Оригинальная статья

УДК 621.55.33 © Д.К. Асмагамбет, Г.Д. Буялич, Г.С. Жетесова, К.М. Бейсембаев, Ж.Т. Акижанова, 2023

Исследование поворотной системы для выемки камер

DOI: http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-6-55-60

При разработке горных машин особое значение имеет их технологичность, определяющая изготовление, сборку, ремонт, надежность работы и модернизацию. Так, известны механизированные комплексы, которые эксплуатируются свыше 30 лет. Их улучшение производится встраиванием в конструкцию систем автоматизации и компьютерных программ. Расширение области применения достигается и за счет новых схем добычи. В КузГТУ и КарТУ разработаны камерные технологии с безмонтажным переходом забоя с участка на участок. Для транспорта угля в камере применяется скребковый поворотный конвейер. Система управления разрабатывается на основе баз данных многомерных классификаций с моделированием взаимодействия деталей, расчетом надежности, сборки и стоимости работ. Имеет модули прогнозирования состояния забоя на основе пакетов Ansys и Adams и устройства записи экспериментальных данных.

***Ключевые слова**: технологичность, камера, сложные условия, маневрирование инфологическая схема, база данных.*

Для цитирования: Исследование поворотной системы для выемки камер / Д.К. Асмагамбет, Г.Д. Буялич, Г.С. Жетесова и др. // Уголь. 2023. № 6. С. 55-60. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-6-55-60.

АСМАГАМБЕТ Д.К.
Докторант кафедры «Технологическое оборудование, машиностроение и стандартизация» НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», 100012, г. Караганда, Республика Казахстан, e-mail: kenzhebaeva_d@mail.ru

БУЯЛИЧ Г.Д.
доктор техн. наук, профессор Кузбасского Государственного технического университета, 650000, г. Кемерово, Россия, e-mail: gdb@kuzstu.ru

ЖЕТЕСОВА Г.С.
Доктор техн. наук, профессор НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», 100012, г. Караганда, Республика Казахстан, e-mail: zhetesova@mail.ru

БЕЙСЕМБАЕВ К.М.
Доктор техн. наук, профессор кафедры «Технологическое оборудование, машиностроение и стандартизация» НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», 100012, г. Караганда, Республика Казахстан, e-mail: Kakim08@mail.ru

АКИЖАНОВА Ж.Т.
Докторант кафедры «Разработка Месторождений полезных ископаемых» НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», 100012, г. Караганда, Республика Казахстан, e-mail: zhanar_1988@inbox.ru

ВВЕДЕНИЕ

При небольшой базе машиностроительных предприятий в карагандинском регионе неучет механизмов формирования эффективности машин приводит к искажению структуры использования цехов, например в сторону увеличения площадей под ремонт.

Увеличить их жизненный цикл, в частности для механизированных крепей, достижимо при использовании поворотного конвейера (ПК). Технологичность конструкции означает и возможности простого ремонта, так, желоб конвейера, в котором движется тяговая скребковая цепь с грузом, не должен продавливаться при падении блоков минерала, так же, как и опорные листы секций крепи, при поджатии к неровностям кровли. Такие вмятины имели место в прошлом для верхняков секций крепи ОКП и рештаков конвейеров, выполненных коробчатыми по схеме:

лист – ребра жесткости. В начале они изготовлялись из листов стали толщиной 10 мм (рештаки – 6 мм).

Объем работ на ремонт был сопоставим с изготовлением новых узлов, что повышало их конечную стоимость почти до стоимости нового изделия, требовало увеличения площадей для ремонта. С заменой листов с 0,01м на 0,02 м и с 0,006 до 0,01-0,02 м эти проблемы были решены, и несмотря на утяжеление, суммарные расходы оказались ниже.

Недостатков в проектировании можно было бы избежать, имея базы данных (БД) для расчета стоимости работ, учета сборки и т.п. Их создание упрощается при выборе инфологической модели базы как многомерных классификаций (МК). Рассмотрим их особенности для крепи и поворотного конвейера (ПК) при обходе нарушенных участков [1, 2]. В настоящее время продление жизненного цикла крепей достижимо при их использовании как роботизированных, маневрирующих систем. Это возможно при разработке надежных шарнирных систем разворота става конвейера начиная с любого рештака. И тогда вместо лавы с оборудованием на 180 м будет применен стеловидный комбайн на погрузчике перед секциями крепи (до 10 шт.) и ПК длиной 30-40 м.

Методика исследований учитывает влияние конструктивного исполнения техники на длительность жизненного цикла продукции и формирование БД управления с улучшенными инфологическими моделями (МК), приспособленными для описания: кинематических и конструктивных особенностей машин, взаимосвязи ее деталей, динамики взаимодействия с горной средой на основе линеаризации уравнений динамики и конечно-элементного моделирования. В БД заложены модели забоя и схемы обрушения пород [3, 4, 5, 6], методы расчета [7, 8], камерной выемки, выполненные в Mechanical APDL (Ansys) [2, 9], а после поперечного разлома кровли в Adams *(рис. 1, а)* и схемы транспортирования [10, 11].

Отработана и методика тестирования результатов при пересечении расчетных областей пакетов Ansys и Adams. Это достигается внесением в Ansys условий для явного отслоения основной от вышележащей кровли, когда только она нагружает секцию и давление на крепь одинаково. В Adams [12] для связи козырька с кровлей использованы поступательные шарниры translational joint, которые обеспечивают продольное смещение с трением. Для сходимости уравнений Лагранжа – Эйлера в зоне рабочих

