

ГЕОТЕХНОЛОГИЯ GEOTECHNOLOGY

Научная статья

УДК 622.063

DOI: 10.26730/1999-4125-2023-4-84-91

ПОЛУЧЕНИЕ И ДОСТАВКА ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ УГЛЕПРОДУКТОВ

Демченко Игорь Иванович,
Иванчук Анастасия Олеговна

Сибирский федеральный университет

*для корреспонденции: demtchenkoi@yandex.ru



Информация о статье

Поступила:

20 мая 2023 г.

Одобрена после

рецензирования:

15 сентября 2023 г.

Принята к публикации:

20 сентября 2023 г.

Опубликована:

27 сентября 2023 г.

Ключевые слова:

сортовой уголь, контейнерная
доставка, добычной забой

Аннотация.

Угледобывающая отрасль в настоящее время нуждается в повышении конкурентоспособности на внутреннем рынке. Авторы предлагают комплексный подход к повышению эффективности производства сортового энергетического угля, являющегося одним из перспективных видов топлива за счет высоких качественных характеристик. В статье описана технология получения сортового угля в забойных условиях разреза и доставка полученного энергетического продукта в специализированных контейнерах потребителю, что позволяет сохранить стабильные качественные и количественные показатели продукта на всех этапах производственного и логистического процесса. Обоснована техническая возможность размещения в рабочем пространстве забоя перерабатывающего звена в виде мобильной дробильно-сортировочной установки, приведены транспортно-технологические схемы размещения оборудования в разных типах заходов, для каждой из которых рассчитаны условия размещения. Представлено описание специализированного транспортного средства на базе карьерного самосвала, переоборудованного платформой с установленными на ней специализированными контейнерами. Приведен способ определения габаритных размеров платформы с учетом ее компоновки специализированными контейнерами разных типоразмеров. Произведена оценка экономической эффективности предлагаемой технологии, в основу обоснования которой положено сравнение себестоимости получения и доставки сортового угля по традиционной и предлагаемой технологии.

Для цитирования: Демченко И.И., Иванчук А.О. Получение и доставка высококачественных углепродуктов // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2023. № 4 (158). С. 84-91. DOI: 10.26730/1999-4125-2023-4-84-91, EDN: GYDSKH

Введение. Угольная промышленность является гарантом энергетической безопасности страны за счет изобилия запасов, доступности, широкого спектра применения. Однако тенденция снижения спроса на энергетический уголь на внутреннем рынке и переход на газификацию в основном сегменте потребителей энергетического угля – производства электроэнергии на ТЭЦ – указывают на необходимость поиска методов и способов, позволяющих повысить конкурентоспособность и эффективность деятельности угольной отрасли [1 – 5].

К основным направлениям, позволяющим повысить конкурентоспособность угледобывающей отрасли, относятся [6 – 8]:

- повышение качества и расширение номенклатуры конечной продукции;
- развитие техники и технологии;
- минимизация нанесения экологического вреда;
- снижение себестоимости производственных процессов.

Для повышения конкурентоспособности угледобывающей отрасли авторами предлагается комплексный подход, заключающийся в оптимизации технологии получения и доставки сортового угля для потребителей на внутреннем рынке [9].

Одним из способов повышения конкурентоспособности является увеличение производства сортового угля, который является одним из перспективных видов топлива за счет его высоких и стабильных качественных характеристик, определяющих энергетическую, экологическую и экономическую эффективность их применения [10].

Теория. В настоящее время технология получения и доставки сортового угля организована без учета особенностей и преимуществ сорта перед рядовым углем, что приводит к снижению качественных и количественных показателей готового энергетического продукта, а именно:

- хранение сортового угля в буртах приводит к смешению угля с различными характеристиками, загрязнению территории хранения;
- перевалки угля приводят к ухудшению качественных характеристик, измельчению готового продукта, образованию угольной пыли;
- доставка навалом приводит к качественным и количественным потерям сортового угля, загрязнению окружающей среды жилых районов.

Таким образом, предлагается технология получения сортового угля, позволяющая сохранить стабильными качественные и количественные показатели продукции, основными особенностями которой являются:

- внедрение на рабочую площадку добычного забоя, разрабатываемого экскаватором цикличного действия, мобильного дробильно-сортировочного оборудования;
- изменение звена транспортирования с традиционного для циклической технологии – карьерного автосамосвала – на технологическое автотранспортное средство с грузонесущим элементом в виде специализированных контейнеров.

