
**ТЯГОВЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД РУДНИЧНОГО
КОНТАКТНО –АККУМУЛЯТОРНОГО ЭЛЕКТРОВОЗА**

Предприятиями горнометаллургического комплекса Украины, основного источника пополнения ВВП страны, эксплуатируются около 4-х тысяч 20-ти типов рудничных электровозов. В свою очередь они разделяются на два типа – контактные, получающие питание от тяговой контактной сети 275В и аккумуляторные - питающиеся от тяговых аккумуляторных батарей.

Эти виды и типы электровозов, выпускаемые отечественными заводами как электромеханические системы не удовлетворяют современным условиям и требованиям со стороны служб эксплуатации шахт и рудников.

Контактные электровозы - по условиям безопасности, т.к случаи поражения электрическим током как правило со 100% смертельным исходом при касании к КП, а аккумуляторные – по сцепной массе, т.к. их сцепная масса не превышает 10т, а оптимальной для железорудных шахт является -14 т. и стоимостных показателей в силу дороговизны аккумуляторных батарей и их обслуживания.

В связи с этим очевидна и остро назрела необходимость создания нового типа рудничного электровоза – контактно-аккумуляторного, тем более, что в мировой практике есть хотя и немногочисленные но все же примеры создания таких электровозов фирмами ASEA и SAAB. Но специфика их – это не применение для наших весовые характеристики сцепных масс и главное цена которая в десятки раз превышает цены отечественных образцов и главное условий, для которых они изготавливались – это рудники с отличным для наших отечественных методов добычи руд.

Поэтому возникает необходимость создание шахтного к/а электровоза, что диктуется требованиями эксплуатации в рудных шахтах. При этом подчеркнем, что главное в проблеме создания нового вида электровоза это выбор вид его электрической системы, в данном случае электропривод с системой двухрежимного питания.

Прогнозируемый к выпуску для новых типов рудничных электровозов тяговый электропривод должен отвечать ряду требований:

- быть универсальным, пригодным для различных типов электровозов, на базе которого можно разработать универсальный многосистемный рудничный (шахтный) электровоз;
- обладать высокими тягово-энергетическими показателями;
- учитывать транспортную специфику горного предприятия, быть компактным, с высоким коэффициентом использования электрооборудования и максимально возможным отсутствием контактных переключающих устройств;

- иметь возможность функционирования в тяговом комплексе рудничных. Таким образом, формируется двуединая научная задача, подлежащая решению – создание универсального по требуемым синергетическим параметрам и эффективного по структуре вида тягового электрического привода: IGBT-инвертор – асинхронный электрический двигатель для нового типа рудничного электровоза – контактно-аккумуляторного.

В последние годы в отечественных шахтах и рудниках начали появляться давно ожидаемые эксплуатационниками экспериментальные образцы энергоэффективных электровозов с IGBT-преобразователями напряжения питания тяговых асинхронных двигателей (ТАД) [1,2]. Усилиями учёных и машиностроителей на основе научных изысканий возник и новый для отечественной горной промышленности вид рудничного электровоза – контактно-аккумуляторный, [2] получающий питание как от контактной сети (КС) так и от тяговой аккумуляторной батареи (ТАБ) [1,2].

Объектом данного этапа исследований является разработанная структура тягового асинхронного электропривода рудничного контактно-аккумуляторного электровоза [2].

Анализ электромагнитных процессов в тяговом асинхронном электроприводе базовой структуры инвертор напряжения – асинхронный двигатель рудничного электровоза полученных в [2], позволили сделать выводы, что в условиях, характерных для рудничного электровозного транспорта, реальные значения потерь энергии значительны, а коэффициенты, характеризующие несинусоидальность кривой напряжения на асинхронном двигателе, имеют достаточные несогласующие с соответствующим ГОСТом значения. Таким образом, с целью повышения энергоэффективности тягового комплекса, существует необходимость улучшения до номинальных вышеупомянутых значений, что может быть достигнуто выбором рациональной структуры системы привода и способа управления уровнем напряжения питания ТАД посредством ШИМ.

Однако способ ШИМ напряжения питания ТАД имеет свои негативные побочные эффекты в направлении дополнительных, присущих этому способу модуляции, потерь электрической энергии. Часть этих проблем, связанных с применением ШИМ напряжения, решается применением альтернативной схемы тягового электропривода упрощенно представленной на рисунке 1. [3].

