

делирование выполнено для двух случаев (рис. 1.а, б).

На рис. 2 представлены результаты моделирования при изменении коэффициента сцепления для последовательного соединения локомотивов в составе и для локомотивов в голове и середине состава.

На рис. 3 представлены результаты моделирования при изменении коэффициента потока для соответствующих расположений электровозов.

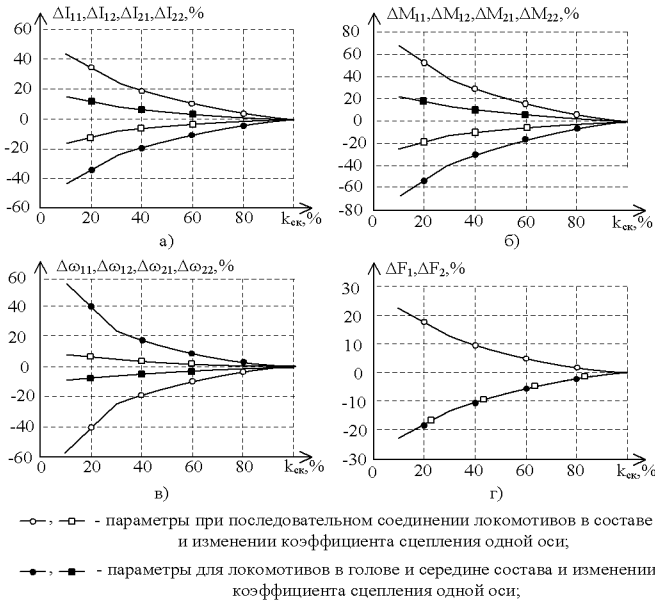


Рисунок 2 – Влияние изменения коэффициента сцепления одной оси

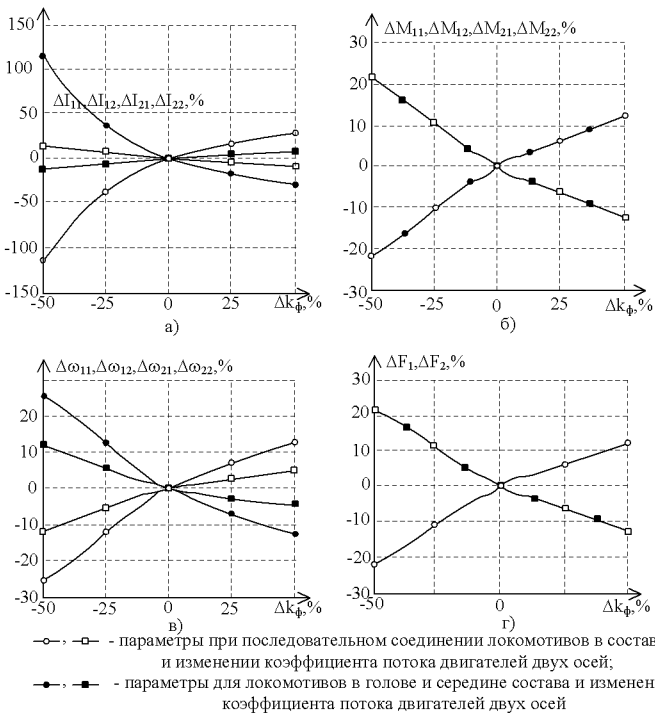


Рисунок 3 – Влияние изменения коэффициента тока двигателей двух осей

Выводы. Как следует из рис. 2, при незначительном уменьшении коэффициента трения скольжения (до 70%) рост нагрузки двигателей, оси которых находятся в зацеплении, составляет до 20-30 %. Уменьшение силы тяги электровозов составляет до 10-20 %.

При дальнейшем уменьшении коэффициента трения скольжения менее 50 % происходит существенная (более 40 %) перегрузка по току двигателя той оси, которая осталась в зацеплении. При проскальзывании двух осей ситуация еще более усугубляется и перегрузка одних двигателей доходит до 100%, а другие разгружаются до 0-10 %. Соответственно снижение силы тяги составляет 50-90 %.

