

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ ШАХТНОГО ЭЛЕКТРОВОЗА

Проведен анализ факторов, влияющих на производительность и безопасность шахтной локомотивной откатки. Предложены технические решения по усовершенствованию тормозной системы электровозов с использованием электропластического эффекта.

Проведено аналіз чинників, що впливають на продуктивність та безпеку шахтної локомотивної відкатки. Запропоновано технічні рішення з удосконалення гальмівної системи електровозів з використанням електропластичного ефекту.

Analysis of factors effecting on productivity and safety of mine locomotive haulage has been carried out. Technologies concerning the improvement of electric locomotive brakes using electroplastic effect are proposed.

**Введение.** Эффективность подземной добычи угля, основного энергоносителя Украины, во многом зависит от совершенства конструкций применяемых средств транспортирования. На действующих горнодобывающих предприятиях преобладающим средством транспортирования горной массы, оборудования, людей и материалов по горизонтальным выработкам является локомотивная откатка. Она включает более 3,5 тысяч аккумуляторных и контактных электровозов, 150 тысяч вагонов, а ее производительность и безопасность во многом ограничиваются эффективностью и надежностью тормозных систем локомотивов.

Одной из основных проблем современного шахтного локомотивного транспорта является недостаточная его производительность. Старение шахтного фонда приводит к приближению горных работ к границам шахтных полей, неуклонному росту протяженности маршрутов и росту числа выработок с завышенным профилем рельсового пути (рис. 1).

В отличие от магистрального и карьерного железнодорожного транспорта, у которых тормозные средства размещены по всей длине поезда, в шахтном локомотивном транспорте ими оснащаются только локомотивы, что приводит к резкому снижению допустимой массы поезда по условию торможения.

**Актуальность.** Движение груженых составов от погрузочных пунктов к стволу производится, в большинстве случаев, вниз по спуску. Вследствие именно тормозных, а не тяговых ограничений на участках с завышенным уклоном, локомотив транспортирует часто только одну груженую вагонетку. Это приводит к тому, что локомотивная откатка не в состоянии оперативно обеспечивать потребности очистных и подготовительных забоев. Себестоимость транспортирования вспомогательных материалов при этом существенно увеличивается, что негативно сказывается на финансовых результатах работы предприятия в целом. При несоблюдении весовой нормы движущегося вниз состава или изменения в результате пучения почвы профиля пути на отдельных участках выработки возникают сложности с торможением и опасность возникновения неуправляемого движения поезда, растет аварийность и травматизм на транспорте.

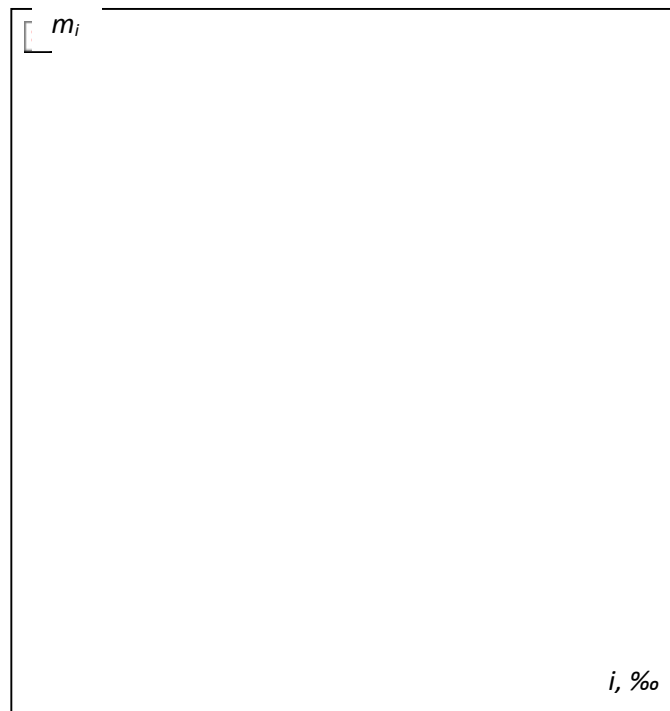


Рис. 1. Гистограмма распределения плотности вероятности ( $m_i$ ) продольного профиля ( $i$ ) рельсового пути на шахтах Западного Донбасса

**Цель исследований.** Увеличение производительности и безопасности эксплуатации локомотивного транспорта за счет повышения эффективности тормозной системы шахтных локомотивов.

