

**Никитенко Сергей Михайлович**<sup>1</sup>, доктор экон. наук, доцент, **Худынец Евгений Александрович**<sup>1</sup>, ведущий инженер, **Кизилев Сергей Александрович**<sup>1</sup>, ведущий инженер, **Григоренко Вадим Юрьевич**<sup>2</sup>, магистрант

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук», 650000, Россия, г. Кемерово, проспект Советский, 18

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева», 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

E-mail: nsm.nis@mail.ru

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВЫПУСКА УГЛЯ НА КОНВЕЙЕР

**Аннотация:** В статье приводится анализ мировой практики направления развития технологий разработки мощных угольных пластов. При этом сравниваются плюсы и минусы послойной выемки и выемки на всю мощность пласта. Показывается, что длинностолбовые системы разработки со слоевой выемкой угля механизированными комплексами из-за низкой эффективности практически не применяются, а на смену им пришла технология отработки пластов на всю мощность с выпуском угля подкровельной или межслоевой толщи в подсечной слой, используя при этом физический эффект разрушения угольной толщи за счет сил горного давления. В последнее десятилетие это позволило придать механизированным комплексам дополнительные функции, связанные с управлением процессом извлечения угля, находящегося над крепью или обрушающегося позади нее. Авторами проведен анализ патентной документации по ведущим угледобывающим странам и проанализирована изобретательская активность по способам и устройствам, обеспечивающим возможность разработки угольных пластов с выпуском угля. В статье приведены результаты исследования научно-технической информации и выявленные тенденции развития средств, обеспечивающих повышение эффективности отработки запасов мощных угольных пластов с выпуском угля подкровельной толщи. Представлены конструкции питателей разного типа и даны рекомендации по их применению.

**Ключевые слова:** угольное месторождение, подземная разработка, мощный пласт, выпуск угля подкровельной толщи, роботизированный комплекс, управление газовыделением, оценка рисков аварий, эколого-экономическая эффективность.

**Информация о статье:** принята 1 июля 2020 г.  
DOI: 10.26730/1816-4528-2020-3-55-61

**Введение.** В мировой практике сложились два направления развития технологий разработки мощных угольных пластов (6-10 м): послойная выемка и выемка на всю мощность пласта с подсечным слоем и выпуском угля подкровельной толщи [1-9]. Слоевая технология приводит к большим потерям угля и, как следствие, к опасности возникновения эндогенных пожаров, в связи с чем длинностолбовые системы разработки со слоевой выемкой угля механизированными комплексами из-за низкой эффективности перестали применяться. В настоящее время практикуется отработка пластов на всю мощность с выпуском угля подкровельной или межслоевой толщи в подсечной слой [10-12]. В ней заложен физический эффект разрушения угольной толщи за счет сил горного давления. В последнее десятилетие это позволило придать механизированным комплексам дополнительные функции, связанные с

управлением процессом извлечения угля, находящегося над крепью или обрушающегося позади нее [13 - 14].

Потери угля в обрушенном пространстве приводят к его самовозгоранию, а перемешивание с обрушенными породами повышает его зольность. Поэтому актуальным для всех известных технологий является вопрос полноты выпуска угля, обеспечение безопасности и эффективности работы очистного забоя.

При этом эффективность новых технологий и средств механизации для разработки мощных угольных пластов во многом зависит от правильного определения параметров выпускных устройств секций механизированных крепей и способа выпуска угля.

Целью данной статьи является анализ научно-технической информации и определение тенденций развития средств повышения эффективности отработки запасов мощных угольных пластов с выпуском угля подкровельной толщи.

**Анализ изобретательской активности.** Авторами проведен анализ патентной документации по ведущим угледобывающим странам и проанализирована изобретательская активность по способам и устройствам, обеспечивающим возможность разработки угольных пластов с выпуском угля (рис. 1).