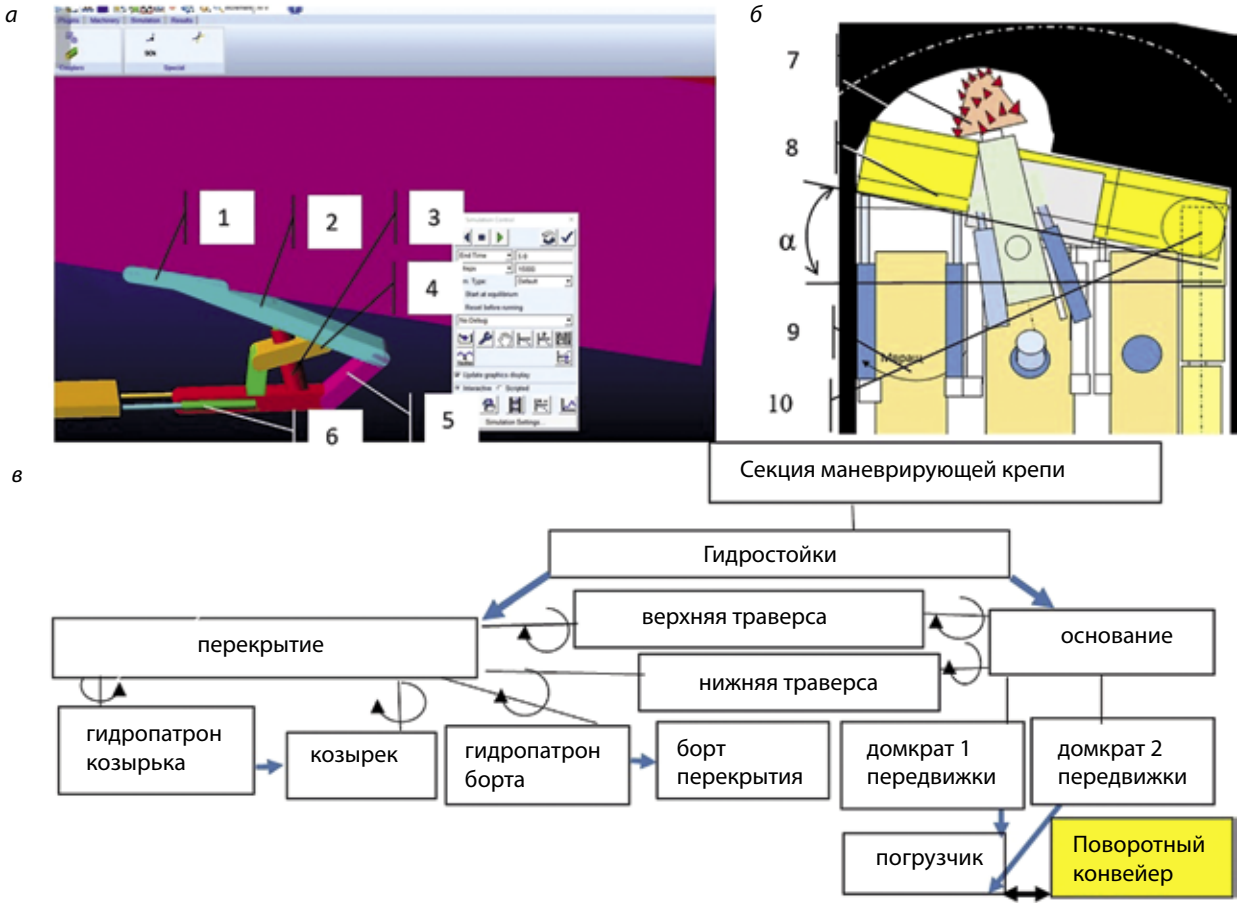


Рис. 1. Модели и схема поворота: а – Adams – передвижка с подпором: 1,2 – козырек и перекрытие, 3 – гидростойка, 4, 5 верхний и нижний рычаги, 6 – домкраты передвижения и основание; б – многомерная классификация; в – 7, 8 – комбайн и погрузчик, 9 – секции, 10 – подвижное соединение поворотного конвейера и погрузчика

Fig 1. Models and layout of turning: a – Adams – movement with support: 1,2 – canopy and overlap, 3 – hydrostand, 4, 5 upper and lower arms, 6 – movement jacks and the base; b – multidimensional classification; c – 7, 8 – continuous miner and a loader, 9 – sections, 10 – flexible connection of the turning conveyor and the loader

смещений секции построение модели осуществляется на основе контрольных точек в меню Point Table. Так удается проследить просадку секции до состояния «жестко» *(см. рис. 1, а)*. В отличие от Ansys учитывается кинематика лемнискатного механизма.

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА И ИССЛЕДОВАНИЙ

На *(рис. 1, а)* представлено подтягивание секции к погрузчику с частичным подпором, для чего гидростойка нагружена в режиме Two Bodies (между двумя телами) с поэтапным повышением втягивающей нагрузки штоков домкратов передвижения (до 400 кН). Это происходит при смещающейся кровле, вес которой превосходит распор секции. Системы передвижки крепи и поворотно-поступательных шарниров рештаков конвейера конструктивно близки, когда вместо поступательной пары применяются гидродомкраты.

На *рис. 1, в* представлен процесс поворота забоя, когда левый конец погрузчика передвинут на шаг передвижки и между секциями и ставом образуется угол α. При подтягивании секция поворачивается и пристыковывается к ставу в перпендикулярном положении за счет двух домкратов. Если радиус поворота забоя R, то количество шагов передвижки длиной lp для поворота на 180° будет $\sim\pi R/lp$. Шаг движек выбран 0,7 м, и при длине R = 8 м имеем около 40 движек за 80 мин.

Для создания БД применяется инфологическая модель *(рис. 2)* типа МК.

