

УДК 622.333.002.5

**Чебан Антон Юрьевич**,  
кандидат технических наук,  
старший научный сотрудник,  
Институт горного дела ДВО РАН,  
680000 г. Хабаровск, ул. Тургенева, 51  
e-mail: [chebanay@mail.ru](mailto:chebanay@mail.ru)

### ОСВОЕНИЕ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИН ПОСЛОЙНОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ

#### Аннотация:

Важными вопросами горного производства являются повышение качества полезного ископаемого, уменьшение потерь при его добыче, полнота использования добытых ресурсов, минимизация утилизируемых отходов. Применение традиционных горных технологий при разработке сложноструктурных месторождений с рыхлением массива взрывным способом и выемкой горной массы одноковшовыми экскаваторами зачастую не позволяет вести селективную выемку и приводит к перемешиванию полезного ископаемого с пустой породой. Вести селективную выемку полезных ископаемых из сложноструктурных массивов позволяют машины послойного фрезерования, что способствует повышению коэффициента извлечения и улучшению качества добываемых полезных ископаемых. Недостатком технологии с применением машин послойного фрезерования при разработке угольных месторождений является значительный выход мелких фракций угля. Наличие большого количества мелочи в добываемом угле предопределяет потери полезного ископаемого при погрузке, транспортировании и хранении за счет просыпания и выдувания, а также снижает его качество и рыночную стоимость. В статье предлагается усовершенствованная конструкция машины послойного фрезерования, оборудованная транспортно-сортировочным агрегатом, который состоит из скребкового конвейера, сортировочной решетки на упругих опорах и вибратора. Также машина послойного фрезерования оснащена накопителем для угольной мелочи и системой пневмотранспортирования. В процессе разработки массива угля, поступающий на транспортно-сортировочный агрегат, разделяется на угольную мелочь, направляемую системой пневмотранспортирования в герметичный бункер специального транспортного средства и надрешетный продукт, посредством разгрузочного конвейера транспортируемую в кузов автосамосвала. В результате отделения угольной мелочи непосредственно при выемочно-погрузочном процессе значительно уменьшаются пыление и потери угля во время его транспортировки, что положительно скажется на экологической ситуации при проведении горных работ.

**Ключевые слова:** селективная выемка, фрезерный рабочий орган, горная масса, сортировка, бункер, разгрузочный конвейер, автосамосвал

DOI: 10.25635/2313-1586.2019.02.014

**Cheban Anton Yu.**  
Candidate of Engineering Sciences,  
Senior Researcher,  
Institute of Mining, FEB RAS,  
680000 Khabarovsk, 51 Turgenev Str.  
e-mail: [chebanay@mail.ru](mailto:chebanay@mail.ru)

### DEVELOPMENT OF COAL DEPOSITS USING LAYER-BY-LAYER MILLING MACHINES

#### Abstract:

Among important issues of mining production are improving the quality of mineral resources, reducing the losses during its extraction, the full use of extracted resources, minimizing the recycled waste. The use of traditional mining technologies in the development of complex structure deposits with loosening the rock mass by explosive method and excavating the rock mass by single-bucket excavators often does not allow to conduct the selective excavation and leads to mixing the mineral with the empty rock. Layer-by-layer milling machines allow selective extraction of minerals from complex rock masses, which helps to increase the extraction coefficient and improve the quality of the extracted minerals. The disadvantage of the technology with the use of layer-by-layer milling machines in the development of coal deposits is a significant yield of small fractions of coal. The presence of a large amount of fines in the mined coal determines the loss of the mineral during loading, transportation and storage due to spillage and blowing, as well as reduces its quality and market value. The paper offers an improved design of the layer-by-layer milling machine equipped with transport and sorting unit, which consists of a scraper conveyor, a sizing grill on elastic supports and vibrator. Also, the layer-by-layer milling machine is equipped with a storage device for coal fines and a pneumatic conveying system. In the process of mining the rock mass the coal entering the transport and sorting unit is divided into the coal fines directed by the pneumatic conveying system into a sealed bunker of a special vehicle and the over-sized product transported to the dump truck by means of a discharge conveyor. As a result of separating the coal fines directly during the excavation and loading process, the dust and coal losses during its transportation will be significantly reduced, which will have a positive effect on environmental situation in mining operations.

**Key words:** selective excavation, milling working body, rock mass, sorting, bunker, unloading conveyor, dump truck

### *Введение*

Повышение качества угля, уменьшение потерь при его добыче, полнота использования добытых ресурсов, минимизация утилизируемых отходов продолжают оставаться важными вопросами в угледобывающей отрасли. Основной объем угля получают открытым способом, при этом наращивание объемов добычи угля, предусмотренное энергетической стратегией развития России, и снижение себестоимости твердого топлива невозможно без технического и технологического перевооружения горных предприятий [1 – 2].