Для обоснования возможности реализации предлагаемой технологии необходимо определить:

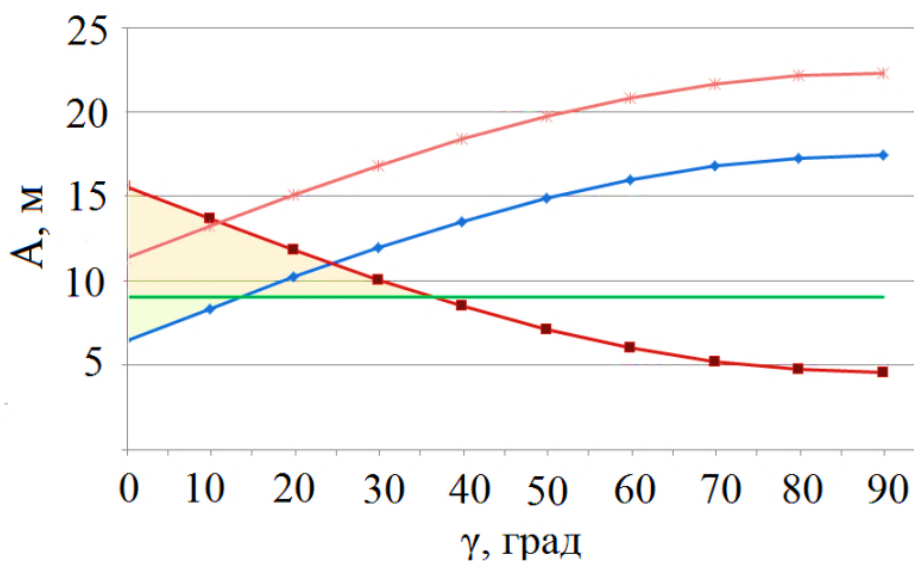
- техническую возможность и условия размещения звена для получения сортового угля непосредственно в забойных условиях разреза;
- экономическую целесообразность предлагаемых решений.

Оборудование для получения и транспортирования сортового угля включает в себя последовательно взаимодействующие между собой элементы (Таблица 1): мобильные дробилка (4) и грохот (6), аккумулирующие бункеры (7) – самостоятельные или являющиеся частью грохота, специализированное транспортное средство (9) и погрузочный конвейер (8) для связи перерабатывающего и транспортирующего звеньев.

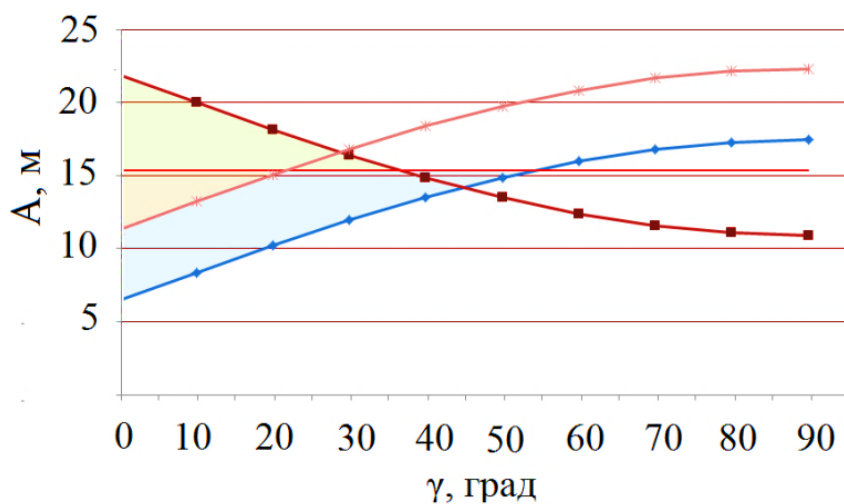
Размещение данного оборудования в забойных условиях разреза зависит от типа выемочного оборудования, параметров заходки и рабочей площадки, компоновочных схем комплекса перерабатывающего оборудования, типа и конструктивного исполнения специализированного транспортного средства. Это технически возможно с соблюдением ряда установленных условий:

- технологические элементы перерабатывающего оборудования увязаны с выемочно-погрузочным оборудованием и между собой по производительности;
- геометрические параметры перерабатывающего и транспортного оборудования соотнесены с размерами рабочей площадки и видом добычной заходки [11].