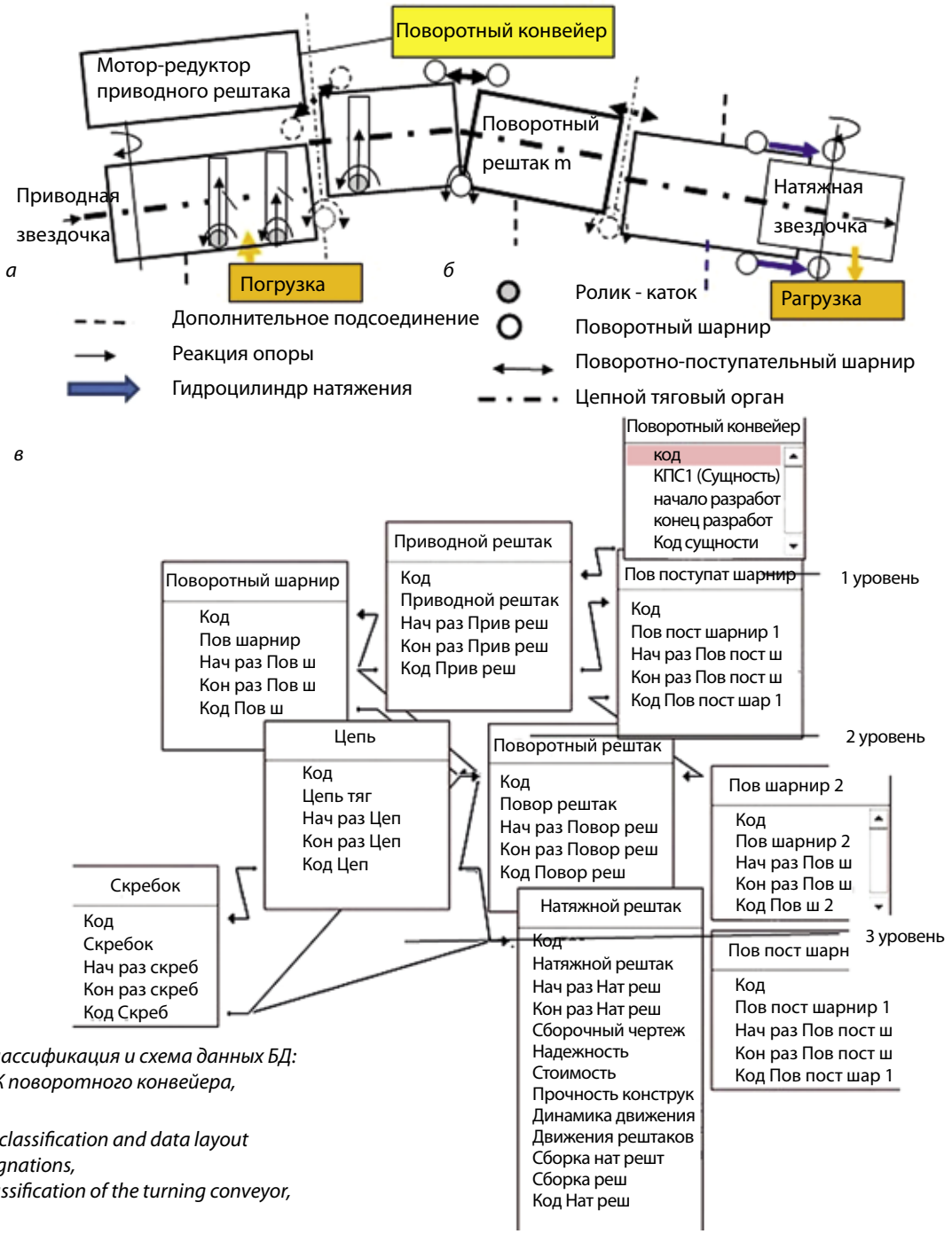
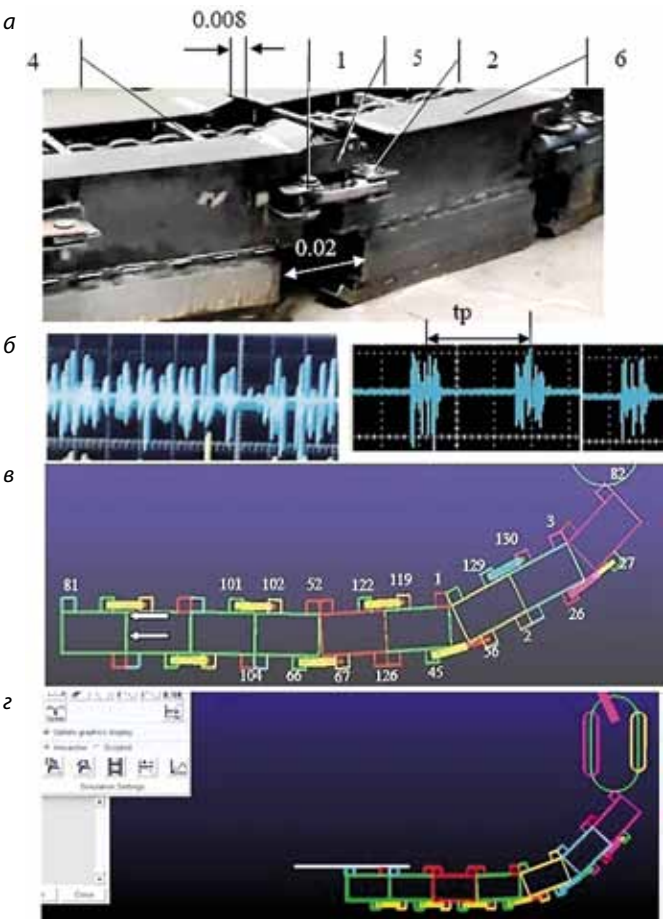


Рис. 2. Многомерная классификация и схема данных БД: а – обозначения, б – МК поворотного конвейера, в – схема данных

Fig. 2. Multidimensional classification and data layout in the database: a – designations, б – multidimensional classification of the turning conveyor, в – data layout



МК подразумевает разложение объекта по горизонтали (измерения) и вертикали (уровни). Измерения есть проекции основного объекта, а уровни характеризуют вложенность структуры [13]. Каждый объект классификации – таблица. Функциональные связи узлов отмечены символами схемотехники *(см. рис. 2, а)* (снизу), а МК на *рис. 2, б* (сверху).

Таблицы содержат гиперссылки на программы Ansys и Adams на основе языков Fortran и C, а также на запросы, создаваемые средствами базы, и обеспечивают связь параметров уже по сетевому принципу. Для сборки могут использоваться приложения, как в Kompas 3d [13]. Решения Adams определяют реакции в шарнирах крепи,

Рис. 3. Исследование шарниров для поворота рештаков: а – 1 – палец в проушине и пазе серьги, 2 – палец в проушинах рештака и серьги, 4 – скребок, 5 – защитная пластина, б – Т-образный торец; б) осцилограмма давления в гидродомкратах натяжения в линейном положении става и при повороте на 90°, в, г – имитация протягивания конвейера в Adams

Fig. 3. Research into the hinge joints for pan turning: а – 1 – pin in the eye and groove of the eye ring, 2 – pin in the eyes of the pan and the eye ring, 4 – scraper, 5 – safety plate, б – T-end; б – oscillogram of the pressure in hydraulic tension jacks in the linear position of the flight and at 90° turning, в, г – simulation of conveyor pulling in Adams

