



Предмет: «Электрические машины»  
**Тема: «Коммутация электрических машин»**  
Профессия: «Машинист электровоза»  
Ярославское подразделение Северного УЦПК

# Цель



Изучить понятие о коммутации электрических машин, классы коммутации, ее причины и последствия.

# План занятия

1. Коммутация электрических машин.
2. Классы коммутации.
3. Идеальная коммутация.
4. Причины неудовлетворительной коммутации.
5. Последствия неудовлетворительной коммутации.

# Коммутация электрических машин

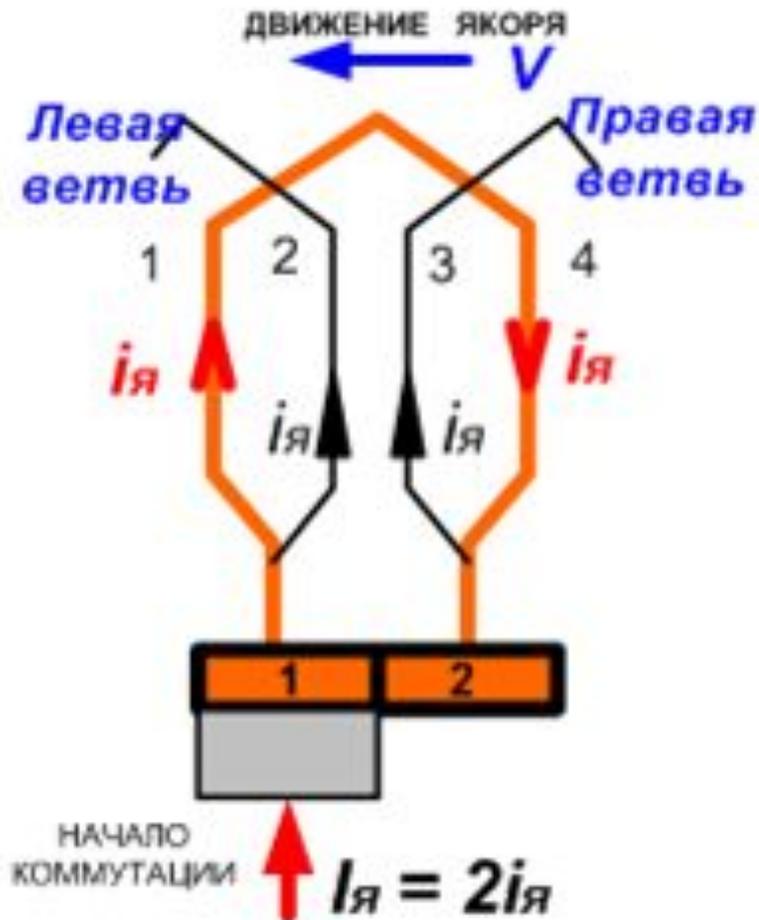
**Коммутация** – это процесс переключения секции обмотки якоря из одной параллельной ветви в другую и изменение в ней направления тока. При этом секция замыкается щеткой накоротко.

Секция, которая в процессе коммутации замыкается щеткой накоротко, называется *коммутируемой секцией*. В коммутируемой секции ток меняется как по величине, так и по направлению.

Изменение направления тока происходит за промежуток времени, в течении которого коллекторные пластины, связанные с секцией, соприкасаются со щеткой. Это время называется периодом коммутации  $T_k$ .

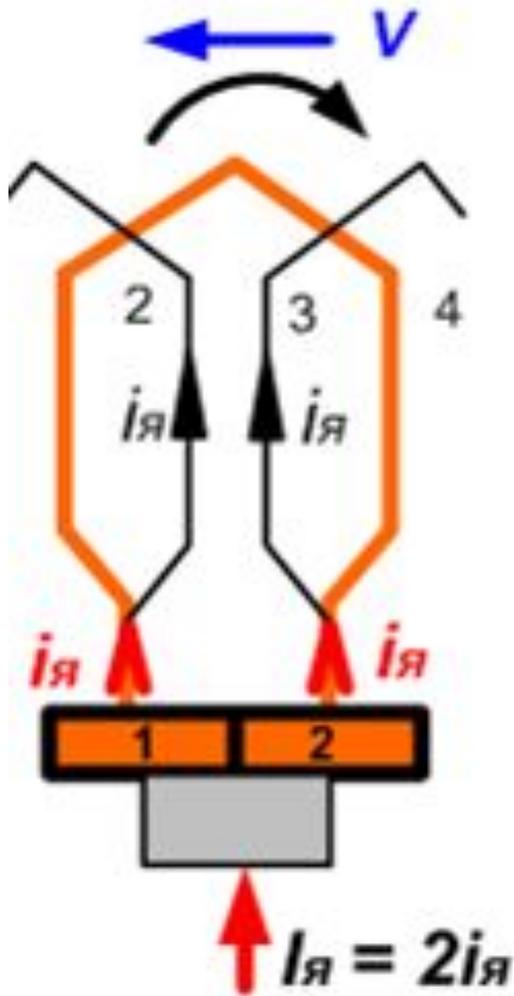
Процесс коммутации может сопровождаться искрением под щетками.

