

ЭЛЕКТРОПРИВОД ПРИ ИМПУЛЬСНОЙ ПЕРЕДАЧЕ ЭНЕРГИИ

Представлены режимы работы электропривода, который питается от линии с импульсной передачей энергии. Показано, что механические характеристики определяются потерями в приводе, пока момент меньше того значения, при котором потребляемая мощность максимально возможная по условиям электропередачи. При дальнейшем увеличении момента частота вращения обратно пропорциональна моменту.

Представлен режим работы электроприводу, який живиться від лінії з імпульсною передачею енергії. Доведено, що механічні характеристики визначаються втратами в приводі, поки момент менше того значення, при якому споживана потужність максимально можлива за умовами електропередачі. При подальшому збільшенні моменту частота обертання обернено пропорційна моменту.

Represented by the electric modes, which is powered from the line with a pulse energy transfer. It is shown that the mechanical characteristics are determined by losses in the drive until the time reaches the value at which the maximum possible power consumption in terms of power. With further increase in speed of the drive time is inversely proportional to the mechanical torque.

Актуальность темы обусловлена достоинствами импульсной передачи, позволяющей снизить потери в линии и управлять потоком энергии. Существующие исследования в области электропривода посвящены, главным образом, его работе при питании от аналогового источника энергии – постоянного или переменного тока. Разрабатываемая в мировой электроэнергетике концепция Smart Grid – интеллектуальных энергосистем – предполагает, что поток энергии аппаратно управляем для минимизации потерь в линиях передачи.

Возможность управления потоком энергии дает, в частности, передача энергии квантами – импульсами тока в конденсатор, а затем в нагрузку. Как будет вести себя электропривод в качестве нагрузки при таком способе подачи в него электроэнергии, остается неясным.

Цель работы – установить особенности характеристик электропривода при питании от импульсной электропередачи.

Принципиальная электрическая схема исследуемого устройства представлена на рис. 1, а. Изменения параметров во времени представлены на рис. 2.

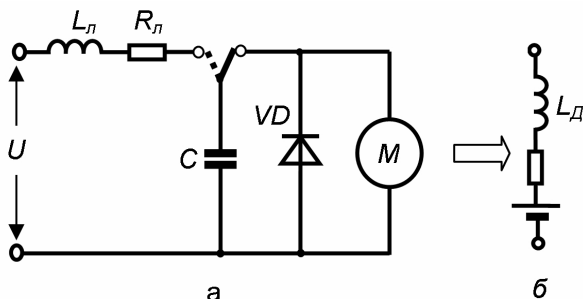


Рис.1. Схема подключения привода к импульсной электропередаче:– электрическая схема (а), эквивалентная схема привода(б)

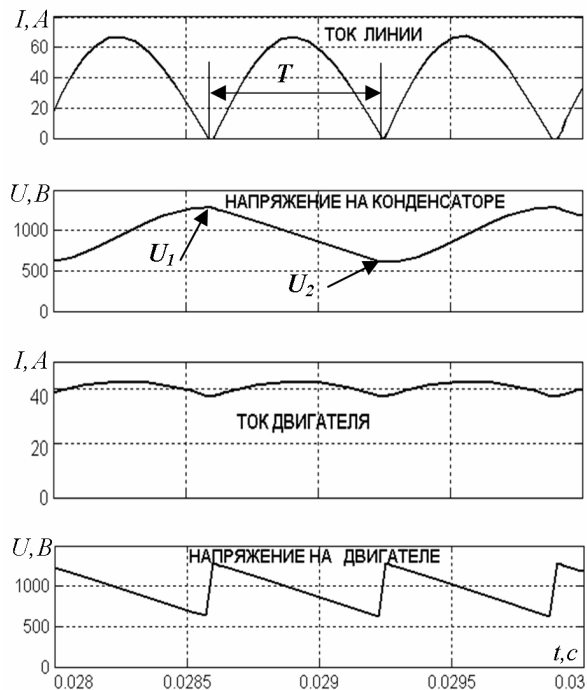


Рис. 2. Временные диаграммы токов и напряжений

Следует ожидать, что при таком режиме питания характеристики привода будут отличаться от штатных характеристик, имеющих место при непрерывном подводе энергии. Для исследования принята эквивалентная схема (рис.1,б), содержащая существенные параметры привода: ЭДС E , сопротивление R_d и индуктивность L_d .