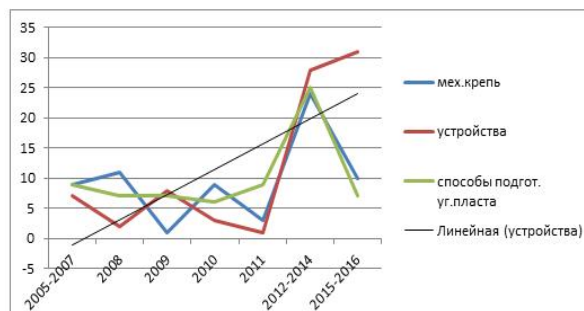


Рис. 1. Патентная активность по объектам исследования

Fig. 1. Patent activity for research objects

**Направления развития конструкции устройств для подачи сыпучих материалов (питатели).** Технология принудительно управляемого выпуска межслоевой толщи угля предусматривает создание специальных механизированных крепей и комплексов оборудования, которые выполняют дополнительные функции по управлению извлечением угля, находящегося над крепью или обрушающегося позади нее.

Анализ существующих средств механизации с выпуском угля показал, что существует два варианта выпуска угля подкровельной (межслоевой) толщи: на забойный скребковый конвейер отработываемого слоя; на дополнительный скребковый конвейер, расположенный в завальной части лавы.

Особенности первой технологии заключаются в расположении выпускного отверстия вблизи от забоя, что позволяет иметь небольшой размер секции крепи по длине, но не обеспечивает необходимой подготовки угля выпускаемой толщи к самообрушению из-за малого расстояния от забоя до люка, поэтому даже при слабых углях возникает необходимость их рыхления.

Во второй технологии при выпуске угля на завальный конвейер, создаются благоприятные условия, обеспечивающие деформирование и разрушение подкровельной толщи. Однако это усложняет конструкцию комплекса и требует значительного увеличения размеров крепи.

Регулируемый выпуск позволяет создать общий поток угля над механизированным комплексом за счет увеличения зоны потока угля, значительно превышающего зоны потока известных способов. Это обеспечивает увеличение пропускной способности выпускного окна механизированной крепи, полноту выпуска угля, в т. ч. крупнокускового, и снижение разубоживания. Кроме того, позволяет управлять загрузкой забойного скребкового конвейера, максимально используя его технические возможности, и значительно упростить сопряжение лавы с подготовительными выработками.

Создание новых эффективных технологий и средств механизации для выемки мощных угольных пластов во многом зависит от правильного определения параметров выпускных окон секций механизированных крепей и способа выпуска угля [15].

Для выпуска и доставки угля, как правило, применяют комплексы транспортных машин непрерывного действия, питателей и конвейеров, позволяющих перейти на поточную технологию ведения горных работ.

Технология принудительно-управляемого выпуска угля во многом зависит от правильного выбора параметров механизированной крепи и ее типа, местоположения выпускных окон, способа выпуска угля. Производительность и эффективность технологии принудительно-управляемого выпуска угля увеличивается за счет использования питателей на выпуске и погрузке подкровельной толщи в механизированных крепях с выпуском самообрушающегося угля.

Анализ научно-технической информации позволил выявить питатели разного типа, конструктивные особенности которых в той или иной степени могут быть полезны при проектировании систем выпуска.

Загрузочные устройства обеспечивают производительность выгрузки угля, производительность и эффективную работу конвейера. Их условно можно разделить на три группы: с принудительным движением угля, со сложным движением угля и самотечным. В загрузочных устройствах с принудительным движением груз перемещается под воздействием приводных устройств – питателей. Питатели равномерно выпускают горную массу площади проема, их производительность регулируется в широком диапазоне.

В загрузочных устройствах со сложным движением груз перемещается самотечно и принудительно, например, вибрационный питатель с направляющим виброротком.

Питатели – это устройства для равномерной и регулируемой подачи сыпучих материалов разной фракции. По конструкции различают транспортные, лотковые, плунжерные, барабанные, шнековые, тарельчатые, вибрационные и иные.

