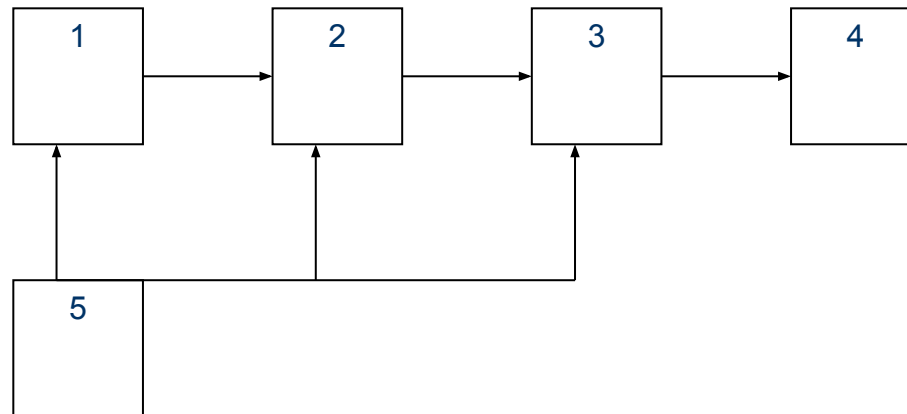


Автоматизированный электрический привод



Основные понятия

Структура и классификация



Обобщённая структурная схема электропривода

По способу организации электропривода

- а) Одиночный.
- б) Групповой (трансмиссионный).
- в) Многодвигательный.

По типу механического движения:

- а) Традиционный.
- б) Линейный.

По типу исполнительного двигателя

- а) На основе двигателя постоянного тока.
- б) Переменного тока (синхронный, асинхронный).
- в) Шаговые двигатели.

МЕХАНИЧЕСКИЕ ЗВЕНЬЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

- при вращательном движении – $W = \int_0^t M \omega dt$
- при поступательном движении - $W = \int_0^t F v dt$

Характеристики электропривода

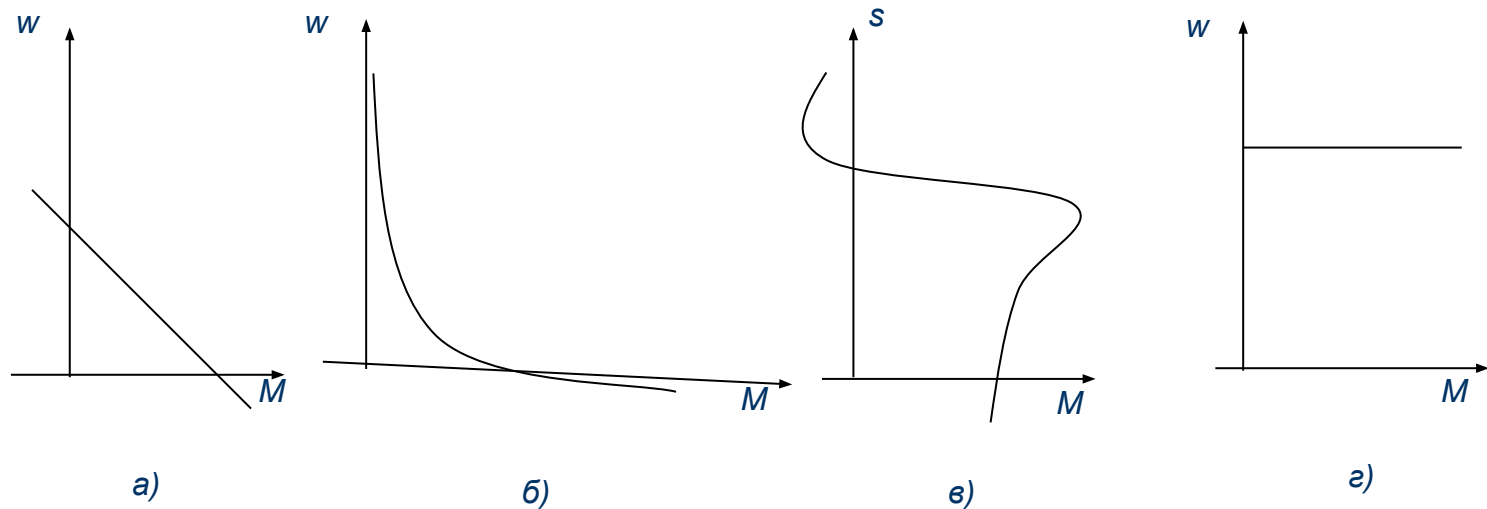


Рис.1 Примеры механических характеристик: а) ДПТ с независимым возбуждением; б) ДПТ с последовательным возбуждением; в) асинхронный двигатель; г) синхронный двигатель.

Характеристики ДПТ с независимым возбуждением

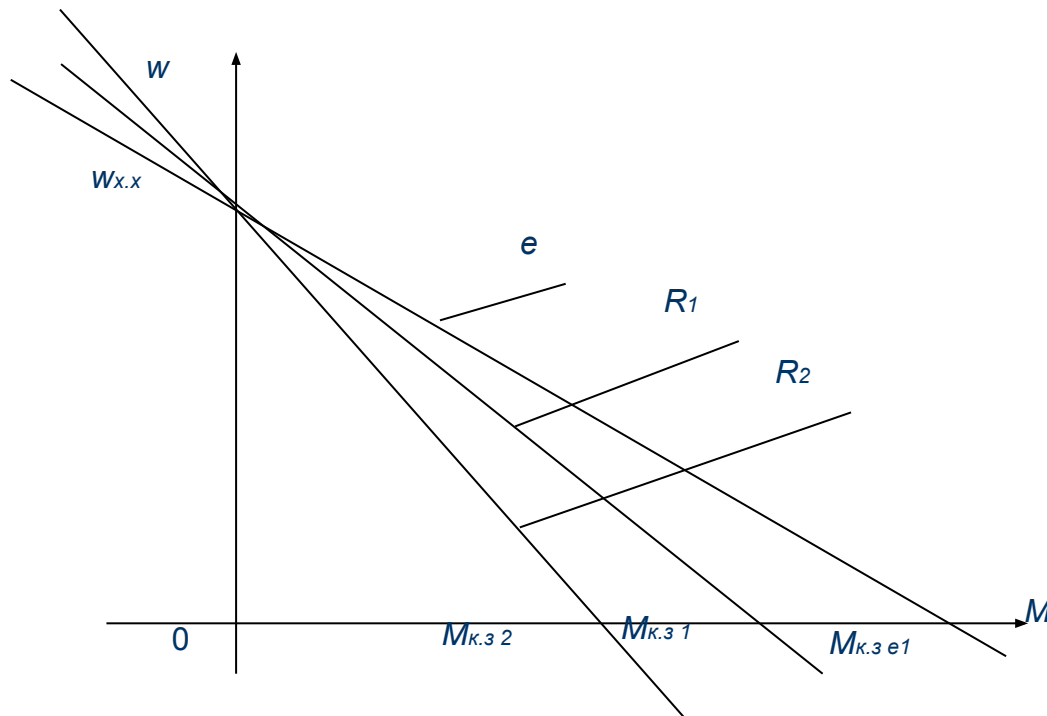
$U_{я.} = E + (R_{я} + R_{полн.я.})I_{я}$ – для цепи якоря;