Из закона сохранения энергии

$$\frac{C}{2}(U_1^2 - U_2^2) = P_1 T, \quad (1)$$

где U_1, U_2 – наибольшее и наименьшее значения напряжения на конденсаторе при разряде его на привод, В; P_1 – мощность на входе электропривода, Вт; T – период повторения импульсов тока, с.

Левая часть уравнения (1) раскладывается на множители:

$$\frac{U_1 + U_2}{2} = U, \quad (2)$$

$$C(U_1 - U_2) = C\Delta U_c, \quad (3)$$

где U – среднее напряжение на приводе, равное напряжению источника энергии, В; $C\Delta U_c$ – количество зарядов, перешедших из конденсатора в цепь привода за период импульсов, А·с.

Разность напряжений на конденсаторе зависит от тока, потребляемого приводом

$$\Delta U_c = \frac{IT}{C}, \quad (4)$$

ее максимально возможное значение $\Delta U_{c\max} \approx 2U$, соответственно, максимальная мощность, которую может обеспечить импульсная передача,

$$P_{\max} = 2 \frac{CU^2}{T}. \quad (5)$$

Пока мощность, потребляемая приводом, меньше максимально возможной ($P \leq P_{\max}$), она растет приблизительно пропорционально моменту на выходе привода [1] (рис.3).

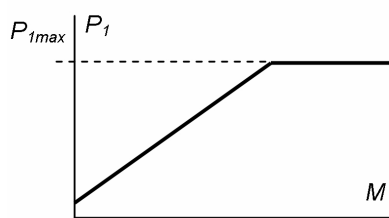


Рис.3. Зависимость мощности, потребляемой приводом, от развиваемого им момента

Если нагрузка на привод такова, что он потребляет максимально возможную по условиям электропередачи мощность ($P_1 = P_{\max} = \text{const}$), выходная мощность привода также постоянна. Мощность, при которой происходит смена режимов работы привода, определится уравнением (5).

В настоящей работе под электроприводом понимается устройство, преобразующее энергию электрическую в механическую. Это могут быть двигатели постоянного тока или асинхронные с преобразователем частоты, одно- или многодвигательные, так что M – это суммарный момент.

Механическая характеристика привода как зависимость его частоты вращения от развиваемого момента представлена на рис. 4.

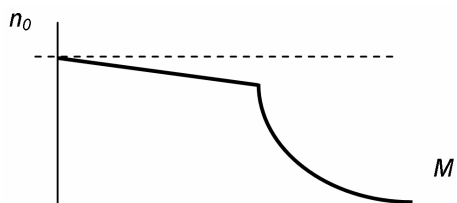


Рис. 4. Механическая характеристика привода

Частота вращения несколько снижается при увеличении момента – из-за потерь мощности в приводе – пока момент достигнет значения, при котором привод потребляет максимальную мощность. При дальнейшем увеличении момента выходная мощность привода остается постоянной, так что частота вращения становится обратно пропорциональной моменту.

Момент вращения, при котором изменяется режим работы привода, не зависит от параметров привода, а только от параметров электропередачи – напряжения и длительности периода импульсов. Или, в понятиях теории цепей, – от напряжения и волнового сопротивления линии.

Указанная особенность придает приводу следующие свойства. При мощности нагрузки, меньшей максимальной для передачи, механические характеристики жесткие, как при питании от источника неограниченной мощности [1]. При мощности нагрузки, большей максимальной для линии, механические характеристики мягкие, подобные характеристикам двигателя последовательного возбуждения. Перегрузочная способность ограничена, и это ограничение обусловлено параметрами не двигателя, а линии передачи.

Выводы

Механические характеристики электропривода при импульсной электропередаче существенно зависят от параметров передачи – длительности импульсов и волнового сопротивления линии.

В зависимости от нагрузки привод ведет себя как машина постоянного тока параллельного или последовательного возбуждения.

Указанные особенности привода могут быть востребованы для тяжелых условий работы, например, на транспорте.

Список использованной литературы

Вольдек А.И. Электрические машины / А.И. Вольдек //Учебник для студентов высш. учебн. заведений. – Л.: Энергия, 1978. – 832 с.

Получено 01.07. 2011



Чашко Марк Васильевич,
канд. техн. наук, доцент ГВУЗ
«Донецкий нац. технич. ун-т»,
Донецк, ул., Артема, 58,
+38050-474-3874
markchashko@rambler.ru