# Коммутация электрических машин



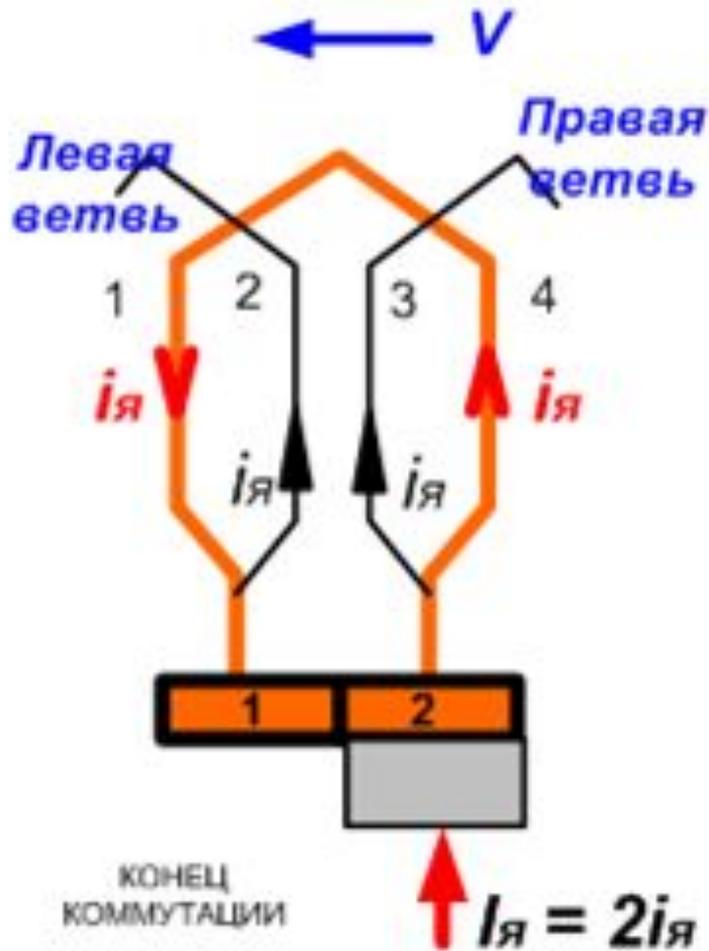
*Начало коммутации* – когда коллекторные пластины начинают перекрываться набегающим краем щетки. Рабочий ток начинает в секции протекать по часовой стрелке с 1 на 2 коллекторную пластину.

# Коммутация электрических машин



Вторая позиция- секция с 1 на 2  
коллекторные пластины  
накоротко замкнута щеткой  
рабочего тока в ней нет.

