



УДК 622.625.28

ПОВЫШЕНИЕ АВТОНОМНОСТИ ШАХТНЫХ ЛОКОМОТИВОВ

А.В. Денищенко¹, С.Е. Барташевский², Р.Р. Егорченко³

¹кандидат технических наук, доцент кафедры транспортных систем и технологий, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепр, Украина, e-mail: alex097@rambler.ru

²кандидат технических наук, доцент кафедры транспортных систем и технологий, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепр, Украина, e-mail: xtiles07@mail.ru

³студент группы 184м – 16 - 1, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепр, Украина, e-mail: Kikero-vich@gmail.com

Аннотация. Проведен анализ ситуации, сложившейся на локомотивном транспорте угольных шахт Украины, рассмотрены возможные пути повышения автономности шахтных электровозов и перспективы использования аккумуляторных батарей различных электрохимических систем. Обоснована эффективность элементов с протонообменной мембраной, использующих в качестве топлива водород и разработана принципиальная схема генератора для его получения. Предложен также способ, позволяющий исключить выброс выхлопных газов дизелевозов в выработках со свежей струей.

Ключевые слова: шахтный локомотив, топливный элемент, водород, генератор, дизель, допустимая концентрация.

THE IMPROVEMENT OF INDEPENDENCE OF MINE LOCOMOTIVES

A. Denyshchenko¹, S. Bartashevskiy², R. Yehorchenko³

¹ Ph.D., Associate Professor of the Department of Transport Systems and Technologies, National Mining University, Dnipro, Ukraine, e-mail: alex097@rambler.ru

² Ph.D., Associate Professor of the Department of Transport Systems and Technologies, National Mining University, Dnipro, Ukraine, e-mail: xtiles07@mail.ru

³Student of group 184m-16-1, National Mining University, Dnipro, Ukraine, e-mail: Kikero-vich@gmail.com

Abstract. Current situation with locomotive transport in Ukrainian coal mines has been analyzed; possible ways to improve efficiency of independence of mine electric locomotives as well as future use of accumulator batteries of various electrochemical systems have been considered. Efficiency of components with proton-exchange membrane using hydrogen as fuel has been substantiated. Structural scheme of generator for its formation has been developed. In addition, a technique making it possible to avoid exhaust emission into mine workings with fresh flow has been proposed.

Keywords: mine locomotive, fuel component, hydrogen, generator, diesel, admissible concentration.



Введение. Протяженность маршрутов подземного локомотивного транспорта на шахтах Украины постоянно увеличивается в связи со старением шахтного фонда и продлением срока службы шахт за счет прирезки запасов у границ полей [1]. На многих шахтах с завышенными профилями рельсовых путей емкости батарей электровозов недостаточно для выполнения рейсов к наиболее отдаленным погрузочным пунктам и приходится использовать спаренные локомотивы или включать в состав два локомотива. Кроме того вблизи границ шахтного поля оборудуют камеры замены батарей, а при наличии обособленного проветривания устанавливают зарядные камеры, что влечет за собой значительные финансовые и трудовые затраты.

Сохранение заданной производительности в указанных условиях возможно путем:

- применения электровозов, получающих энергию из внешнего источника неконтактным способом;
- увеличения энергоемкости химических источников тока, применяемых на аккумуляторных электровозах;
- внедрения локомотивов с двигателями внутреннего сгорания;
- совершенствования инерционных локомотивов (гировозов).

Цель работы – определение эффективности различных систем энергоснабжения шахтных локомотивов и их дальнейшее совершенствование.

Материал и результаты исследований. Типы электровозов В10 и В14, разработанные в Днепропетровском горном институте и введенные в опытно-промышленную эксплуатацию, подтвердили свои высокие технико-экономические показатели. Однако, вредное воздействие токов высокой частоты на обслуживающий персонал и возникновение наведенного электричества в металлоконструкциях, находящихся вблизи питающих кабелей, пока не позволяет обеспечить необходимый уровень безопасности эксплуатации для широкого внедрения таких машин в подземных условиях.

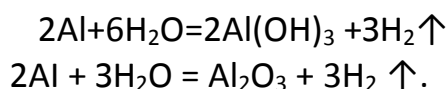
Анализ современных исследований [2] показывает, что существенное увеличение пути пробега шахтных локомотивов за счет применения аккумуляторных батарей повышенной удельной энергоемкости (как щелочных, так и кислотных) в будущем представляется маловероятным.

