

СИСТЕМЫ ИНДУКЦИОННОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ШАХТНЫХ ЭЛЕКТРОВОЗОВ

Чашко М.В., Гурский П.И.

Для повышения производительности и безопасности шахтного электровозного транспорта созданы системы передачи энергии на электровоз магнитным потоком путем электромагнитной индукции. Настоящая статья посвящена рассмотрению трех таких систем.

Система передачи энергии импульсами магнитного потока импульсами промышленной частоты (рис. 1) содержит энергоприёмник и тяговую линию.

Энергоприёмник состоит из магнитопровода и двух обмоток – компенсационной, подключённой к конденсатору, и нагрузочной, подключённой к нагрузке. Тяговая линия подключена к сети промышленной частоты через полупроводниковый ключ (транзистор, тиристор).

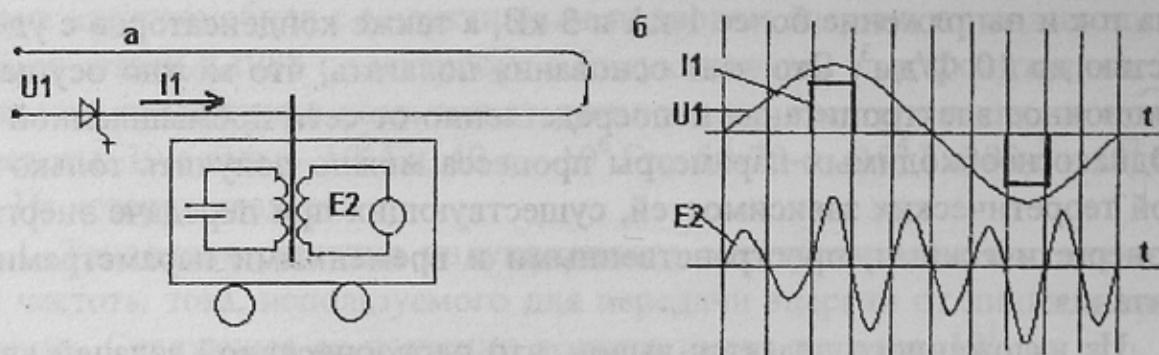


Рисунок 1 – Индукционное электропитание импульсами промышленной частоты, а - схема, б - временная диаграмма

При передаче энергии ток в контуре энергоприёмника, состоящего из компенсационной обмотки и конденсатора, колеблется с собственной частотой, в общем случае не равной, но кратной частоте сети. Во время импульса энергия передаётся в колебательный контур, в интервале между импульсами энергия колебательного контура расходуется на нагрузке и в энергоприёмнике (на сопротивлении обмотки, в магнитопроводе и конденсаторе).

Импульс образуется подключением тяговой линии к сети промышленной частоты в течение замкнутого состояния полупроводникового ключа.

После окончания очередного импульса тока в линии ток и напряжение в контуре компенсационная обмотка – конденсатор колеблются с собственной частотой, колебания затухающие. Во время одного из максимумов ЭДС следует импульс, во время которого по линии протекает ток j_1 в течении t_n секунд. Ток

в линии индуцирует ток в компенсационной обмотке j_k , который подзаряжает конденсатор, так что после окончания импульса напряжения на конденсаторе представляет собой сумму напряжения оставшегося после затухания и напряжения, добавившегося в течение импульса.

Теоретическими и экспериментальными исследованиями установлено, что для передачи энергии необходимы следующие условия.

Импульс тока должен иметь максимально возможную площадь, т.е., за импульс должно по линии пройти максимально возможное количество электричества.

1. Отношение периода колебаний к периоду импульсов должно быть минимально возможным.

2. Отношение числа витков нагрузочной обмотки к числу витков в линии должно быть минимально возможным.

Следующая система – электропитание непосредственно синусоидальным магнитным потоком промышленной частоты. Установлено, что без специального способа обеспечения магнитного потока это практически невозможно, для компенсации магнитного сопротивления зазора в магнитопроводе применена компенсационная обмотка.

Схематически система электропитания изображена на рис. 2.

