

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРАСНОАРМІЙСЬКИЙ ІНДУСТРІАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ
ДЕРЖАВНОГО ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

**СУЧАСНІ АСПЕКТИ МЕХАНІЗАЦІЇ ТА
АВТОМАТИЗАЦІЇ ЕНЕРГОЄМНИХ
ВИРОБНИЦТВ**

**ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ
II регіональної науково-практичної конференції**

25 квітня 2013 р.

Красноармійськ – 2013

Сучасні аспекти механізації та автоматизації енергоємних виробництв. Збірник матеріалів II регіональної науково-практичної конференції, Красноармійський індустріальний інститут ДВНЗ ДонНТУ, 25 квітня 2013 р. – Донецьк: ТОВ «Цифрова типографія», 2013. – 300 с.

У збірнику представлені праці учасників II регіональної науково-практичної конференції «Сучасні аспекти механізації та автоматизації енергоємних виробництв», яку провела кафедра «Електромеханіки і автоматики» Красноармійського індустріального інституту ДВНЗ ДонНТУ. Основні напрямки роботи конференції – гірничча механіка, електрообладнання та енергопостачання сучасних енергоємних виробництв; геометричне та комп'ютерне моделювання об'єктів, явищ, процесів і технологій; геомеханічні проблеми розробки корисних копалин та охорона праці; соціальні, економічні та організаційні аспекти життєдіяльності енергоємних виробництв.

Редакційна колегія повідомляє, що автори публікацій несуть відповідальність за достовірність поданої інформації, зміст матеріалів, їх мовно-стилістичне оформлення.

Кушнир У.Л.; Сынков В.Г., д.т.н. (КИИ ДонНТУ) ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ ГОРНОПРОХОДЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ	63
Лопашов Е.Н., Шовкалюк Д.В.; Зинovieв С.Н., к.т.н. (КИИ ДонНТУ) РОЛЬ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ В ЭНЕРГЕТИКЕ УКРАИНЫ	67
Лященко Н.А.; Чашко М.В., к.т.н. (КИИ ДонНТУ) СОЛНЕЧНЫЙ ЭНЕРГОБЛОК	70
Лященко Н.А.; Чашко М.В., к.т.н., Зинovieв С.Н., к.т.н. (КИИ ДонНТУ) ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ	72
Маркин А.Д., д.т.н.; Кононенко Е.Ю. (ДонНТУ) ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭРЛИФТНЫХ УСТАНОВОК В СИСТЕМАХ ГИДРОЗОЛОШЛАКОУДАЛЕНИЯ ТЭС	75
Немцев Э.Н. (КИИ ДонНТУ) ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФАКТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ГОРНЫХ МАШИН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ	79
Парфьонова Е.В., Подлесный А.А.; Зинovieв С.Н., к.т.н. (КИИ ДонНТУ) АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧАСТКОВОГО ВОДООТЛИВА	82
Сидорова Г.С.; Рак О.М. к.т.н. (КП ДонНТУ) ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ ТРАНСФОРМАТОРНИХ ПІДСТАНЦІЙ В ШАХТНІЙ МЕРЕЖІ 1140 В	84
Сынков В.Г., д.т.н.; Мартищенко О.Ю. (КИИ ДонНТУ) КРАТКИЙ АНАЛИЗ СПОСОБОВ ВЫЕМКИ УГЛЯ ДЛЯ УСЛОВИЙ ШАХТ ДОНБАССА	87
Сынков В.Г., д.т.н.; Мартищенко О.Ю. (КП ДонНТУ) ПРО МОЖЛИВІСТЬ ДОРОБКИ ПЛАСТА k_3 ВП «ШАХТА НОВОГРОДІВСЬКА 1/3» АГРЕГАТОМ ФРОНТАЛЬНОГО ШНЕКОВОГО ВІЙМАННЯ	91
Тахтаров Е.В.; Сынков В.Г., д.т.н. (КИИ ДонНТУ) ШАХТНЫЕ ПОДЪЕМНЫЕ УСТАНОВКИ С ТОМОЗНЫМИ СИСТЕМАМИ ДИСКОВОГО ТИПА	94
Триллер Е.А. к.т.н.; Приймак А.С. (КИИ ДонНТУ) ИСПЫТАНИЕ СЕКЦИОННЫХ НАСОСОВ ПОСЛЕ РЕМОНТА В УСЛОВИЯХ ШАХТНЫХ МАСТЕРСКИХ	98
Триллер Е.А. к.т.н.; Шестаченко С.В. (КИИ ДонНТУ) ШАХТНЫЙ ВОДООТЛИВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТРУЙНЫХ НАСОСОВ	102
Холоша А.С. (ДонНТУ) ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБОБЩЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ВОДООТЛИВНОЙ УСТАНОВКИ С САМОСМЫВАЮЩИМИСЯ ВОДОСБОРНИКАМИ	106
Хорольський А.О., Немцев Е.М. (КП ДонНТУ) ЗМІНА ВЛАСТИВОСТЕЙ ГІРНИЧО-ШАХТНОГО ОБЛАДНАННЯ З ЧАСОМ ПІД ВПЛИВОМ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ	112
Хорольський А.О., Ситник О.С., науковий керівник – Немцев Е.М. (КП ДонНТУ) РОБОТА НАСОСІВ ГІРНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВ З ПІДПОРОМ НА ВХОДІ	116
Чернишев В.І. (КП ДонНТУ) УДОСКОНАЛЕНЕ РЕЛЕ НАВАНТАЖЕННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПЕРІОДУ УПОВІЛЬНЕННЯ В РЕЖИМІ ВІЛЬНОГО ВИБІГУ ШАХТНОЇ ПІДЙОМНОЇ УСТАНОВКИ	120
Чернишев В.І., Шечков С.І. (КП ДонНТУ) КОНТРОЛЬ БАГАТОДВИГУННИХ ЕЛКТРОПРИВОДІВ ГІРНИЧИХ МАШИН.....	124