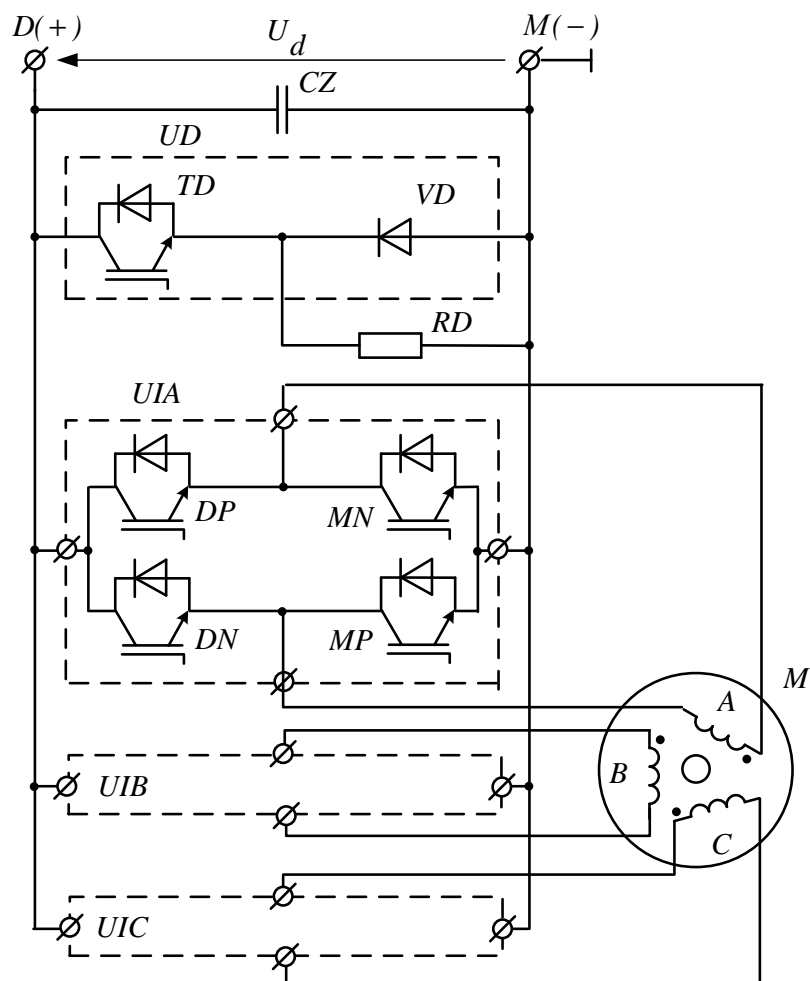


Рис. 1 Схема альтернативного тягового электропривода

Экономия электроэнергии дает снижение динамических потерь мощности в *IGBT* транзисторах альтернативной схемы благодаря методу непосредственного формирования ШИМ напряжения по заданному закону. Действительно, для формирования положительной полуволны выходного напряжения задействованы транзисторные модули *DP* и *MP*. Причем *MP* включен постоянно в течении полуволны, а *DP* модулирует. В результате мост имеет два состояния.

Альтернативная схема преобразователя позволяет простым образом формировать любую кривую выходного напряжения, используя непосредственную ШИМ напряжения при полном управлении, из которых образуются требуемые синусоидальные или трапецидальные огибающие кривые.

В результате проведенного исследования в [3] форм выходного напряжения преобразователя можно сделать вывод, что следует отдать предпочтение ШИМ напряжения питания тяговых двигателей трапецидальной а не синусоидальному поскольку она обеспечивает минимальные коэффициенты искажения питающего напряжения и высших гармоник.

ЛИТЕРАТУРА

1. Синчук О.Н., Системы управления шахтным электровозным транспортом // Э.С. Гузов, Н.И. Шулин, П.К. Саворский - К.: Техніка, 1985, - 198 с.
2. Sinchuk, O.. Control system of mine-electric transport [Reference book of power engineering specialist of coal mine] E. Guzov, N. Shulin, P. Savorsky - Kyiv: Tecnika, 1985, - 198 p.
3. Шокарев Д.А. Энергоэффективный тяговый электротехнический комплекс двухсистемного рудничного электровоза / Е.И. Скапа, И.О. Синчук // журнал «Електротехнічні та комп'ютерні системи» – 2011. – № 03(79). – С.145–147.
4. Shokarev. D., Energy-efficient linear electro-technical complex of the dual-system mine electric transport. E. Skapa, I. Sinchuk Journal «Electrical and computer systems» - 2011. - №03(79). - p.145 - 147.
5. Шокарев Д.А., Скапа Є.І. Тяговий асинхронний електропривод. Патент. №67134 Україна МПК (2012.01) H02M7/00 B61C 9/00 заявник та патентоутримувач Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського. — № и 2011 05247; Заявл.26.04.2011; Опубл. 10.02.2012, Бюл. № 3, 2012р

АНАЛИТИЧЕСКОЕ КОНСТРУИРОВАНИЕ РЕГУЛЯТОРА В МНОГОДВИГАТЕЛЬНОМ ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ

В настоящее время на основе математической теории оптимального управления разработаны способы построения оптимальных по быстродействию систем и процедуры аналитического конструирования оптимальных регуляторов. Аналитическое конструирование регуляторов вместе с теорией оптимальных наблюдателей (оптимальных фильтров) образуют совокупность методов, которые широко используются при проектировании современных сложных систем регулирования [1].