$U_{о.в.} = (R_{о.в.} + R_{посл. в.})I_{о.в.}$ – для цепи
возбуждения.

$$\omega = \frac{U}{k\Phi} - \frac{R_{я} + R_{п.я.}}{(k\Phi)^2} M$$

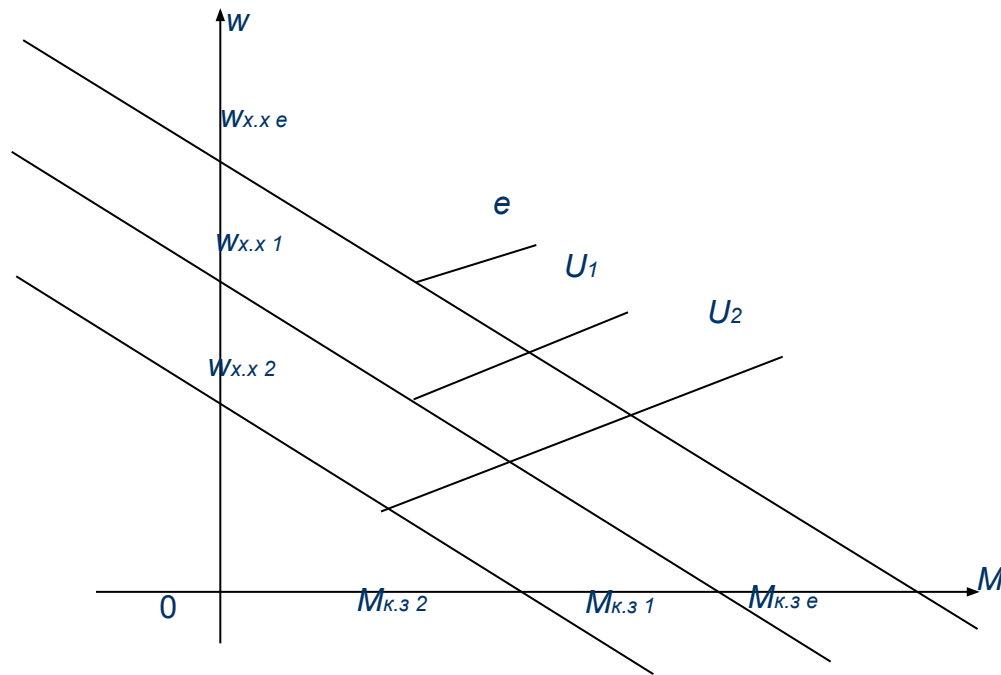
уравнение скоростной характеристики

Примеры искусственных характеристик ДПТ НВ.



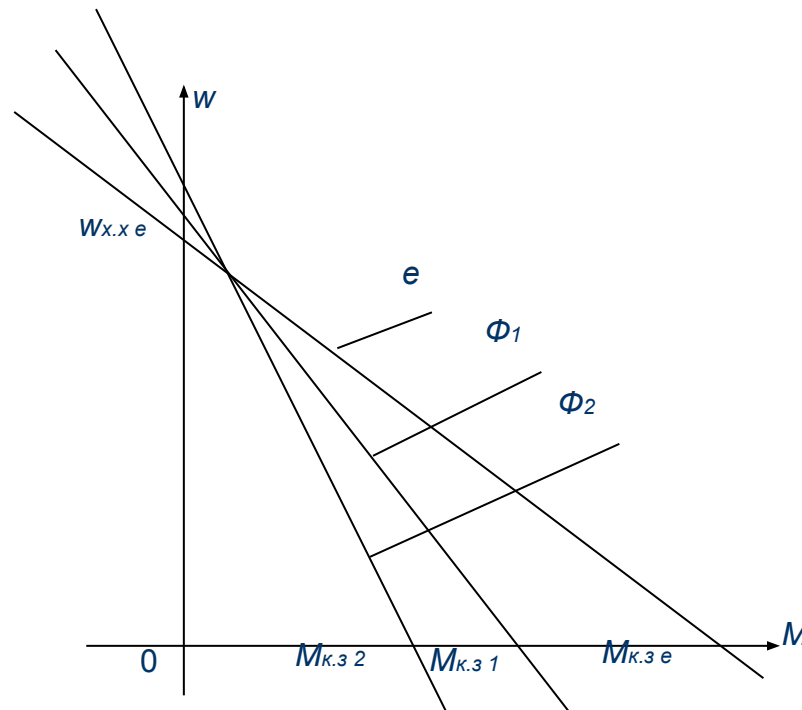
Семейство искусственных характеристик ДПТ НВ при изменении сопротивления цепи якоря ($R_1 < R_2$).

Примеры искусственных характеристик ДПТ НВ.



Семейство искусственных характеристик ДПТ НВ при изменении сопротивления цепи якоря ($U_2 < U_1$).

Примеры искусственных характеристик ДПТ НВ.



Семейство искусственных характеристик ДПТ НВ при изменении сопротивления цепи якоря ($\Phi_2 < \Phi_1$).

Механические характеристики ДПТ с последовательным возбуждением.

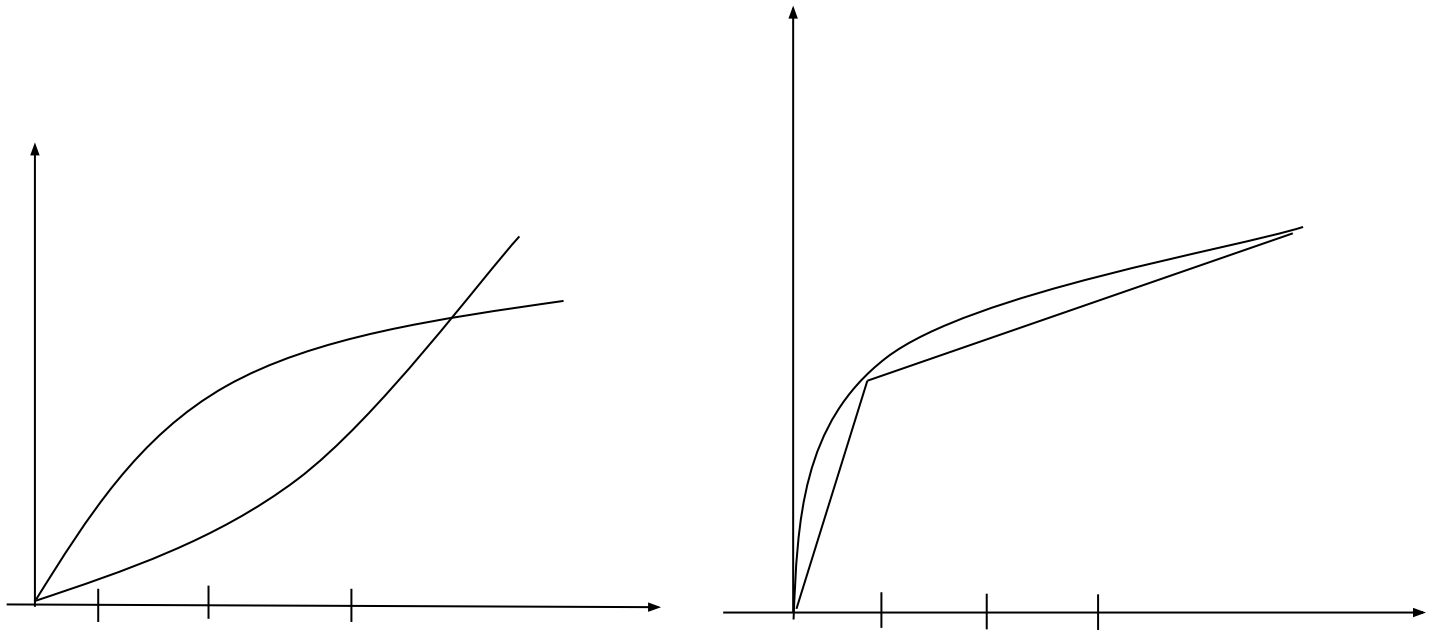
$$w = \frac{U}{K\Phi(I_{я})} + \frac{R_{\Sigma}}{K\Phi(I_{я})} I_{я}$$