# Коммутация электрических машин

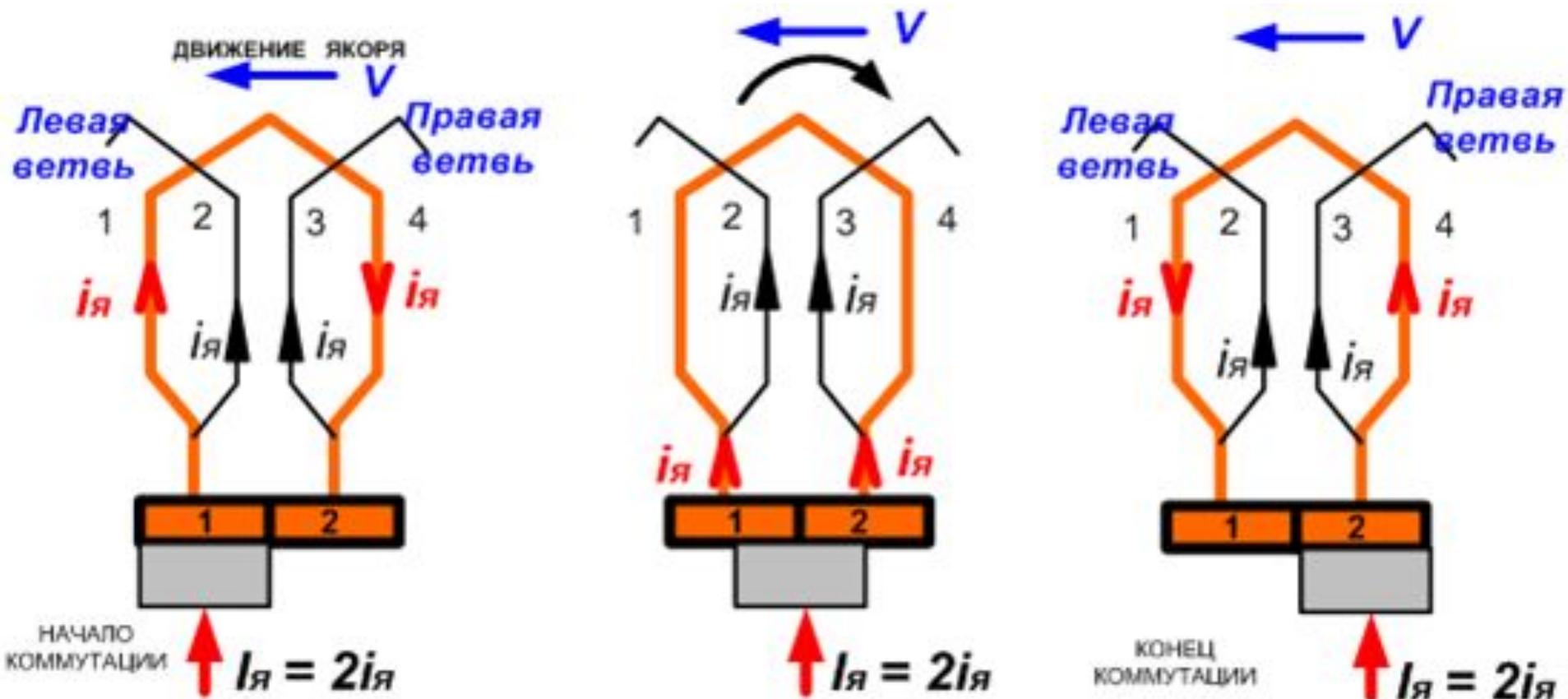


*Конец коммутации* — когда коллекторные пластины начинают перекрываться сбегающим краем щетки.

Коллекторная пластина вышла из под щетки и ток в секции протекает против часовой стрелки со 2 на 1 коллекторную пластину.

Процесс коммутации перешел на следующую секцию. И это происходит под всеми щетками одновременно.

# Коммутация электрических машин



# Классы коммутации

Качество коммутации оценивается степенью искрения под сбегаящим краем щетки (классом коммутации) ГОСТом установлено 5 степеней искрения.

Степени искрения	Характеристика степени искрения	Состояние коллектора и щеток
1	Отсутствие искрения (темная коммутация)	Отсутствие почернения на коллекторе и нагара на щетках
1 ¼	Слабое точечное искрение под небольшой частью щетки	Отсутствие почернения на коллекторе и нагара на щетках

# Классы коммутации

1 ½	Слабое искрение под большей частью щетки	Почернение на коллекторе, легко устраняемое протираанием бензином и нагар на щетках
2	Искрение под всей щеткой. Допускается только при кратковременных перегрузках и толчках нагрузки	Почернение на коллекторе, не устраняемое протираанием бензином и нагар на щетках
3	Значительное искрение под всей щеткой с наличием крупных вылетающих искр. Допускается только для моментов прямого пуска и реверсирования, если коллектор и щетки пригодны для дальнейшей работы	Значительное почернение на коллекторе, не устраняемое протираанием бензином, подгар и частичное разрушение щеток

# Идеальная коммутация

При идеальной коммутации негативных последствий в машине не возникает, т.к.

- по мере уменьшения площади контакта щетки со сбегающей пластиной 1 пропорционально уменьшается ток  $i_{я}$ , плотность тока остается постоянной и допустимой;
- к моменту схода щетки со сбегающей пластины 1 ток  $i_{я}$  уменьшается до нуля и разрыв контакта происходит без тока.