Многие угольные месторождения имеют сложную структуру, когда пласты полезного ископаемого перемежаются пустыми породами, при этом мощность пластов и пропластков может варьироваться от нескольких метров до нескольких сантиметров. Применение традиционных горных технологий с рыхлением массива взрывным способом и выемкой горной массы одноковшовыми экскаваторами зачастую не позволяет вести селективную выемку и приводит к перемешиванию полезного ископаемого с пустой породой. С учетом технических параметров карьерного оборудования, задействованного на угольных разрезах Дальнего Востока, обычные параметры кондиций на уголь для открытых работ следующие: минимальная мощность угольного пласта 1 – 2 м; максимальная мощность внутрипластовых породных прослоев, включаемых в подсчет запасов, 0,7 – 1,0 м; предельная зольность по пластопересечению 35 – 45 % [3]. Таким образом, применение традиционных технических средств и технологий не позволяет вести селективную выемку угля и значительные по мощности пропластки пустой породы включаются в полезную толщу, снижая качество добываемого полезного ископаемого. В то же время маломощные пласты угля отрабатываются совместно с пустой породой и отправляются в отвал.

Вести селективную выемку полезных ископаемых из сложноструктурных массивов позволяют машины послойного фрезерования (карьерные комбайны и горные фрезы), применение данных машин позволяет отказаться от ведения буровзрывных работ, способствует повышению коэффициента извлечения и улучшению качества добываемых полезных ископаемых [4 – 7]. В настоящее время машины послойного фрезерования применяются для разработки месторождений угля, известняков, мрамора, фосфоритов и других полезных ископаемых [8 – 13].

### *Постановка проблемы*

Недостатком технологии с применением машин послойного фрезерования при разработке угольных месторождений является значительный выход мелких фракций угля размером менее 13 мм. Наличие большого количества мелочи в добываемом угле предопределяет потери полезного ископаемого при погрузке, транспортировании и хранении за счет просыпания и выдувания, а также снижает его качество и рыночную стоимость [14 – 15]. Для повышения качества угля на специальных пунктах производят его сортировку с удалением мелочи, в результате чего накапливается значительное количество отходов, которые занимают большие территории и негативно влияют на окружающую среду наряду с другими вредными выбросами, сопровождающими горное производство. При этом в России все более ощущается дефицит недорогого сортового топлива для коммунально-бытовых нужд, наиболее целесообразным решением является создание производственных объектов по выработке из угольной мелочи топливных брикетов. К настоящему времени созданы различные технологии по производству топливных брикетов [16], при этом установки для переработки угольной мелочи рекомендуется размещать на борту карьера в непосредственной близости от места добычи. Целью работы является создание технического устройства и способа его применения, позволяющего вести сортировку добываемого угля непосредственного в забое в процессе его добычи.

### Результаты исследований и их обсуждение

Автором предлагается усовершенствованная конструкция машины послойного фрезерования, оборудованная транспортно-сортировочным агрегатом. Предлагаемая машина обеспечивает снижение пыления при ведении погрузочных работ и сортировку добываемого угля. При отработке пласта угля машина послойного фрезерования 1 посредством фрезерного рабочего органа 2 обрабатывает массив и подает разрыхленную горную массу на транспортно-сортировочный агрегат 3 (рис. 1). Скребок-конвейер перемещает уголь вдоль сортировочной решетки, в результате чего происходит разделение горной массы на подрешетный продукт – угольную мелочь и надрешетный продукт – сортовой уголь. Эффективность процесса сортировки увеличивается за счет работы вибратора 4, воздействующего на сортировочную решетку, установленную на упругих опорах.