уравнение скоростной характеристики;

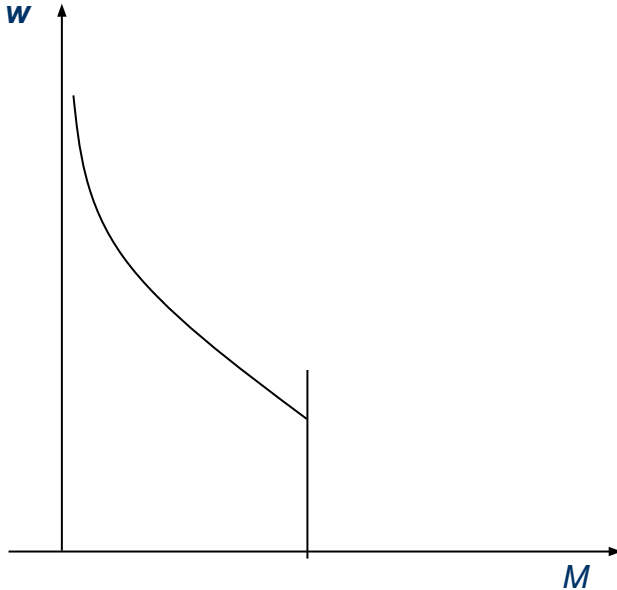
$$w = \frac{U}{K\Phi(I_{я})} + \frac{R_{\Sigma}}{K\Phi(I_{я})} M$$

уравнение механической характеристики.

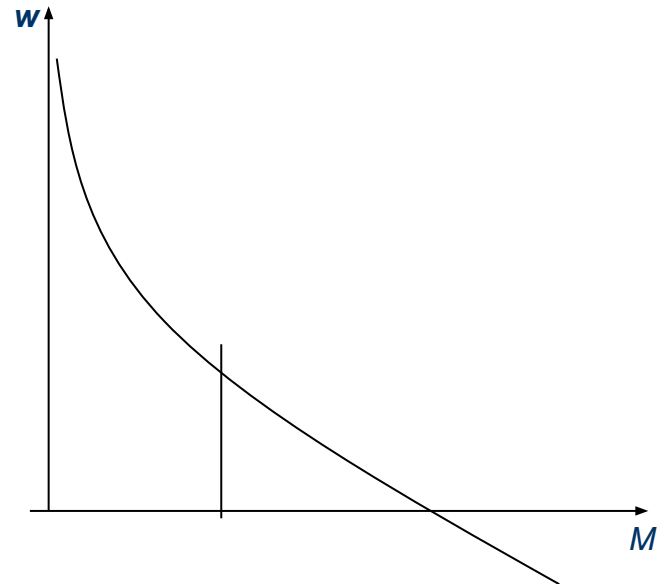
Универсальные характеристики для двигателя постоянного тока последовательного возбуждения



Построение механической Характеристики ДПТ с последовательным возбуждением



Механическая характеристика ДПТ с последовательным возбуждением на первоначальном участке



Механическая характеристика ДПТ с последовательным возбуждением

Тормозные режимы двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением

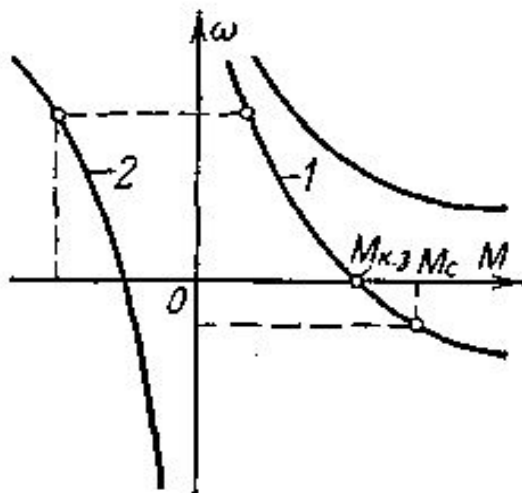


Рис.1. Характеристики для режима торможения противовключением двигателя постоянного тока последовательного возбуждения.

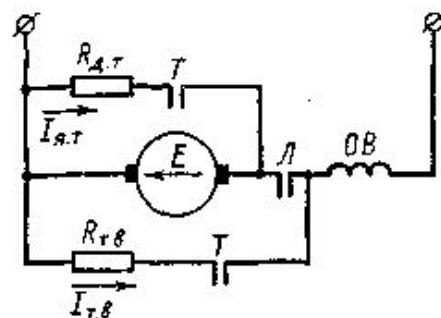


Рис.2 Схема включения двигателя постоянного тока последовательного возбуждения, предусматривающая режим динамического торможения с независимым возбуждением.

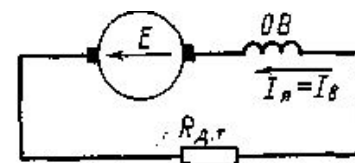


Рис.3 Схема динамического торможения с самовозбуждением двигателя постоянного тока последовательного возбуждения.

Асинхронный двигатель

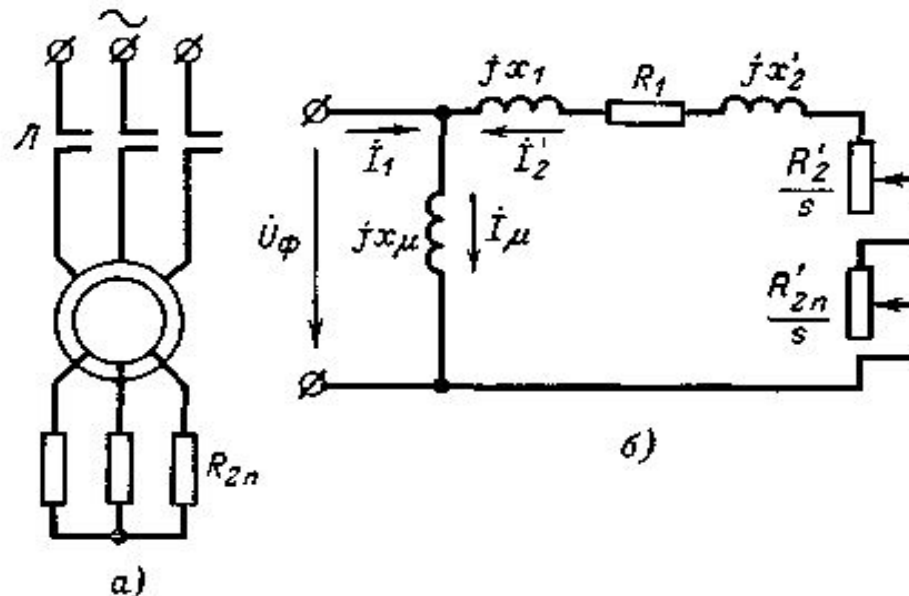


Рис.1. Схема включения (а) и однофазная схема замещения (б) асинхронного двигателя с контактными кольцами.