Результаты моделирования, приведенные на рис. 3, показывают, что при уменьшении коэффициента потока до 30-40 %, также наблюдается рост тока двигателей на 20-30 %, а при уменьшении потока более 50 % происходит существенный рост тока на 50-100 %. При этом у двигателей с неизменным потоком происходит противоположное изменение токов.

При изменении параметров носят нелинейный характер динамические процессы в электровагонсопоставе при их движении и при уровне изменения до 20-30 % происходит снижение скорости движения при незначительной загрузке отдельных двигателей по току на 20-40 %. Однако изменение перечисленных параметров более, чем на 50 %, вызывает не только снижение скорости движения, но и значительную перегрузку двигателей по току.

ЛИТЕРАТУРА

1. Синчук О.Н., Юрченко Н.Н., Чернышев А.А., Синчук И.О. и др. Комбинаторика преобразователей напряжения современных тяговых электроприводов рудничных электровозов / Под ред. О.Н. Синчука. – К., 2006. – 250 с.
2. Гребенюк П.Т., Долганов А.Н., Скворцова А.И. Тяговые расчеты. – М.: Транспорт, 1987. – 272 с.
3. Кузьмич В.Д., Руднев В.С., Френкель С.Я. Теория локомотивной тяги: Учебник для вузов ж.-д. транспорта / Под ред. В.Д. Кузьмича. – М.: Маршрут, 2005. – 448 с.

Статья надійшла 25.03.2011 р.
 Рекомендовано до друку д.т.н., проф.
 Сінчуком О.М.

ОЦІНКА РІВНЯ ВЗАЄМНОГО ВПЛИВУ ЗМІНИ ДИНАМІКИ ТЯГОВИХ КООРДИНАТ І ЕЛЕКТРИЧНИХ ДВИГУНІВ ДВОХОСНИХ ЕЛЕКТРОВОЗІВ

А. А. Хараджян, к.т.н.

Криворізький державний педагогічний університет

просп. Гагаріна, 56, 50000, Кривий Ріг, Україна

С. Н. Якімець, к.т.н.

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

вул. Першотравнева, 20, 39600, м. Кременчук, Україна

E-mail: seem@kdu.edu.ua

Розглянуто вплив зміни параметрів двигунів шахтних локомотивів та умов їх експлуатації на розподіл навантаження між двигунами одного локомотива і між двома локомотивами. Аналіз проведено для різних схем побудови рухомого складу.

Ключові слова: шахтні локомотиви, шахтні поїзда, структура рухомого складу.

ESTIMATION OF LEVEL MUTUAL INFLUENCE OF CHANGES DYNAMIC TRACTION CO-ORDINATES AND ELECTRIC ENGINES OF BIAXIAL ELECTRIC LOCOMOTIVE

A. Haradzhyan, Cand. Sc. (Eng.)

Kryvyi Rih State Pedagogical University

prosp. Gagarina, 56, 50000, Kryvyi Rih, Ukraine

S. Yakimec, Cand. Sc. (Eng.)

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

vul. Pershotravneva, 20, 39600, Kremenchuk, Ukraine

E-mail: seem@kdu.edu.ua

The influence of changes in engine parameters mine locomotives and their operating conditions on the distribution of load between the engines of a locomotive and the two locomotives. Analysis is performed for different schemes for constructing compositions.

Key words: mine locomotives, mine train, the structure of the composition.

СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ТЯГОВЫЙ АСИНХРОННЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ПРИВОД ДЛЯ КОНТАКТНО-АККУМУЛЯТОРНОГО ДВУХОСНОГО ЭЛЕКТРОВОЗА

*О. Н. Синчук, д.т.н., проф., Д. А. Шокарев, ст. преп., Е. И. Скапа, студ.
Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского
ул. Первомайская, 20, 39600, г. Кременчуг, Украина
E-mail: seem@kdu.edu.ua*

*Э. С. Гузов, к.т.н., доц.
Криворожский технический университет
ул. XXII Партсъезда, 11, 50027, г. Кривой Рог, Украина
Ф. И. Караманиц, инж.*

Криворожский железорудный комбинат

Приведены результаты исследований по обоснованию и разработке архитектуры схмотехнических решений для двухосных промышленных контактно-аккумуляторных электровозов с асинхронными тяговыми электрическими двигателями и IGBT-преобразователями напряжения.

Ключевые слова. Тяговый асинхронный электропривод, контактно-аккумуляторный электровоз.

Введение. Двухосные промышленные электровозы, как правило, используются на предприятиях с подземными видами работ – строительство тоннелей, метрополитенов, спецобъектов, в шахтах, рудниках. В эксплуатации в Украине их находится около 7 тысяч. Состояние современных промышленных двухосных электровозов и сопоставление их с лучшими зарубежными аналогами показывает, что серийные отечественные образцы не соответствуют требованиям технологии производств и не позволяют решать задачи дальнейшего повышения эффективности и безопасности работ на промышленных предприятиях с подземными видами производств [1].

Анализ предыдущих исследований. Анализ технологии функционирования электровозосоставов с двухосными электровозами в условиях подземных производств показывает, что большую часть времени цикла движения они работают на погрузке и разгрузке вагоносоставов в непосредственной близости к контактному проводу (КП), высота подвески последнего 2 м от головки рельсов, чем подвергают опасности рабочих во время этих операций. Так, на подземных рудниках более 90 % электротравм со смертельным исходом приходится на случаи прикосновения к КП при погрузочно-разгрузочных операциях [2, 3].

Реальным направлением ликвидации данного весьма одиозного момента является применение контактно-аккумуляторных электровозов [3]. При этом емкость аккумуляторов должна обеспечить только разгрузку-погрузку состава, что составляет 5 – 10 % времени цикла движения электровоза. В то же время контактный провод в особо опасных местах функционирования (погрузка-разгрузка) ЭПС убирается, а, следовательно, ликвидируется самый опасный источник поражения рабочих электрическим током [3].

Цель работы. Разработка энергоэффективной и безопасной структуры асинхронного тягового электротехнического комплекса двухосных промышленных электровозов.

Материал и результаты исследования. Основные недостатки существующих типов контактных двухосных электровозов заключаются в следующем:

1. Неэкономичная реостатная система управления тяговым приводом, когда потери в пуско-регулирующих сопротивлениях составляют около 30 %.

2. Низкая надежность тяговых двигателей постоянного тока, имеющих принципиальный недостаток – коллекторно-щеточный узел.

3. Высокий электротравматизм как на электровозах, так и от контактных сетей, особенно в зонах погрузки (разгрузки).

4. В зонах погрузки (в ортах-заездах) невозможно обеспечить непрерывный токосъем в связи с разрывами контактного провода у пунктов погрузки.

5. Технологические неудобства, связанные с контактной сетью в погрузочных выработках, которая мешает не только погрузке руды, но и разгрузке материалов и оборудования, монтажу и ремонту погрузочных устройств, уборке просыпавшейся руды погрузочными машинами, ремонту путей и выработок, создает высокую опасность поражения людей электрическим током.

Вместе с тем отметим, что массогабаритные показатели двухосных электровозов конструкционно минимизированы, что выдвигает жесткие определяющие требования к системе управления тяговым комплексом – ограничение в объеме. Именно в силу несоблюдения этого требования ряд перспективных в свое время разработок не нашли практического применения в практике создания энергоэффективных систем управления двухосными электровозами [4, 5].

Настоящий этап развития полупроводниковой преобразовательной техники, ее альтернативной базы, а также совершенствование химических источников тока дают предпосылки для создания новых совершенных электровозов, в достаточной степени удовлетворяющих вышеизложенным требованиям.

