

ИССЛЕДОВАНИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ НАПРАВЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ СОСУДОВ В ЛОБОВОМ НАПРАВЛЕНИИ

¹Рубель А.А.

¹ГП «ОК«Укрузлереструктуризація»

ДОСЛІДЖЕННЯ І УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ НАПРЯМНИХ ПРИСТРОЇВ ПОСУДИН У ЛОБОВОМУ НАПРЯМКУ

¹Рубель А.О.

¹ДП «ОК«Укрвузлереструктуризація»

RESEARCH AND IMPROVEMENT OF DESIGNS OF CAGE GUIDES IN THE FRONTAL DIRECTION

¹Rubel A.O.

¹SP «OK«Ukruhlerestrukturizatsiia»

Аннотация. Добыча полезных ископаемых подземным способом и переход на глубокие горизонты, интенсификация очистных и проходческих работ требуют повышения эффективности работ шахтных подъемных комплексов. В работе исследованы существующие конструкции направляющих устройств шахтных подъемных сосудов обеспечивающие направленное движение сосуда в проводниках по глубине вертикального ствола в лобовом направлении. Исследованы недостатки и достоинства существующих направляющих устройств и разработаны высоконадежные и высокоэффективные конструкции, позволяющие использовать их для направления движения сосудов в жестких коробчатых проводниках и кана-тно-профильных проводниках в лобовом направлении. Исследование, разработка и внедрение новых конструкций направляющих устройств подъемных сосудов в лобовом направлении позволит: предотвратить преждевременный выход из строя подшипников качения в роликах под действием лобовых нагрузок; снизить заштыбовку угольной пылью и просыпанным углем конструкции направляющего устройства, что позволит избежать одновременного заклинивания всех роликов одного направляющего устройства; снизить уровень ответственности технического обслуживания направляющих устройств; снизить частоту разрыва резинового ролика на сварных стыках проводников и скоплениях ржавчины; избежать искривления оси, разрушения подшипников при динамическом воздействии с проводником в результате искривления армировки ствола из-за горного давления, динамики, и других явлений; значительно, в 2-3 раза, повысить срок безаварийной эксплуатации и надежности направляющего устройства, работающего в лобовом направлении; снизить уровень лобовых колебаний в 2-3 раза по фактору ролика; обеспечить повышение надежности кинематической связи в системе «сосуд-проводник»; значительно снизить частоту контакта предохранительной лапы скольжения и проводника; значительно снизить износ проводника в лобовом направлении предохранительными лапами скольжения.

Ключевые слова: шахтные вертикальные стволы, канатно-профильные проводники, подъемные сосуды, направляющие устройства сосудов в лобовом направлении.

Постановка проблемы. Добыча полезных ископаемых подземным способом и переход на глубокие горизонты, интенсификация очистных и проходческих работ требуют повышения эффективности работ шахтных подъемных комплексов.

Развитие и внедрение высокопроизводительной очистной и проходческой техники привело к необходимости повышения надежности работы всех элементов армировки ствола и увеличения скорости движения подъемных сосудов в стволе. Одним из путей решения данной проблемы является поиск новых решений в конструкциях армировки вертикальных стволов, которые бы позволили обеспечить увеличение скорости движения сосудов и их надежности.

Решением может служить армировка шахтного ствола с применением канатно-профильных проводников, которые соединяют в себе низкую металлоемкость, высокие демпфирующие свойства, высокую жесткость проводника, высокий момент сопротивления кручению проводника, длительный срок эксплуатации [1].

Конструкция канатно-профильного проводника (далее КПП) [1, 2] позволяет применять его для направленного движения сосудов с существующими конструкциями направляющих, которые подразделяются на направляющие скольжения и качения.

Направляющие скольжения, благодаря простой конструкции, получили широкое распространение и имеют жесткую рамную конструкцию. Применяются в качестве основных направляющих при работе с рельсовыми и деревянными проводниками и в качестве предохранительных при работе с металлическими коробчатыми проводниками.

