

ИССЛЕДОВАНИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ БОКОВЫХ НАПРАВЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ ПОДЪЕМНЫХ СОСУДОВ

¹Рубель А.А.

¹ГП «ОК«Укруглереструктуризация»

ДОСЛІДЖЕННЯ І УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ БІЧНИХ НАПРЯМНИХ ПРИСТРОЇВ ПІДЙОМНИХ ПОСУДИН

¹Рубель А.О.

¹ДП «ОК«Укрвуглереструктуризация»

RESEARCH AND IMPROVEMENT OF DESIGNS OF THE SIDE GUIDE DEVICES FOR HOISTING VESSELS

¹Rubel A.O.

¹SE «OK«Ukruglerustrukturizatsiya»

Аннотация. Развитие и внедрение новой высокопроизводительной техники привело к необходимости повышения надежности работы всех элементов армировки и увеличение скорости движения подъемных сосудов в стволе. Поиск путей решения данной проблемы есть разработка технологических решений, которые позволили бы обеспечить увеличение скорости движения подъемных сосудов и их надежности и, следовательно, повысили бы продуктивность всего подъемного комплекса. Для решения этих вопросов исследованы различные конструкции боковых направляющих устройств шахтных подъемных сосудов, обеспечивающие направленное движение сосуда в проводниках по глубине вертикального ствола. Выявлены недостатки и достоинства существующих устройств и разработаны конструкции высоконадежных и высокоэффективных боковых направляющих устройств, позволяющие использовать их для направленного движения сосудов в жестких коробчатых проводниках и канатно-профильных проводниках. Исследование, разработка и внедрение в производство новых конструкций направляющих устройств подъемных сосудов в боковом направлении позволит: предотвратить преждевременный выход из строя подшипников качения в роликах под действием боковых нагрузок; снизить влияние заштыбовки угольной пылью и просыпанным углем подшипников, что позволит избежать одновременного заклинивания роликов, интенсивного износа резинового слоя, дополнительных нагрузок на оси и другие элементы устройства; повысить уровень безопасности работы направляющих устройств в боковом направлении; снизить частоту разрыва резинового ролика на сварных стыках проводников и скоплениях ржавчины в боковом направлении; значительно, в 2-3 раза, повысить срок безаварийной эксплуатации и надежности направляющих устройств; снизить уровень боковых колебаний в 2-3 раза по фактору ролика; обеспечить увеличение надежности кинематической связи в системе «сосуд-проводник»; значительно снизить частоту контакта предохранительной лапы скольжения и проводника; значительно снизить износ проводника предохранительными лапами скольжения.

Ключевые слова: шахтные вертикальные стволы, канатно-профильные проводники, подъемные сосуды, боковые направляющие устройства.

Постановка проблемы. Добыча полезных ископаемых подземным способом с вертикальными стволами и откачка подземных вод невозможна без постоянного использования армировки ствола, от ее надежности и состояния во многом зависит бесперебойная работа всего подъемного комплекса.

Развитие и внедрение новой высокопроизводительной техники привело к необходимости повышения надежности работы всех элементов армировки и увеличение скорости движения подъемных сосудов в стволе. Поиск путей решения данной проблемы предполагает разработку технологических решений, которые позволили бы обеспечить увеличение скорости движения подъемных

сосудов и их надежности и, следовательно, повысили бы продуктивность всего подъемного комплекса.

Внедрение канатно-профильных проводников, которые соединяют в себе низкую металлоемкость, высокие демпфирующие свойства, высокую жесткость проводника, высокий момент кручения проводника, и высокий срок эксплуатации [4] позволит решить данную проблему.

Конструкция профиля канатно-профильного проводника (далее КПП) позволяет применять для направления движения сосудов существующие конструкции направляющих, которые подразделяются на направляющие скольжения и качения.

Направляющие лапы скольжения, благодаря простой конструкции, получили широкое распространение и имеют жесткую рамную конструкцию. Применяются при работе с рельсовыми и деревянными проводниками, при работе с коробчатыми проводниками применяются совместно с роликовыми направляющими.

Лапы скольжения оборудованы вкладышами (чугунными), жесткость которых ниже чем проводника, при работе они изнашиваются, также изнашивая и проводник, поэтому при работе с коробчатыми проводниками основным направляющим устройством является роликовое устройство [3].

Применяют лапы типа УНС 1-250, УНС 6-250, УНС 7-250 (рис.1) и другие, которые располагаются на раме сосуда сверху и внизу, иногда и посередине сосуда.