Использование электровозов с комбинированным питанием в условиях угольных и рудных шахт позволит решить ряд ожидающих своего решения задач:

– в угольных шахтах расширяется зона действия электровозов по сравнению с контактными видами, не требуется перецепка составов между зонами работы контактных и аккумуляторных электровозов и связанные с этим маневры;

– в рудных шахтах устраняются контактные сети в погрузочных и других вспомогательных выработках, где имеются трудности монтажа и эксплуатации контактной сети и велика вероятность поражения людей электрическим током.

В связи с различием решаемых задач и условий эксплуатации это должны быть различные электровозы: для угольных шахт они должны строиться на базе аккумуляторных электровозов, имеющих взрывобезопасное исполнение электрооборудования, а для рудных шахт – на базе контактных электровозов с электрооборудованием в рудничном нормальном исполнении.

Как показывает анализ транспортных горизонтов, общая протяженность цикла движения в шахтах Криворожского бассейна составляет 2000–4000 м. В процессе цикла состав движется выработками рудничного двора, квершлагам, штрекам, погрузочным выработкам и возвращается обратно в рудничный двор для разгрузки.

Протяженность погрузочных выработок находится в пределах 100–300 м, что в большинстве случаев не превышает 10 % общей продолжительности цикла движения, соответственно и энергетические затраты на движение в погрузочных выработках составляют около 10 % общих энергозатрат.

Следует также отметить, что в связи с большим количеством погрузочных выработок общая их протяженность значительна и составляет около 30 % общей протяженности контактной сети шахты. Именно эти сети чаще всего повреждаются в процессе эксплуатации и представляют наибольшую опасность.

Скорость движения состава в погрузочных выработках ограничена условиями и правилами движения и не превышает 5 км/час, а непосредственно под погрузочными устройствами – около 2 км/час. Требуемое напряжение для реализации таких скоростей составляет 70–80 В. При использовании свинцовых аккумуляторов требуется батарея из 36–40 элементов, имеющих емкость 300–400 А·ч. Такая батарея способна обеспечить работу электровоза в зонах погрузки в течение смены даже без подзарядки. Предлагаемая упрощенная схема контактно-аккумуляторного электровоза с асинхронным приводом приведена на рис. 1.

Двигаясь по магистральным выработкам, электровоз работает в контактном режиме, получая питание от контактного провода КП. Скорость вращения двигателей регулируется инверторами АИН1 и АИН2. Автономные инверторы напряжения, собранные на силовых транзисторах IGBT, выполняют функции не только регулирования скорости, но также реверса двигателей [1].

При работе электровоза в контактном режиме происходит автоматическая подзарядка аккумуляторной батареи АБ от контактной сети с помощью зарядного устройства ЗУ. Зарядное устройство обеспечивает импульсное регулирование тока заряда в зависимости от степени заряда аккумуляторной батареи.

В автономном режиме опускается токосъемник электровоза, включается контактор КМ1 и через разделительный диод V3 подается питание тяговому приводу от аккумуляторной батареи.

От аккумуляторной батареи запитываются также цепи управления электровоза, цепи освещения и привод механического тормоза (пневматический, гидравлический или электродвигательный). На схеме показан мотор компрессора МК, приводящий компрессор пневматической тормозной системы.

Предусматривается также электрическое торможение тяговых двигателей. При этом отключается контактор КМ1 и энергия торможения двигателей через инверторы отдается тормозному резистору Rт. Интенсивность торможения регулируется тормозным чоппером VT.

Применяемые на отечественных рудничных аккумуляторных электровозах тяговые никель-железные аккумуляторы типа ТНЖШ имеют слишком много недостатков, к числу которых относятся: низкое напряжение элементов – 1,2 В; высокое внутреннее сопротивление, низкая энергоотдача, интенсивное выделение газов в процессе заряда.