Классификация питателей может быть произведена и по движению рабочего органа, и по характеру подаваемого материала.

Для целей настоящего обзора питатели можно условно разделить на две большие группы:

- Устройства, аналогичные некоторым типам конвейеров, но отличающиеся от них небольшой длиной и мощностью двигателя (ленточные, пластинчатые, винтовые, качающиеся, вибрационные).
- Устройства, не имеющие аналогов и прототипов среди конвейеров (барабанные, дисковые, цепные).

В горнодобывающей отрасли применяются различные типы питателей: пластинчатые, шнековые, качающиеся, ленточные.

По сравнению с известными типами питателей (пластинчатыми, тарельчатыми, качающимися, ленточными) вибрационные в силу своей специфики взаимодействия с обрабатываемой средой обеспечивают более устойчивое истечение материала через

устье бункера, препятствуют образованию завалов транспортируемого материала, выгодно отличаются по показателям энергопотребления, надежности, абразивного износа и часто металлоемкости. Вибрационные питатели позволяют совмещать транспортирование материала по лотку с его грохочением и обезвоживанием. Лоток вибропитателя, как правило, выполняется с возможностью изменения наклона.

Как показал анализ научно-технической информации, существует несколько типов вибрационных питателей: вибрационные питатели-чаши; вибрационные питатели-конвейеры; ротационные питатели.

Вибрационные питатели сегодня являются альтернативой пневматической транспортировки, т.к. исключают возможность завалов, налипаний транспортируемых материалов разной фракции. Как правило, вибрационный питатель содержит лоток, монтируется на несущей конструкции бункера на пружинных подвесках. Вибрационные питатели могут быть оснащены одним или двумя электромагнитными вибраторами.

Известны бункерные вибрационные питатели, которые содержат колебательную систему резонансного типа с возбуждением колебаний с использованием дебалансных вибровозбудителей, что позволяет получить стабильные параметры вибрации и минимальный износ грузонесущих (транспортирующих) поверхностей. В качестве вибровозбудителей применяются электромеханические мотор-вибраторы либо дебалансные узлы, получающие вращение от отдельных электродвигателей через упругие муфты и карданные валы. Техническое решение водителя колебаний зависит от габаритов и массы питателя, условий его размещения и режима работы. Основными узлами вибрационных питателей и конвейеров являются вибропривод, грузонесущий орган, упругая система и рама.

**Конструкция питателя и узел его сопряжения с элементами секции крепи.** Устройство управляемого выпуска угля из подкровельной толщи (питатель) было выполнено в виде желоба с бортами, расположенного между гидростойками в проеме ограждения. На днище желоба смонтирован ползун питателя, выполненный в виде сварной конструкции, рабочая поверхность которой имеет клиновые рифления, обеспечивающие минимальное сопротивление перемещению питателя в сторону завала и максимальное сцепление ее рабочей поверхности при перемещении его в сторону забойного конвейера. При этом над каждым из рифлений в потоке угля образуются области сопротивления. Питатель снабжен гидроцилиндром, шток которого прикреплен к ползуну питателя, а цилиндр – к корпусу желоба. Для того, чтобы не заштыбовывался завальный конец ползуна питателя, под соединительной балкой выполнено окно для выхода штыба при перемещении секции. На забойном конце питатель снабжен откидным козырьком, управляемый гидроцилиндром и служащим для обеспечения в случае необходимости свободного прохода очистного комбайна.

Питатель должен равномерно выпускать уголь по всей площади выпускного окна, выполненного в

ограждении секции крепи. Кроме того, производительность питателя должна регулироваться в широком диапазоне и обеспечивать возможность одновременной работы группы питателей на один забойный скребковый конвейер. Количество питателей, работающих в группе, определяют технической возможностью скребкового конвейера. Учитывая, что питатели работают примерно в одинаковых условиях, их средневзвешенные производительности могут быть отрегулированы до необходимой величины полной загрузки скребкового конвейера при работе группы питателей.

