



Предмет: «Электрические машины»
Тема: «Особенности работы двигателей постоянного тока при пульсирующем напряжении»
Профессия: «Машинист электровоза»
Ярославское подразделение Северного УЦПК

Цель



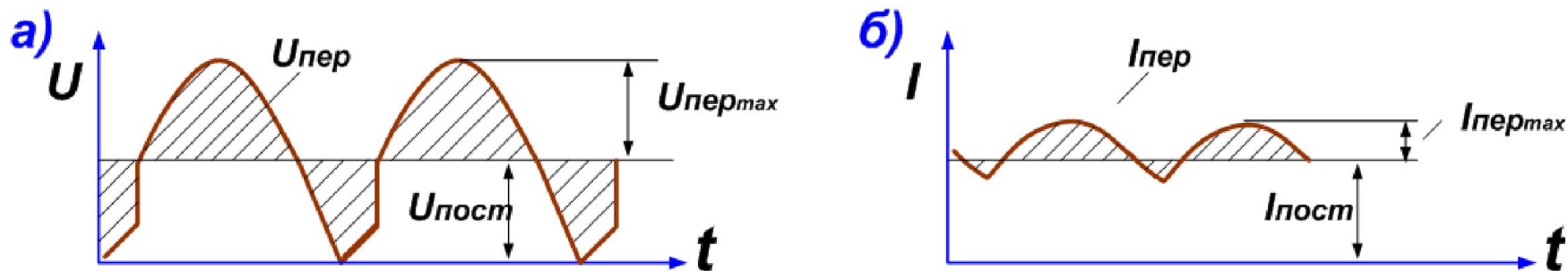
Изучить характеристики пульсирующего тока, вредные последствия пульсаций и меры применяемые для удовлетворительной работы тяговых электродвигателей.

План занятия

1. Характеристики пульсирующего тока.
2. Вредные последствия пульсации.
3. Влияние пульсаций тока и магнитного потока на условия коммутации.
4. Меры, применяемые для удовлетворительной работы ТЭД.

Характеристики пульсирующего тока

На электровозах переменного тока полупроводниковые выпрямители дают не постоянное а пульсирующее напряжение с частотой 100Гц, создающее соответствующую пульсацию тока в тяговых электродвигателях и его магнитного потока.



Пульсирующее напряжение состоит из двух составляющих: постоянной $U_{\text{пост}}$ и не меняющейся по величине и направлению, и переменной $U_{\text{пер}}$. Аналогично и пульсирующий ток представлен как сумма постоянной $I_{\text{пост}}$ и переменной $I_{\text{пер}}$ составляющих.

Характеристики пульсирующего тока

Отношение максимального значения переменной составляющей напряжения к постоянной его составляющей (среднему значению пульсирующего напряжения) называют коэффициентом пульсации напряжения:

$$K_u = \frac{U_{пер.мах}}{U_{пост}}$$

Аналогично отношению максимального значения переменной составляющей тока к постоянной его составляющей называют коэффициентом пульсации тока

$$K_i = \frac{I_{пер.мах}}{I_{пост}}$$

Характеристики пульсирующего тока

Пульсация тока зависит от индуктивности цепи, по которой проходит выпрямленный ток, и от силы этого тока. При увеличении индуктивности цепи происходит сглаживание пульсирующего тока, т. е. уменьшается *$I_{пер\ max}$*

Вредные последствия пульсации.

1. При пульсации магнитного потока в остове двигателя возникают значительные *вихревые токи*. Они увеличивают потери мощности на 5-12% и вызывают дополнительный нагрев остова. При этом ухудшается отвод тепла от катушек полюсов и возрастает их температура.
2. Взаимодействие *$I_{пер}$* и Φ приводит к появлению *вибраций*, передающихся на узлы ЭПС, шум, возникающий при работе тягового двигателя, а также усиленный нагрев узлов двигателя. Помимо этого, вибрации приводят к ухудшению условий сцепления колесной пары с рельсами, что снижает степень использования силы сцепления.
3. Ухудшение *коммутации*.

Влияние пульсаций тока и магнитного потока на условия коммутации

В двигателе, работающем при пульсирующем напряжении и токе значительно ухудшаются условия коммутации по двум причинам;

1. Из-за пульсации реактивной ЭДС и замедления изменения магнитного потока добавочных полюсов вследствие действия вихревых токов нарушается соответствие изменений реактивной e_p и коммутирующей e_k ЭДС. Это приводит к росту нескомпенсированной ЭДС $e_p - e_k$ и к усилению искрения под щетками.

Влияние пульсаций тока и магнитного потока на условия коммутации

2. Из-за пульсаций магнитного потока главных полюсов в коммутируемой секции индуцируется так называемая трансформаторная ЭДС $\mathcal{E}_{тр}$. Она не зависит от частоты вращения якоря и определяется только значением и частотой изменения переменной составляющей магнитного потока возбуждения. Без специальных мер по уменьшению пульсаций этого потока $\mathcal{E}_{тр}$ может достигать (1,0-1,5) В (нормальная коммутация при (0,8-1,0) В).

Меры, применяемые для удовлетворительной работы ТЭД

Для удовлетворительной работы тяговых электродвигателей, работающих при пульсирующем токе применяют следующие меры:

1. Включают последовательно в цепь двигателя *сглаживающие реакторы*, конструктивно выполненные в виде катушек со стальными сердечниками. При допустимых габаритных размерах они обеспечивают уменьшение коэффициента пульсации тока до 0,20-0,25.

Меры, применяемые для удовлетворительной работы ТЭД

2. Параллельно обмотке возбуждения включают шунтирующий резистор $R_{ш}$ (сопротивление которого примерно в 10-15 раз больше активного сопротивления самой обмотки).

$I_{пост}$ распределяется между обмоткой возбуждения и резистором обратно пропорционально их активным сопротивлениям. (на 7-10% уменьшается $I_{ов}$ и $\Phi_{маш}$)

$I_{пер}$ проходит в основном по резистору, т.к. обмотка возбуждения обладает большой индуктивностью и представляет для этого тока очень большое сопротивление. В результате ток, проходящий через обмотку возбуждения, и создаваемый им магнитный поток практически не будет иметь никаких пульсаций.

Меры, применяемые для удовлетворительной работы ТЭД

3. Чтобы уменьшить вредное действие вихревых токов на процессе коммутации, *сердечники* добавочных полюсов тяговых двигателей, работающих при пульсирующем токе, изготавливают шихтованными из листов электротехнической стали и увеличивают воздушный зазор в магнитной цепи добавочных полюсов (используя дополнительную диамагнитную прокладку между полюсом и остовом). Эти мероприятия позволяют уменьшить сдвиг во времени пульсаций коммутирующей ЭДС E_k относительно реактивной ЭДС E_p .

Меры, применяемые для удовлетворительной работы ТЭД

4. Применяют компенсационную обмотку. Она позволяет существенно уменьшить переменную составляющую реактивной ЭДС, т.к. поток компенсационной обмотки направлен против потока якоря и вихревые токи воздействуют на них одинаково (эти потоки замыкаются по одной и той же магнитной цепи). Кроме того, компенсационная обмотка существенно снижает максимальное значение напряжения, действующего между соседними коллекторными пластинами, что повышает устойчивость двигателя против кругового огня.

Домашнее задание

1. А.Ю. Николаев «Устройство и работа электровоза ВЛ-80с», стр. 82-95.
2. Работа с конспектом.
3. Подготовка к опросу по пройденному материалу.



Спасибо за внимание

Желаю успехов!