Выходом из создавшейся ситуации может быть применение топливных элементов с мембраной обмена протонов, использующих в качестве топлива водород. Подобные системы используются в мировом автомобиле- и локомотивостроении [3], однако их широкому внедрению препятствует проблема безопасного хранения водорода в замкнутом объеме на транспортном средстве. Поэтому актуальной инженерной задачей является создание компактных генераторов водорода, установленных на транспорт-



ном средстве, которые могут вырабатывать водород в объемах, необходимых для производства электроэнергии, потребляемой двигателем, минимизируя тем самым, возможность утечки.

Получение водорода непосредственно в генераторе на транспортном средстве с использованием галлия и алюминия возможно следующим химическим путем:



В реакции сплавления галлия и алюминия [4] первый компонент препятствует образованию защитной оксидной пленки на поверхности алюминия, без которой он начинает бурно реагировать с водой, образуя водород и оксид алюминия. Следовательно, если использовать для генерирования водорода такую управляемую реакцию непосредственно на транспортном средстве, то можно избежать проблем, связанных с его хранением, поскольку генератор выделяет ровно столько водорода, сколько его нужно в данный момент.

Авторами предложена конструкция шахтного электровоза [5], оснащенного рамой, колесными парами, приводными блоками с редукторами и электрическими двигателями, системами управления, аккумуляторной батареей, которая отличается тем, что имеет в качестве источника тока водородные топливные элементы и генератор водорода для них с возможностью автоматического регулирования подачи последнего в зависимости от силы тока тяговых электродвигателей (рис.1). Установка работает следующим образом.

Предварительно в генератор водорода 7 загружают гранулированный алюминий и галлий 8, затем через регулятор 11 подают к этой смеси воду через патрубок 10 из резервуара 9. В результате реакции выделяется водород, который по патрубку 22 направляется к водородному топливному элементу 18 с мембраной обмена протонов, где соединяется с кислородом воздуха, поступающим от вентилятора 19 через фильтр 20 по патрубку 21. В результате реакции водорода с кислородом в топливном элементе вырабатывается электрическая энергия, которая через контроллер 16 питает тяговые двигатели 12,13. Вода же, образовавшаяся в результате реакции, собирается в резервуаре. Вращательный момент от двигателей передается колесным парам 2, 3 и электровоз начинает движение по рельсовому пути 5. Проводниками 15 и 14 тяговые двигатели соединены с контроллером и регулятором и, в случае изменения величины тока в цепи их питания, контроллер подает сигнал на регулирование подачи воды в генератор водорода – повышение величины тока дает сигнал на открытие регулятора воды и увели-

чение количества водорода на выходе из генератора и наоборот. Восстановление запаса энергии генератора осуществляется загрузкой очередной порции алюминия и галлия, причем большая часть последнего используется повторно. Для обеспечения пуска и перемещения машины в случае непредвиденных ситуаций, связанных с отказом основной системы питания, на электровозе установлена резервная аккумуляторная батарея 6, которая подзаряжается во время движения через контролер от топливного элемента. Все части системы питания, где находится водород, располагают во взрывобезопасной оболочке 4, оборудованной низкотемпературным каталитическим нейтрализатором последнего 17, который питается через контролер от топливного элемента. Прекращение выделения водорода и, как следствие, обесточивание системы осуществляется путем перекрытия подачи воды в генератор с помощью регулятора.

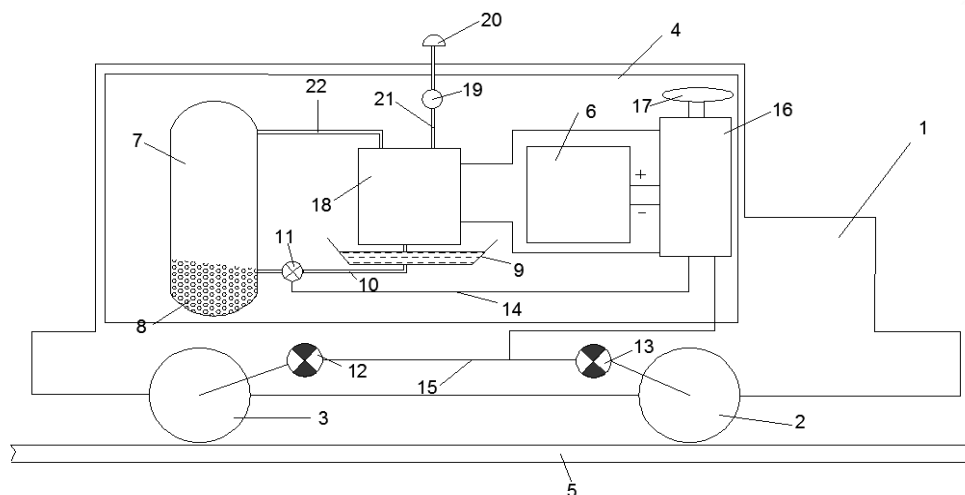


Рисунок 1– Принципиальная схема электровоза: 1 – рама; 2,3 – колесные пары; 4 – оболочка; 5 – рельсовый путь; 6 – аккумуляторная батарея; 7 – генератор водовода; 8 – реагенты; 9 – резервуар; 10 – патрубков; 11– регулятор; 12,13 – тяговые двигатели; 14,15 – проводники; 16 – контролер; 17 – нейтрализатор; 18 – топливный элемент; 19 – вентилятор; 20 – фильтр; 21,22 – патрубки