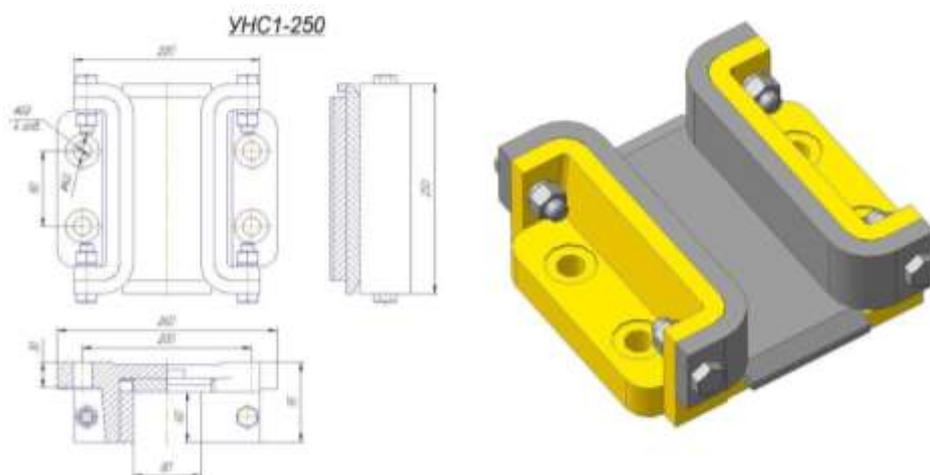


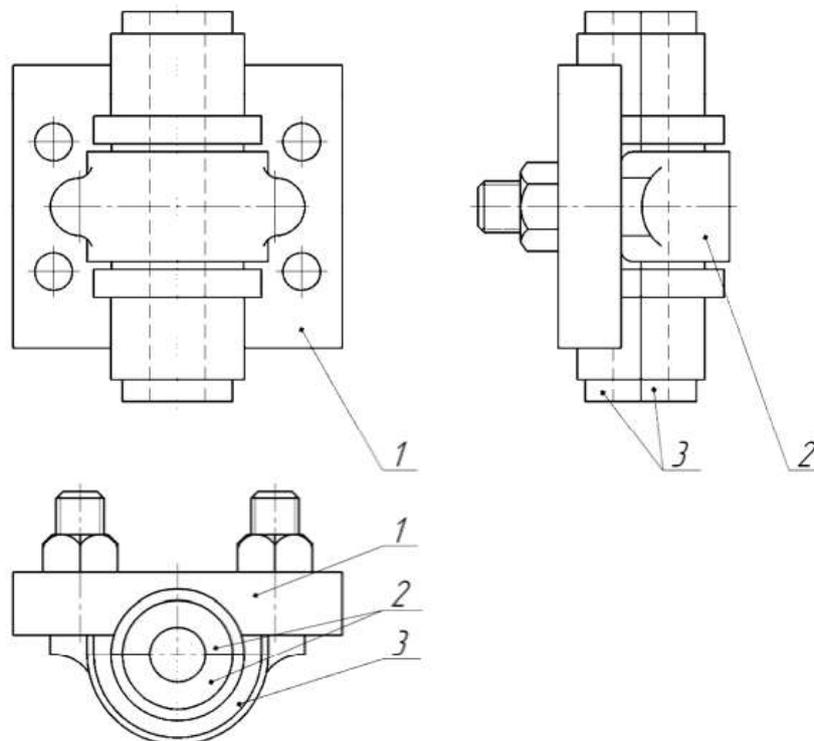
Рисунок 1 - Конструкция жестких лап скольжения

Главным недостатком их является высокий износ при движении сосуда в искривленных проводниках, что негативно сказывается на сроке эксплуатации армировки.

В период с 1950х по 2000х годах в НИИГМ им. М.М. Федорова авторами: В.К. Курленко, В.А. Пристром, В.И. Дворниковым, А.И. Соломенцевым, И.Г.Манец, Н.Г. Гаркуша, К.А. Карабицкий и другими, также авторами других институтов ИГТМ им. им. Н.С. Полякова НАН Украины, МакНИИ, ЮжГипрошахт, НИИ Горнорудный институт и другими были разработаны десятки вариантов конструкций направляющих устройств, особенно это

коснулось лап (башмаков) скольжения с различными конструкциями демпфирующих вставок, которые позволяли демпфировать удар сосуда о проводник. Но на сегодняшний самой распространённой конструкцией в производстве, является изначальная конструкция лапы скольжения, аналогичной представленной на рис. 1. По-видимому, одной из причин, по которой демпфирующие башмаки скольжения не получили широкого распространения в угольной промышленности, является быстрая заштыбовка угольной пылью пазов, вставок, и других сборных конструктивных элементов и далее ударное разрушение всех этих мелких деталей о жесткий проводник. Так как демпфирующих башмаков скольжения на сосуд устанавливали такое же количество, как и жестких, а они обладают уменьшенной жесткостью конструкции по сравнению с обычными башмаками скольжения, это приводит к снижению их надежности.