Желоб питателя выполнен в виде сварной конструкции и является базой транспортирующего устройства. Днище желоба с завальной стороны связано с основанием секции шарнирно, а со стороны забоя – при помощи гидроцилиндра. Это дает возможность изменять угол наклона питателя относительно почвы пласта. Днище служит опорой и направляющей для ползуна питателя, обеспечивающего транспортирование угля в сторону забойного конвейера. Для того, чтобы не заштыбовывался завальный конец ползуна питателя, под соединительной балкой выполнено окно для выхода штыба при перемещении секции. Одним из основных элементов в конструкции желоба является наличие боковых щитков, устраняющих возникновение боковых зазоров при изменении мощности выработки. Это предотвращает возможность попадания транспортируемого угля под крепь.

Для отработки процесса выпуска угля в лаборатории угольного машиностроения Института угля ФИЦ УУХ СО РАН [16] была разработана и изготовлена установка в масштабе 1:4 (габариты, мм: длина – 1025, ширина – 675, высота – 1125), обеспечивающая возможность регулирования потока сыпучей массы, ее удаление и защиту от просыпания (рис. 2).

Материал корпуса установки (стенки) – металл толщиной 3 мм, материал соединительных уголков установки – сталь, материал боковой ограждающей

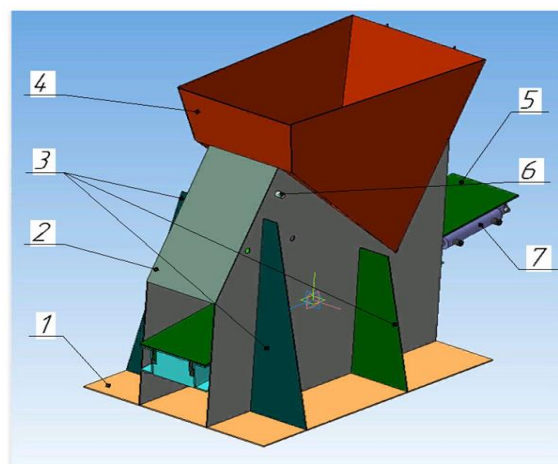


Рис. 2. Общий вид лабораторной установки  
Fig. 2. General view of the laboratory installation  
1 - основание, 2 - корпус, 3 - ребро жесткости, 4 - загрузочный бак, 5 - питатель, 6 - регулируемая заслонка, 7 - гидроцилиндр

стенки установки (смотровой) – оргстекло толщиной 5 мм; гидроцилиндры обеспечивают необходимое усилие и длину хода вибропитателя; к нижней поверхности пластины питателя обеспечена возможность доступа и установки первичных преобразователей и тензометрических датчиков для измерения фактических нагрузок в процессе выпуска сыпучей массы, что предполагает свободную зону нижней поверхности 1/3 ширины от центральной оси по всей длине пластины питателя. Реализованное полуавтоматизированное [17] и разрабатываемое автоматизированное управление [18] технологическими процессами выпуска позволит значительно ускорить его интеграцию в будущую систему управления лавным комплексом.

**Нормативная база для построения функциональной схемы автоматизированного управления питателем.** Эффективная работа питателя в данном случае зависит не только от его конструкции, но и от того, каким функционалом наделена его система управления и как она интегрирована в общую электрогидравлическую схему секции механизированной крепи. Ранее уже предпринимались попытки создать очистные механизированные комплексы с выпуском на забойный конвейер, но все они отличались сложностью в эксплуатации и трудоемкостью операций, выполняемых вручную, для обеспечения процесса выпуска [19]. Современный уровень развития микропроцессорной техники и программного обеспечения позволяет перевести многие операции, выполнявшиеся ранее человеком, в полностью автоматический режим. Например, систему компьютерного зрения с дополнительными модулями-проекторами оптических маркеров можно адаптировать для контроля объема выпускаемой горной массы и отслеживания заторов; мощный микроконтроллер прибора управления лавой, устанавливаемый на секции механизированной крепи, может, опираясь на данные системы компьютерного зрения, регулировать положение шибера во выпускном окне секции.