Результаты. На Рис. 1 представлены графики, которые отражают зависимости ширины заходки, занимаемой перерабатывающим оборудованием, от угла поворота погрузочного конвейера. Пересечение графиков с линиями, ограничивающими ширину заходки, определяет возможность размещения оборудования в конкретных горнотехнических условиях посредством определения допустимых углов поворота погрузочного конвейера.



a)



б)

Ширина заходки, которую занимает перерабатывающее и транспортное оборудование: — в сквозной заходке торцевого забоя; — в тупиковой заходке торцевого забоя; * — в тупиковой траншейной заходке; — ширина узкой заходки, м; — ширина нормальной заходки, м

The width of the stop, which is occupied by processing and transport equipment: — in the through stop of the end face; — in a dead-end entry of the end face; * — in a dead-end trench; — width of a narrow entry, m; — width of normal entry, m

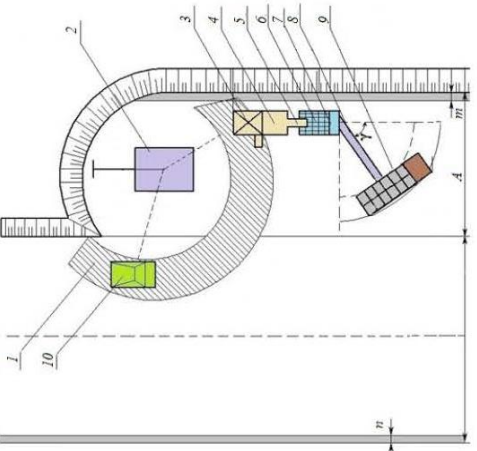
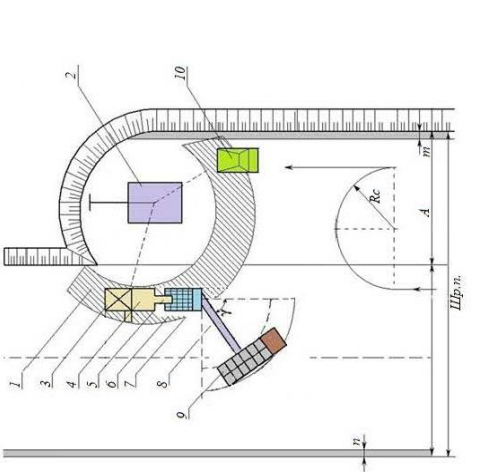
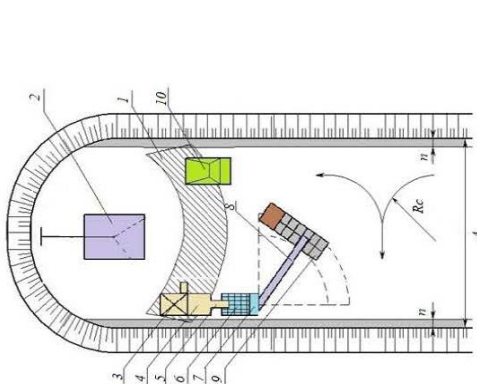
Рис. 1. Возможность расположения перерабатывающего и транспортного оборудования в узкой (а) и нормальной (б) заходке экскаватора ЭКГ-5А

Fig. 1. Possibility of location of processing and transport equipment in the narrow (a) and normal (b) entry of the EKG-5A excavator

Из графика (Рис. 1) видно, что возможность расположения перерабатывающего оборудования зависит от угла поворота погрузочного конвейера (поз. 8, Таблица 1). Выделенные на графике области показывают, при каких значениях угла γ внедрение дополнительного оборудования на территорию рабочей площадки возможно. Например, в узкой траншейной заходке расположение оборудования не представляется возможным, а в нормальной возможно при угле поворота погрузочного конвейера до 27° .

Таблица 1. Размещение перерабатывающего и транспортного оборудования в отработанном пространстве забоя

Table 1. Placement of processing and transport equipment in the worked-out space of the face

Тип заходки	Сквозная заходка торцевого забоя	Тупиковая заходка торцевого забоя	Тупиковая граничная заходка
<p>Транспортно-технологическая схема размещения горно-транспортного оборудования</p>			
<p>Условие размещения перерабатывающего оборудования</p>	<p>$A \geq b_{по} + \sin \gamma \cdot l_k + b_{тс} + m$</p>	<p>$III_{р.п} \geq n + \frac{l_n}{\sin \gamma} + \frac{\sin \gamma}{2} \left(\frac{b_{т.о} + R_c}{l_k} + b_c + m \right)$</p>	<p>$A \geq b_{по} + \sin \gamma \cdot l_k + b_{тс} + b_c + 2m$</p>
<p>Условные обозначения</p>	<p>A – ширина заходки, м; $III_{р.п}$ – ширина рабочей площадки; $b_{по}$ – ширина составного звена перерабатывающего оборудования, имеющего максимальный размер - дробилки (3) или грохота (6), м, γ – угол поворота погрузочного конвейера (8); l_k – длина погрузочного конвейера (8), м, $b_{тс}$ – ширина транспортного средства (9), м, l_n – длина платформы транспортного средства (9), м, R_c – радиус разворотной площадки автосамосвала (10), м, $R_{мс}$ – радиус разворотной площадки специализированного транспортного средства (9), м, b_c – ширина автосамосвала (10), м, m – ширина кромки безопасности между бортом уступа и элементами оборудования; n – ширина призмы обрушения.</p>		