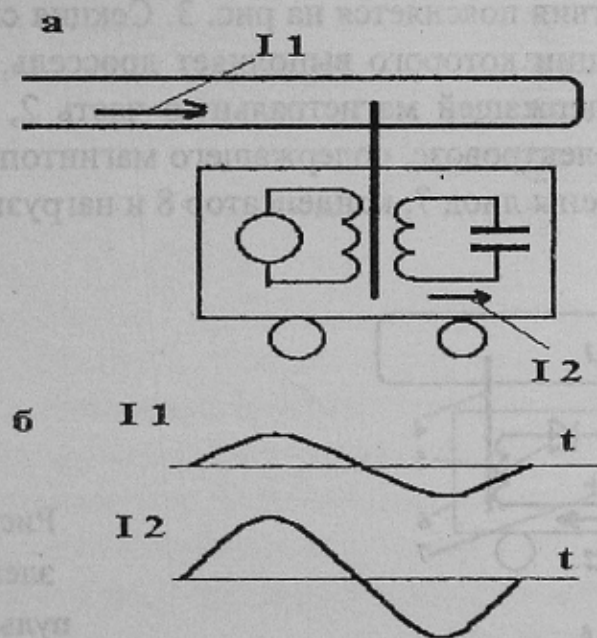


Рисунок 2 – Передача энергии синусоидальным магнитным потоком

Она содержит тяговую линию 1 из трёх жильного кабеля и энергоприёмника, включающий в себя: магнитопровод 2, из шихтованного трансформаторного железа, обмотку 3, подключённую к конденсатору, и обмотку 4, подключённую к приводу.

Ток в контуре из обмотки 3 и конденсатора создаёт магнитный поток, охватывающий тяговую линию 1 и индуцирующую в ней ЭДС, направленную

встречно приложенному к тяговой линии напряжению. Этот же поток индуцирует в обмотке 4 ЭДС, используемую для работы привода. Таким образом, по тяговой линии течёт только ток, необходимый для компенсации расхода мощности на привод и потери.

Следующая система названа системой передачи энергии импульсами магнитного потока в пространстве.

Установлено, что потеря мощности прямо зависит от отношения сопротивления линии к сопротивлению энергоприёмника. Для уменьшения сопротивления линии её можно разделить на секции небольшой длины и включать каждую секцию только на время нахождения в магнитной связи с ней энергоприёмника. При этом магнитный поток существует только на ограниченном участке длины тяговой линии, это названо импульсом магнитного потока в пространстве.

Ограниченная длина импульса магнитного потока даёт возможность принципиально нового подхода к технологии электропитания: высокое напряжение питания достигается высокой скоростью изменения магнитного потока во времени. В отличие от предыдущей системы, где высокое напряжение питания обусловлено магнитным потоком энергоприёмника. Это достигается прерыванием тока, проходящего по тяговой линии полупроводниковыми ключами.

Принцип действия поясняется на рис. 3. Секция системы состоит из источника тока 1, функции которого выполняет дроссель, тяговой линии вдоль трассы движения, содержащей магистральную часть 2, ключи 3 и секции 4; энергоприёмника на электровозе, содержащего магнитопровод 5 с обмоткой 6, в цепи которой включены диод 7, конденсатор 8 и нагрузка 9.

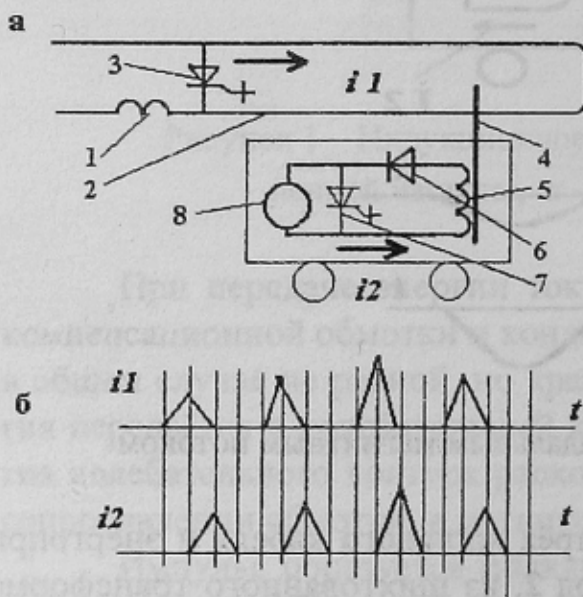


Рисунок 3 – система электропитания импульсами напряжения

Устройство работает следующим образом. При замкнутом ключе 3 ток проходит по магистральной линии, не создавая магнитного потока в секции 4. При размыкании ключа ток проходит через витки секции 4, создавая магнитный поток через магнитопровод 5. В это время в обмотки энергоприёмника 6

индуктируется ЭДС в непроводящем для диода 7 направлении, так что ток по ней не проходит. При замыкании ключа 3, ток через секцию 4 прекращается, но появляется ток в обмотке энергоприёмника 6, так как ЭДС при спадании магнитного потока имеет проводящую для диода 7 полярность. Этот ток заряжает конденсатор 8, который питает нагрузку 9. Во избежание перенапряжения ключ 3 шунтируется конденсатором.

Таким образом, электрическая энергия линии переходит в магнитную энергию воздушного зазора, за тем в электрическую энергию энергоприёмника.

Особенностью такой технологии передачи энергии является отсутствие источника реактивной мощности (конденсатор на электровозе).