



Предмет: «Электрические машины»

**Тема: «Способы пуска и регулирование частоты вращения двигателя.**

**Электрическое торможение»**

Профессия: «Машинист электровоза»

Ярославское подразделение Северного УЦПК

# Цель



Изучить условия пуска и регулирование частоты вращения двигателей; виды электрического торможения и особенности их применения.

# План занятия

1. Способы пуска двигателей.
2. Способы регулирования частоты вращения якоря.
3. Способы реверсирования двигателей.
4. Электрическое торможение.

# Способы пуска двигателей

Для пуска двигателей постоянного тока используют следующие способы:

**1. Прямой пуск** – обмотка якоря подключается непосредственно к сети. Применяется только для двигателей малой мощности, т.к. пусковой ток в 10 – 20 раз больше номинального.

$$I_n = \frac{U}{R_\delta}$$

# Способы пуска двигателей

**2. Реостатный пуск** – для ограничения пускового тока в цепь обмотки якоря последовательно включается реостат.

Применяется на локомотивах постоянного тока. В момент пуска все двигатели соединяются последовательно, и последовательно с ними соединяется реостат. По мере разгона ток в двигателях уменьшается, поэтому для поддержания среднего значения тока реостат посекционно выводят (выключают). Как только реостат будет полностью выведен, для дальнейшего разгона двигатели соединяют последовательно - параллельно и снова выводят реостат.

# Способы пуска двигателей

## *Достоинства:*

- Не дорогая пускорегулирующая аппаратура.
- Простая схема исполнения.

## *Недостатки:*

- Способ не экономичный, требует больших потерь энергии в пусковых сопротивлениях.
- Малое число ходовых позиций.

# Способы пуска двигателей

## **3. Пуск при пониженном напряжении (безреостатный пуск).**

Применяется на электроподвижном составе переменного тока. Питание ТЭД осуществляется от силового трансформатора, вторичная обмотка которого составлена из нескольких секций. В момент пуска напряжение на ТЭД подается от одной секции и далее, по мере разгона локомотива, число секций будет увеличиваться – плавно увеличивая напряжение на ТЭД.

# Способы пуска двигателей

## *Достоинства:*

- Способ экономичен и теоретически все позиции могут быть ходовыми.

## *Недостатки:*

- Способ дорогостоящий — из-за использования силового трансформатора.



# Способы пуска двигателей

## 4. Тиристорный.

Возможна плавная регулировка напряжения, соответственно исключены броски тока. Локомотив будет более плавно разгоняться и будет более экономичен. Применяется на современных локомотивах. Напряжение, подаваемое на ТЭД, плавно регулируется за счет изменения времени отпирания тиристорov – импульсное регулирование.