Наиболее подходящим типом аккумуляторов в данном случае являются свинцовые (кислотные) аккумуляторы, превосходящие никель-железные по всем отмеченным показателям. Они имеют незначительное выделение газов в процессе заряда, могут изготавливаться даже в герметичном исполнении (необслуживаемые).

Вместе с тем, Правила безопасности [6] составлены применительно к эксплуатации на электровозах никель-железных аккумуляторов, имеющих интенсивное газовыделение при заряде. В частности, Правила запрещают зарядку аккумуляторных батарей непосредственно на электровозе (§ 332). Поэтому требуется уточнение положений Правил с учетом реальных условий.

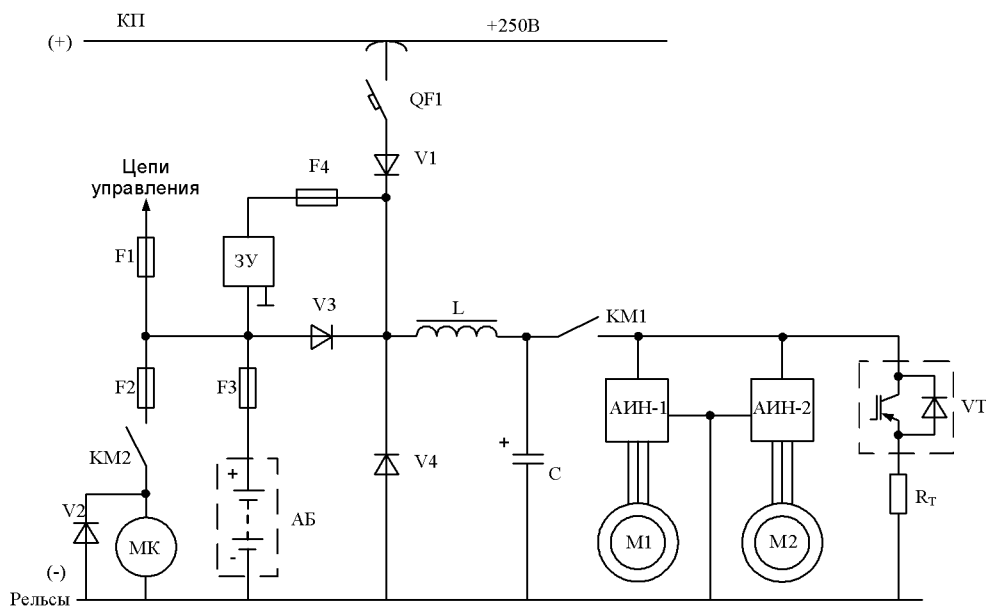


Рисунок 1 – Упрощенная электрическая схема двухосного контактно-аккумуляторного электровоза с асинхронными тяговыми двигателями, где QF1 – вводный автоматический выключатель; V1 – заградительный диод; ЗУ – зарядное устройство; АБ – аккумуляторная батарея; KM1, KM2 – линейные контакторы; L, C – соответственно дроссель и конденсатор фильтра; АИН1, АИН2 – автономные инверторы; V3 – шунтирующий диод; V4 – запирающий диод; VT, Rt – соответственно тормозной чоппер и тормозной резистор; M1, M2 – тяговые асинхронные двигатели; МК – электрический двигатель компрессора; V2 – шунтирующий диод электрического двигателя компрессора; F1, F2, F3, F4 – предохранители

В итоге можно отметить следующие достоинства применения контактно-аккумуляторных электровозов по сравнению с существующими контактными:

- существенно повышается безопасность работ и во вспомогательных выработках, где устраняются контактные сети;
- сокращается до 30 % затрат и на монтаж и обслуживание контактных сетей предприятий;
- создается возможность использования эффективной системы дистанционного управления электровозами при проведении погрузочных и разгрузочных работ.

Опыт эксплуатации контактно-аккумуляторных электровозов на зарубежных рудниках, в частности, на шахтах рудника «Кируна» (Швеция), подтверждает эффективность данного решения.