При гибкой армировки вертикального ствола применяют лапы скольжения в виде муфт (рис. 2) со съёмными вкладышами, которые изготавливают из стойкого к износу чугуна, модифицированной древесины или подобных материалов. Несмотря на это, лапы скольжения изнашивают канатные проводники, что приводит к сокращению срока службы проводника до 3-4 лет, или возникает необходимость в использовании дорогостоящих канатов закрытой конструкции и, как следствие, высокому росту затрат [1, 2]. Применение КПП позволяет избежать недостатков гибкой армировки ствола [4].



1 – пластина крепления; 2 – муфта; 3 – вкладыш;

Рисунок 2 - Конструкция канатной направляющей скольжения

При работе с жесткой армировкой ствола применяют коробчатые проводники и направляющие типа НКП-260, НКП-320 конструкции ГП «Донецкий научно-исследовательский, проектно-конструкторский и экспериментальный институт комплексной механизации шахт «Донгипроуглемаш» (рис. 3.)

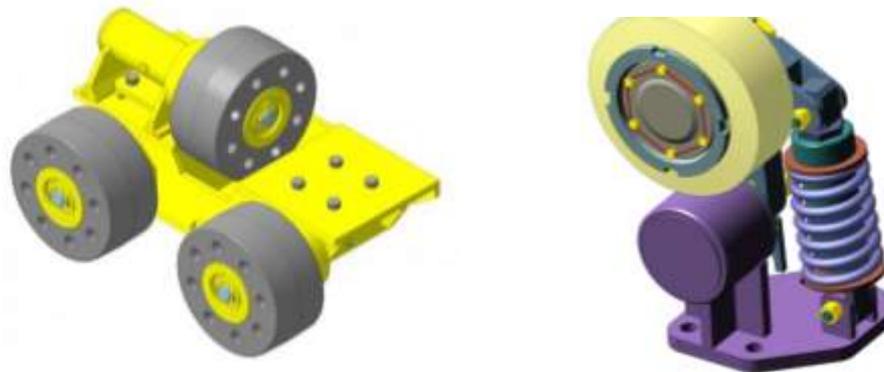


Рисунок 3. - Конструкция роликовых направляющих типа НКП

Основные параметры и размеры устройств, их шифры и модификации исполнений приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные параметры роликовых направляющих устройств.

Обозначение	Максимально допустимые параметры производительности подъемной установки		Размеры					
	масса подъемного сосуда, т	скорость движения подъемного сосуда, м/с	ширина проводника, мм	диаметр колеса, мм	ширина колеса, мм	ширина беговой дорожки колеса, мм	допустимый радиальный износ колеса, мм	диапазон регулировки положения оси колеса, мм
НКП-260-160	30	12*	160	260	120	105	25	35
НКП-260-200	30	12*	200	260	120	105	25	35
НКП-320-160	60	16	160	320	120	105	35	50
НКП-320-200	60	16	200	320	120	105	35	50

Достоинством роликовых направляющих является плавное движение сосудов в проводниках, отсутствие истирание проводника, гашение резонансных гармоник в зарезонансной зоне, но, как показывает опыт эксплуатации, конструкция роликовых направляющих имеет и существенные недостатки:

а) преждевременных выход из строя подшипников качения в роликах под действием боковых нагрузок;

б) через концентрацию на небольшой площади конструктивных элементов возникает заштыбовка угольной пылью и просыпанных углем, что приводит к

заклиниванию роликов и, соответственно, возникновению дополнительных нагрузок на оси, подшипники, крепления и другие элементы устройства;

в) повышенная трудоемкость технического обслуживания;

г) разрыв резинового ролика на сварных стыках коробчатых проводников и скоплениях ржавчины;

д) искривление оси или разрушение подшипников при динамическом воздействии с проводников в результате искривления профиля армировка ствола из-за горного давления, динамики, и прочих причин.

В виду выше приведенного срок службы роликов НКП непродолжителен и приводит к частым ремонтам и заменам, кроме того движение сосуда в проводниках без роликов на предохранительных лапах скольжения приводит к быстрому истиранию стенки коробчатого проводника с 16мм до 5мм буквально за 2-3 месяца при высоких и средних интенсивностях подъема.