ТАХТАРОВ Е.В.; СЫНКОВ В.Г., д.т.н. (КИИ ДонНТУ)
**ШАХТНЫЕ ПОДЪЕМНЫЕ УСТАНОВКИ С ТОМОЗНЫМИ СИСТЕМАМИ
ДИСКОВОГО ТИПА**

Розглянуто та проаналізовано гальмівні системи колодочного та дискового типу. На основі аналізу визначено, що дискові гальмівні системи, є більш надійними для використання на шахтних підйомних установках.

Увеличение объемов добычи полезных ископаемых требуют разработки более глубоких горизонтов, а значит и повышения эффективности и надежности работы шахтных подъемных установок, которые, будучи созданы и освоены промышленностью, по техническим характеристикам не уступают лучшим зарубежным образцам [1].

За последние десятилетия в нашей стране максимальная скорость движения сосудов шахтных подъемных установок увеличилась в 1,6 раз и достигла 16 м/с, высота подъема – 1,8 раз и составляет на ряде шахт 1200 – 1500 м, грузоподъемность сосудов – в 3 раза и достигла для угольных шахт 30 т, для железорудных – 50 т. Сохраняется тенденция к росту этих параметров. Проектируются шахтные подъемные машины емкостью скипов 50 т для угольных и 100 т для железорудных шахт при максимальной скорости движения подъемных сосудов 20 м/с. Также ведутся разработки подъемных машин, предназначенных для подъема полезных ископаемых из шахт глубиной до 2500 м сосудами полезной емкостью 50 – 100 т со скоростью их движения 25 м/с [1].

Правила технической эксплуатации угольных шахт [2] требуют различать рабочее (маневровое) и предохранительное (аварийное) торможение. Последнее включается как машинистом, так и автоматически под действием предохранительных аппаратов.

Основными элементами тормоза подъемных машин являются исполнительный орган и привод; первый непосредственно воздействует на тормозные ободья органов навивки, второй – создает усилие для такого воздействия.

Существуют два конструктивных типа тормозных устройств: радиальные (колодочные) и аксиальные (дисковые). Наиболее современными являются дисковые устройства, у которых тормозные колодки воздействуют на диск, прикрепленный непосредственно к органу навивки.

Тормозные устройства радиального (колодочного) типа (рис.1 а, б), в котором две диаметрально расположенные жесткие тормозные колодки 3, оснащенные фрикционными деревянными или пресс-массовыми накладками 2, прижимаются с двух сторон к цилиндрическому тормозному стальному или чугунному ободу барабана 1 с усилием F , направленным по радиусу барабана [3]. Подъемная машина имеет два тормозных обода, и на каждый обод действует пара колодок.

При эксплуатации тормозных устройств радиального (колодчатого) типа выявлены следующие недостатки: значительные радиальные нагрузки на вал, ободья и подшипники; низкое быстродействие тормозной системы, значительная сложность конструкции и низкий КПД за счет многошарнирной системы; нестабильная характеристика; большой угол обхвата и малая поверхность охлаждения вследствие чего происходит перегрев тормозов и возможна авария; низкая регулируемая характеристика; значительные габариты; радиальный зазор регулируется тягой и пружинными устройствами, что вызывает некоторое осложнение при регулировании; низкая ремонтпригодность; при интенсивном использовании происходит обугливание тормозных колодок вследствие чего в дальнейшем невозможно затормозить машину;

при попадании смазывающих материалов на ободья барабана также невозможно затормозить машину.