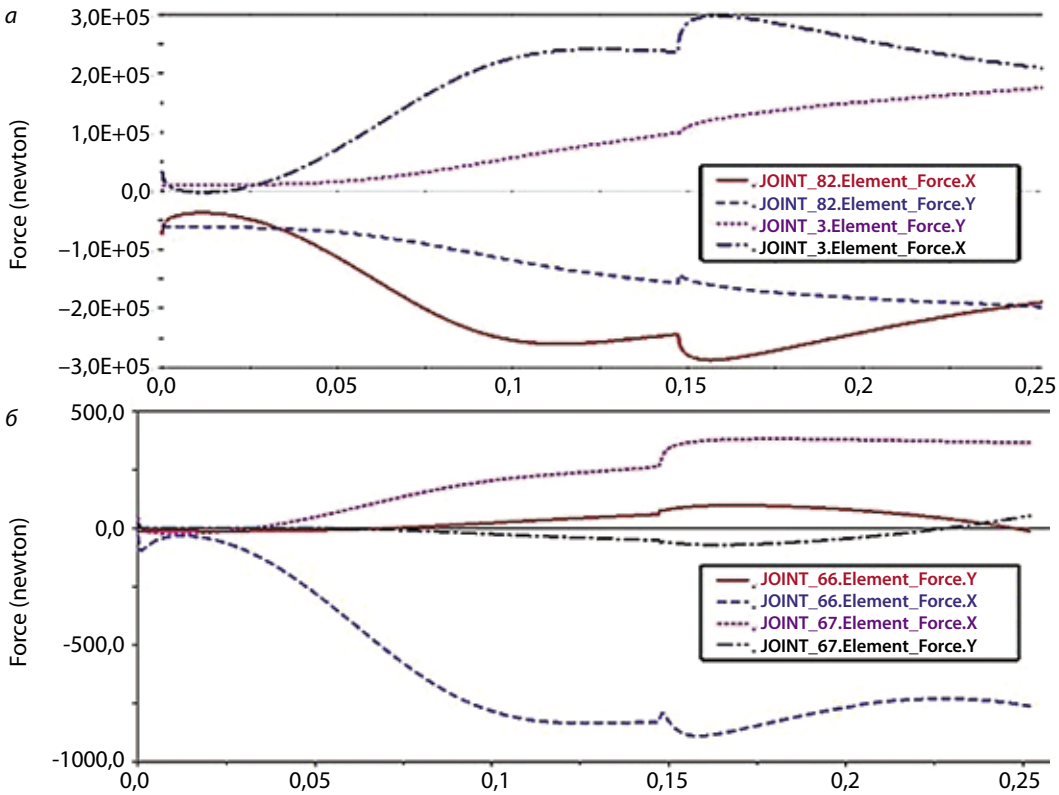


Рис. 4. Опорные реакции по номерам шарниров для положения на рис. 3, в (а) и после передвижки става конвейера на 2-3 м (б)

Fig. 4. Reference reactions by the numbers of the hinge joints for the position shown in Fig. 3, в (а) and after moving the conveyor flight by 2-3 m (б)

зависящие от усилия гидростойки и вида сдвижения кровли. В ПК же – опорные реакции в шарнирах рештаков, по осям X и У, их номера и положение става приведены на *рис. 3, в и г*.

Они зависят от тягового усилия и угла поворота рештаков. Максимальные значения приходятся на головной рештак, а на поворотно-поступательных шарнирах зависят от сил трения в них (*рис. 4)*.

На борта при повороте действуют и реакции скребков, прижатых к ним цепью, поэтому моделирование обеспечит полный расчет рештаков. Реакции с перемещением става конвейера на 2-3 м *(см. рис. 3, г)* качественно не меняются, а их максимальные значения фиксируются в БД.

На *рис. 2, б* МК начинается с таблицы «Поворотный конвейер». Далее – привод с мотор-редуктором (таблица Приводной рештак) и цепь со скребками. Жесткие связи между элементами отмечены прямыми отрезками. Скребки на торцах имеют ролики качения, упираемые в борт. Таблица «Поворотный конвейер» имеет 1 измерение – «Приводной рештак», а на 3 уровне – уже 2 измерения: цепь со скребками и поворотный рештак. Цепь замыкает все рештаки натяжением. Связь с поворотным рештаком – двухсторонняя, на основе поворотного и поворотно-поступательного шарнира.

Схема данных *(см. рис. 2, в)* представляет уровни, идущие вниз, а МК для экономии места расположили по горизонтали. МК для ПК собрана так, что представляет аналогию конструкции конвейера, хотя для крепи она – классическая классификация.

На *рис. 4, б* приведены осциллограммы давления в гидродомкратах натяжения. Учтем, что зоны соединения при повороте на 15° соседних рештаков с двух сторон имеют зазоры в 0,008 и 0,2 м. Через малый зазор прокатываются ролики, вызывая ударные пульсации. Причем их шаг определяется расстановкой скребков и степенью одновременности прохождения этих зон на повернутых рештаках. Они происходят почти одновременно, вызывая дифференциацию на пакеты через шаг *tp*.

Из анализа следует, что пакеты пульсаций формируются при устойчивой работе привода и прохождении скребков зоны зацеплений на зубьях звездочки и зазоров в 0,008 м пяти повернутых рештаков. При прямолинейном положении 4 рештаков пакеты отсутствуют.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проектирование конструкций, обеспечивающее технологичность и возможности совершенствования, повышает эффективность использования, обеспечивает расширение области применения машины, а также улучшает структуру оборудования цехов по изготовлению и ремонту техники.

Определена компоновка камерного забоя, создана методика расчета параметров крепи и ПК и уточнены их значения, обеспечивающие технологичность конструкции. Этому способствует сетевая БД для расчетов надежности, стоимости, сборки и прогнозирования. Для снижения неравномерности нагрузки рекомендованы 12-лучевые звездочки при уменьшенном в 1,5 раза шаге расстановки скребков, что снизит и реакции их отпора на борт рештака. Утолщение рештаков выполнено с 0,006 до 0,012 мм, что позволило повысить высоту желоба, отказаться от Т-образных направляющих, поднять грузоемкость конвейера в 1,3 раза и устранить вдавливание листов. Основные элементы прошли практическую проверку.