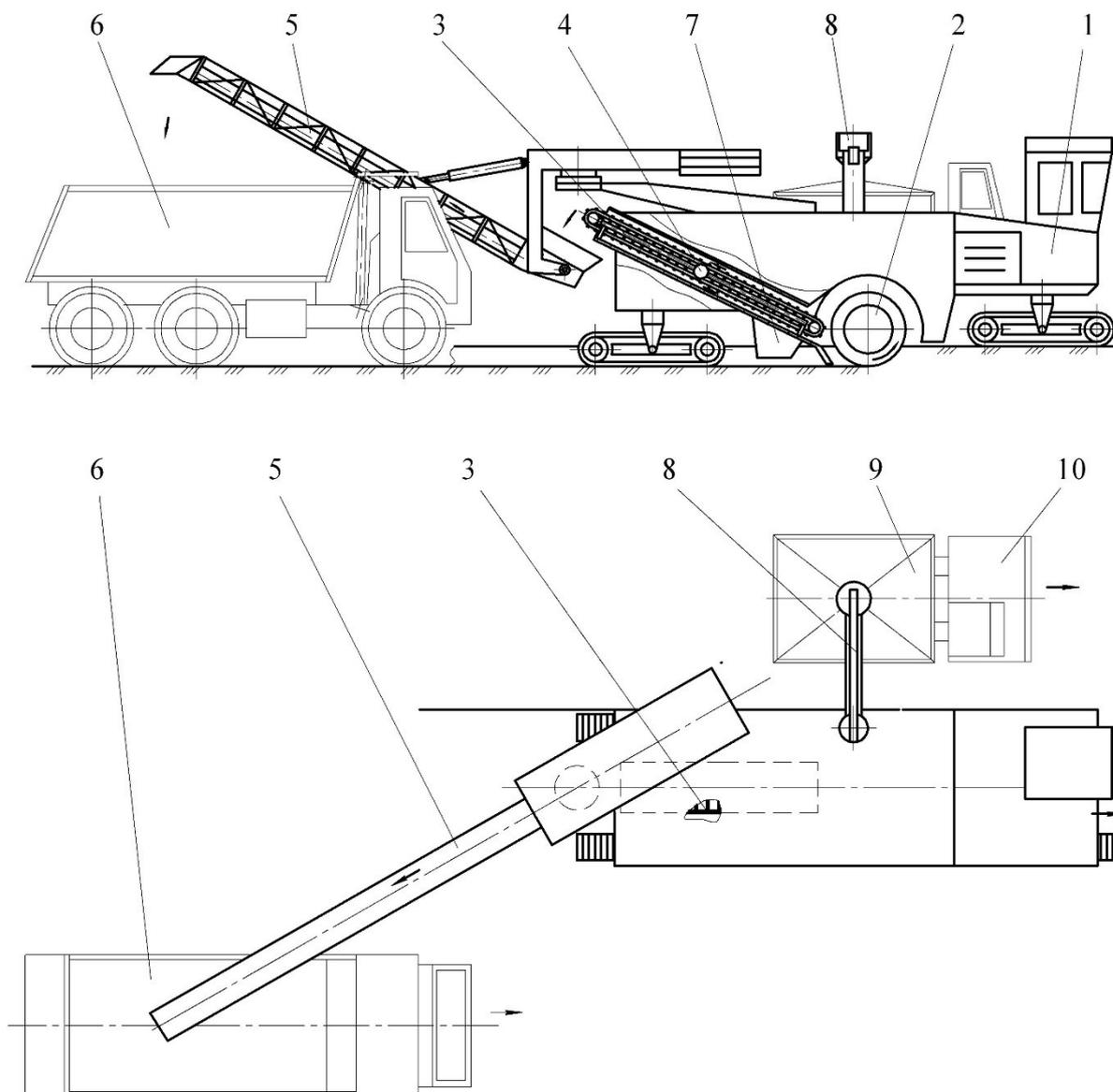


Рис. 1 – Схема разработки угольного месторождения с применением усовершенствованной машины послойного фрезерования

Сортовой уголь из транспортно-сортировочного агрегата 3 попадает на разгрузочный конвейер 5 и перемещается в кузов автосамосвала 6, следующего за машиной по-

слоистого фрезерования 1. Угольная мелочь по кожуху транспортно-сортировочного агрегата 3 ссыпается в накопитель 7, откуда потоком воздуха по воздуховодам пневмотранспортной системы 8 перемещается в герметичный бункер 9 транспортного средства 10. Транспортное средство 10 перемещает угольную мелочь на перерабатывающий комплекс, расположенный в непосредственной близости к угольному разрезу. Торговой уголь транспортируется автосамосвалом 6 на перегрузочный пункт разреза для отправки потребителям. В случае загрузки угля комбайном в автосамосвалы, которые могут двигаться по дорогам общего пользования, и при близком расположении потребителей сортовой уголь от места добычи без всяких перегрузок может транспортироваться непосредственно потребителям.

В настоящее время в связи с целенаправленными действиями правительства России, направленными на импортозамещение, а также в связи с высокой стоимостью оборудования зарубежного производства целесообразно при создании усовершенствованной машины послослойного фрезерования ориентироваться на отечественные разработки подобного оборудования. За базовую машину возможно принять проект машины послослойного фрезерования МПФ-2,6 с шириной фрезеруемой полосы 2,6 м и максимальной глубиной фрезерования 0,30 м, разработанной НПО «ВНИИСтройдормаш». В соответствии с разработанной технической документацией машина имеет переднее расположение кабины, фрезерный рабочий орган, установленный в середине гусеничной базы, и транспортер в задней части. В качестве силовой установки применен дизельный двигатель мощностью 625 кВт, трансмиссия с гидротрансформатором и редукторами обеспечивает привод фрезы и отбор мощности на гидропривод транспортеров и другого оборудования [17]. Модернизация базовой машины заключается в замене транспортера горной массы на транспортно-сортировочный агрегат и установке системы пневмотранспортирования угольной мелочи.