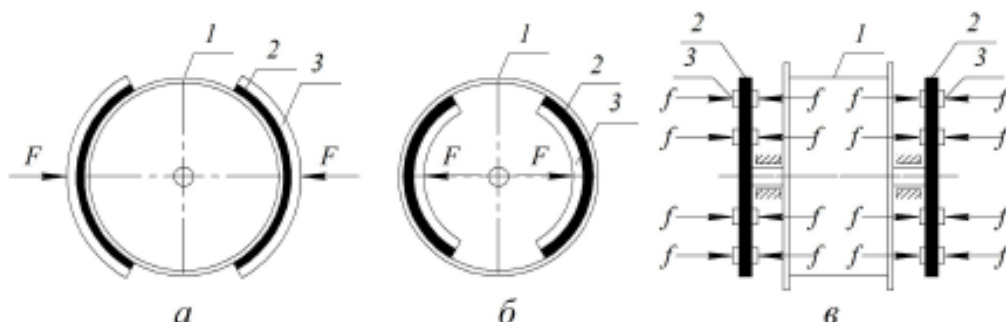


Рисунок 1 – Схематические изображения исполнительного органа тормоза колочатого (радиального) (а, б) и дискового (аксиального) (в) типа

Все эти недостатки препятствуют дальнейшему увеличению скорости движения сосудов, грузоподъемность сосудов и глубины стволов. В этих условиях аварии на подъемах приводят, как правило, к тяжелым последствиям. Соответственно возрастает роль предохранительного тормоза и требования к надежности его функционирования. В связи с этим на шахтных подъемных установках начали применять тормозные системы дискового типа, которые устраняют эти недостатки.

Тормозные устройства дискового (аксиального) типа (рис. 1 в), в котором две тормозные колодки 3, составляющие один так называемый тормозной модуль, прижимаются с двух сторон к соосному с барабаном 1 тормозному диску 2 (на одном диске может размещаться до восьми и более модулей) с усилием F , направленным вдоль оси барабана [3].

В элементах, по схеме (рис 2), тормозное усилие создается предварительно сжатыми тарельчатыми пружинами 4, через поршень 1 воздействуют непосредственно на тормозные колодки 2. Для растормаживания по трубопроводам 5 подается рабочая жидкость под давлением под поршень 1. Тормозные элементы комплектуются попарно для взаимного уравнивания. Комплекты пружин каждого тормозного элемента должны развивать одинаковые усилия и иметь одинаковую жесткость, чтобы в процессе работы не возникало неуравновешенное усилие, нагружает диск 3 [4].

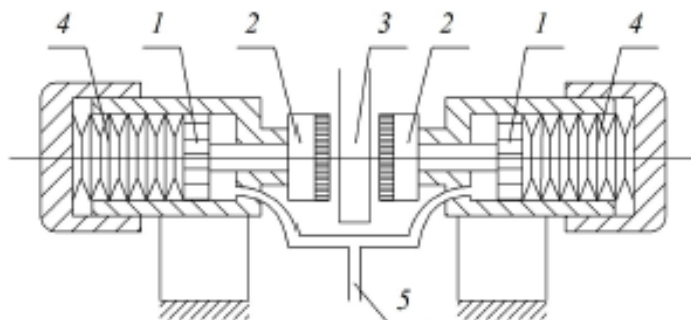


Рисунок 2 – Схема рабочих элемента исполнительных органов дисковых тормозных устройств

Со второй половины прошлого столетия, ведущие зарубежные фирмы: SIEMAG (Германия), АВВ (Швеция) изготавливают шахтные подъемные машины с современными системами электропривода и быстродействующими дисковыми тормозами, фирма АВВ начала развивать технологию этих тормозных устройств с 1962

года. За прошедшие годы АВВ провела много исследований и экспериментов для дисковых тормозных устройств, которые улучшили их безопасность и производительность [5].

В СССР первая подъемная машина с дисковым тормозом фирмы SIEMAG была смонтирована в начале 70-х годов прошлого столетия на Сибайском руднике в Башкирии.

Основными элементами дискового тормоза являются пружинно гидравлический привод и регулятор давления, задающий величину тормозного усилия.