Список литературы

1. Разработка базовой технологии выемки ископаемого с поворотом / Г.С. Жетесова, К.М. Бейсембаев, Н.С. Малыбаев, и др. // Известия томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2018. № 8. С. 37-49.
2. Исабек Т.К., Камаров Р.К., Мухамеджанов С.Д. К проблеме отработки локальных участков угольных пластов в карагандинском угольном бассейне // Вестник национальной академии горных наук, научно-практический специализированный журнал. 2018. № 2. С. 14-20.
3. Механизация горных работ на рудниках верхнекамского месторождения солей / Д.А. Носов, Т.Т. Фатыхов, А.А. Елькин, А.А. и др. // Горный журнал. 2021. № 4. С.11-16.
4. Gaofeng Song, Yoginder Chugh, Jiachen Wang. A numerical modelling study of longwall face stability in mining thick coal seams in China // Int. J. of Mining and Mineral Engineering. 2017. Vol. 8. No 1. P. 35-55.
5. Разработка модели лавы для системы управления механизированной крепью с обратной связью / К.М. Бейсембаев, Н.С. Малыбаев, С. К. Тутанов, и др. // Горный журнал. 2019. № 8. С.38-43.
6. Моделирование численными методами процессов обрушения пород кровли / Ю.М. Говорухин, С.В. Риб, А.М. Никитина и др. // Горный журнал. 2019. № 4. С. 23–26.
7. Łukasz BOŁOZ1A. Dynamic model of a longwall shearer with a chain haulage system // Acta Montanistica Slovaca. 2022. Vol. 27. No 3. P. 589-606.
8. Shuang Wang, Deyong Li, Kun Hu. Analysis and Experimental Study on Pressure Characteristics of Supporting Roller Group of Pipe Belt Conveyor // Hindawi Shock and Vibration Volume. 2019. Article ID 7061847. P. 1-7.
9. Лысенко М.В., Аушев Е.В., Дудин А.А. Способы повышения полноты извлечения запасов угля // Уголь. 2022. № 11. С. 48-54. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-11-48-54.
10. Modelling and simulation of an adsorption process using activated carbon from coconut shells / Edward Samuel Efretuei, Idowu Iyabo Olateju, John Olusoji Owolabi et al. // A ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. May 2022. Vol. 17. No 9. P. 932-946.
11. State-of-the-art ultrasonic sensor designed to improve longwall production rates and operation safety / Sławomir Bartoszek, Sebastian Jendrysik, Joanna Rogala-rojek et al. // Acta Montanistica Slovaca. 2021. Vol. 26. No 1. P. 149-160.
12. Kinematics and singularity analysis of 3-PRS parallel kinematic mechanism / Liaquat Ali Khan, Muhammad Faizan Shah, Muhammad Ramiz et al. // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2022. Vol 17. No. 8. P. 849 -857.
13. Бейсембаев К.М. Демонстрационная разработка элементов баз автоуправления // Современные наукоемкие технологии. 2015. № 9. С. 9-13.

Original Paper

UDC 621.55.33 © D.K. Asmagambet, G.D. Buyalich, G.S. Zhetesova, K.M. Beisembayev,Zh.T. Akizhanova, 2023
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 6, pp. 55-60
DOI: http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-6-55-60

Title
INVESTIGATION OF THE ROTARY SYSTEM FOR REMOVING CHAMBERS

Authors
Asmagambet D.K.[1], Buyalich G.D.[2], Zhetesova G.S.[1], Beisembayev K.M.[1], Akizhanova Zh.T.[1]
[1] NJSC Karaganda Technical University named after A. Saginov, Karaganda, 100017, Kazakhstan
[2] Kuzbass State Technical University, Kemerovo, 650000, Russian Federation

Authors Information
Asmagambet D.K., Doctoral student of the Department of Technological Equipment, Mechanical Engineering and Standardization, e-mail: kenzhebaeva_d@mail.ru
Buyalich G.D., Doctor of Engineering Sciences, Professor, e-mail: gdb@kuzstu.ru
Zhetesova G.S., Doctor of Engineering Sciences, Professor, e-mail: zhetesova@mail.ru
Beisembayev K.M., Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Department of Technological Equipment, Mechanical Engineering and Standardization, e-mail: Kakim08@mail.ru
Akizhanova Zh.T., Doctoral student of the Department of Mineral Deposit Development, e-mail: zhanar_1988@inbox.ru

Abstract When developing mining machines, their manufacturability, which determines the manufacture, assembly, repair, reliability of operation and modernization, is of particular importance. Thus, mechanized complexes are known that have been in operation for over 30 years. Their improvement is made by embedding in the design of automation systems and computer programs. The expansion of the scope is also achieved through new production schemes. In KuzGTU and KarTU, chamber technologies have been developed with a non-assembly transition of the face from site to site. A scraper turning conveyor is used to transport coal in the chamber. The control system is developed on the basis of databases of multidimensional classifications with modeling of the interaction of parts, calculation of reliability, assembly and cost of work. It has downhole state prediction modules based on Ansys and Adams packages and experimental data recording devices.

Keywords
Manufacturability, Camera, Difficult conditions, Maneuvering, Infological scheme, Database.

References
1. Zhetesova G.S., Beysembaev K.M., Malybaev N.S. et al. Development of the basic technology for mining of minerals with turning. *Izvestiya Tomskogo politehnicheskogo universiteta. Inžiniring georesursov,* 2018, (8), pp. 37-49. (In Russ.).
2. Isabek T.K., Kamarov R.K. & Mukhamedjanov S.D. Regarding the challenge of mining local areas of coal seams in the Karaganda coal basin. *Vestnik Nacional'noj akademii gornyh nauk*, 2018, (2), pp. 14-20. (In Russ.).
3. Nosov D.A., Fatykhov T.T., Yel'kin A.A. et al. Mechanization of mining operations at the mines of the Verkhnekamskoye salt deposit. *Gornyj zhurnal*, 2021, (4), pp. 11-16. (In Russ.).
4. Gaofeng Song, Yoginder Chugh & Jiachen Wang. A numerical modelling study of longwall face stability in mining thick coal seams in China. *Int. J. of Mining and Mineral Engineering*, 2017, Vol. 8, (1), pp. 35-55.
5. Beysembayev K.M., Malybayev N.S., Tutanov S.K. et al. Development of the longwall model for the closed-loop control system of the powered roof support. *Gornyj zhurnal,* 2019, (8), pp. 38-43. (In Russ.)
6. Govorukhin Yu.M., Rib S.V., Nikitina A.M. et al. Numerical modelling of roof collapse processes. *Gornyj zhurnal*, 2019, (4), pp. 23-26. (In Russ.)
7. Łukasz BOŁOZ1A. Dynamic model of a longwall shearer with a chain haulage system. *Acta Montanistica Slovaca*, 2022, Vol. 27, (3), pp. 589-606.
8. Shuang Wang, Deyong Li & Kun Hu. Analysis and Experimental Study on Pressure Characteristics of Supporting Roller Group of Pipe Belt Conveyor. *Hindawi Shock and Vibration Volume,* 2019, Article ID 7061847, pp. 1-7.
9. Lysenko M.V., Aushev E.V. & Dudin A.A. Ways to increase the recovery ratio of coal reserves. *Ugol',* 2022, (11), pp. 48-54. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-11-48-54.
10. Edward Samuel Efretuei, Idowu Iyabo Olateju, John Olusoji Owolabi & Abdulwahab Giwa. Modelling and simulation of an adsorption process using activated carbon from coconut shells. *A ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, May 2022, Vol. 17, (9), pp. 932-946.
11. Sławomir Bartoszek, Sebastian Jendrysik, Joanna Rogalarojek, Mariusz Woszczyński, Krzysztof Krauze & Jarosław Joostberens. State-of-the-art ultrasonic sensor designed to improve longwall production rates and operation safety. *Acta Montanistica Slovaca*, 2021, Vol. 26, (1), pp. 149-160.
12. Liaquat Ali Khan, Muhammad Faizan Shah, Muhammad Ramiz & Kamran Nazir. Kinematics and singularity analysis of 3-PRS parallel kinematic mechanism. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 2022, Vol. 17, (8), pp. 849-857.
13. Beysembayev K.M. Demo development of autocontrol base elements. *Sovremennye naukoyomkie tehnologii,* 2015, (9), pp. 9-13. (In Russ.).