Характеристики асинхронных двигателей

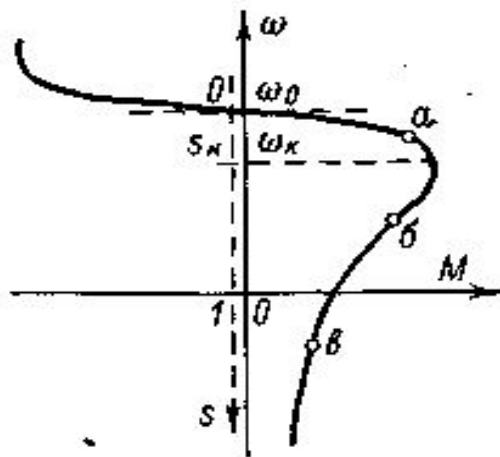


Рис.2. Механическая характеристика асинхронного двигателя.

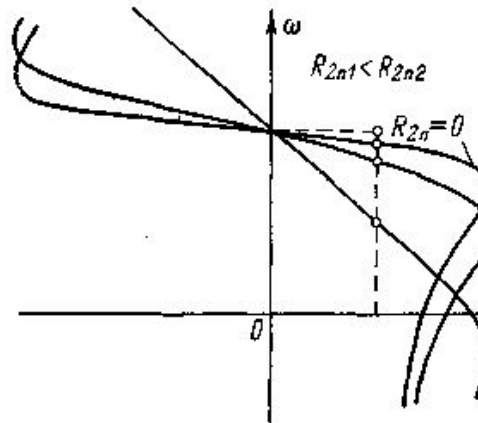
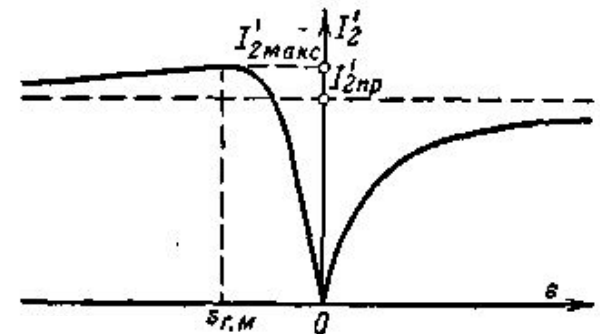


Рис.3. Механические характеристики асинхронного двигателя с фазным ротором ($R_{2n1} < R_{2n2}$).



Скоростная характеристика $I_2'(s)$ асинхронного двигателя.

Тормозные режимы асинхронного двигателя.

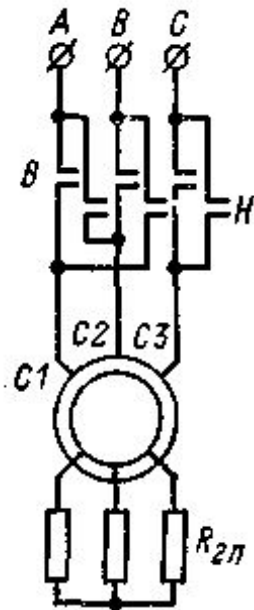


Схема включения асинхронного двигателя, предусматривающая реверс и режим торможения противовключением.

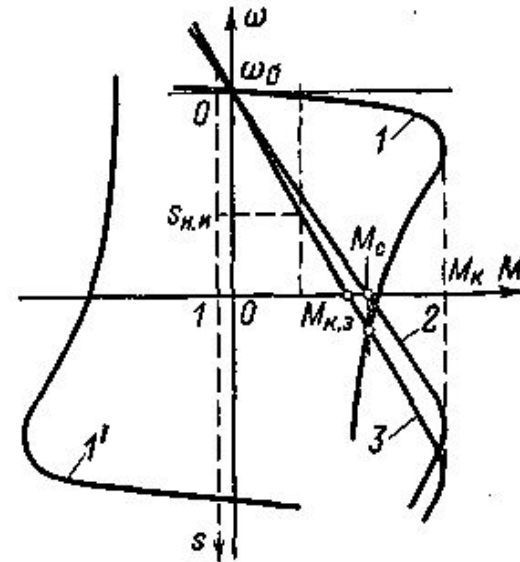


Иллюстрация режима торможения противовключением асинхронного двигателя.

1, 1' — естественные механические характеристики; 2, 3 — механические характеристики при включении добавочных сопротивлений в цепи ротора $R_{2п2} < R_{2п3}$.

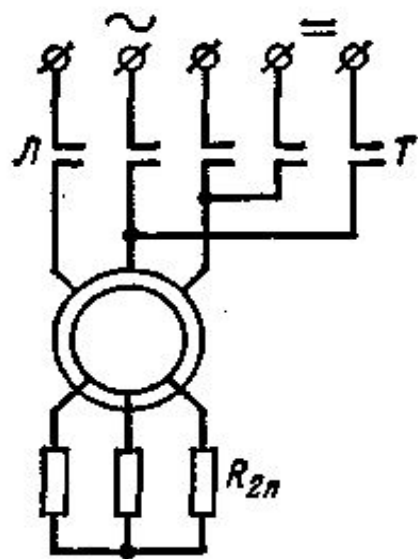
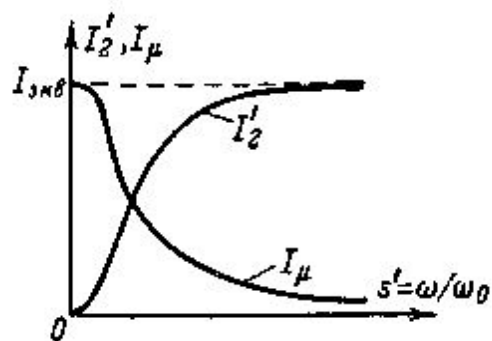
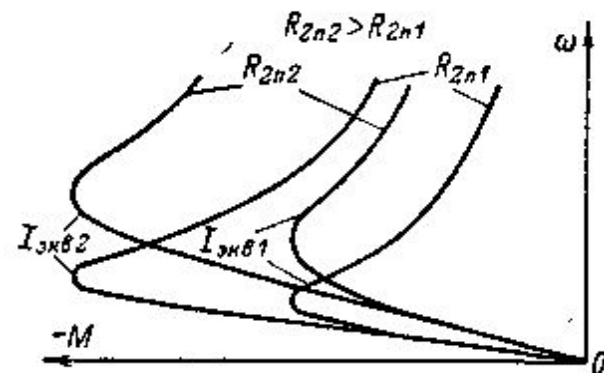


Схема включения асинхронного двигателя, предусматривающая режим динамического торможения.