В Советском Союзе научно исследовательские работы по дисковым тормозам шахтных подъемных машин были начаты в 60-е годы прошлого столетия. В отраслевой лаборатории шахтных стационарных установок Минутлепрома СССР при Пермском политехническом институте на базе подъемной машины 2Ц-1,6x0,8 был разработан и смонтирован дисковый тормоз с комплексом гидроаппаратуры высокого давления. На базе научно-исследовательских работ, выполненных институтом горной механики имени академика М.М.Федорова (г. Донецк) и отраслевой лабораторией шахтных стационарных установок Минутлепрома СССР, в 1974 г. было разработано техническое задание на изготовление первой отечественной подъемной машины с дисковыми тормозами. Техническое задание было утверждено Минутлепромом СССР и Минтяжмашем СССР. Для управления высоконапорным пружинно-гидравлическим приводом тормоза были разработаны регуляторы высокого давления. Экспериментальные исследования опытного образца дискового тормоза с комплексом гидроаппаратуры высокого давления дали положительные результаты. Теоретические исследования динамики пружинно гидравлического привода дискового тормоза были проведены с применением электронных моделей МН-7 [6], а потом с использованием программ Фортран и Паскаль [6]. В 1980 г. была изготовлена первая отечественная подъемная машина с дисковым тормозом, которая была смонтирована на шахте «Им. 9 пятилетки» в Донбассе. В промышленных условиях регулятор высокого давления, к сожалению, не дал положительных результатов. Главной причиной не удовлетворительных результатов были, во-первых, склонность регулятора к перерегулированию в переходных режимах, а во-вторых, завышенные требования к построению замкнутой системы автоматического поддержания заданного замедления при предохранительном торможении. В настоящее время доказано, что на подъемных установках, у которых массы поступательно движущихся частей соизмеримы с массами вращающихся частей, замкнутая система автоматического поддержания заданного замедления без демпфирования колебаний грузовой ветви нецелесообразна, так как не обеспечивает снижения динамических нагрузок [6].

К сожалению, ситуация, которая сложилась в 80-е годы привела к прекращению финансирования научно-исследовательских работ и не позволила довести до положительного конца работы по созданию отечественной системы плавного и непрерывного регулирования давления в тормозных цилиндрах.

В настоящее время современные персональные компьютеры и математические программы (MathCad 14, MatLab и Maple) позволяют на новом уровне решить задачу о динамических процессах пружинно-гидравлического привода дискового тормоза шахтных подъемных машин.

НПФ МИДИЭЛ (Украина) в последнее десятилетия поставила в Россию 15 подъемных машин, оборудованных дисковыми тормозами на базе узлов фирмы АВВ изготовленных на Украине и 13 комплектов оборудования подъемных машин фирмы SIEMAG [6]. Также НПФ МИДИЭЛ ведет разработку собственных дисковых тормозных систем и одна из первых разработок это использование гидростанций и тормозных элементов состоящих из недефицитной, общедоступной гидроаппаратуры

общепромышленного применения, зарекомендовавшей себя с наилучшей стороны с точки зрения надежности. Такой общедоступной гидроаппаратурой общепромышленного применения является регулятор низкого давления РДУ-1МГ, использование которого позволило уменьшить номинальное рабочее давление тормозной системы до 1,2 МПа (12 кгс/см²).

Преимуществами тормозных систем дискового типа являются:

- большая энергоемкость;
- значительное быстродействие системы;
- большие тормозные моменты при сравнительно небольших размерах самого тормоза (за счет увеличения числа пар поверхностей трения, например, встроенный дисковый тормоз с внешним диаметром дисков 548 мм может создавать тормозной момент, равный 40050 Нм);
- стабильность работы, практически линейная зависимость тормозного момента от коэффициента трения (только в тормозах без самоусиления);
- большая суммарная площадь поверхности трения позволяет уменьшить необходимое давление между поверхностями трения и повысить долговечность фрикционных пар;
- уравновешенность тормоза – осевые силы могут быть замкнуты внутри тормоза и не воспринимаются валом и подшипниками машины;
- трения по плоскости обеспечивает равномерное распределение давления по всей поверхности трения и более равномерное изнашивание, чем при трении по цилиндрической поверхности;
- незначительное изменение площади фактического контакта тормозной накладки при увеличении размеров элементов трения вследствие нагревания в процессе работы;
- независимость тормозного момента от направления вращения тормозного вала.

Наиболее полно эти преимущества проявляются у многоэлементных дисковых тормозных устройств, исполнительный орган и привод которых обычно представляется общим узлом.