Направляющие скольжения (см. рис.1) оборудованы вкладышами, модуль Юнга которых ниже чем проводника и при работе, в режиме трения скольжения, они интенсивно изнашиваются.

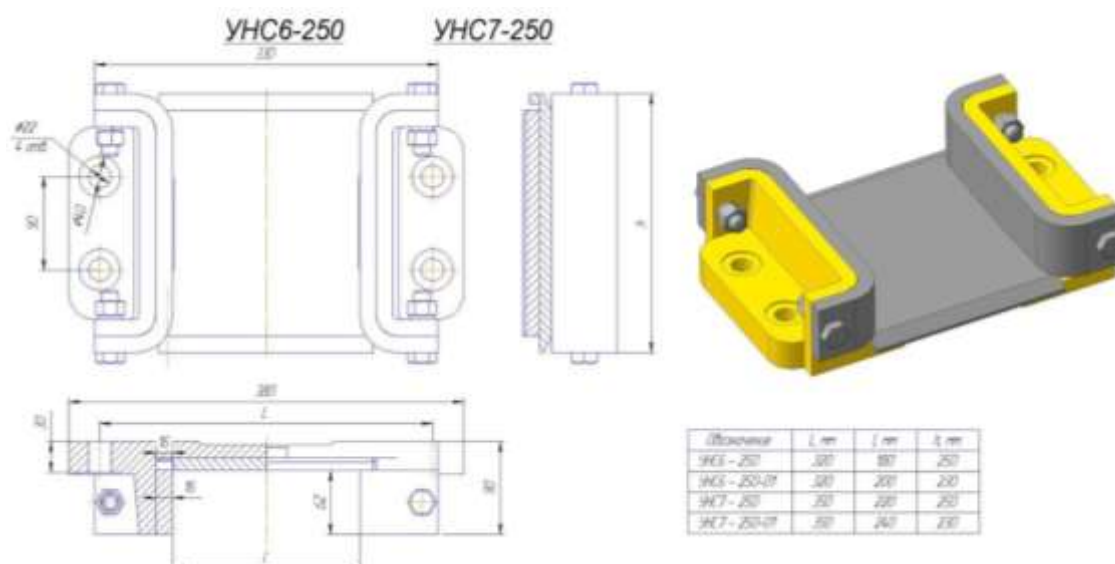


Рисунок 1 - Конструкция жестких лап скольжения

В промышленности применяются лапы типа УНС 1-250, УНС 6-250, УНС 7-250 и другие, которые похожи между собой и располагаются на боковых поверхностях сосуда сверху и внизу, иногда и посередине.

Основным недостатком их является отсутствие демпфирования колебаний в системе «сосуд-армировка» и высокий износ при движении сосуда в искривленных проводниках, что негативно сказывается на сроке эксплуатации армировки.

Для снижения износа проводников и для предотвращения возникновения аварийной ситуации в результате выхода сосуда из зацепления с проводниками сосуд оборудуется вместе с роликовыми направляющими еще и предохранительными жесткими направляющими лапами скольжения.

В подъёмных шахтных комплексах средней и высокой интенсивности подъема (свыше 8м\с) 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. 2.)