# Причины неудовлетворительной коммутации



# Причины неудовлетворительной коммутации

## *Электромагнитные причины*

При коммутации в короткозамкнутой секции возникает реактивная ЭДС  $e_p$ , которая состоит из:

1. ЭДС самоиндукции  $e_c$ . Возникает из-за резкого уменьшения тока в секции. Она не дает ему уменьшиться, направлена вместе с ним и поддерживает его какое-то время.

$$e_c = - \frac{L \cdot \Delta i}{\Delta t}$$

2. ЭДС взаимной индукции  $e_v$ . В процессе коммутации участвуют сразу несколько секций. Ток в них меняется и созданный ток магнитный поток пересекает соседние секции, наводя в них ЭДС.

$$e_v = - \frac{\Delta i}{\Delta t}$$

# Причины неудовлетворительной коммутации

Сумму ЭДС самоиндукции и взаимоиндукции называют реактивной ЭДС

$$e_P = e_C + e_B$$

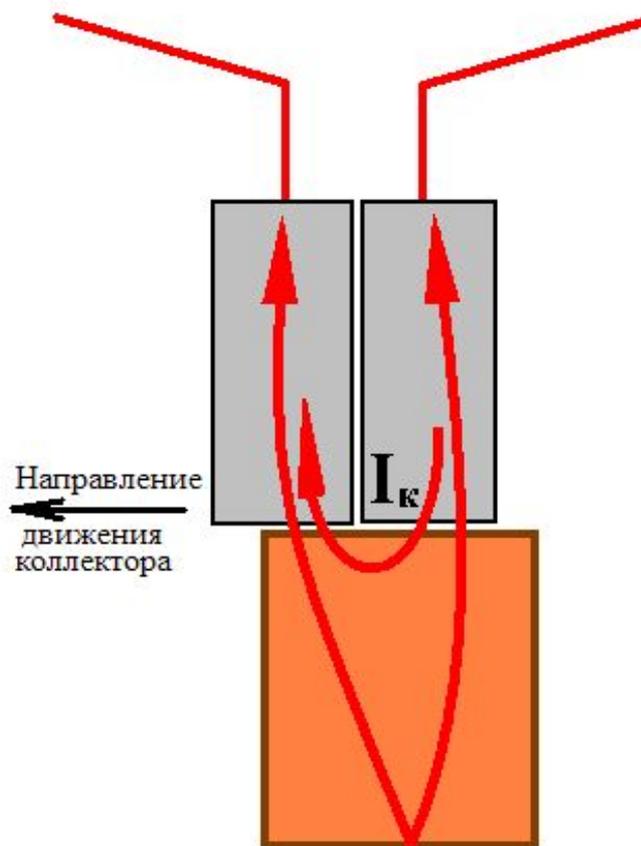
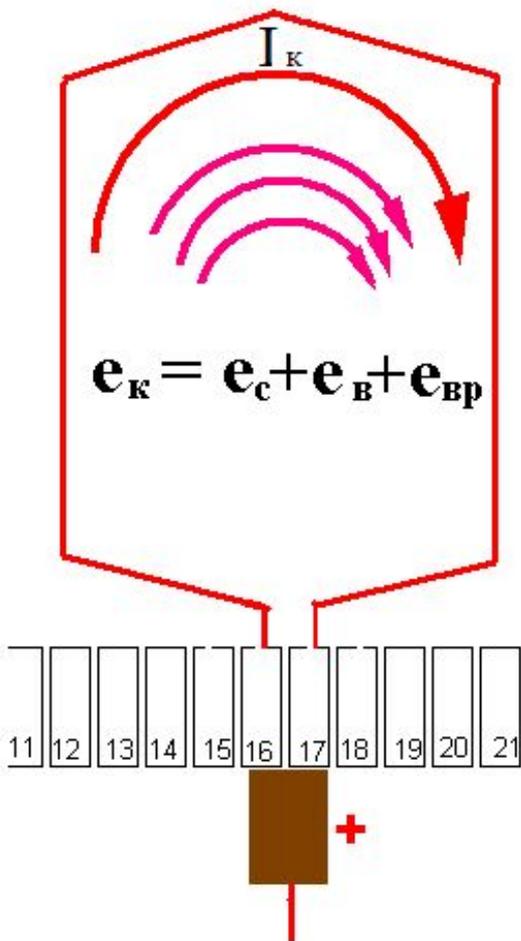
3. ЭДС вращения ***e<sub>вр</sub>***. Возникает из-за смещения физической нейтрали относительно геометрической коммутируемая секция оказывается в зоне действия магнитного поля, поэтому в ней возникает ЭДС, называемая ЭДС вращения

$$e_{BP} = Blv \sin \alpha$$

Коммутирующая ЭДС :