For citation
Asmagambet D.K., Buyalich G.D. Zhetesova G.S., Beisembayev K.M. & Akizhanova Zh.T. Investigation of the rotary system for removing chambers. *Ugol',* 2023, (6), pp. 55-60. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-6-55-60.

Paper info
Received March 9, 2023
Reviewed May 10, 2023
Accepted May 26, 2023

ОСНОВАН В 1925 ГОДУ
ISSN 0041-5790
ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

УГОЛЬ

МИНИСТЕРСТВА ЭНЕРГЕТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
WWW.UGOLINFO.RU
6-2023

УВЕЛИЧИВАЕМ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ НА 30 %, СОКРАЩАЯ СМЕТУ В 4 РАЗА!

ПРОЕКТЫ TAPP GROUP

РЕКЛАМА

TAPP GROUP
TECHNOLOGICAL ADVANCE FOR PLANT PRODUCTIVITY

Подробнее на стр. 18-19

ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online)

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ **ЖУРНАЛ**

Основан в октябре 1925 года

УЧРЕДИТЕЛИ
МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «УГОЛЬ»

ИЮНЬ
6-2023 */1168/*

УГОЛЬ

Главный редактор
МОЧАЛЬНИКОВ С.В.
Канд. экон. наук,
заместитель министра энергетики Российской Федерации

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ
АРТЕМЬЕВ В.Б.,
доктор техн. наук
ГАЛКИН В.А.,
доктор техн. наук, профессор
ЗАЙДЕНВАРГ В.Е.,
доктор техн. наук, профессор
ЗАХАРОВ В.Н., *чл.-корр. РАН,*
доктор техн. наук, профессор
КОВАЛЬЧУК А.Б.,
доктор техн. наук, профессор
КОЛИКОВ К.С.,
доктор техн. наук
ЛИТВИНЕНКО В.С.,
доктор техн. наук, профессор
МОХНАЧУК И.И., *канд. экон. наук*
ПЕТРОВ И.В.,
доктор экон. наук, профессор
ПОПОВ В.Н.,
доктор экон. наук, профессор
ПОТАПОВ В.П.,
доктор техн. наук, профессор
РОЖКОВ А.А.,
доктор экон. наук, профессор
РЫБАК Л.В.,
доктор экон. наук, профессор
СКРЫЛЬ А.И., *горный инженер*
СУСЛОВ В.И., *чл.-корр. РАН,*
доктор экон. наук, профессор
ЩАДОВ В.М.,
доктор техн. наук, профессор
ЯКОВЛЕВ Д.В.,
доктор техн. наук, профессор

Иностранные члены редколлегии
Проф. **Гюнтер АПЕЛЬ,**
доктор техн. наук, Германия
Проф. **Карстен ДРЕБЕНШТЕДТ,**
доктор техн. наук, Германия
Проф. **Юзеф ДУБИНЬСКИ,**
доктор техн. наук, чл.-корр. Польской академии наук, Польша
Сергей НИКИШИЧЕВ,
комп. лицо FIMMM,
канд. экон. наук, Великобритания, Россия, страны СНГ
Проф. **Любен ТОТЕВ,**
доктор наук, Болгария

© «УГОЛЬ», 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ИНФОРМАЦИЯ И АНАЛИТИКА

О развитии угольной отрасли России — 4

Мешков Г.Б., Петренко И.Е., Губанов Д.А.
Итоги работы угольной промышленности России за январь-март 2023 года — 5

MiningWorld Russia: мировые новинки горнодобывающего оборудования — 14

Грачев А.И.
БЕЛАЗ представил миру 130-тонный гибрид — 17

Лохов Д.С.
Увеличиваем производительность на 30%, сокращая смету в четыре раза — 18

Хроника. События. Факты.Новости — 20

Протасов Сергей Иванович (*к 70-летию со дня рождения*) — 23

ИННОВАЦИИ

Ганиева И.А., Шепелев Г.В.
Опыт создания условий для использования научно-производственной инфраструктуры в рамках КНТП «Чистый уголь – Зеленый Кузбасс» — 25

РЕГИОНЫ

Шутько Л.Г.
Процесс управления нарушенными землями в угледобыче как фактор снижения эколого-социальных ограничений развития региона — 30

Стрябкова Е.А., Тебекин М.В., Герасимова Н.А., Кулик А.М., Чистникова И.В.
Роль угольной отрасли в процессах пространственной поляризации — 36

ПЕРСПЕКТИВЫ ТЭК

Афанасьев В.Я., Краев В.М., Тихонов А.И.
Перспективы углеводородной энергетики в России в условиях санкционного давления — 43

РЕСУРСЫ

Лаухин В.М., Абдрахимов В.З.
Экология, цифровая экономика и практические аспекты использования золошлакового материала в производстве пористого заполнителя — 48

ПОДЗЕМНЫЕ РАБОТЫ

Асмагамбет Д.К., Буялич Г.Д., Жетесова Г.С., Бейсембаев К.М., Акижанова Ж.Т.
Исследование поворотной системы для выемки камер — 55

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Чупина Ж.С., Абделааль Ахмед Мостафа Ахмед Рагас, Сорокин А.М., Морковкин Д.Е., Чупин А.Л.
Целевой анализ производственных ситуаций при оперативном управлении горными работами — 61