Шахтные дизелевозы в исполнении РВ, получили широкое применение на угольных шахтах за рубежом. Поскольку эти машины используют высокоэнергетическое дизельное топливо, то их путь пробега в течение смены практически неограничен, но внедрение дизелевозов на шахтах Украины выявило целый ряд проблем, которые сдерживают их широкое применение [6].

Основными недостатками этих установок следует считать сложность обеспечения взрывобезопасного исполнения и загазованность атмосферы,

что особенно важно в ограниченном пространстве горных выработок. Причем, в случае движения локомотива навстречу вентиляционной воздушной струи снижения содержания вредных составляющих отработанных газов до допустимых концентраций осуществляется относительно быстро. Когда же направления движения транспортного средства и струи совпадают, образуется зона повышенной концентрации вредных веществ, которая движется вместе с локомотивом и представляет собой опасный фактор для здоровья людей. Образование такой же опасной зоны наблюдается во время работы дизелевоза в тупиковых горных выработках. Указанные обстоятельства существенно ограничивают область применения этих машин и приводят к снижению производительности, экологической безопасности и ухудшению условий труда шахтеров.

В этой связи, по мнению авторов, заслуживает внимания идея аккумуляирования выхлопных газов дизеля во время движения с последующим их выпуском в выработку, где это безопасно для людей (рис.2).

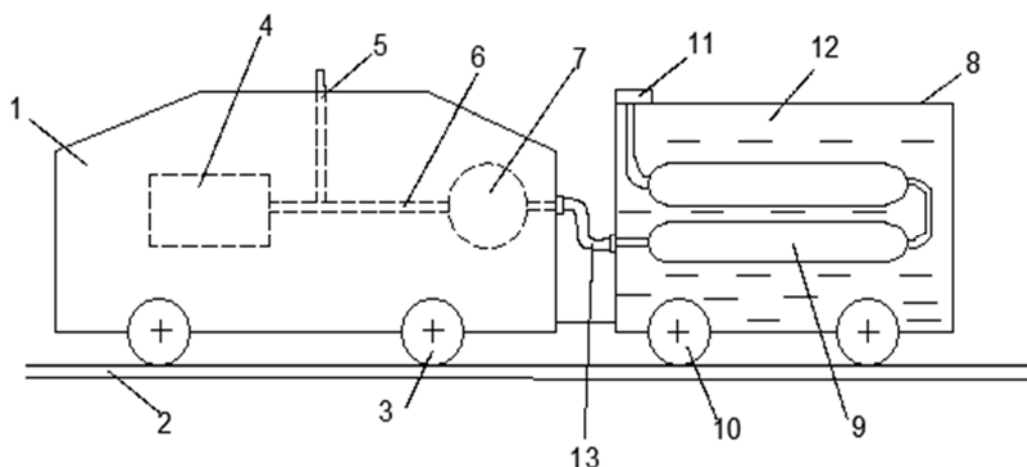


Рисунок 2 – Шахтный дизелевоз: 1 – локомотив; 2 – рельсовый путь; 3 – колесная пара; 4 – двигатель; 5,6 – патрубки; 7 – компрессор; 8 – вагон; 9 – резервуар; 10 – колесная пара; 11 – клапан; 12 – охлаждающая жидкость; 13 – патрубок

Во время движения локомотива 1 по рельсовому пути 2 по выработке навстречу струе свежего воздуха отработанные газы двигателя 4 через патрубок 5 выбрасываются в атмосферу. В случае работы в тупиковых выработках или при движении по направлению воздушной струи машинист перекрывает патрубок 5 и включает компрессор 7, сжимающий отработанные газы. Они направляются в резервуары 9 по патрубку 13, где охлаждаются жидкостью 12. При этом емкость резервуаров 9 рассчитана на размещение отработанных газов, которые образовались в течение смены. В конце



смены локомотив 1 перемещается к околоствольному двору, где отработанные газы выпускаются из резервуаров 9 через клапан 11 в выработку с исходящей струей воздуха, где нахождение людей не предусмотрено.