# Способы регулирования частоты вращения якоря

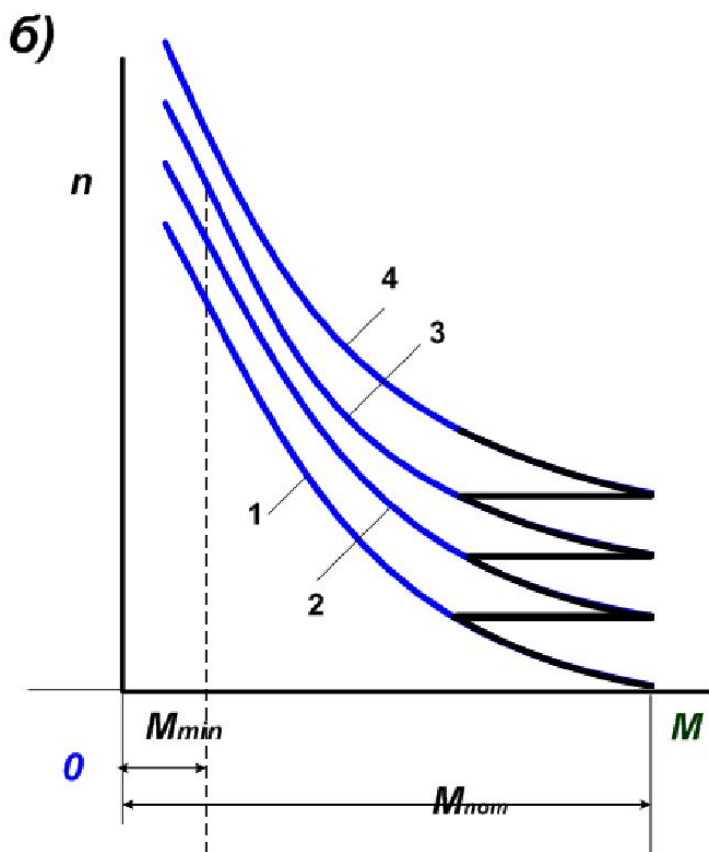
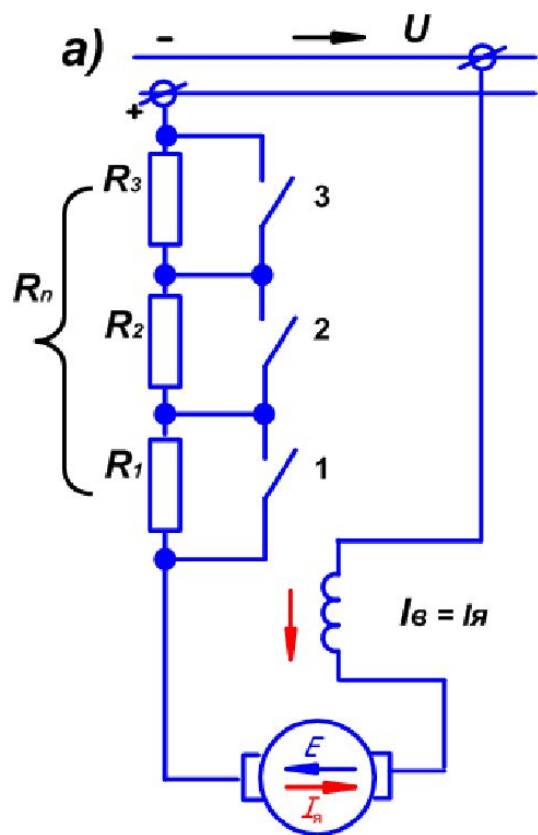
Для регулирования частоты вращения якоря используют следующие способы:

**1. Реостатный** – в цепь обмотки якоря последовательно включают реостат. Частота вращения обратнопропорциональна сопротивлению реостата.

На электровозах переменного тока не применяется по причине высокого напряжения в контактной сети.

На электровозах постоянного тока применяются специальные пусковые резисторы в цепи обмотки якоря, которые при трогании с места имеют наибольшее сопротивление из-за чего ток якоря  $I_{Я}$  невелик. Для дальнейшего увеличения скорости электровоза часть резисторов выводятся, увеличивая ток якоря, за счет чего увеличивается сила тяги электровоза.

# Способы регулирования частоты вращения якоря



# Способы регулирования частоты вращения якоря

**2. Изменение питающего напряжения** – необходим источник постоянного тока с регулируемым напряжением. Частота вращения прямопропорциональна напряжению.

На электровозах переменного тока подводимое напряжение на ТЭД изменяют при помощи тягового трансформатора, у которого вторичная обмотка разбита на секции. На 1 позиции напряжение на ТЭД равно 58 В, а на 33 позиции напряжение повышается до 1218 В.

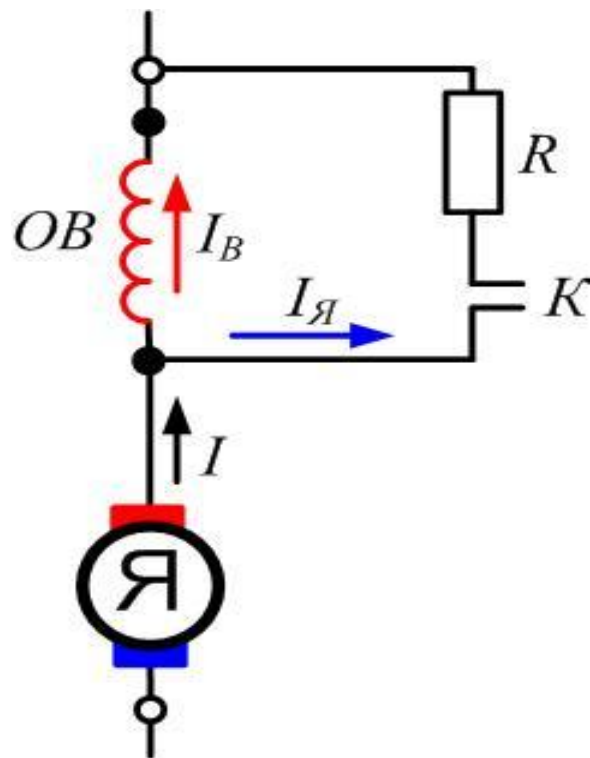
На электровозах постоянного тока подводимое напряжение изменяют путем изменения схемы соединения ТЭД. Недостатком таково способа является потеря силы тяги, так как при переходе с одного вида соединения на другое ток в двигателях равен 0.