Чупрякова А.Г., Григашкина С.И., Законнова Л.И.
Управление социально-экологическими рисками горных предприятий — 66

ГОРНЫЕ МАШИНЫ

Дубинкин Д.М., Аксенов В.В., Пашков Д.А.
Тенденции развития беспилотных карьерных самосвалов — 72

ООО «РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «УГОЛЬ»
119049, г. Москва,
Ленинский проспект, д. 2А, офис 819
Тел.: +7 (499) 237-22-23
E-mail: ugol1925@mail.ru
E-mail: ugol@ugolinfo.ru

Генеральный директор
Ольга ГЛИНИНА
Научный редактор
Ирина КОЛОБОВА
Менеджер
Ирина ТАРАЗАНОВА
Ведущий специалист
Валентина ВОЛКОВА
Технический редактор
Наталья БРАНДЕЛИС

ЖУРНАЛ ЗАРЕГИСТРИРОВАН
Федеральной службой по надзору
в сфере связи и массовых коммуникаций.
Свидетельство о регистрации
средства массовой информации
ПИ № ФС77-34734 от 25.12.2008

ЖУРНАЛ ВКЛЮЧЕН
в Перечень ВАК Минобразования и науки РФ
(в международные реферативные базы
данных и системы цитирования) –
по техническим и экономическим наукам

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 1,151
(без самоцитирования – 0,79)
Пятилетний импакт-фактор РИНЦ – 0,71
(без самоцитирования – 0,501)

ЖУРНАЛ ПРЕДСТАВЛЕН
в Интернете на вэб-сайте

www.ugolinfo.ru
www.ugol.info

и на отраслевом портале
«РОССИЙСКИЙ УГОЛЬ»
www.rosugol.ru

НАД НОМЕРОМ РАБОТАЛИ:
Научный редактор И.М. КОЛОБОВА
Корректор В.В. ЛАСТОВ
Компьютерная верстка Н.И. БРАНДЕЛИС

Подписано в печать 05.06.2023.
Формат 60x90 1/8.
Бумага мелованная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 12,5 + обложка.
Тираж 3300 экз. Тираж эл. версии 1600 экз.
Общий тираж 4900 экз.

Отпечатано:
ООО «РОЛИКС ПРИНТ»
117105, г. Москва, пр-д Нагорный, д.7, стр.5
Тел.: (495) 661-46-22;
www.roliksprint.ru
Заказ № 127934

Журнал в **App Store** и **Google Play**

Загрузите в App Store
ЗАГРУЗИТЕ НА Google play

© ЖУРНАЛ «УГОЛЬ», 2023

ПЕРЕРАБОТКА УГЛЯ

Черкасова Т.Г., Пилин М.О., Баранцев Д.А., Тихомирова А.В.
Некоторые физико-химические характеристики отходов углеобогатительного предприятия ПАО ЦОФ «Березовская» — 80

ЭКОЛОГИЯ

Копытов А.И., Новоселов С.В., Куприянов А.Н., Куприянов О.А.
Проблема обоснования условно-оптимальных объемов добычи угля в Кузбассе с учетом ограничений экологической емкости региона — 85

ЗА РУБЕЖОМ

Шестак В.А., Адигамов А.И.
Правовое регулирование юридической ответственности за нарушения законодательства при разведке и добыче угля, нефти и газа в России и Китае — 92

Зеньков И.В., Чинь Ле Хунг, Логинова Е.В., Вокин В.Н., Кирюшина Е.В, Кондрашов П.М., Раевич К.В., Латынцев А.А.
Исследование динамики горных работ в карьере по добыче угля Saraji на территории восточного побережья Австралии с использованием ресурсов спутниковой съемки — 97

Список реклам

TAPP Group	1-я обл.	ООО НПФ «Гранч»	4-я обл.
GPFK	2-я обл.	НПП Завод МДУ	35
Нецветаев (некролог)	3-я обл.		

* * *

Журнал «Уголь» представлен в eLIBRARY.RU
Входит в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).
Двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 1,15 (без самоцитирования – 0,79).

Журнал «Уголь» индексируется
в международной реферативной базе данных и систем цитирования
SCOPUS *(рейтинг журнала Q2)*

Журнал «Уголь» является партнером CROSSREF
Редакция журнала «Уголь» является членом Международной ассоциации по связям издателей / Publishers International Linking Association, Inc. (PILA).
Всем научным статьям журнала присваиваются Digital Object Identifier (DOI).

Журнал «Уголь» является партнером EBSCO
Редакция журнала «Уголь» имеет соглашение с компанией EBSCO Publishing, Inc. (США). Все публикации журнала «Уголь» с 2016 г. входят в базу данных компании EBSCO Publishing (www.ebsco.com), предоставляющей свою базу данных для академических библиотек по всему миру. EBSCO имеет партнерские отношения с библиотеками на протяжении уже более 70 лет, обеспечивая содержание исследований качества, мощные технологии поиска и интуитивные платформы доставки.

Журнал «Уголь» представлен в «КиберЛенинке»
Электронная научная библиотека «КиберЛенинка» (CYBERLENINKA) входит в топ-10 мировых электронных хранилищ научных публикаций и построена на парадигме открытой науки (Open Science), основной задачей которой является популяризация науки и научной деятельности. Это третья в мире электронная библиотека по степени видимости материалов в Google Scholar.

Журнал «Уголь» представлен в CNKI Scholar
Платформа CNKI Scholar (http://scholar.cnki.net) – ведущий китайский агрегатор и поставщик академической информации. CNKI имеет наибольшее количество пользователей на рынке академических и профессиональных услуг Китая из более чем 20 тыс. учреждений, университетов, исследовательских институтов, правительств, корпораций, предоставляя им полнотекстовые базы данных CNKI онлайн. С 2008 г. китайский агрегатор проиндексировал более 60 тыс. журналов и 400 тыс. электронных книг, трудов более 500 международных издательств, обществ, включая SpringerNature, Elsevier, Taylor & Francis, Wiley, IOP, ASCE, AMS и др.