Скоростные характеристики при динамическом торможении асинхронного двигателя.



Механические характеристики при динамическом торможении асинхронного двигателя ($I_{крб1} < I_{крб2}$; $R_{2п1} < R_{2п2}$).

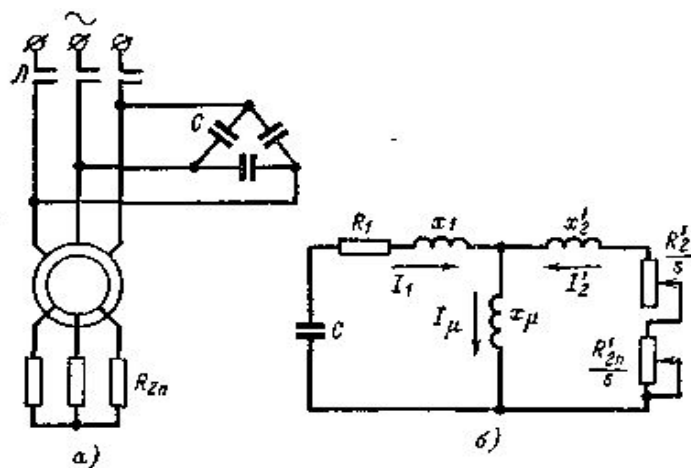
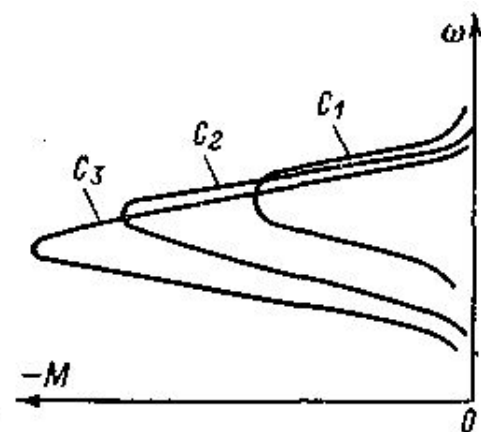
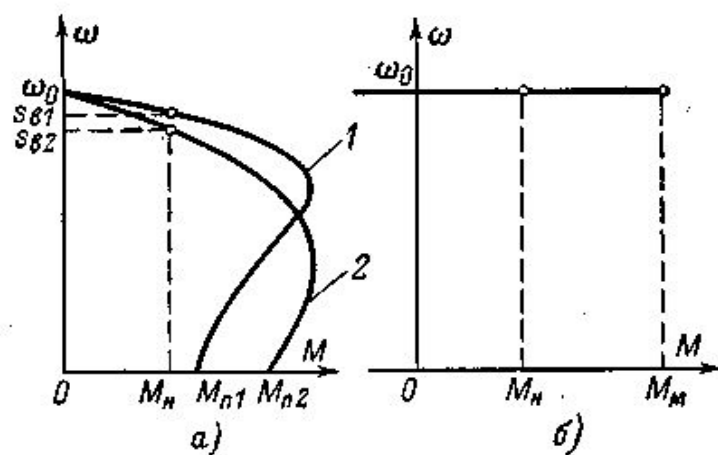


Схема включения асинхронного двигателя, предусматривающая режим динамического торможения с самовозбуждением (а) и соответствующая схема замещения (б).



Механические характеристики асинхронного двигателя при динамическом торможении с самовозбуждением ($C_1 < C_2 < C_3$).

ХАРАКТЕРИСТИКИ СИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ



Механические характеристики синхронного двигателя.

а — при пуске; б — в установившемся режиме работы.

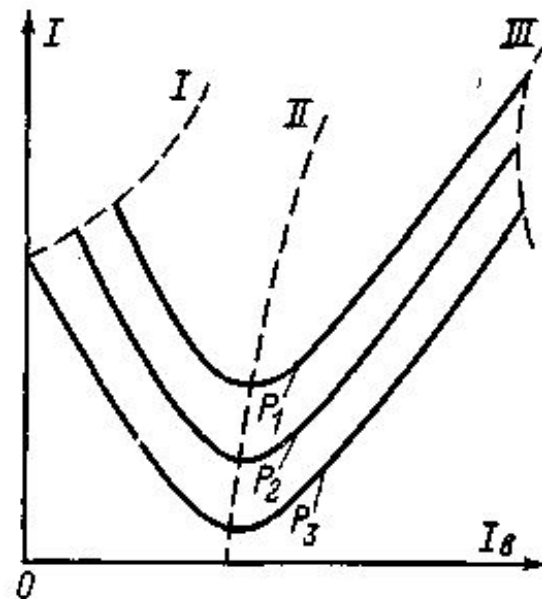
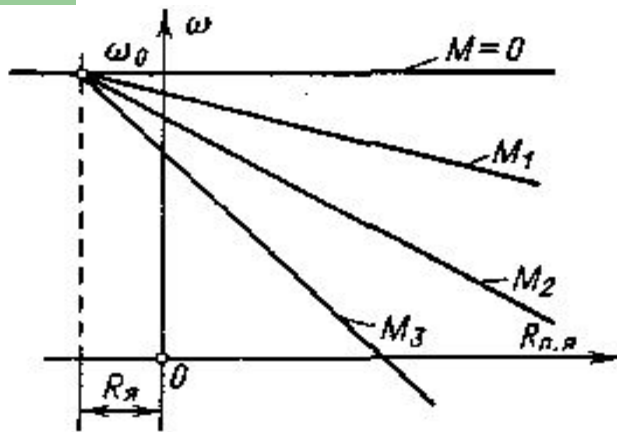
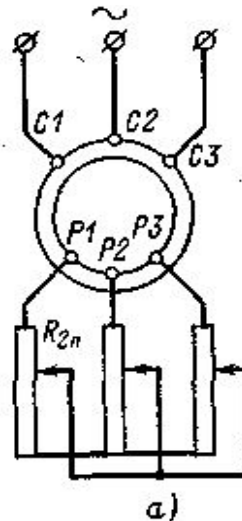


Рис. 2-63. U-образные характеристики синхронного двигателя $P_1 > P_2 > P_3$.

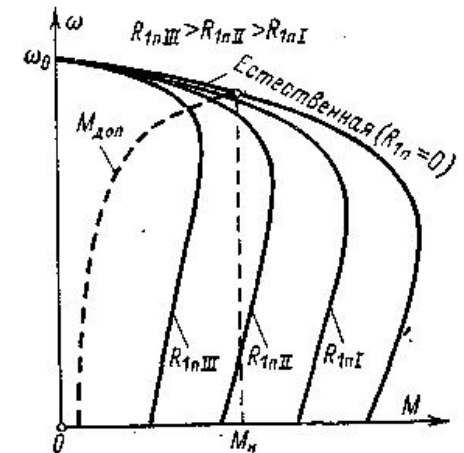
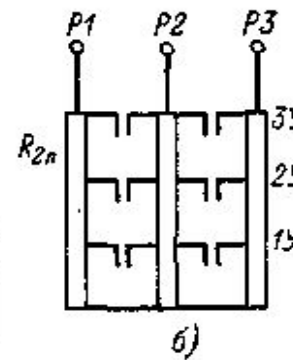
РЕОСТАТНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ СКОРОСТИ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ



Регулировочные характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения при реостатном регулировании ($M_1 < M_2 < M_3$).