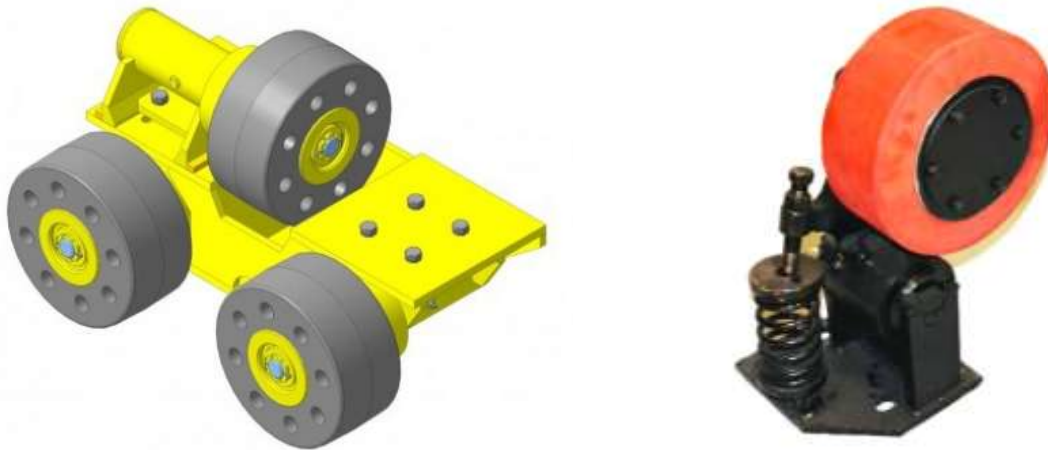


Рисунок 2 - Конструкция роликовых направляющих типа НКП

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, мм					
	масса подъемного сосуда	скорость движения подъемного сосуда	ширина проводника	диаметр колеса	ширина колеса	ширина беговой дорожки колеса	допустимый радиальный износ колеса	диапазон регулировки положения оси колеса
1	2	3	4	5	6	7	8	9
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
		Исполнение с высокой рамой						

1	2	3	4	5	6	7	8	9
НКП-260-160В	30	12*	160	260	120	105	25	35
НКП-260-200В	30	12*	200	260	120	105	25	35
НКП-320-160В	60	16	160	320	120	105	35	50
НКП-320-200В	60	16	200	320	120	105	35	50

Ввиду 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 16 мм до 5 мм буквально за 2-3 месяца при высоких и средних интенсивностях подъема, а особенно в лобовом направлении, так как горизонтальные усилия сосуда в лобовом направлении в разы больше чем в боковом.

Цель исследований. Так как профиль КПП имеет меньшую толщину стенки ограждающего профиля, и ввиду вышеприведенных недостатков существующих направляющих устройств движения подъемных сосудов в основу исследования положена задача поиск и разработка высокоэффективных и высоконадежных конструкций направляющих устройств подъемных сосудов в лобовом направлении, работающих совместно как с КПП, так и с жесткими коробчатыми проводниками армировки ствола, внедрение которых позволит:

- предотвратить преждевременный выход из строя подшипников качения в роликах под действием боковых нагрузок;
- снизить уровень ответственности обслуживания направляющих устройств;
- снизить частоту разрыва резинового ролика на сварных стыках коробчатых проводников и скоплениях ржавчины;
- избежать искривления оси или разрушение подшипников при динамическом воздействии с проводников в результате искривления профиля армировки ствола из-за горного давления, динамики, и прочих причин;
- значительно, в 2-3 раза, повысить срок безаварийной эксплуатации и надежности направляющего устройства;
- снизить уровень лобовых колебаний в 2-3 раза по фактору ролика;
- повысить надежность кинематической связи в системе «сосуд-проводник»;
- значительно снизить частоту контакта предохранительной лапы скольжения и проводника;
- значительно снизить износ проводника лапами скольжения.

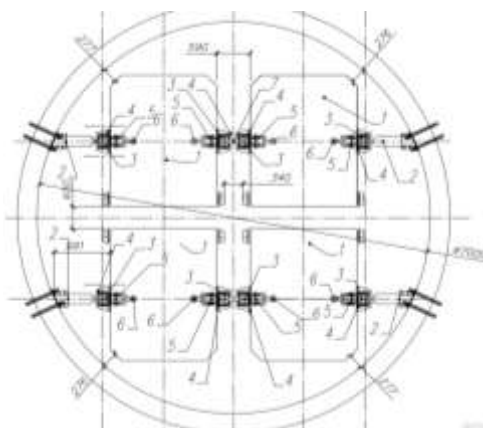
Материалы и результаты исследования.

Горизонтальные силы в лобовом направлении движения сосуда возникают в системе «сосуд-проводник» из-за воздействия следующих факторов:

- отклонения проводников от вертикали;
- эксцентриситета загрузки подъемного сосуда;
- аэродинамического воздействия воздушной струи на движущийся сосуд;
- силы трения скольжения о проводник направляющих предохранительных лап;
- силы трения качения заклиненных роликовых направляющих.

