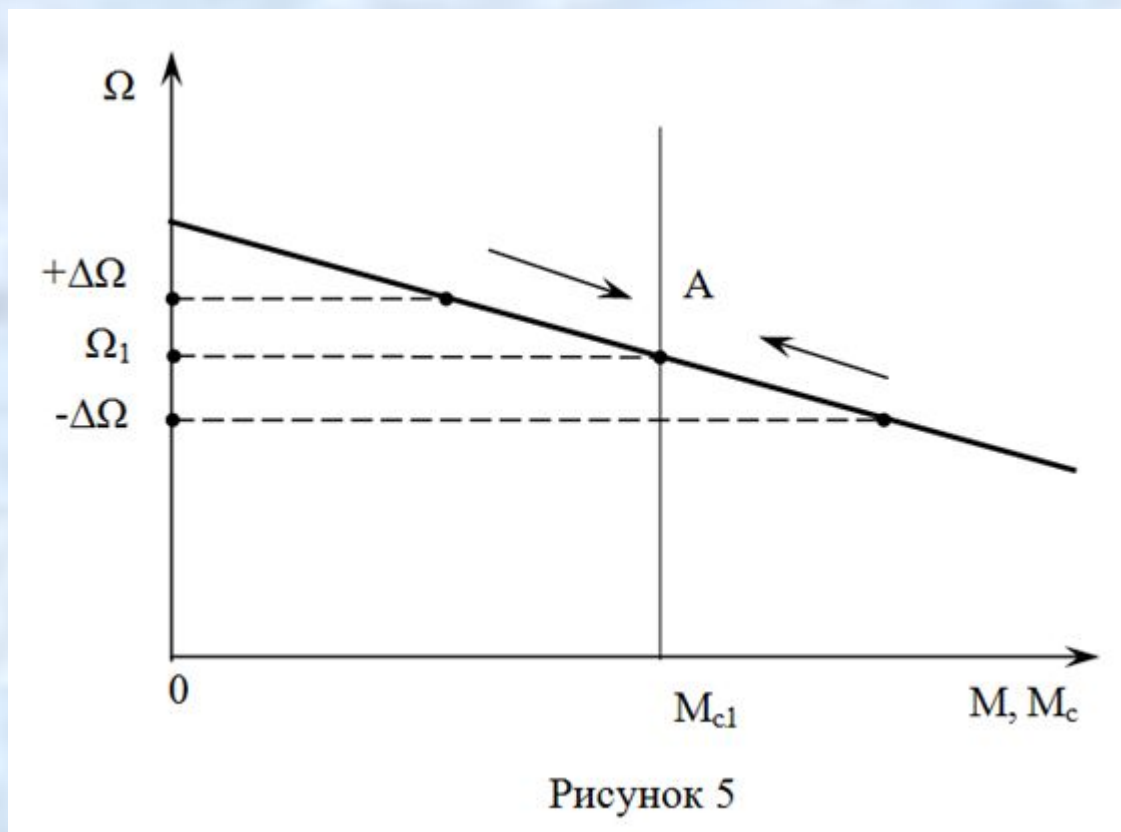


Рисунок 5

ЭД при моменте сопротивления $M_c = M_{c1} = \text{const}$ работает в установленном режиме со скоростью Ω_1 в точке А. Режим точки А характеризуется $M = M_{c1}$.

1
0

Выведем систему из равновесия.

1. Дадим (+) $\Delta\Omega$ тогда $M_c > M$ и $M - M_c < 0$ и ЭД тормозится до $\Omega = \Omega_1$, т.е. система возвращается в исходное состояние.

2. Дадим (-) $\Delta\Omega$, тогда $M > M_c$ и $M - M_c > 0$ и ЭД разгоняется до $\Omega = \Omega_1$, т.е. система возвращается в исходное состояние.

Следовательно, работа ЭП – устойчива.

Если рассмотреть геометрические соотношения при анализе взаимного расположения характеристик, то условием статической устойчивости ЭП будет факт выполнения неравенства $\frac{dM}{d\Omega} - \frac{dM_c}{d\Omega} < 0$,

так называемый, критерий статической устойчивости системы ЭП $\frac{\Delta M}{\Delta\Omega} - \frac{dM_c}{d\Omega} < 0$, или $\beta - \beta_c < 0$.

Пример устойчивой и неустойчивой работы ЭП рассмотрим при работе АД на нагрузку с $M_c = \text{const}$.

В точке N: $\beta = \frac{-A}{B} < 0$, а $\beta_c = 0$, тогда $\beta - \beta_c < 0$, т.е. работа ЭП устойчива.

В точке M: $\beta = \frac{A}{C} > 0$, а $\beta_c = 0$ тогда $\beta - \beta_c > 0$ т.е. работа ЭП неустойчива.