Цель исследований. Ввиду вышеприведенных недостатков направляющих устройств, в основу исследования положена задача поиск и разработка высокоэффективных и высоконадежных конструкций направляющих устройств подъемных сосудов в боковом направлении, работающих совместно как с КПП, так и с обычной армировкой ствола, которые позволят:

а) предотвратить преждевременный выход из строя подшипников качения в роликах под действием боковых нагрузок;

б) снизить запыленность угольной пылью и просыпанных углем конструкции НКП, что позволит избежать заклинивания роликов и снизит дополнительные нагрузки на оси, подшипники, крепления и другие элементы устройства;

в) снизить трудоемкость технического обслуживания;

г) снизить частоту разрыва резинового ролика на сварных стыках коробчатых проводников и скоплениях ржавчины;

д) избежать искривление оси или разрушение подшипников при динамическом воздействии с проводников в результате искривления профиля армировка ствола из-за горного давления, динамики, и прочих причин;

е) значительно, в 2-3 раза, повысить срок безаварийной эксплуатации и надежности направляющего устройства;

ж) снизить уровень лобовых колебаний в 2-3 раза по фактору ролика;

и) снизить уровень боковых колебаний в 1.5-3 раза;

к) обеспечить повышение надежности кинематической связи в системе «сосуд-проводник»;

л) значительно снизить частоту контакта предохранительной лапы скольжения и проводника;

м) значительно снизить износ проводника предохранительными лапами скольжения.

Материалы и результаты исследования.

Горизонтальные силы, действующие на сосуд во время движения по глубине ствола по проводникам, возникают при условиях:

а) отклонения проводников от вертикали;

б) силы возникающие от эксцентриситета загрузки подъемного сосуда;

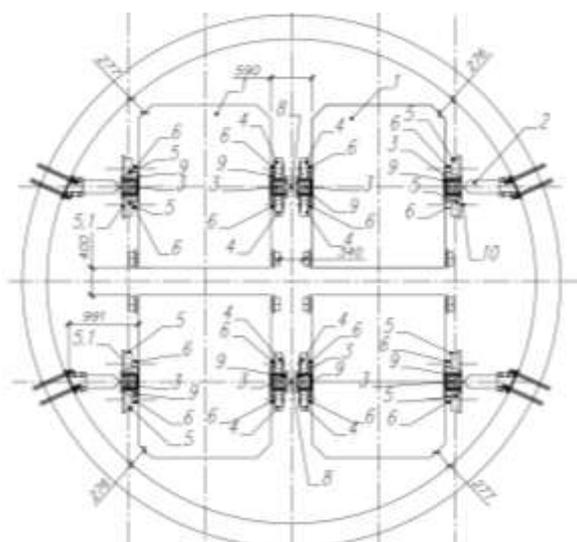
в) силы, возникающие от крутящего момента в головном канате;

г) силы, возникающие от аэродинамического воздействия воздушной струи на движущийся сосуд;

д) силы трения скольжения от направляющих предохранительных лап;

Силы трения скольжения и качения, действующие на канатно-профильных проводник, будут определяться из горизонтальной составляющей реакции проводника и коэффициентов трения, которые складываются из вышеприведенного перечня сил в системе «сосуд-армировка». Основными принципами разработки конструкций направляющих устройств, исходя из выше приведенных недостатков, является: - конструкцию жестких башмаков скольжения оставляем без изменений, для КПП для повышения надежности кинематической связи выполним их с захватами; - боковые роликовые устройства должны иметь наиболее надежную и простую конструкцию; - для достижения заявленного эффекта количество боковых роликов должно быть в 2-3 раза больше существующего; - боковые ролики должны обладать возможность работы с КПП, который демпфирует ударные колебания сосуда за счет отклонения канатов; - обеспечивать надежную кинематическую связь КПП и сосуда.