Зачастую при эксплуатации направляющих устройств ролик качения при заштыбовки пылью подшипника или искривления его оси в результате удара о жесткий проводник происходит частичное, а потом и полное заклинивание ролика, далее начинается интенсивный износ резинового обода ролика и начинает работать лапа скольжения. Лапа скольжения не демпфирует колебания и в местах искривления проводников начинается интенсивный износ лобовой поверхности профиля жесткого проводника. При работе лапы скольжения с КПП износ меньше, так как проводник может изгибаться и гасить динамику взаимодействия лапы и КПП.

На рис. 3 изображено сечение ствола с направляющими устройствами в лобовом направлении.



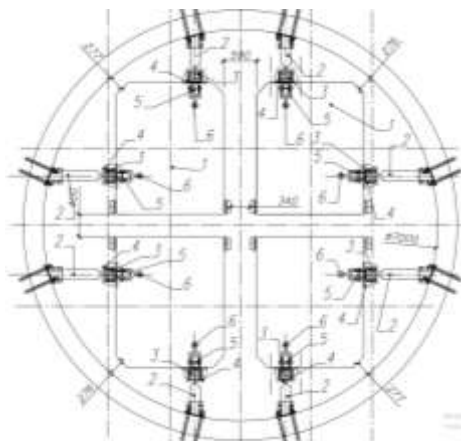
- 1 – подъемный сосуд (скип СНТ -35); 2 – консольный расстрел; 3 – канатно-профильный проводник; 4 – предохранительная лапа скольжения; 5 – блок направляющих роликов в лобовом направлении; 6 – амортизатор с пружинным блоком

Рисунок 3 - Сечение ствола с направляющими устройствами в лобовом направлении при симметричном расположении расстрелов относительно одного сосуда

Как видно из рис. 3, КПП работает с сосудом, имеющим предохранительные лапы скольжения с захватами, участок встречи сосудов в середине ствола имеет уменьшенный шаг между ярусами [3] для снижения прогибов КПП, и установка между сосудами одной подъемной машины соединительных планок 7 позволяет вдвое увеличить жесткость КПП на этом участке в лобовом направлении.

Расположение на участке встречи сосудов большего количества консольно-демпфирующих расстрелов [4] также позволяет снизить

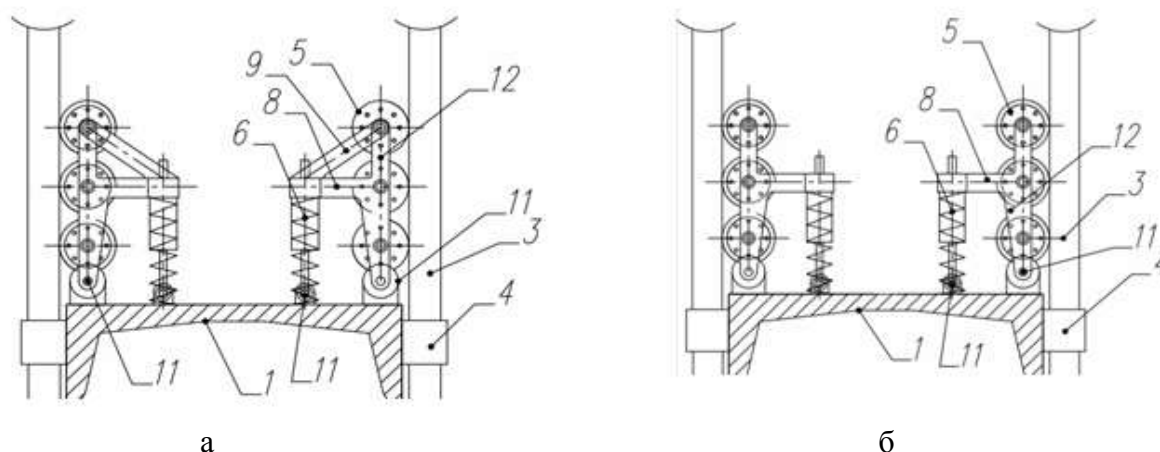
динамические прогибы КПП. На рис. 4 изображена схема армировки яруса с направляющими устройствами в лобовом направлении расположенными не на одной горизонтальной оси, в этой схеме даже при значительных лобовых колебаниях КПП в месте встречи сосудов не требуется установка планок усиления 7 между смежными КПП.