Традиционно применяемый колесно-колодочный тормоз является основным для всех типов шахтных локомотивов, поскольку его конструкция проста и отработана. Основной его недостаток – интенсивный и неравномерный износ тормозной колодки и поверхности катания колеса, что оказывает отрицательное влияние на тягово-тормозные характеристики локомотива, повышает динамические нагрузки на него и верхнее строение путей. Согласно [1] эксплуатация локомотивов запрещена при износе более  $2/3$  толщины колодки и прокате бандажей более 10 мм. Непрерывное изменение геометрии поверхности контакта и попадание в него влаги и грязи приводит к нестабильности величины коэффициента трения между колодкой и колесом, что снижает эффективность торможения.

Общим недостатком колодочного тормоза является невысокий коэффициент сцепления между трущимися поверхностями, который обусловлен их физическими характеристиками и силой прижатия. Последняя ограничивается нормативами во избежание заклинивания колес локомотива, приводящего к росту тормозного пути, и неравномерного износа колес в виде «лысок».

Одним из перспективных, на наш взгляд, направлений повышения эффективности тормозной системы шахтного локомотива является использование электропластического эффекта, который описан белорусскими исследователями для тягового режима магистрального локомотива [2]. Ими было установлено, что прохождение электрического тока через зону контакта колеса с рельсом увеличивает силу взаимодействия между ними на

молекулярном уровне, повышает коэффициент сцепления и касательную силу тяги локомотива.

Авторами с целью повышения эффективности торможения предложено техническое решение [3], суть которого заключается в следующем (рис. 2).

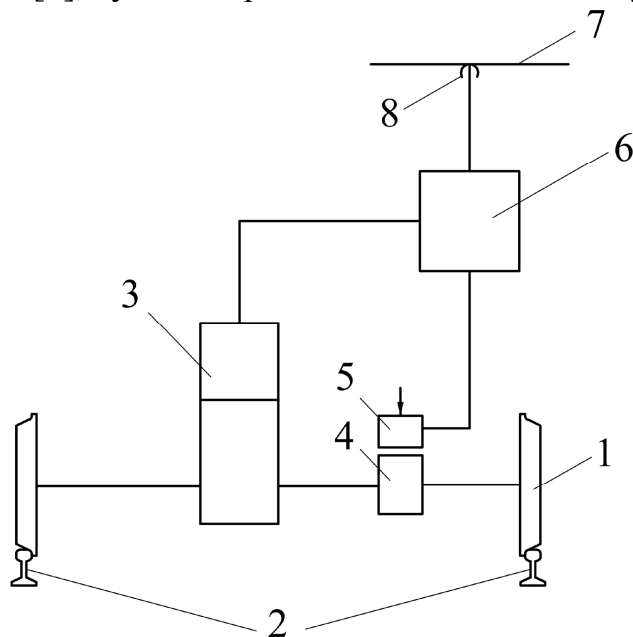


Рис. 2. Барабанное тормозное устройство шатного локомотива: 1 – колесная пара; 2 – рельсовый путь; 3 – двигатель приводного блока; 4 – тормозной барабан; 5 – тормозная колодка; 6 – регулирующее устройство; 7 – контактный провод; 8 – токоприемник

В тяговом режиме работы локомотива электрический двигатель приводного блока 3 питается от контактного провода 7 через токоприемник 8 и регулирующее устройство 6. Во время перехода в тормозной режим двигатель приводного блока 3 обесточивают с помощью регулирующего устройства 6, тормозную колодку 5 прижимают к поверхности тормозного барабана 4 с помощью привода, например пневматического, и соединяют ее через регулирующее устройство 6 и токоприемник 8 с контактной сетью. Таким образом образуется электрическая цепь: контактный провод 7 – токоприемник 8 – регулирующее устройство 6 – тормозная колодка 5 – тормозной барабан 4 – колесная пара 1 – рельсовый путь 2. Во время прохождения электрического тока через эту цепь возникает электропластический эффект, который повышает коэффициент трения между колодкой и тормозным барабаном, а также между колесом и рельсом. При этом, изменяя силу тока с помощью регулирующего устройства 6, например реостатного, обеспечивают управление тормозной силой локомотива.