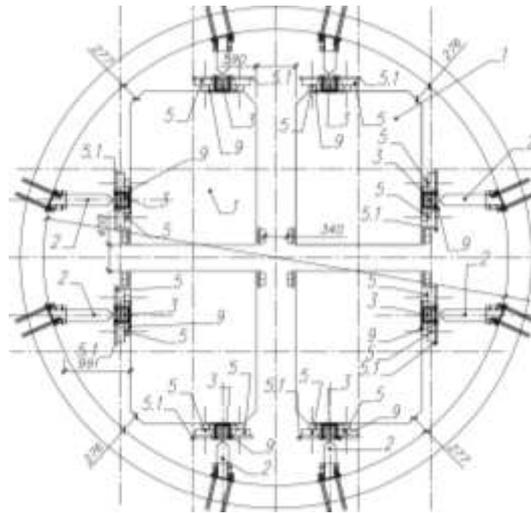
На рис. 4 изображено сечение вертикального ствола $\phi 7000$ мм, оборудованного двумя скиповыми подъемными машинами с угольными скипами типа СНТ-35 -1, движущихся по КПП - 3, с гибким креплением к консольно-демпфирующим расстрелам 2 [7], где 4 – боковой ролик без реборды (для увеличения зазоров между сосуда), а 5 – боковой ролик с ребордой для повышения кинематической связи ролика и КПП, 8 – соединительная планка смежных КПП между сосудами одной подъемной установки, для увеличения жесткости проводника на участке встречи сосудов.



1 – подъемный сосуд (скип СНТ -35); 2 – консольный расстрел; 3 – канатно-профильный проводник; 4 – ролик направляющей лапы в боковом направлении без реборды; 5 – направляющих ролик в боковом направлении; 5.1 – реборда ролика; 8 – соединительная планка смежных проводников; 9 – лапа скольжения с захватами.

Рисунок 4 - Сечение ствола с КПП с сосудами и направляющими устройствами в боковом направлении.

На рис. 5 представлена еще одна схема армирования в которой все КПП имеют гибкое крепление к КДР и не имеют близко расположенных смежных проводников на одной горизонтальной прямой. Яруса КДР расположены с шагом 50м по глубине ствола, но на участке встречи сосудов в середине ствола их шаг становится дискретным- сначала он уменьшается до 12м, потом до 8м, несколько пролетов он остается постоянным, далее увеличивается до 12м и далее до 50м [6] данное изменение шага армирования осуществляется с целью снижения прогибов КПП в месте встречи сосудов.



1 – подъемный сосуд (скип СНТ-35); 2 – консольный расстрел; 3 – канатно-профильный проводник; 5 – направляющие ролики в боковом направлении; 5.1 – реборда ролика; 9 – предохранительная направляющая лапа скольжения.

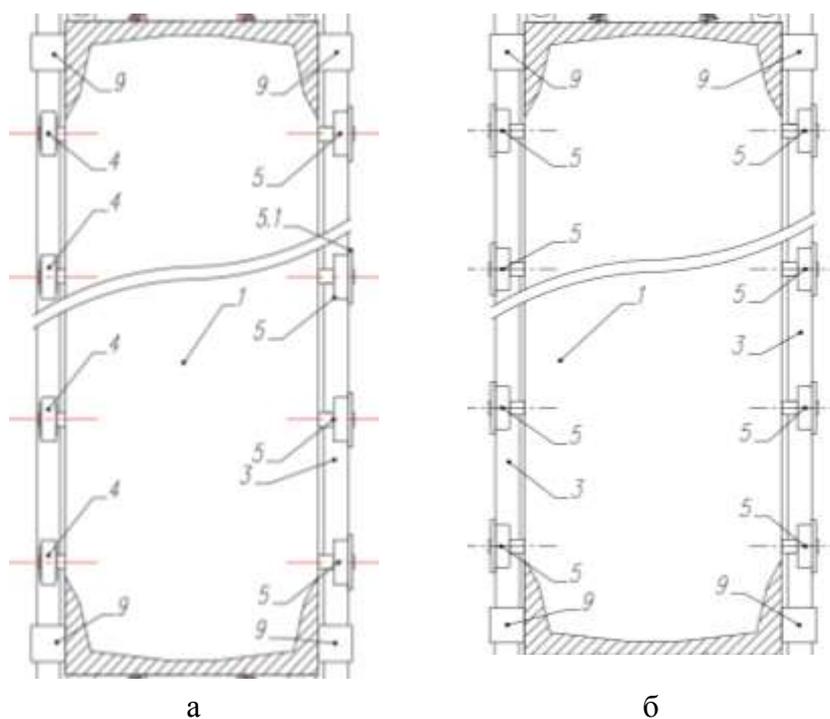
Рисунок 5 - Сечение ствола с КПП с сосудами и боковыми направляющими устройствами без планок усиления.

В схеме армировки, представленной на рис. 5, все боковые ролики 5 имеют реборду 5.1. для увеличения кинематической связи между сосудом и проводником, где 9 – предохранительная лапа скольжения.