#### *Выводы*

Конструкция усовершенствованной машины послослойного фрезерования позволяет производить выделение средних и крупных фракций угля непосредственно на месте добычи и изолировать отделенную угольную мелочь в герметичном бункере транспортного средства. В результате этого не потребуются дополнительные транспортные и перегрузочные операции, будут практически исключены пыление и потери угля при погрузке и транспортировке, что положительно скажется на экологической ситуации при проведении горных работ. Совершенствование технических средств добычи и первичной переработки угля обеспечит снижение конечной себестоимости продукции и существенно повысит рентабельность горного производства.

#### **Литература**

1. Байсаров Р.С. Проблемы и перспективы реализации приоритетных проектов освоения угольных месторождений Восточной Сибири и Дальнего Востока / Р.С. Байсаров // Горная промышленность. – 2016. – № 2. – С. 20 - 25.
2. Плакитин Ю.А. Анализ развития угольной промышленности в Дальневосточном федеральном округе в 2000 - 2015 гг. / Ю.А. Плакитин, Л.С. Плакитина, К.И. Дьяченко // Горный журнал. – 2017. – № 2. – С. 12 - 16.
3. Щадов В.М. Открытая разработка сложноструктурных угольных месторождений Восточной Сибири и Дальнего Востока / В.М. Щадов. – 2-е изд., стер. – М.: Изд-во Московского государственного горного университета, 2004. – 298 с.
4. Клементьева И.Н. Современное состояние и перспективы развития конструкций карьерных комбайнов для безвзрывной послослойной выемки прочных пород / И.Н. Клементьева, Д.А. Кузиев // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2019. – № 2. – С. 123 - 128.

5. Чебан А.Ю. Способ доработки глубокого карьера с применением фрезерных машин / А.Ю. Чебан // Маркшейдерия и недропользование. – 2017. – № 4. – С. 23 - 29.
6. Панкевич Ю.Б. Влияние технологических особенностей горного производства на технико-экономическую оценку месторождений полезных ископаемых / Ю.Б. Панкевич // Рациональное освоение недр. – 2014. – № 3. – С. 42 - 50.
7. Чебан А.Ю. Совершенствование технологий открытой разработки месторождений с использованием карьерных комбайнов и отвалообразователей / А.Ю. Чебан // Записки горного института. – 2015. – Т. 214. – С. 23 - 27.
8. Wirtgen surface mining for selective limestone mining in the North Caucasus. Russia // Zement-Kalk-Gips Int. – 2014. – 67. – № 10. – P. 18 - 19.
9. Niemamn-Delius C. Mining technical and profitability of Continuous Surface Mining for two open-pit coal mines in Yugoslavia based on Krupp Surface Mining / C. Niemamn-Delius // Braunkohle. – 1991. – № 11. – P. 23 - 25.
10. Чебан А.Ю. Способ добычных работ для малых угольных разрезов с применением усовершенствованного карьерного комбайна / А.Ю. Чебан // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2019. – № 2. – С. 36 - 42.
11. Сандригайло И.Н. Определение параметров и показателей работы карьерных комбайнов при добыче мрамора / И.Н. Сандригайло, С.А. Арефьев, С.И. Чеботарев // Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2016. – Т. 15. – № 21. – С. 362 - 366.
12. Чебан А.Ю. Совершенствование циклично-поточных технологий ведения горных работ с применением карьерных комбайнов / А.Ю. Чебан // Маркшейдерия и недропользование. – 2019. – № 1. – С. 20 - 22.
13. Ермаков С.А. Оценка эффективности селективной разработки сложноструктурных угольных пластов Эльгинского месторождения / С.А. Ермаков, Д.В. Хосоев // Горная промышленность. – 2018. – № 2. – С. 73 - 74.
14. Жигуленкова А.И. Рынки, цены и эффективность использования сортовых углей / А.И. Жигуленкова, С.Н. Алексеева, Т.Ю. Кекух // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2000. – Т. 2. – С. 46 - 48.
15. Чебан А.Ю. Совершенствование техники и технологий безвзрывной разработки горных пород: моногр. / А.Ю. Чебан. - Хабаровск: ИГД ДВО РАН, 2017. – 260 с.
16. Шувалов Ю.В. Обоснование рациональных технологий получения топливно-энергетического сырья на основе твердых горючих углесодержащих отходов / Ю.В. Шувалов, Ю.Д. Тарасов, А.Н. Никулин // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2011. – № 8. – С. 243 - 247.
17. Супрун В.И. Перспективная техника и технология для производства открытых горных работ: учебное пособие / В.И. Супрун. – М.: МГГУ, 1996. – 121 с.