К недостаткам предложенной конструкции можно отнести введение в нее дополнительного элемента – тормозного барабана, плотный контакт которого с криволинейной колодкой обеспечить гораздо сложнее, чем двух плоских поверхностей (как, например, в дисковом тормозе).

Избежать износа колесных пар и попадания загрязнений в зону контакта можно путем перехода к дисковым тормозам, основным конструктивным

элементом которых является тормозной диск, зажимаемый с двух сторон фрикционными накладками, установленными в суппорте. Основным их достоинством является то, что, благодаря плоскопараллельному контакту трущихся поверхностей, обеспечивается максимально плотное их прилегание друг к другу. Для реализации такого технического решения на шахтном локомотиве разработана конструкция тормоза [4], в которой тормозные накладки взаимодействуют с боковыми поверхностями колес.

В тяговом режиме работы (рис. 3) колесная пара 2 электровоза катится по рельсу 1 и фрикционные накладки 3, отжатые пружинами 5, не взаимодействуют с ее боковыми поверхностями. В момент торможения машинист включает насос 17, устанавливает золотник 8 в положение А и рабочая жидкость из бака 14 через клапан 9 под давлением поступает к гидроцилиндрам 4 по трубопроводу 15, что приводит к движению их штоков. При этом перемещаются тормозные накладки 3,