На рис. 6 изображен вид сбоку на сосуд, оборудованный боковыми направляющими устройствами с роликами без реборды 4 и с ребордой 5, на а – представлен вид сбоку сосуда для схемы армирования изображенной на рис. 4, на б – вид сбоку сосуда схемы армирования представленной на рис. 5, где 1 – сосуд; 3 – проводник, 9 – направляющая лапа скольжения.

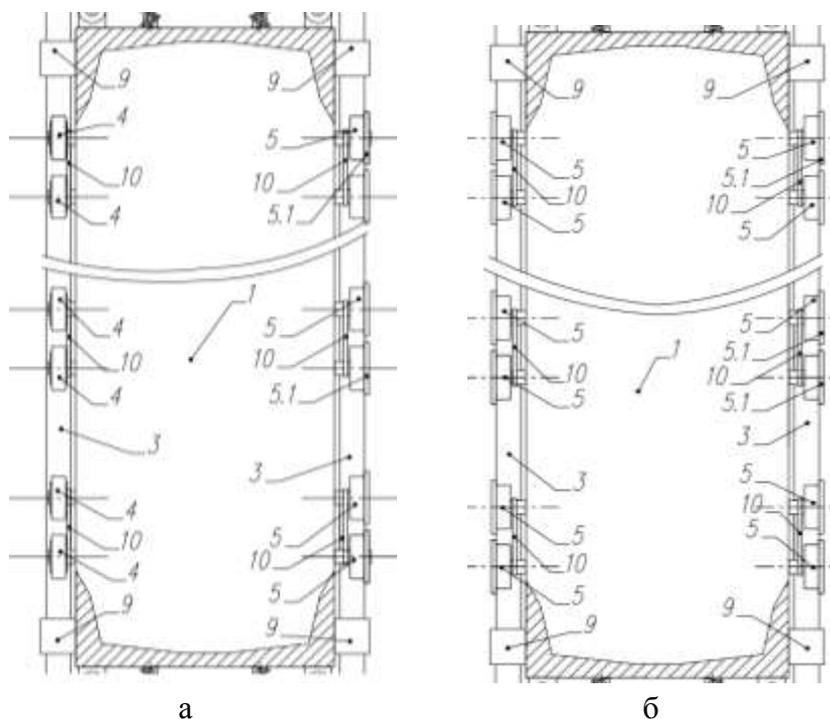
На рисунке 7 изображена вид сбоку сосуда для схемы яруса изображенной на рис. 4 – а, для схемы яруса на рис. 5 – б в остальном расположение роликов идентично схеме, представленной на рис. 6, отличие ее в том, что ролики в данном случае сдвоенные и имеют соединительную планку 10 для увеличения их жесткости осей.

Данные схемы отличаются тем, что боковые ролики устанавливаются с равным шагом не только сверху и внизу сосуда [8], а и между предохранительными башмаками скольжения, причем в количестве не менее 3, а для сдвоенных роликов не менее 2 по длине одной боковой поверхности сосуда.



а – боковые направляющие устройства с ребордою и без. Вид сбоку схема; б – боковые направляющие устройства с ребордою. Вид сбоку; 1 – подъемный сосуд; 3 – проводник; 4 – ролик качения без реборды; 5 – ролик качения с ребордою; 9 – предохранительная лапа скольжения

Рисунок 6 – Вид сбоку. Боковые направляющие устройства сосуда.



а – двойные боковые направляющие устройства с ребордою и без. Вид сбоку; б – двойные боковые направляющие устройства с ребордою. Вид сбоку; 1 – подъемный сосуд; 3 – проводник; 4 – ролик качения без реборды; 5 – ролик качения с ребордою; 6 – амортизатор с пружинным блоком; 9 – предохранительная лапа скольжения; 10 – соединительная планка

Рисунок 7 – Вид сбоку. Боковые двухроликовые направляющие устройства сосуда

Такое значительное увеличение количества боковых роликов на сосуд простой, надежной, недорогой конструкции позволит достигнуть всех выше перечисленных целей исследования и разработки.

Выводы.