1 – подъемный сосуд (скип СНТ -35); 2 – консольный расстрел; 3 – канатно-профильный проводник (КПП); 4 – предохранительная лапа скольжения; 5 – блок направляющих роликов в лобовом направлении; 6 – амортизатор с пружинным блоком

Рисунок 4 - Сечение ствола с направляющими устройствами в лобовом направлении при не симметричном расположении расстрелов относительно одного сосуда

Разработанные конструкции роликовых направляющие имеют три вертикально расположенных друг над другом роликов 5 (рис. 5) [5], закрепленных в усиленной раме 8, имеющей конструкцию в виде треугольника или буквы «Т», которая охватывает их с двух сторон.



а – трехроlikовая опора в виде треугольника; б – трехроlikовая опора в виде буквы «Т».

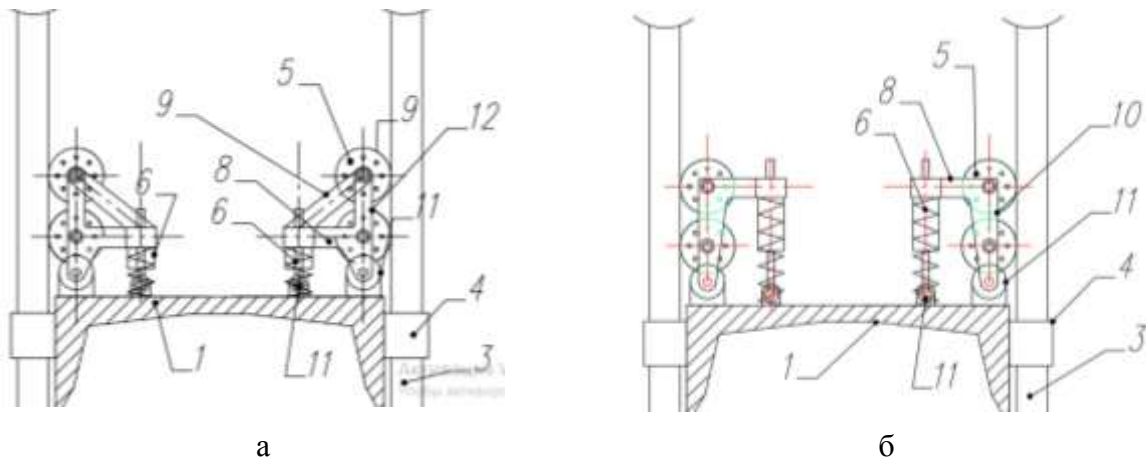
1 – подъемный сосуд; 3 – проводник; 4 – предохранительная лапа скольжения; 5 – блок направляющих роликов в лобовом направлении; 6 – амортизатор с пружинным блоком; 8 – усиленная рама крепления роликов; 9 – усиление рамы роликов; 11 – подвижное соединение сосуда и направляющего устройства

Рисунок 5 – Вид сбоку на трехроlikовые направляющие сосуда

Рама 8 с помощью подвижного соединения 11 (с подшипниковым узлом) закреплена на сосуде, другой ее конец закреплен на амортизаторе 6 с пружинным блоком.

Поршень амортизатора 6 с помощью подвижного соединения 11 крепится к сосуду, рама имеет усиление тягой 9 и имеет форму в виде буквы «Т» или в виде треугольника для случаев работы на высокоинтенсивных подъемах. Вся рама может двигаться в лобовом направлении вперед-назад, усилие прижатия блока роликов 5 к проводнику 3 осуществляется за счет гидро- или пневмопружинного амортизатора 6.