Сложность разрабатываемой системы управления питателем, имеющей в своем составе не только микроконтроллер, но и микрокомпьютер, видеокамеры, датчики определения состава горной массы, потребовала проведения работ по изысканиям в области нормативной базы для создания функциональной схемы автоматизации и алгоритмического описания программной части. Если разработка алгоритма программного обеспечения, например, может быть описана с помощью ГОСТ 19.701-90 «Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения», то использование современных ГОСТ 21.404-85 «Автоматизация технологических процессов» и ГОСТ 21.408-93 «Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов» не дает возможности адекватно отобразить все элементы, входящие в систему компьютерного зрения, контроля состава угля и их взаимодействие друг с другом. В результате исследований был выявлен более современный стандарт, применяемый в США – ANCI/ISA-5.1-2009 «Instrumentation Symbols and

Identification» (Символы приборов, оборудования и их идентификация), который в основном гармонизирован с российским ГОСТ 21.404-85, но является более современным и, соответственно, содержит необходимые обозначения. Применение американского стандарта не противоречит принятым в Российской Федерации регламентам проведения научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы. В случае отсутствия аналогов Российских ГОСТ (если не предполагается сертификация объекта исследования) разрешено использовать зарубежные стандарты и их элементы.

**Заключение.** В результате проведенного анализа изобретений, обеспечивающих возможность разработки наклонных, крутонаклонных, крутых пластов с выпуском угля, были выявлены шесть основных технико-экономических показателей устройств, улучшение которых было целью или задачей соответствующих изобретений.

В настоящее время исследователи работают над вопросом увеличения срока службы питателей, пропускной способности, бесперебойной транспортировки сыпучего материала. Анализ зарубежных источников и российских источников (нормативно-справочной литературы) показал, что для увеличения износоустойчивости элементов питателей при воздействии ударных нагрузок наиболее эффективны покрытия и сплавы на основе покрытий хром, железо, никель, порошки карбидов, оксидов, боридов, алмаза.

Так как зона потока угля является сферой влияния питателя и выпускного окна механизированной крепи, в настоящей статье приведены примеры конструктивных решений питателей, которые в той или иной степени могут быть использованы при проектировании технических решений и влиять на процесс выпуска угля.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-35-90075\19.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kuzyniazou, G.K. (1954) The mechanics of interactions between surrounding strata and supports on longwall faces in slightly-inclined coal seam. In Colloq. on Investigation into the Suitability<sup>1</sup> of Mine Pressures on Mechanized Supports, Moscow, p. 40.
2. Langefeld, O. & Paschedag, U. (2018) Longwall mining - developments and transfer. The SOMP Regional Conference on German Hard Coal Mining -Technical Footprint of German Hard Coal Mining. October 18, Technical University of Applied Sciences Georg Agricola, Bochum.
3. Cheng, J.Y., Wan, Z J. & Ji, Y.L. (2018) Shield-roof interaction in longwall panels: Insights from field data and their application to ground control. *Advances in Civil Engineering*, 12, 1-18. doi: 10.1155/2018/3031714
4. Fourie, W. (2019) The Digital Mine Eco-System. *Komatsu Mining Corporation*, p. 8

5. Gearhart D.F., Esterhuizen. G.S. & Tulu. LB. (2017) Change in stress and displacement caused by longwall panel retreats. In: Proceedings of the 36th International Conference on Ground Control in Mining Morgantown, WV, SME. pp. 313-320.

6. Lyman, J.A. (2017) Protecting your leg pockets with Loctite MR 5898. Proceedings of Longwall USA Conference and Exhibit, 2017, Pittsburgh, PA, 8 ppts.