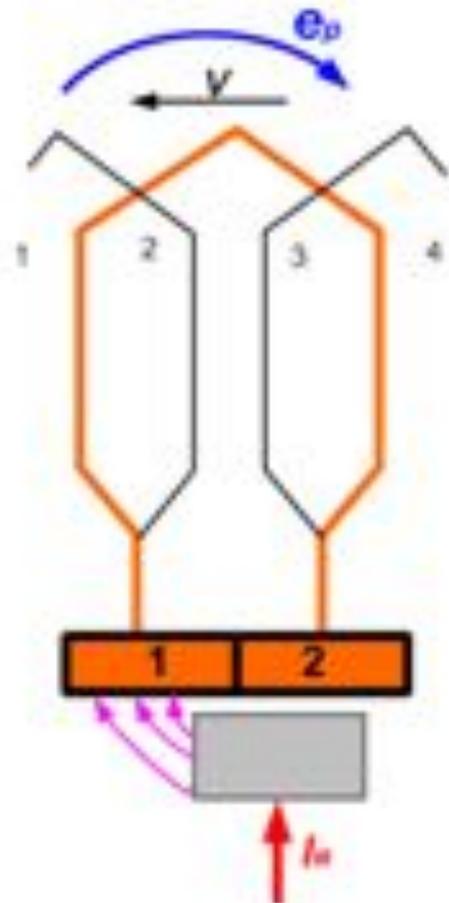
$$e_K = e_C + e_B + e_{BP}$$

# Причины неудовлетворительной коммутации



Суммарная реактивная ЭДС  $e_p$  порождает дополнительный ток коммутации  $I_k$  в секции, который приводит к увеличению плотности тока на сбегавшем крае щетки. Это вызовет искрение при сходе пластины со щетки.

# Последствия неудовлетворительной коммутации

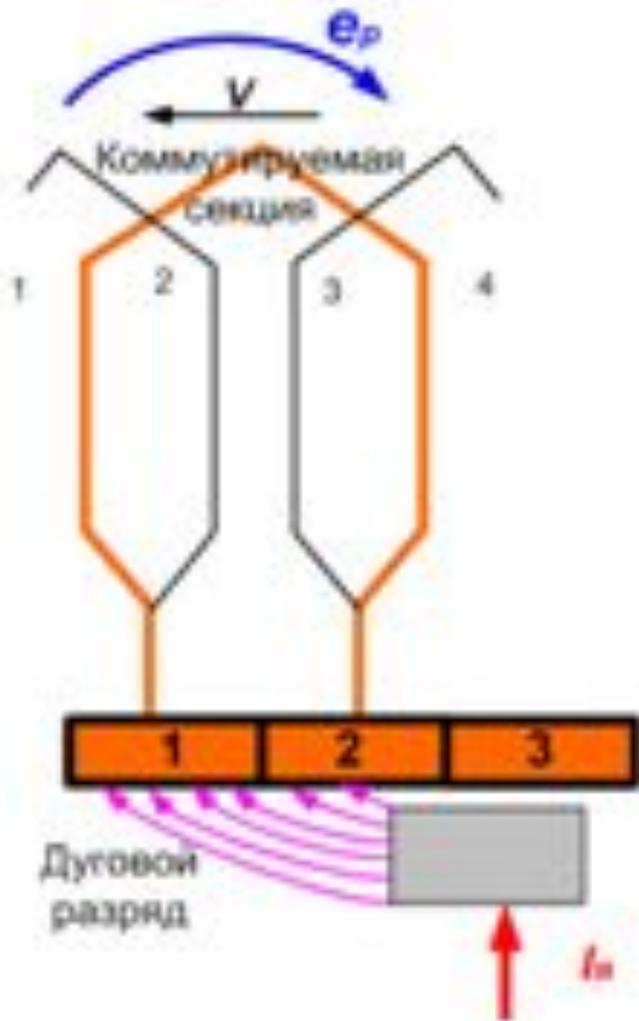


- площадь контакта щетки со сбегающей пластиной 1 уменьшается быстрее, чем ток  $i_a$ , плотность тока увеличивается и в конце коммутации малая площадь контакта не может пропустить значительный ток. Часть тока замыкается по воздуху, образуя искровой разряд;

# Последствия неудовлетворительной коммутации

- к моменту схода щетки со сбегающей пластины ток  $i_a$  не успевает уменьшиться до нуля. Разрыв контакта происходит под током и образуется дуговой разряд, т.е. сильное искрение.

При этом состояние коллектора и щеток ухудшается и все негативные последствия в машине усугубляются.



## Домашнее задание

1. А.Е. Зорохович «Основы электротехники для локомотивных бригад», стр. 121-132.
2. А.В. Грищенко «Электрические машины и преобразователи подвижного состава», стр. 44-52.
3. А.А. Дайлидко «Электрические машины тягового подвижного состава », стр. 46-51.
4. Работа с конспектом.
5. Подготовка к опросу по пройденному материалу.



**Спасибо за внимание**

**Желаю успехов!**