Выводы. Существующие виды контактных и аккумуляторных электровозов не удовлетворяют на требуемом уровне условиям рудных шахт по безопасности обслуживания при ведении погрузочно-разгрузочных работ.

Контактно-аккумуляторные электровозы с синергетической системой тягового электротехнического комплекса с асинхронными тяговыми двигателями и IGBT-преобразователями позволяют решить проблемы электробезопасности и эффективности функционирования рудничного электровозного транспорта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Синчук О.Н., Юрченко Н.Н., Чернышев А.А. и др. Комбинаторика преобразователей напряжения современных тяговых электроприводов рудничных электровозов / Под ред. д.т.н., проф. О.Н. Синчука К.; 2006. – 250 с.
2. Синчук О.Н., Гузов Э.С., Ликаренко А.Г., Животовский А.Г. Электробезопасность рудничной откатки. – К.: Техника, 1988. – 188 с.
3. Бинус М.С., Кунин В.И., Кобевник В.Н. Повышение надежности и электробезопасности работы электровозной откатки шахт // Безопасность и надежность электроснабжения горнорудных предприятий. Тезисы докладов. – Днепропетровск, 1982. – С. 23–26.
4. Синчук О.Н., Гузов Э.С. Контактно-аккумуляторный электровоз для рудных шахт // Горная электромеханика и автоматика. – К., 1982. – № 40. – С. 25–28.
5. Синчук О.Н., Чумак В.В., Ершов О.В. Импульсные системы управления и защиты на рудничном электровозном транспорте / Под ред. д.т.н., проф. О.Н. Синчука– К.: АДЕФ-Украина. – 278 с.
6. Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений подземным способом. – М.: Недра, 1987.

Стаття надійшла 26.04.2011 р.
Рекомендовано до друку д.т.н., проф.
Сінчуком О. М.

СИНЕРГЕТИЧНИЙ ТЯГОВИЙ АСИНХРОННИЙ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИЙ ПРИВОД ДЛЯ КОНТАКТНО-АКУМУЛЯТОРНОГО ДВОХОСНОГО ЕЛЕКТРОВОЗА

О. М. Сінчук, д.т.н., проф., Д. А. Шокар'єв, ст. викл., Є. І. Скапа, студ.
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, 39600, м. Кременчук, Україна
E-mail: seem@kdu.edu.ua

Е. С. Гузов, к.т.н., доц.
Криворізький технічний університет
вул. XXII Партз'їзду, 11, 50027, м. Кривий Ріг, Україна
Ф. І. Караманиць, інж.
Криворізький залізорудний комбінат

Наведені результати дослідів по обґрунтуванню і розробці архітектури схемотехнічних рішень для двохосних промислових контактано-акумуляторних електровозів з асинхронними тяговими електричними двигунами і IGBT – перетворювачами напруги.

Ключові слова: тяговий асинхронний електропривод, контактано-акумуляторний електровоз.

SYNERGETICS HAULING ASYNCHRONOUS ELECTRICAL ENGINEERING DRIVE FOR BY PIN - STORAGE - BATTERY BIAxIAL ELECTRIC LOCOMOTIVE

O. Sinchuk, D. Sc. Eng, Prof., D. Shokarev, Sen. Lect., E. Skapa, stud.
Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University
vul. Pershotravneva, 20, 39600, Kremenchuk, Ukraine
E-mail: seem@kdu.edu.ua

E. Guzov, Cand. of Sc. Eng, Assoc. Prof.
Kryvyi Rih Technical University
vul. XXII Partzyvizdu, 11, 50027, Kryvyi Rih, Ukraine
F. Karamanuc, eng.
Kryvyi Rih Iron-ore Combine

Results over of researches are brought on a ground and development of architecture of circuit technology decisions for biaxial industrial pin-storage – battery electric locomotives with asynchronous hauling electric engines and of IGBT – transformers tension.

Key words: asynchronous hauling electric engines, pin - storage - battery electric locomotive.