Внедрение разработанных конструкций высоконадежных и высокоэффективных направляющих боковых устройств для работы с проводниками жесткой армировки и особенно при работе с КПП позволит:

а) предотвратить преждевременный выход из строя подшипников качения в роликах под действием боковых нагрузок;

б) снизить заштыбовку угольной пылью и просыпанных углем конструкции НКП, что позволит избежать заклинивания роликов и снизит дополнительные нагрузки на оси, подшипники, крепления и другие элементы устройства;

в) снизить частоту разрыва резинового ролика на сварных стыках коробчатых проводников и скоплениях ржавчины;

г) избежать искривление оси или разрушение подшипников при динамическом воздействии с проводников в результате искривления профиля армировка ствола из-за горного давления, динамики, и прочих причин;

д) значительно в 2-3 раза повысить срок безаварийной эксплуатации и надежности направляющего устройства;

е) снизить уровень боковых колебаний в 2-3 раза по фактору ролика;

ж) увеличить надежность кинематической связи в системе «сосуд-проводник»;

и) значительно снизить частоту контакта предохранительной лапы скольжения и проводника;

к) значительно снизить износ проводника предохранительными лапами скольжения в боковом направлении.

Внедрение новых более надежных и эффективных направляющих устройств в боковом направлении, позволит значительно повысить уровень безопасной эксплуатации жесткой армировки и, в особенности, армировок с КПП, совместная работа с которыми позволит существенно повысить эффективность армировки ствола и всего подъемного комплекса в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нормы безопасности на проектирование и эксплуатацию канатных проводников многоканатных подъемных установок. Нормы безопасности на проектирование и эксплуатацию одноканатных проводников одноканатных подъемных установок. Макеевка - Донбасс: МакНИИ, 1982.

2. Дворников В.И., Федяев Д.И. Направляющие устройства в схемах контактирования гибких проводников с подъемными сосудами в вертикальных стволах шахт/ М.: Недра, 2000.

3. Методика расчета жестких армировок вертикальных стволов шахт. Донецк :НИИГМ им. М.М. Федорова, 1985.

4. Волошин О.І., Рубель А.О., Рубель О.В. Армунання вертикальних шахтних стволів і методи його вдосконалення // Геотехнічна механіка: Міжвідомчий збірник наукових праць. Дніпропетровськ, 2016. вип. 126 С. 137-145.

5. Пат. 115478 Україна, (51) МПК E21D 7/00. Канатно-профільний провідник армування шахтного стовбура / А.О. Рубель; заявник і патентовласник А.О. Рубель. 2017. Бюл. № 21.

6. Пат. 110518 Україна, (51) МПК (2016.01) E21D 7/00. Дискретне армування стовбура. / А.О. Рубель; заявник і патентовласник А.О. Рубель. 2016. Бюл. № 19.

7. Пат. 110492 Україна, (51) МПК (2016.01), E21D 7/00. Консольно-демпфіруючий розстріл: / Рубель А.О.; заявник і патентовласник А.О. Рубель. 2016. Бюл. №19.

8. Заявка у 2018 11541 (51) МПК (2016.01) E21D 7/00. Боковий направляючий пристрій підйомної посудини/ Рубель А.О.

REFERENCES

1. *Normy bezopasnosti na proektirovanie I ekspluatatsiyu kanatnykh provodnikov mnogokanatnykh podemnykh ustanovok. Normy bezopasnosti na proektirovanie I ekspluatatsiyu kanatnykh provodnikov odnokanatnykh podemnykh ustanovok* [Norms of safety on planning and exploitation of rope explorers of multirope lifting options. Norms of safety on planning and exploitation of rope explorers of single-rope lifting options] (1982), Makeevka – Donbass, MakNII, SU.
2. Dvornikov V.I. and Fedyaev D.I. (2000), *Napravlyayushchiye ustroystva v skhemakh kontaktirovaniya gibkikh provodnikov s podyomnymi sosudami v vertikalnykh stvolakh shakht* [Guiding devices in the circuit of contacting flexible conductors with lifting vessels in vertical shafts of mines], Nedra, Moscow, RU.
3. *Metodika rascheta zhestkikh armirovok vertikalnykh stvolov shakht* [The method of calculating rigid reinforcement vertical shafts of mines], M.M. Fedorov NIIGM, Donetsk, SU.
4. Voloshin A.I., Rubel A.A. and Rubel A.V. (2016), «Armouring of vertical mine shafts and methods of its perfection // *Geo-Technical Mechanics*, no. 126, p p. 137-145.
5. Rubel A.O. (2017), *Kanatno-profilnyi providnyk armuvannya shakhtnogo stovbura* [Rope and profile conductors of armouring of mine shaft], Kiev, UA, Pat. 115478 .
6. Rubel A.O. (2016), *Dyskretne armuvannya stovbura* [Discrete armouring of shaft], Kiev, UA, Pat. 110518.
7. Rubel A.O. (2016), *Konsolno-dempfiruyuchy pozstril* [Console-damping buntion], Kyiv, UA, Pat. 110492.
8. Rubel A.O. (2016), *Bokovyi napravlyayuchy prystrii pidymnoi posudyny* [Lateral guiding attachment of the vessel], Kyiv, UA, Application u 2018 11541 (51) IPC (2016.01) E21D 7/00.