7. National Academies of Sciences. Engineering, Medicine. (2018) Monitoring and sampling approaches to assess underground coal mine dust exposures. A consensus study report of the National Academies of Sciences, Engineering, Medicine. Washington DC. p. 150

8. Thakur. P.C. (2017) Degasification and ventilation of super-wide longwall panels in the Pittsburgh coal seam. Proceedings of Longwall USA Conference and Exhibit. 2017, Pittsburgh, PA. 20ppts.

9. Syd S. Peng. Longwall Mining. Third Edition изд. Leiden: CRC Press is an Imprint of the Taylor & Francis Group, 2020.

10. Клишин В.И., Никитенко С.М. Эффективные технологии обработки мощных угольных пластов. В сборнике: Системы автоматизации в образовании, науке и производстве. Труды XI Всероссийской научно-практической конференции. Сибирский государственный индустриальный университет; Под редакцией С.М. Кулакова, Л.П. Мышляева. 2017. С. 251-254.

11. Фрянов В.Н., Павлова Л.Д. Перспективные направления исследования технологий подземной угледобычи // В сборнике: Научное использование технологий разработки и использования минеральных ресурсов. сборник научных статей. 2009. С. 5-12.

12. Никитенко С.М., Гоосен Е.В. Цепочки добавленной стоимости как инструмент развития угольной отрасли // ЭКО. 2017. № 9 (519). С. 104-124.

13. Пат. 155577 на полезную модель Российской Федерации, МПК E21D 23/00. Секция механизированной крепи очистного забоя мощного пласта с принудительным выпуском угля / Клишин В.И., Анферов Б.А., Кузнецова Л.В.,

Борисов И.Л., Кокоулин Д.И.; заявка № 2015117301, заявлено 06.05.2015, патентообладатель ИУ СО РАН, опублик. 10.10.2015, бюл. № 28.

14. Пат. 165049 на полезную модель Российской Федерации, МПК E21D 23/03. Секция механизированной крепи очистного забоя с устройством принудительного выпуска угля / Клишин В.И., Анферов Б.А., Кузнецова Л.В., Борисов И.Л.; заявка № 2016117004, заявлено 28.04.2016, патентообладатель ФИЦ УУХ СО РАН, опублик. 27.09.2016, бюл. № 27.

15. Кубанычбек уулу Бакыт. Обоснование параметров устройства регулируемого выпуска угля в механизированной крепи для выемки мощных пластов. [Текст]: дис.....канд. техн. наук: 05.05.06: защищена 03.06.05 / Ин-т горного дела: утв. 15.07.06 / Кубанычбек уулу Бакыт. – Новосибирск, 2005. – 215 с.

16. Разработка технологии эффективного освоения угольных месторождений роботизированным комплексом с управляемым выпуском подкровельной толщи [Текст]: отчет о НИР (промежут.): 42-44 / Институт угля ФИЦ УУХ СО РАН; рук. Клишин В.И. – Кемерово, 2017. – 789 с. – Исполн.: Никитенко С.М. и др. – № 14.604.21.0173. – Инв. № АААА-А17-117122560002-9.

17. Кизилов С.А., Никитенко М.С., Худынец Е.А. Схема управления техническими средствами обеспечения регулируемого выпуска угля подкровельной толщи на забойный конвейер. Научное использование технологий разработки и использования минеральных ресурсов – Новокузнецк, 2018 г. – №4, С. 313-316.

18. Кизилов С. А., Неоджи Б., Никитенко М.С., Николаев П. И., Кузнецов И.С. Автоматизация управления технологическими процессами при обработке мощных пластов с выпуском угля подкровельной толщи. Горная промышленность. №6 (136). 2017 г. – С. 76

19. Дубровский Е.М. Совершенствование технологии и средств комплексной механизации выемки мощных пологих пластов с выпуском угля подкровельной толщи. М.: ЦНЭИуголь, 1977.