Направляющее устройство подъемного сосуда в лобовом направлении изображено на рис. 6 конструктивно отличается от устройства представленного на рис. 5 наличием 2 роликов вместо 3, конструкция его идентична, но разработана к направлению движения сосуда в проводниках с помощью двух роликов [5].



а – трехроlikовая опора в виде треугольника; б – трехроlikовая опора в виде буквы «Т».

1 – подъемный сосуд; 3 – проводник; 4 – предохранительная лапа скольжения; 5 – блок направляющих роликов в лобовом направлении; 6 – амортизатор с пружинным блоком; 8 – усиленная рама крепления роликов; 9 – усиление рамы роликов; 11 – подвижное соединение сосуда и направляющего устройства

Рисунок 6 – Вид сбоку на двухроlikовые направляющие сосуда

Выводы.

Внедрение новых конструкций направляющих устройств для работы с проводниками жесткой армировки и КПП в лобовом направлении, имеющих вместо 4 роликов на сосуд 8 – 12, и усиленной, подвижной, высоконадежной рамой крепления позволит:

- предотвратить преждевременный выход из строя подшипников качения в роликах под действием лобовых нагрузок;
- снизить влияние заштыбовки угольной пылью и просыпанным углем на работу ролика, что позволит избежать одновременного заклинивания всех роликов и выход из строя направляющего устройства;
- снизить динамические нагрузки на оси, подшипники, крепления и другие элементы устройства;

- снизить уровень ответственности технического обслуживания направляющих устройств;
- снизить частоту разрыва резинового ролика на сварных стыках коробчатых проводников и скоплениях ржавчины;
- значительно, в 2-3 раза, повысить срок безаварийной эксплуатации и надежности направляющего устройства в лобовом направлении;
- снизить уровень лобовых колебаний в 2-3 раза по фактору ролика;
- обеспечить повышение надежности кинематической связи в системе «сосуд-проводник» в лобовом направлении в 2-3 раза;
- значительно снизить частоту контакта предохранительной лапы скольжения и проводника в лобовом направлении;
- значительно снизить износ ограждающего профиля проводника предохранительными лапами скольжения в лобовом направлении.

Внедрение новых более надежных и эффективных направляющих устройств в лобовом направлении позволит значительно повысить уровень безопасной эксплуатации, существующей жесткой армировки и армировок с КПП, что позволит повысить время бесперебойной работы всего подъемного комплекса в целом.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Волошин О.І., Рубель А.О., Рубель О.В. Армування вертикальних шахтних стволів і методи його вдосконалення, Геотехнічна механіка: Міжвідомчий збірник наукових праць, Дніпропетровськ, 2016, Вип. 126, С. 137-145.
2. Пат. 115478 Україна, (51) МПК E21D 7/00. Канатно-профільний провідник армування шахтного стовбура / А.О. Рубель (Україна) // Бюл. – 2017 – № 21.
3. Пат. 110518 Україна, (51) МПК (2016.01) E21D 7/00. Дискретне армування стовбура. / А.О. Рубель (Україна) // Бюл. – 2016. – №19.
4. Пат. 110492 Україна, (51) МПК (2016.01), E21D 7/00. Консольно-демпфіруючий розстріл: / Рубель А.О. // Бюл. – 2016. – №19.
5. Заявка у 2018 11543 (51) МПК (2016.01) E21D 7/00. Багатороликовий направляючий пристрій підйомної посудини у лобовому напрямку. / Рубель А.О.

REFERENCES

1. Voloshin, A.I., Rubel A.A. and Rubel A.V. (2016), «Reinforcement of vertical mine shafts and methods of its perfection», *Geo-Technical Mechanics*, no. 126, pp. 137-145.
2. Rubel A.O. (2016), *Kanatno-profilny providnyk armuvannya shakhtnogo stovburu* [Rope and professional conductors of reinforce of mine shaft], Kyiv, UA, Pat. 115478 Ukraine
3. Rubel A.O. (2016), *Diskretne armouvannya stovbura* [Discrete reinforcement of trunk], Kyiv, UA, Pat. 110518 Ukraine.
4. Rubel A.O. (2016), *Konsolno-dempfiruyuchy rozstril* [Console damping rozstril], Kyiv, UA, Pat. 110492 Ukraine.
5. Application u 2018 11543 (51) IPC (2016.01) E21D 7/00. Bagatolikovyv directing prisl_y pidynomnoey zdusini at the frontal straight.