Подписные индексы:
– Интернет-каталог «Пресса России» – **87717; Т7728; Э87717**
– Каталог «Урал-Пресс» – **71000; 87776; 007097; 009901**

ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online)

MONTHLY JOURNAL, THAT DEALS WITH SCIENTIFIC, TECHNICAL, INDUSTRIAL AND ECONOMIC TOPICS

Established in October 1925

FOUNDERS
MINISTRY OF ENERGY
THE RUSSIAN FEDERATION,
UGOL' JOURNAL EDITION LLC

JUNE
6' 2023

UGOL' RUSSIAN COAL JOURNAL

UGOL' / RUSSIAN COAL JOURNAL

UGOL' JOURNAL EDITORIAL BOARD

Chief Editor
MOCHALNIKOV S.V.
Ph.D. (Economic),
Deputy Minister of Energy
of the Russian Federation,
Moscow, 107996, Russian Federation

Members of the editorial council:
ARTEMIEV V.B., Dr. (Engineering),
Moscow, 115054, Russian Federation
GALKIN V.A., Dr. (Engineering), Prof.,
Chelyabinsk, 454048, Russian Federation
ZAIDENVARG V.E., Dr. (Engineering), Prof.,
Moscow, 119019, Russian Federation
ZAKHAROV V.N., Dr. (Engineering), Prof.,
Corresp. Member of the RAS,
Moscow, 111020, Russian Federation
KOVALCHUK A.B., Dr. (Engineering), Prof.,
Moscow, 119019, Russian Federation
KOLIKOV K.S., Dr. (Engineering),
Moscow, 119019, Russian Federation
LITVINENKO V.S., Dr. (Engineering), Prof.,
Saint Petersburg, 199106, Russian Federation
MOKHNACHUK I.I., Ph.D. (Economic),
Moscow, 109004, Russian Federation
PETROV I.V., Dr. (Economic), Prof.,
Moscow, 119071, Russian Federation
POPOV V.N., Dr. (Economic), Prof.,
Moscow, 119071, Russian Federation
POTAPOV V.P., Dr. (Engineering), Prof.,
Kemerovo, 650025, Russian Federation
ROZHKOV A.A., Dr. (Economic), Prof.,
Moscow, 119071, Russian Federation
RYBAK L.V., Dr. (Economic), Prof.,
Moscow, 119034, Russian Federation
SKRYL' A.I., Mining Engineer,
Moscow, 119049, Russian Federation
SUSLOV V.I., Dr. (Economic), Prof.,
Corresp. Member of the RAS,
Novosibirsk, 630090, Russian Federation
SHCHADOV V.M., Dr. (Engineering), Prof.,
Moscow, 119034, Russian Federation
YAKOVLEV D.V., Dr. (Engineering), Prof.,
Saint Petersburg, 199106, Russian Federation

Foreign members of the editorial council:
Prof. **Guenther APEL,** Dr.-Ing.,
Essen, 45307, Germany
Prof. **Carsten DREBENSTEDT**, Dr. (Engineering),
Freiberg, 09596, Germany
Prof. **Jozef DUBINSKI,** Dr. (Engineering),
Corresp. Member PAS, Katowice, 40-166, Poland
Sergey NIKISHICHEV, FIMMM, Ph.D. (Economic),
Moscow, 125047, Russian Federation
Prof. **Luben TOTEV,** Dr., Sofia, 1700, Bulgaria

Ugol' Journal Edition LLC
Leninsky Prospekt, 2A, office 819
Moscow, 119049, Russian Federation
Tel.: +7 (499) 237-2223
E-mail: ugol1925@mail.ru
www.ugolinfo.ru

© Ugol' – Russian Coal Journal, 2023

CONTENT

INFORMATION & ANALYTICS
About the development of the Russian coal industry — 4
Meshkov G.B., Petrenko I.E., Gubanov D.A.
Russia's coal industry performance for January–March, 2023 — 5
MiningWorld Russia: global innovations in mining equipment — 14
Grachev A.I.
BELAZ unveils a 130-tonne hybrid truck — 17
Lokhov D.S.
Increasing productivity by 30% while cutting the cost estimates by four times — 18
The chronicle. Events. The facts. News — 20
Protasov Sergej Ivanovich (*to a 70-anniversary from birthday*) — 23

INNOVATIONS
Ganieva I.A., Shepelev G.V.
Experience in creating conditions for the use of scientific and production infrastructure within the framework of the KNTP "Clean coal – Green Kuzbass" — 25

REGIONS
Shutko L.G.
Management of disturbed lands in coal mining as a factor to reduce the environmental and social constraints in the region's development — 30
Stryabkova E.A., Tebekin M.V., Gerasimova N.A., Kulik A.M., Chistnikova I.V.
The role of coal industry in the spatial polarization processes — 36

FUEL AND ENERGY COMPLEX OUTLOOK
Afanasiev V.Ya., Kraev V.M., Tikhonov A.I.
Prospects for hydrocarbon energy in Russia under sanctions pressure — 43

MINERALS RESOURCES
Laukhin V.M., Abdrakhimov V.Z.
Environment, digital economy and practical aspects of using the ash and slag materials in production of porous aggregates — 48

UNDERGROUND MINING
Asmagambet D.K., Buyalich G.D., Zhetesova G.S., Beisembayev K.M., Akizhanova Zh.T.
Investigation of the rotary system for removing chambers — 55

PRODUCTION SETUP
Chupina Zh.S., Abdelaal Ahmed Mostafa Ahmed Ragas, Sorokin A.M., Morkovkin D.E., Chupin A.L.
Targeted analysis of production situations in the operational management of mining operations — 61
Chupryakova A.G., Grigashkina S.I., Zakonnova L.I.
Managing social and economic risks of mining operations — 66

MINING EQUIPMENT
Dubinkin D.M., Aksenov V.V., Pashkov D.A.
Trends in the development of unmanned mining dump trucks — 72

COAL PREPARATION
Cherkasova T.G., Pilin M.O., Barancev D.A., Tikhomirova A.V.
Some physical and chemical characteristics of waste products of the Berezovskaya Central Concentrating Mill — 80

ECOLOGY
Kopytov A.I., Novoselov S.V., Kupriyanov A.N., Kupriyanov O.A.
The problem of substantiating conditionally optimal volumes of coal production in Kuzbass, taking into account the limitations of the ecological capacity of the region — 85
Shestak V.A., Adigamov A.I.
Legal regulation of liability for violations in the sphere of exploration and production of coal, oil and gas in RUSSIA and CHINA — 92
Zenkov I.V., Trinh Le Hung, Loginova E.V. Vokin V.N., Kiryushina E.V., Kondrashov P.M., Raevich K.V., Latyntsev A.A.
A study of mining dynamics in the Saraji open pit coal mine on Australia's east coast using satellite imaging data — 97