# Способы регулирования частоты вращения якоря

## 3. Изменение величины магнитного потока $\Phi$ главных полюсов

Для осуществления данного способа параллельно обмотке возбуждения подключают сопротивление  $R$ , имеющие несколько ступеней. После того как напряжение на ТЭД достигнет номинальных значений и дальнейшее увеличение напряжения на ТЭД не допустимо, тогда применяют «ОСЛАБЛЕНИЕ ПОЛЯ». При этом включают контакторы которые подключают к обмотке возбуждения определенное сопротивление и часть тока минуя обмотку идет через сопротивление, тем самым вызывая уменьшение магнитного потока главных полюсов.

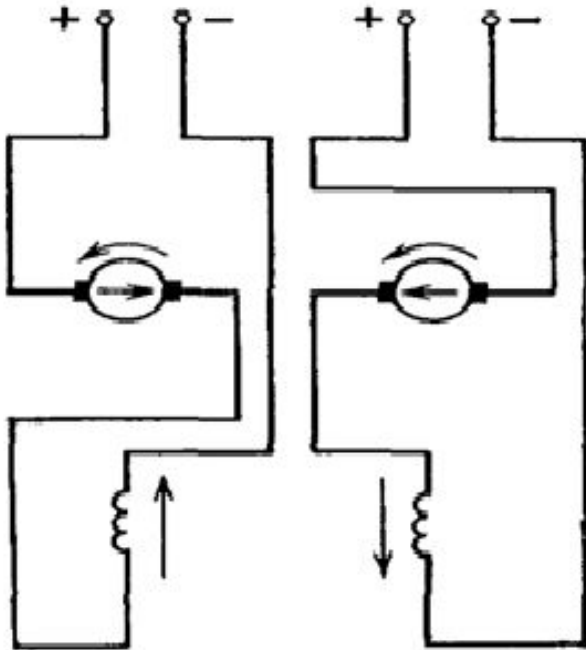
# Способы регулирования частоты вращения якоря



**Достоинство:** просто и дешево.

**Недостаток:** сравнительно небольшой диапазон регулирования частоты вращения. Нижний предел ограничен насыщением магнитной цепи машины. Верхний предел ограничен тем, что при глубоком ослаблении поля нарушаются условия устойчивости (двигатель идет вразнос) и значительно увеличивается ток якоря, что ухудшает коммутацию (возникновение искрения и кругового огня). По этой причине двигатели, обязательно должны иметь компенсационную обмотку и пониженное значение реактивной ЭДС при номинальном режиме.

# Способы реверсирования двигателей



Реверсировать двигатели можно двумя способами:

- не меняя направления тока в обмотке якоря, изменить направление магнитного потока, изменив направление тока в обмотке возбуждения ;
- не меняя направление магнитного потока, изменить направление тока в обмотке якоря .

# Способы реверсирования двигателей

На электровозах, как правило, реверсируют двигатели путем изменения тока в обмотке возбуждения. Это объясняется тем, что  $U_{об} < U_{я}$ . Поэтому аппараты, осуществляющие реверсирование, получаются проще, так как они работают под меньшим напряжением.

Однако на электровозах серии ВЛ10 и на части электровозов ВЛ8 для упрощения силовой схемы реверсирование тяговых двигателей осуществляют, изменяя направление тока в якорях ТЭД.

Реверсируют тяговые двигатели электрическими аппаратами, называемыми реверсорами.



# Электрическое торможение

Для его осуществления ТЭД переводят в генераторный режим. В зависимости от условий электрическая энергия может отдаваться в контактную сеть и использоваться другим локомотивом (*рекуперативное торможение*) или гасится на тормозном реостате (*реостатное торможение*).