Дисковый тормоз позволяет сформировать практически любую наперед заданную характеристику тормозного воздействия, а также обеспечить формирование тормозного усилия в функции регулируемого параметра, например, замедления в замкнутой системе автоматического регулирования. Имеется возможность гашения колебаний, вызванных отключением двигателя, чтобы таким образом осуществлять более интенсивные режимы торможения.

Технические характеристики многомодульных дисковых тормозных устройств (низкая инерционность, высокий КПД, стабильность характеристик, хорошая совместимость с дискретными и аналоговыми системами управления) в сочетании с современными средствами микропроцессорной техники открывают широкие возможности синтеза тормозных систем, которые до настоящего времени в полной мере не реализованы.

На многих старых шахтных подъемных установках используют традиционные тормозные устройства, которые могут быть заменены на дисковые тормозные устройства, что повысит надежность подъема.

Следует отметить что в настоящее время продолжают научные работы по созданию дисковых тормозов ШПМ, содержащих системы регулируемого предохранительного торможения (СПТ), которые позволят получить широкий диапазон регулирования величины тормозного момента для выполнения требований Правил безопасности к шахтным подъемным установкам при предохранительном торможении.

Таким образом на основе анализа достоинств и недостатков тормозных систем колодчатого и дискового типа для современной многоканатных подъемных установок рекомендуется использовать тормозные системы дискового типа, рабочие элементы исполнительных органов которого работают с применением рабочей жидкости при рабочем и предохранительном торможении. Высокая стоимость дисковых тормозов компенсируется высоким качеством изготовления и заводской настройки и совершенными системами управления, что обеспечит им ведущие позиции среди основных мировых производителей тормозных систем шахтных подъемных машин.

Литературные источники

1. Белоборов В.И. Тормозные системы шахтных подъемных машин./ Белоборов В.И., Абрамовский В.Ф., Самуся В.И.; АН УССР, Ин-т геотехн. механики. – Киев: Наукова думка 1990 г.
2. Правила технічної експлуатації вугільних шахт. Погоджено Державним департаментом промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду Міністерства надзвичайних ситуацій України (Держпромгірнагляд) від 28.04.2006 №05-3а/2264
3. Бежок В.Р. Шахтный подъем: Научно-производственное издание/ Бежок В.Р., Дворников В.И., Манец И.Г., Пристром В.А.; общ. ред. Б.А. Грядущий, В.А. Корсун. – Донецк: ООО «Юго-Восток, Лтд» 2007. – 624 с. ил.
4. Соловьев В.В. Шахтные подъемные установки: Учебное пособие/ В.В. Соловьев. Санкт-Петербургский горный институт (технический университет). – СПб 2006, 82 с.
5. Бежок В.Р. Руководство по ревизии, наладке и испытанию шахтных подъемных установок: нормативное производственно-практическое издание/ Бежок В.Р., Калинин В.Г., Коноплянов В.Д., Курченко Е.М./ Под общей редакцией В.А. Корсуна, 3-е издание перераб. и доп. – Донецк: издавн.«Донетчина», 2009. – 672 с.
6. Степанов А.Г. Динамика шахтных подъемных установок. Наука, 1994. 203 с.
7. Степанов А.Г. Динамика машин. Российская академия наук. Екатеринбург.: 1999. 392 с.

УДК 622.53

ТРИЛЛЕР Е.А. к.т.н.; ПРИЙМАК А.С. (КИИ ДонНТУ)

ИСПЫТАНИЕ СЕКЦИОННЫХ НАСОСОВ ПОСЛЕ РЕМОНТА В УСЛОВИЯХ ШАХТНЫХ МАСТЕРСКИХ

У роботі розглянуто стенд для випробування насосів після ремонту в умовах шахтних майстерень, приведена технологічна схема стенда з описом його функціональних можливостей.

На участковом и вспомогательном водоотливах угольных шахт Красноармейского региона Донбасса для откачки воды широко используются секционные насосы серии ЦНС 60 напором от 50 до 250 м.вод.ст. Количество таких насосов на каждой шахте насчитывается десятками, а иногда и сотнями единиц. Например, в условиях ПАО «Шахтоуправления «Покровское» в работе, резерве и ремонте находится 112 единиц насосов серии ЦНС 60 различных напоров. Первоначальная стоимость указанных насосов изменяется в пределах от 82 до 240 тысяч гривен за одну единицу.

По сложившейся практике ремонт указанных насосов выполняется на всех угольных шахтах в условиях шахтных мастерских. Как правило, ремонтом занимаются от 3 до 5-ти квалифицированных электрослесарей со средней годовой зарплатой от 50