В связи с бурным развитием вычислительной техники, программного обеспечения и развитием математической теории машин переменного тока и теории управления имеется возможность определения закона управления регулятора многодвигательного асинхронного электропривода синхронного вращения.

Определение закона управления регулятора можно отнести к задаче стабилизации. Данная задача может быть успешно решена с помощью классического вариационного исчисления, методом принципа максимума Л.С. Понтрягина и методом динамического программирования. Однако, наиболее приемлемым методом решения поставленной задачи является метод динамического программирования Р. Беллмана, который в отличие от классического вариационного исчисления и принципа максимума позволяет получить решение в замкнутой форме, т.е. в виде $u=f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ [2].

Учитывая вышеизложенное, для решения поставленной задачи – определения закона оптимального управления – воспользуемся методом динамического программирования.

Структурная схема трехдвигательного асинхронного электропривода с регулируемым напряжением на статоре приведена на рисунке 1.

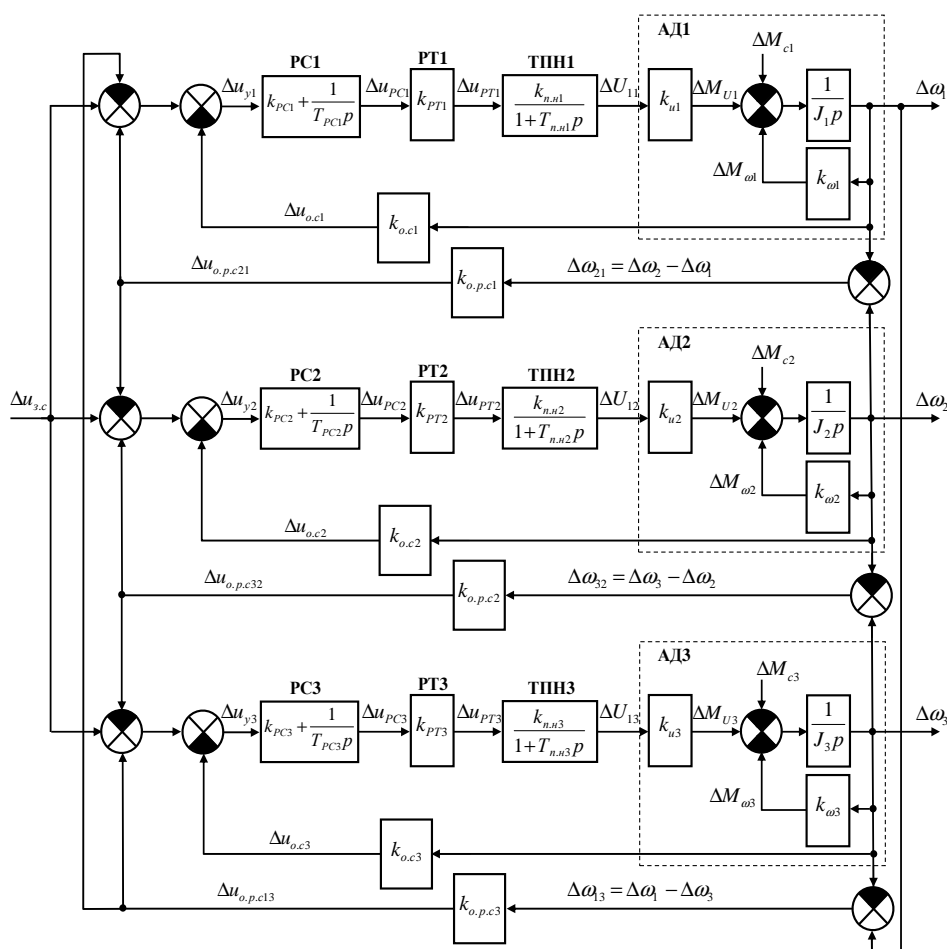


Рис.1 Структурная схема трехдвигательного асинхронного электропривода с регулируемым напряжением на статоре.