Схемы включения в цепь ротора плавно регулируемых резисторов (а) и резисторов, переключаемых с помощью контакторов 1У, 2У, 3У (б).



Механические характеристики асинхронного двигателя при регулировании скорости изменением сопротивления в цепи статора.

РЕГУЛИРОВАНИЕ СКОРОСТИ ШУНТИРОВАНИЕМ ЯКОРЯ

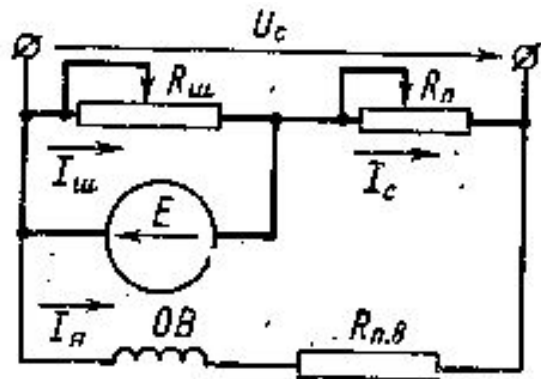


Рис. 4-16. Схема включения двигателя постоянного тока независимого возбуждения при регулировании скорости путем шунтирования якоря.

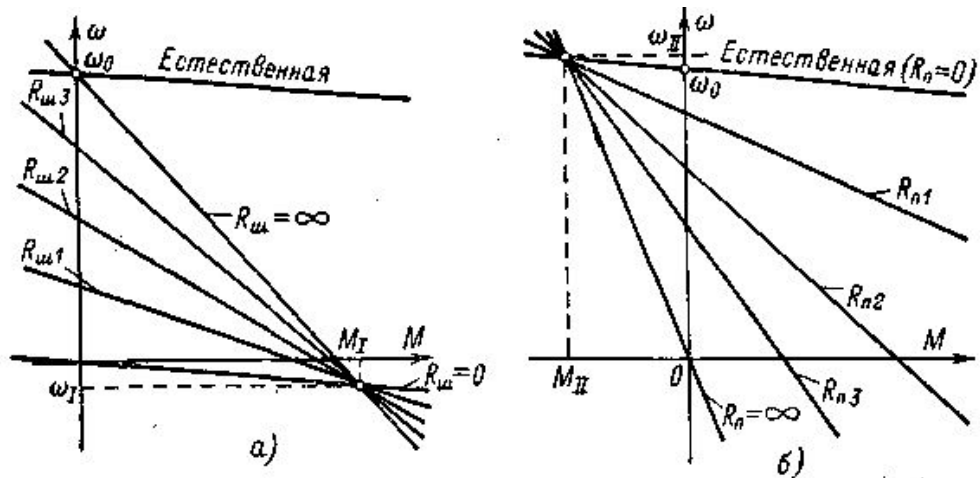
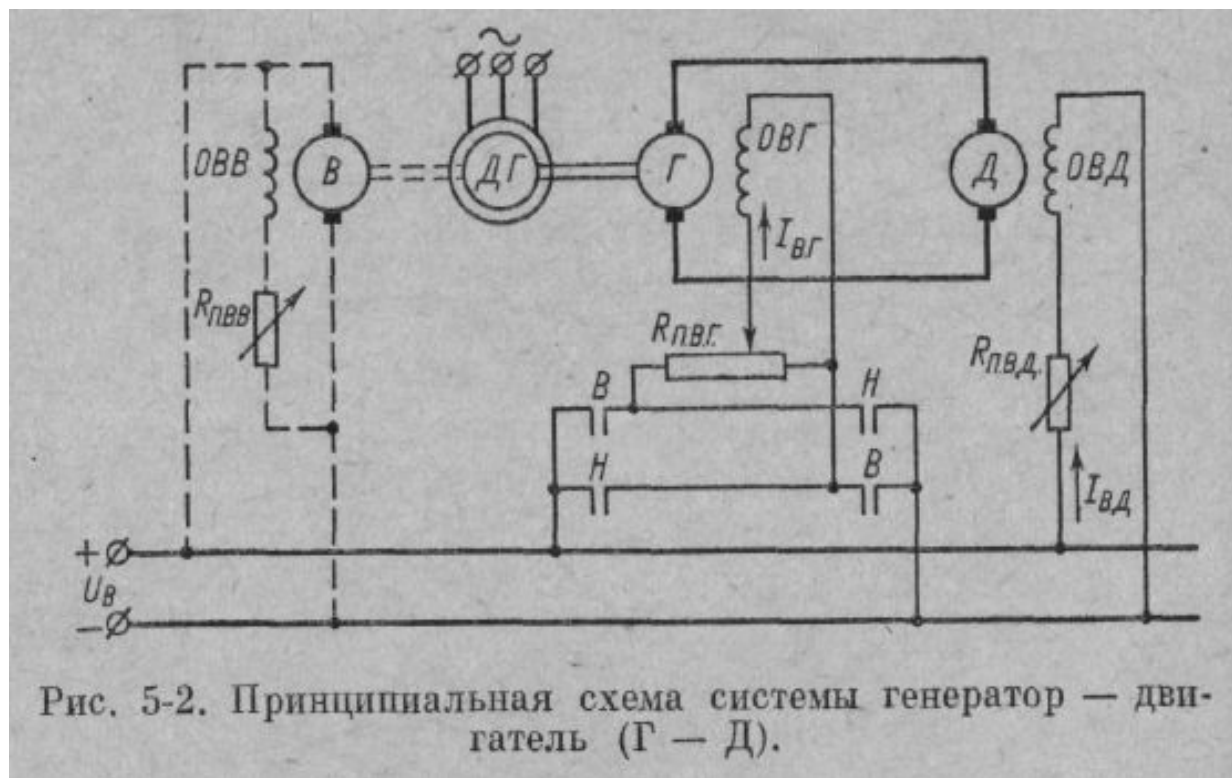


Рис. 4-18. Механические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения, включенного по схеме шунтирования якоря.

а — при $R_{ш} = \text{var}$; $R_n = \text{const}$; $R_{ш1} < R_{ш2} < R_{ш3}$; б — при $R_{ш} = \text{const}$; $R_n = \text{var}$; $R_{n1} < R_{n2} < R_{n3}$.