Вывод. Добавление в конструкцию электровоза генератора водорода со смесью алюминия, галлия и воды позволяет получить достаточное количество последнего для питания топливных элементов, что, в свою очередь, приводит к существенному увеличению запаса хода машины, повышению производительности и надежности системы локомотивной откатки в целом, а применение водородных топливных элементов в системе питания электровоза упрощает процесс получения электрической энергии, в котором принимают участие лишь два элементарных компонента – водород и кислород, что удешевляет стоимость энергии.

Введение в конструкцию дизелевоза резервуаров и компрессора позволяет временно изолировать шахтную атмосферу от вредного влияния отработанных газов двигателя внутреннего сгорания и, тем самым, расширить его область применения, повысить производительность и безопасность подземного транспорта, а размещение резервуаров с отработанными газами в вагоне с жидкостью дает возможность охлаждения последних после нагревания в процессе сжатия, защищает персонал в случае их разрыва и, за счет этого, повышает безопасность эксплуатации.

Предлагаемые технические решения отнюдь не претендуют на окончательное преодоление проблем повышения пробега шахтных электровозов и снижения концентрации вредных веществ в выхлопных газах дизелевозов, однако их реализация, по мнению авторов, позволит существенно улучшить эти параметры и расширить сферу применения автономных транспортных машин в подземных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Денищенко, А.В. Шахтные канатные дороги: Монография/ А.В. Денищенко. – Д.: Национальный горный университет, 2011. – 172 с.
2. Барташевский С.Е. Научно-технические основы перевода шахтного локомотивного транспорта на нетрадиционные источники энергоснабжения// Проблемы горного дела и экологии горного производства (Сборник трудов). Материалы VI научно-практической конференции 13-14 мая 2011г. Донецк: Донбасс, 2011. – С. 136 – 140.
3. metallichekiy-portal.ru/news/.
4. <http://usamodelkina.ru/5567-himicheskij-opyt-reakciya-zhidkogo-galliya-i-al-yuminiya.html>.
5. Шахтный локомотив: пат. 112717 на корисну модель Україна: МПК В61С 17/06, Е21F 13/02 / Чеберячко С.І., Денищенко О.В., Барташевський С.Є., Егорченко Р.Р. ; заявник і патентовласник Націон. гірн. ун-т. – № u201607046; заявл. 29.06.2016; опубл. 26.12.2016, Бюл. №24. – 4 с.



Б. Мохельник П. Взрывозащищенные рудничные дизелевозы из Чехии / П. Мохельник, П. Коварж // Глюкауф .– 2002. – №1 – С. 50 – 52.

УДК 691.421

НИЗКОБЖИГОВЫЙ КЕРИМИЧЕСКИЙ КИРПИЧ, ПОЛУЧЕННЫЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЩЕЛОЧЕЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

В.Н. Деревянко¹, А.Н. Гришко²

¹доктор технических наук, профессор кафедры технологии строительных материалов, изделий и конструкций, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», г. Днепр, Украина, e-mail: derev@mail.pgasa.dp.ua

²кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации гидромелиоративных систем и технологии строительства, Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет, г. Днепр, Украина, e-mail: gryshko_anna@mail.ru

Аннотация. Разработаны составы керамического кирпича с использованием лесовидного и красно-бурого суглинков и красного шлама Запорожского алюминиевого комбината (ЗалК). Установлено, что температура начала спекания кирпича-сырца, модифицированного щелочезелезосодержащими системами, снижается с 850 до 680°C, а конец спекания с 950-1150°C до 850-870°C по сравнению с немодифицированным сырьем, что соответствует концепции энергосбережения.

Ключевые слова: керамический кирпич, суглинок, энергосбережение, температура обжига, спекание, красный шлам, прочность.

LOW-FIRED CERAMIC BRICK WITH THE USE OF ALKALI-IRON-CONTAINING RAW MATERIALS

V.N. Derevianko¹, H.M. Gryshko²

¹Ph.D., Professor of the Department of Technology of Construction Materials, Products and Designs, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, State Higher Education Institution, Dnipro, Ukraine, e-mail: derev@mail.pgasa.dp.ua

²Ph.D., Associate Professor of the Department of Operation of Hydromelioration Systems and Construction Technology, Dnipropetrovsk State Agrarian University, Dnipro, Ukraine, e-mail: gryshko_anna@mail.ru

Abstract. Developed are ceramic brick compositions with the use of loessial loams, red-brown loams and red mud from Zaporizhzhia Aluminum Plant (ZALK). It is found that in case of green brick modified with the alkali-iron-containing systems, starting sintering temperature is lowered from 850 to 680°C, and that of sintering end is lowered from 950-1150°C to 850-870°C as compared to the non-modified material, which is consistent with energy conservation concept.