**Sergey M. Nikitenko**<sup>1</sup>, Dr. Sc. (Economics), associate Professor, **Eugene A. Khudyntsev**<sup>1</sup>, principal engineer, **Sergey A. Kizilov**<sup>1</sup>, principal engineer, **Vadim Yu. Grigorenko**<sup>2</sup>, master's student

<sup>1</sup>The Federal Research Centre of Coal and Coal Chemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 650000, Russia, Kemerovo, Sovetsky Prospekt 18

<sup>2</sup>T.F. Gorbachev Kuzbass state technical university, 650000, Russia, Kemerovo, Vesennaya str., 28

## DEVICE FOR RELEASING COAL TO THE CONVEYOR

**Abstract:** The article provides an analysis of world practice in the evolution of technologies for the development of thick coal seams. At the same time, a layer-by-layer cut and a cut for the entire thickness of the formation are compared. It is shown that longwall mining systems with layered coal mining by mechanized complexes are practically not used due to low efficiency. They were replaced by the technology of developing seams

at full capacity with top coal caving to the face conveyor, using the physical effect of the destruction of the coal stratum due to the forces of rock pressure. In the last decade, this has allowed the mechanized complexes to be given additional functions related to the control process of extracting coal located above the support or caving behind it. The authors analyzed patent documentation in the leading coal-mining countries for methods and devices that provide the possibility of developing coal seams with coal release method. The article presents the results of the research of scientific and technical information and an overview of the means that provide an increase in the efficiency of mining reserves of thick seams with the top coal caving technology. Various types of feeder designs are shown and recommended.

**Keywords:** coal deposit, underground mining, a thick seam, longwall top coal caving method, the robotic complex, gas control, the assessment of accident risks, environmental and economic efficiency.