РЕГУЛИРОВАНИЕ В СИСТЕМЕ ГЕНЕРАТОР - ДВИГАТЕЛЬ



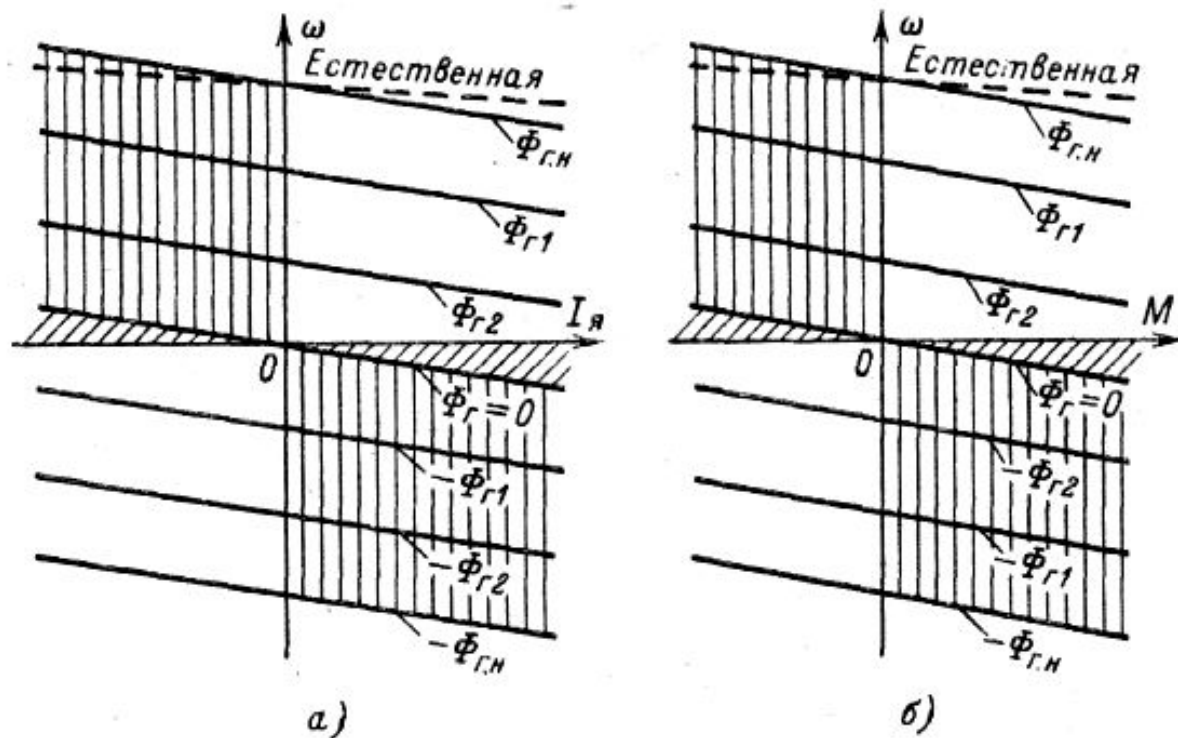


Рис. 5-3. Скоростные (а) и механические (б) характеристики системы $\Gamma - Д$ при $\omega_{\Gamma} = \text{const} - |\Phi_{\Gamma.Н}| > |\Phi_{\Gamma1}| > |\Phi_{\Gamma2}|$.

РЕГУЛИРОВАНИЕ СКОРОСТИ ИЗМЕНЕНИЕМ РЕАКТИВНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ

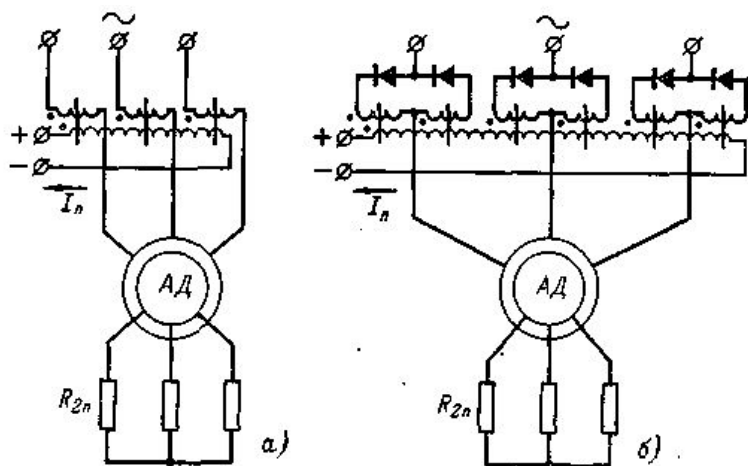


Рис. 4-10. Схемы включения трехфазных дросселей насыщения в цепи статора асинхронного двигателя.

а — дроссель без самоподмагничивания; б — дроссель с самоподмагничиванием.

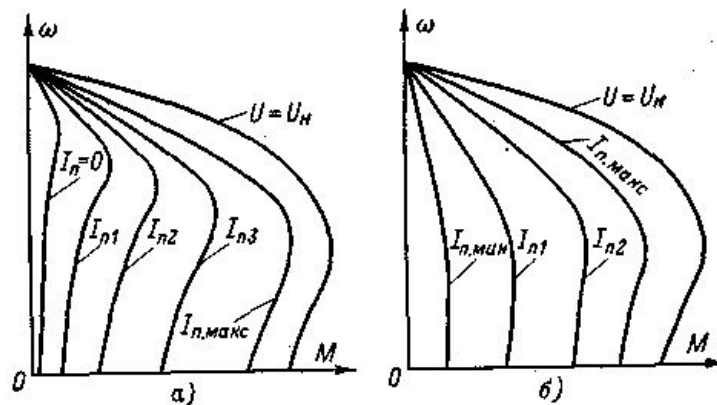
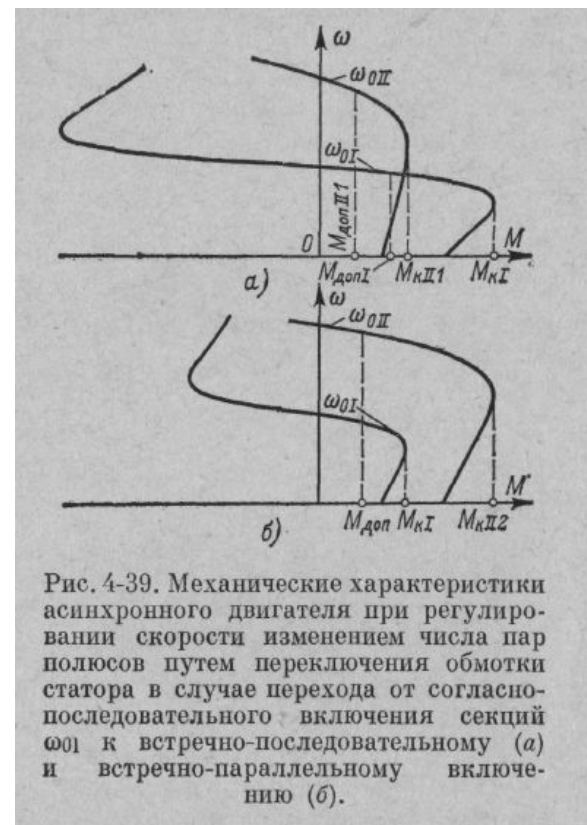
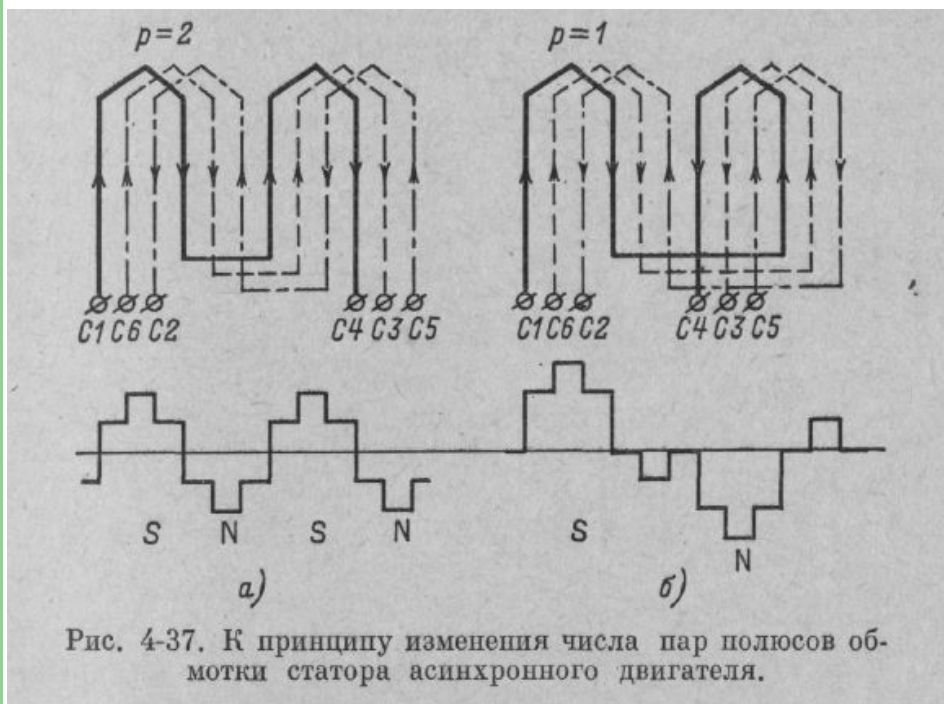