Об авторе

Рубель Андрей Александрович, кандидат технических наук, главный энергетик ДП «ОК «Укруглереструктуризация», Киев, Украина, AORubel @gmail.com.

About the authors

Rubel Andrey Oleksandrovych, Candidate of Technical Sciences (Ph.D), Chief Power Engineering Specialist of DP «OK «Ukruglerestrukturizatsiya», Kiev, Ukraine, AORubel @gmail.com.

Анотація. Розвиток і впровадження нової високопродуктивної техніки привів до необхідності підвищення надійності роботи всіх елементів армування і збільшення швидкості руху підйомних посудин у стовбурі. Рішення даної проблеми може бути досягнуте розробкою технологічних рішень, які дозволили б забезпечити збільшення швидкості руху підйомних посудин і їх надійності і, отже, підвищили б продуктивність всього підйомного комплексу. Для вирішення цих питань досліджено різні конструкції бічних напрямних пристроїв шахтних підйомних посудин, що забезпечують спрямований рух судини в провідниках по глибині вертикального стовбура. Виявлено недоліки та переваги існуючих пристроїв і розроблені конструкції високонадійних і високоефективних бічних напрямних пристроїв, що дозволяють використовувати їх для спрямованого руху судин в жорстких коробчастих провідниках і канатно-профільних провідниках. Дослідження, розробка і впровадження у виробництво нових конструкцій напрямних пристроїв підйомних посудин в бічному напрямку дозволить: запобігти передчасному виходу з ладу підшипників кочення в роликах під дією бічних навантажень; знизити вплив заштибовки вугільним пилом і прокидаються вугіллям підшипників, що дозволить уникнути одночасного заклинювання роликів, інтенсивного зносу гумового шару, додаткових навантажень на осі і інші елементи пристрою; підвищити рівень безпеки роботи направляючих пристроїв в бічному напрямку; знизити частоту розриву гумового ролика на зварних стиках провідників і скупченнях іржі в бічному напрямку; значно, в 2-3 рази, підвищити термін безаварійної експлуатації та надійності направляючих пристроїв; знизити рівень бічних коливань в 2-3 рази за фактором ролика; забезпечити збільшення надійності кінематичного зв'язку в системі «посудину-провідник»; значно знизити частоту контакту запобіжної лапи ковзання і провідника; значно знизити знос провідника запобіжними лапами ковзання.

Ключові слова: шахтні вертикальні стволи, канатно-профільні провідники, підйомні посудини, бічні напрямні пристрої.

Annotation. Development and introduction of a new high-performance technique resulted in the necessity of increase reliability of work of all elements of the shaft equipment and increase of rate of hoisting vessel moving in the mine shaft. The search of decision of this problem means development of technological decisions which would allow to increase rate of hoisting vessels movement and their reliability and, consequently, improve productivity of the entire hoisting complex. For the purpose of solving these problems, various designs of side guide devices of the mine hoisting vessels providing directional movement of the vessel in the conductors along the depth of the vertical shaft were investigated. The drawbacks and advantages of the existing devices were revealed, and the designs of highly reliable and highly efficient side guide devices were developed, which now can be used for the directional movement of vessels in rigid box-shaped conductors and rope-profile conductors. Research, development and introduction into the production of new designs of guide devices for hoisting vessels in the lateral direction will allow: to prevent premature failure of

rolling bearings in rollers under the influence of lateral loads; reduce the impact of sticking with coal dust and spilled coal bearings, thus avoiding simultaneous seizure of the rollers, intense wear of the rubber layer, additional loads on the axles and other elements of the device; to increase the level of safety of the guide devices in the lateral direction; reduce the frequency of rupture of the rubber roller on the welded joints of conductors and accumulations of rust in the lateral direction; significantly, by 2-3 times, increase the period of trouble-free operation and reliability of guide devices; reduce the level of lateral oscillations by a factor of 2-3 according to the roller factor; to ensure increase in the reliability of the kinematic connection in the vessel-conductor system; significantly reduce the frequency of contact between the safety of the sliding foot and the conductor; significantly reduce the wear of the conductor safety sliding feet.

Key words: mine vertical shaft, rope-shaped conductors, lifting vessels, side guides.

Стаття надійшла до редакції 22.10. 2018

Рекомендовано до друку чл.-кор. НАН України О.П. Круковським