**Article info:** received July 1, 2020

DOI: 10.26730/1816-4528-2020-3-55-61

#### REFERENCES

1. Kuzyniazou, G.K. (1954) The mechanics of interactions between surrounding strata and supports on longwall faces in slightly-inclined coal seam. In Colloq. on Investigation into the Suitability of Mine Pressures on Mechanized Supports, Moscow, p. 40.
2. Langefeld. O. & Paschedag, U. (2018) Longwall mining - developments and transfer. The SOMP Regional Conference on German Hard Coal Mining -Technical Footprint of German Hard Coal Mining. October 18, Technical University of Applied Sciences Georg Agricola, Bochum.
3. Cheng. J.Y., Wan, Z J. & Ji, Y.L. (2018) Shield-roof interaction in longwall panels: Insights from field data and their application to ground control. *Advances in Civil Engineering*, 12, 1-18. doi: 10.1155/2018/3031714
4. Fourie. W. (2019) The Digital Mine Eco-System. Komatsu Mining Corporation, p. 8
5. Gearhart D.F., Esterhuizen. G.S. & Tulu. L.B. (2017) Change in stress and displacement caused by longwall panel retreats. In: Proceedings of the 36th International Conference on Ground Control in Mining Morgantown, WV, SME. pp. 313-320.
6. Lyman, J.A. (2017) Protecting your leg pockets with Loctite MR 5898. Proceedings of Longwall USA Conference and Exhibit, 2017, Pittsburgh, PA, 8 ppts.
7. National Academies of Sciences. Engineering, Medicine. (2018) Monitoring and sampling approaches to assess underground coal mine dust exposures. A consensus study report of the National Academies of Sciences, Engineering, Medicine. Washington DC. p. 150
8. Thakur. P.C. (2017) Degasification and ventilation of super-wide longwall panels in the Pittsburgh coal seam. Proceedings of Longwall USA Conference and Exhibit. 2017, Pittsburgh, PA. 20ppts.
9. Syd S. Peng. Longwall Mining. Third Edition изд. Leiden: CRC Press is an Imprint of the Taylor & Francis Group, 2020.
10. Klishin V.I., Nikitenko S.M. Efficacy of technologies of extraction of thick seams with coal release method. V sbornike: Sistemy avtomatizatsii v obrazovanii, nauke i proizvodstve. Trudy XI Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii. Sibirskij gosudarstvennyj industrial'nyj universitet; Pod redaktsiej S.M. Kulakova, L.P. Myshlyayeva. 2017. S. 251-254.
11. Fryanov V.N., Pavlova L.D. Perspektivnye napravleniya issledovaniya tekhnologij podzemnoj ugledobychi // V sbornike: Naukoemkie tekhnologii razrabotki i ispol'zovaniya mineral'nykh resursov. sbornik nauchnykh statej. 2009. S. 5-12.
12. Nikitenko S.M., Goosen E.V. Tsepochki dobavlennoj stoimosti kak instrument razvitiyaugol'noj otrasli // EHKO. 2017. № 9 (519). S. 104-124.
13. Pat. 155577 na poleznuyu model' Rossijskoj Federatsii, MPK E21D 23/00. Sektsiya mekhanizirovannoj krepki ochistnogo zaboya moshhnogo plasta s prinuditel'nym vypuskom uglja / Klishin V.I., Anferov B.A., Kuznetsova L.V., Borisov I.L., Kokoulin D.I.; zayavka № 2015117301, zayavleno 06.05.2015, patentoobladatel' IU SO RAN, opubl. 10.10.2015, byul. № 28.
14. Pat. 165049 na poleznuyu model' Rossijskoj Federatsii, MPK E21D 23/03. Sektsiya mekhanizirovannoj krepki ochistnogo zaboya s ustrojstvom prinuditel'nogo vypuska uglja / Klishin V.I., Anferov B.A., Kuznetsova L.V., Borisov I.L.; zayavka № 2016117004, zayavleno 28.04.2016, patentoobladatel' FITS UUKH SO RAN, opubl. 27.09.2016, byul. № 27.
15. Kubanychbek uulu Bakyt. Obosnovanie parametrov ustrojstva reguliruemogo vypuska uglja v mekhanizirovannoj krepki dlya vyemki moshhnykh plastov. [Tekst]: dis....kand. tekhn. nauk: 05.05.06: zashhishhena 03.06.05 / In-t gornogo dela: utv. 15.07.06 / Kubanychbek uulu Bakyt. – Novosibirsk, 2005. – 215 s.
16. Razrabotka tekhnologii ehffektivnogo osvoeniya ugol'nykh mestorozhdenij robotizirovannym kompleksom s upravlyaemym vypuskom podkrovel'noj tolshhi [Tekst]: otchet o NIR (promezhutoch.): 42-44 / Institut uglja FITS UUKH SO RAN; ruk. Klishin V.I. – Kemerovo, 2017. – 789 s. – Ispoln.: Nikitenko S.M. i dr. – № 14.604.21.0173. – Inv. № AAAA-A17-117122560002-9.
17. Kizilov S.A., Nikitenko M.S. Khudincev E.A. Control scheme of technical means providing controlled release of top coal to the face conveyor Naukoemkie tekhnologii razrabotki i

ispolzovaniya mineralnikh resursov 2018 г. – №4, p. 76.

18. Kizilov S.A., Neogi B., Nikitenko M.S., Nikolaev P.I., Kuznetsov I.S.. Automation of industrial process control during the development of thick coal seams with the top coal caving. Gornaya

**Библиографическое описание статьи**

Никитенко С.М., Худынцев Е.А., Кизиллов С.А., Григоренко В.Ю. Устройство для выпуска угля на конвейер // Горное оборудование и электромеханика – 2020. – № 3 (148). – С. 55-61.

promishlennost' [Mining Industry Journal], 2017, no.6 (136). pp. 96–99. (in Russian)

19. Dubrovskij E.M. Sovershenstvovanie tekhnologii i sredstv kompleksnoj mekhanizacii vyemki moshchnyh pologih plastov s vypuskom uglya podkrovel'noj tolshchi. M.: CNEIugol', 1977

**Reference to article**

Nikitenko S.M., Khudyntsev E.A., Kizilov S.A., Grigorenko V.Yu. Device for releasing coal to the conveyor. Mining Equipment and Electromechanics, 2020, no.3 (148), pp. 55-61.