Рис. 4-12. Механические характеристики асинхронного двигателя при регулировании его скорости дросселем насыщения.

а — без самоподмагничивания; б — с самоподмагничиванием;
 $I_{n1} < I_{n2} < I_{n3}$.

РЕГУЛИРОВАНИЕ СКОРОСТИ ИЗМЕНЕНИЕМ ЧИСЛА ПАР ПОЛЮСОВ



РЕГУЛИРОВАНИЕ СКОРОСТИ ИМПУЛЬСНЫМ ИЗМЕНЕНИЕМ ПАРАМЕТРОВ

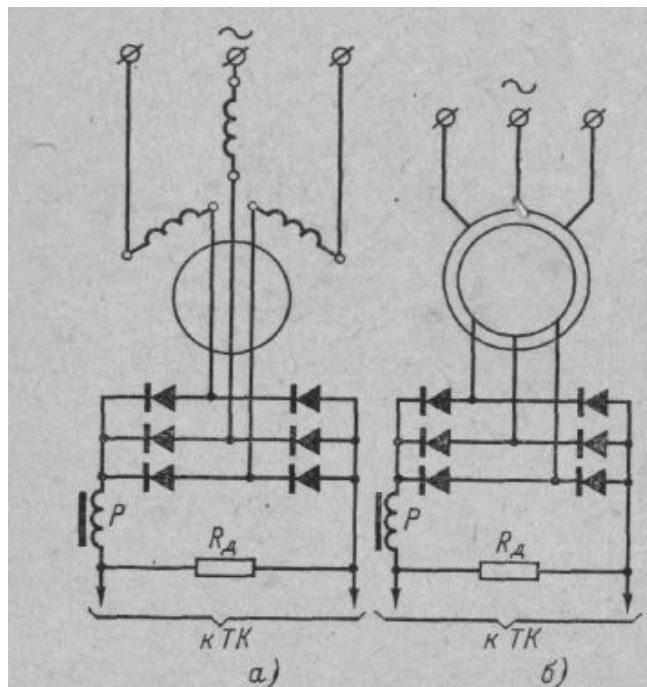


Рис. 4-45. Схемы включения добавочных сопротивлений при импульсном регулировании в цепи статора (а) и ротора (б) асинхронного двигателя.

РЕГУЛИРОВАНИЕ СКОРОСТИ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ИЗМЕНЕНИЕМ НАПРЯЖЕНИЯ

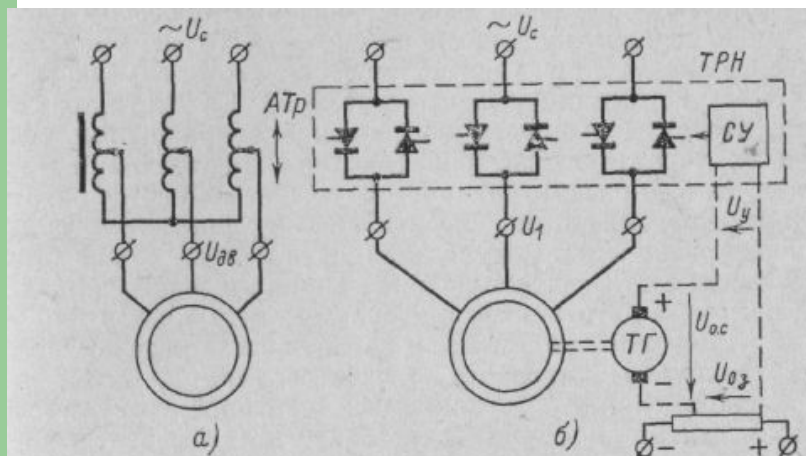


Рис. 5-47. Схемы асинхронного электропривода, скорость которого регулируется путем изменения напряжения на зажимах двигателя.

а — с автотрансформатором; б — с тиристорным регулятором напряжения.

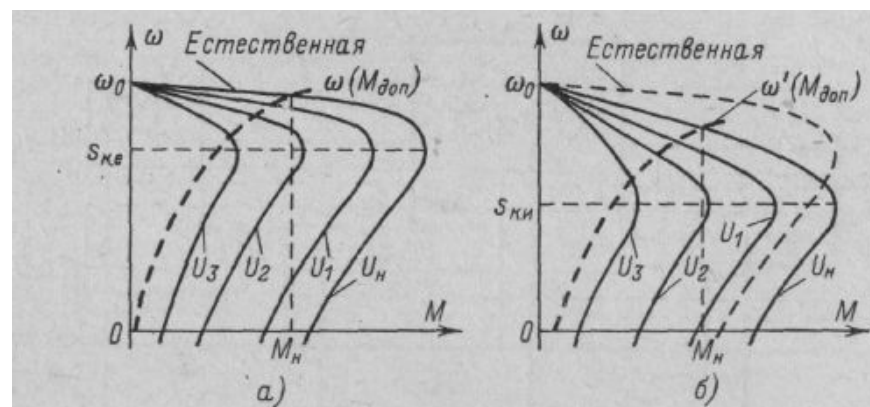


Рис. 5-46. Механические характеристики асинхронного электродвигателя при снижении напряжения;
 $U_H > U_1 > U_2 > U_3$.

а — при короткозамкнутом роторе; б — при введенном в цепь ротора добавочном сопротивлении.

ЧАСТОТНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ СКОРОСТИ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