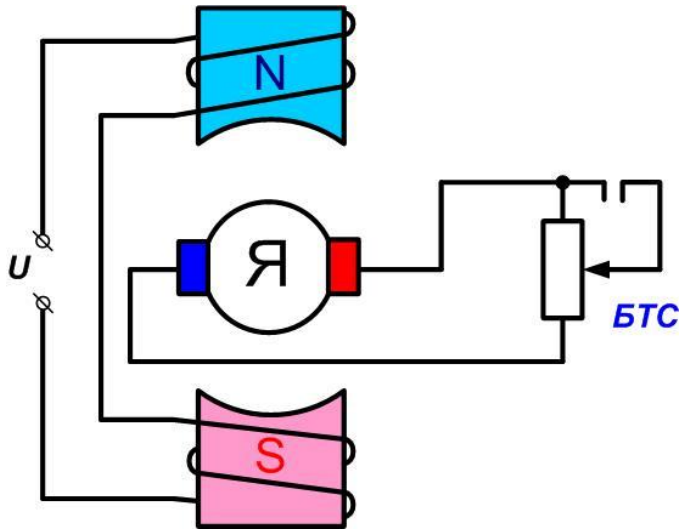
Преимуществами электрического торможения являются:

- более точное поддержание заданной скорости движения;
- значительно меньшая склонность колесных пар к заклиниванию (юзу) при больших значениях тормозной силы, чем при механическом торможении.

# Электрическое торможение

## Реостатное торможение

На электровозах переменного тока ВЛ80С(Т) применяют реостатное торможение с независимым возбуждением.



Обмотки якорей всех ТЭД подключаются к БТС (блоки тормозных сопротивлений). Обмотки возбуждения получают питание от обмоток тягового трансформатора через выпрямительную установку.

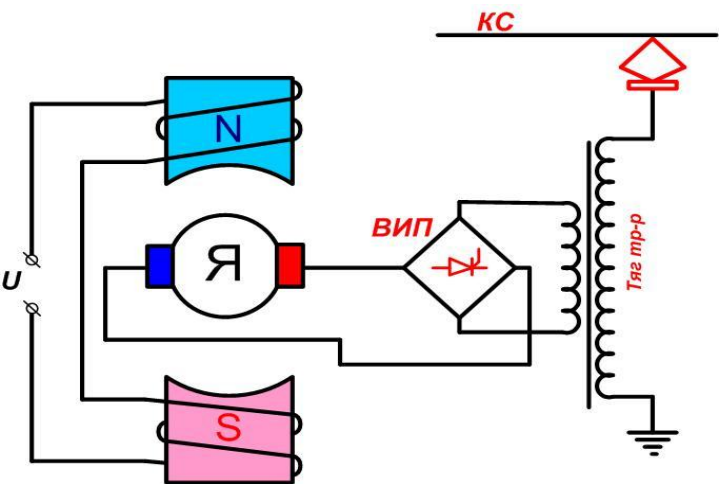
Для одинаковой загрузки всех ТЭД электровоза их обмотки возбуждения соединяют последовательно друг с другом в результате чего ток протекающий по обмоткам возбуждения всех ТЭД равен.

Тормозная сила регулируется путем изменения тока возбуждения ТЭД – чем больше ток тем больше тормозная сила.

# Электрическое торможение

## Рекуперативное торможение

В режим рекуперативного торможения можно перевести только электродвигатели с независимым, параллельным и смешанным возбуждением. На электровозах переменного тока ВЛ80Р, ЭП1, 2ЭС5К(3ЭС5К) применяют рекуперативное торможение с независимым возбуждением.



Для осуществления данного вида торможения необходимо, чтобы напряжение вырабатываемое ТЭД в режиме генератора было выше напряжения контактной сети, для этого необходимо чтобы на участке находился потребитель т.е электровоз идущий на подъем или ПС. В противном случае: На электровозе переменного тока произойдет «опрокидывание» инвертора, а на электровозе постоянного тока двигатели перейдут в режим контртока.

## Домашнее задание

1. А.Е. Зорохович «Основы электротехники для локомотивных бригад», стр. 150-151.
2. А.А. Дайлидко «Электрические машины тягового подвижного состава », стр. 97 -112.
3. Работа с конспектом.
4. Подготовка к опросу по пройденному материалу.



**Спасибо за внимание**

**Желаю успехов!**