Об авторе

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

About the author

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

Анотація. Видобуток корисних копалин підземним способом і перехід на глибокі горизонти, інтенсифікація очисних і прохідницьких робіт вимагають підвищення ефективності робіт шахтних підйомних комплексів. В роботі досліджено існуючі конструкції напрямних пристроїв шахтних підйомних посудин що забезпечують спрямований рух судини в провідниках по глибині вертикального стовбура в лобовому напрямку. Досліджено недоліки і переваги існуючих напрямних пристроїв та розроблені високонадійні і високоефективні конструкції, що

дозволяють використовувати їх для напрямку руху судин в жорстких коробчатих провідниках і канатно-профільних провідниках в лобовому напрямку. Дослідження, розробка і впровадження нових конструкцій напрямних пристроїв підйомних посудин в лобовому напрямку дозволить: запобігти передчасному виходу з ладу підшипників кочення в роликах під дією лобових навантажень; знизити заштибовки вугільним пилом і прокидаються вугіллям конструкції направляючого пристрою, що дозволить уникнути одночасного заклинювання всіх роликів одного направляючого пристрою; знизити рівень відповідальності технічного обслуговування направляючих пристроїв; знизити частоту розриву гумового ролика на зварних стиках провідників і скупченнях іржі; уникнути викривлення осі, руйнування підшипників при динамічному впливі з провідників в результаті викривлення армування ствола через гірського тиску, динаміки, і інших явищ; значно, в 2-3 рази, підвищити термін безаварійної експлуатації та надійності направляючого пристрою, що працює в лобовому напрямку; знизити рівень лобових коливань в 2-3 рази по фактору ролика; забезпечити підвищення надійності кінематичного зв'язку в системі «посудину-провідник»; значно знизити частоту контакту запобіжної лапи ковзання і провідника; значно знизити знос провідника в лобовому напрямку запобіжними лапами ковзання.

Ключові слова: шахтні вертикальні стовбури, канатно-профільні провідники, підйомні посудини, напрямні пристрої посудини у лобовому напрямку.

Abstract. Mining by an underground method and transition on deep horizons, intensification of cleansing and sinking works require the increase of efficiency of works of mine lifting complexes. In this work, existing designs of the guide devices for the mine cages, which ensured directional movement of the cage in frontal direction in the shaft guide along the depth of the vertical shaft, were investigated. Drawbacks and advantages of the existing guide devices were studied, and highly reliable and efficient designs were developed for guiding the cage movement in frontal direction in the rigid box-shaped and cable-profile shaft guides. Research, development and introduction of new designs of the guide devices for cages moving in frontal direction will allow: to prevent early failure of rolling bearings in rollers under the action of frontal loads; to reduce stitching the guide device by coal dust and spilled coal and to avoid simultaneous jamming of all of the rollers in the guide device; to reduce level of responsibility of the guide device maintenance; to reduce frequency of rubber roller rupture on the welded joints of the shaft guides and clusters of rust; to avoid bending of the axis and failure of bearings under the dynamic effects caused by the shaft guides as a result of the bending of the shaft equipment due to rock pressure, dynamics, and other phenomena; to increase significantly, by 2-3 times, period of trouble-free operation and reliability of the guide device operating in the frontal direction; to reduce by 2-3 times level of frontal oscillations by the roller factor; to ensure high reliability of kinematic connection in the cage-guide system; to reduce significantly frequency of contact between the safety sliding pad and shaft guides; to reduce significantly wear of the shaft guide in the frontal direction caused by the safety sliding pad.

Keywords: mine vertical shafts, rope-shaped shaft guides, cage, guiding devices in the frontal direction.

Стаття надійшла до редакції 10.06.2018

Рекомендовано до друку д-ром техн. наук О.П. Круковським