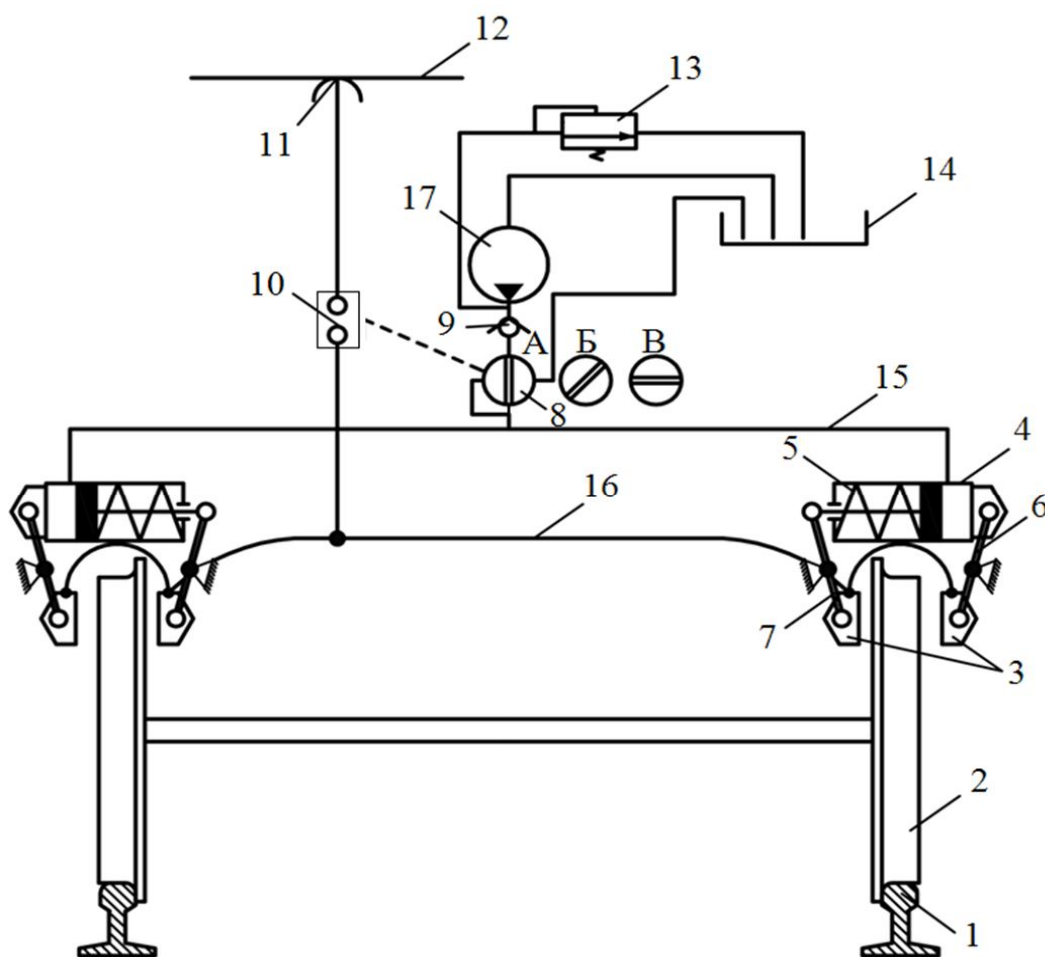


Рис. 3. Фрикционный тормоз локомотива: 1 – рельс; 2 – колесная пара; 3 – фрикционные накладки; 4 – гидроцилиндр; 5 – пружины; 6, 7 – рычаг; 8 – золотник; 9 – клапан; 10 – регулирующее устройство; 11 – токоприемник; 12 – контактный провод; 13 – предохранительный клапан; 14 – бак; 15 – трубопровод; 16 – провод; 17 – насос

соединенные с цилиндрами рычагами 6 и 7, которые зажимают боковые поверхности колесных пар 2, что приводит к механическому торможению локомотива.

Одновременно с этим включается регулирующее устройство 10, которое синхронно связано с золотником 8, и образуется электрическая цепь: контактный провод 12 – токоприемник 11 – регулирующее устройство 10 – провод 16 – фрикционные накладки 3 – колесная пара 2 – рельс 1. Во время прохождения электрического тока через зоны контакта фрикционных накладок 3 и боковых поверхностей колесных пар 2, а также рельсов 1 с рабочими поверхностями последних, возникает электропластический эффект, который повышает коэффициент трения между ними и коэффициент сцепления колес с рельсами.

Применение подобной конструкции позволяет также избежать неравномерного износа колеса, попадания в зону контакта грязи с поверхности катания, и, за счет плоскопараллельного контакта между накладками и колесом, существенно упрощает конструкцию фрикционной пары.

**Выводы.** Внедрение предложенных тормозных устройств позволит существенно повысить тормозную силу шахтного локомотива, снизить износ поверхности катания колеса, предотвратить нарушение геометрии трущихся поверхностей и, как следствие, увеличить весовую норму поезда и среднюю скорость движения состава по тормозному фактору, снизить динамические нагрузки на железнодорожное полотно и локомотив, улучшить технико-экономические показатели работы локомотивного транспорта. Дальнейшие исследования планируется проводить в направлении экспериментального определения эффективности предложенных технических решений и теоретического обоснования рациональных параметров их составных узлов.

#### Список литературы

1. Правила безпеки у вугільних шахтах [Текст] . – К.: Основа, 2010. – 208с.
2. Измеров О.Сцепление - вдвое? // [http://rzdclub.ucoz.ru/publ/sceplenie\\_vdvoe/1-1-0-1](http://rzdclub.ucoz.ru/publ/sceplenie_vdvoe/1-1-0-1).
3. Спосіб управління гальмовою силою транспортного засобу[Текст]: пат. на корисну
4. модель Україна 81075: МПК В61В 7/00/ О.В. Денищенко, О.М. Коптовець, С.Є. Барташевський; заявник і патентовласник ДВНЗ “Націон. гірн. ун-т”. – № u 2012 12657; заявл. 05.11.2012; опубл. 25.06.2013, Бюл.12
5. Гальмо шахтного електровоза [Текст]: рішення про видачу деклараційного патенту на корисну модель Україна по заявці № а2013 03756 від 04.07.2013 / О.В. Денищенко, С.Є. Барташевський, А.А. Юдіна, О.О. Кучеренко; заявник і патентовласник ДВНЗ “Націон. гірн. ун-т”.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Ширінім Л.Н.  
Надійшла до редакції 17.10.13*