В остальных случаях для реализации предлагаемой технологии получения угля в забое необходимо внести изменения в первоначальную технологию добычи, например, увеличить ширину рабочей площадки за счет изменения углов откосов.

Специализированный автомобиль для транспортирования сортового угля базируется на шасси карьерного автосамосвала и оборудуется платформой для размещения специализированных контейнеров.

Перевозка углепродукции в контейнерах все шире применяется в практике доставки потребителям. Так, например, в Красноярском крае осуществляется перевозка сортового угля в мягких контейнерах типа Биг-бег. Логистика транспортирования углепродукции из Кузбасса в Китай организована в металлических контейнерах [12 – 14].

Авторами разработана программа [15], позволяющая высчитать длину платформы специализированного транспортного средства, основываясь на известной ширине карьерного самосвала, принятого за базу, и определить зависимость между габаритными размерами грузовой платформы и грузоподъемностью транспортного средства. Программа имеет возможность вывести на экран все возможные компоновки платформы различными типоразмерами контейнеров специализированных угольных (КСУ) и определить фактическую грузоподъемность транспортного средства в различных вариациях компоновки.

Типоразмеры КСУ для перевозки сортового угля, установленных на платформе, соответствуют размерам типовых контейнеров. Цифры в обозначении типоразмеров указывают на максимальную расчетную массу брутто в тоннах.

Произведен расчет массогабаритных параметров специализированного технологического автотранспортного средства, спроектированного на базе карьерного автосамосвала БелАЗ-7540. Исходные данные для расчета: ширина платформы равна ширине автомобиля: 3,66 м; типоразмеры КСУ: КСУ-5,7; КСУ-3,3; КСУ-1,5.

Рассчитана длина платформы, при которой расстановка данных типоразмеров контейнеров обеспечит загрузку ТАТС наиболее оптимально (фактическая грузоподъемность приближается к номинальной грузоподъемности карьерного автосамосвала 30 т). В результате работы с программой на основе исходных данных определены значения длины платформы 5 м и коэффициента использования грузоподъемности 0,97 при оптимальной схеме расположения контейнеров: 4 единицы КСУ-5,7, 1 единица КСУ-3,3, 2 единицы КСУ-1,5.

В основу обоснования экономической эффективности положено сравнение себестоимости получения и доставки сортового угля по традиционной и предлагаемой технологии.

Основным фактором, повышающим себестоимость сортового угля (+68,5 руб/т), является наличие оборотного парка КСУ. Однако данные дополнительные затраты в большей мере компенсируются за счет вычитания затрат на кузова автосамосвалов и других транспортных средств, например, полувагонов железнодорожного транспорта, высвобожденных в результате применения специализированных транспортных средств с грузовой платформой (-42,8 руб/т). При этом происходит сокращение количественных потерь угля и расходов за загрязнение, высвобождение складской территории. Расположение перерабатывающего оборудования в забойных условиях позволяет исключить перевалку угля. Все это при пересчете на денежный эквивалент дополнительно снижает себестоимость сортового угля (-37,2 руб/т). Таким образом, себестоимость сортового угля, полученного по предлагаемой технологии на выходе из карьера, уменьшится на 11,2 руб/т.

Выводы. Итак, в данной работе представлена технология получения и доставки сортового угля, направленная на сохранение его качественных и количественных показателей. Определены условия реализации предлагаемой технологии, а именно рассмотрены условия размещения перерабатывающего оборудования и загрузки полученного сортового угля в специализированные контейнеры в забойных условиях разреза. Определена экономическая целесообразность решения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петренко И. Е. Итоги работы угольной промышленности России за 2021 год // Уголь. 2022. №3 (1152). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/itogi-raboty-ugolnoy-promyshlennosti-rossii-za-2021-god> (дата обращения: 02.11.2022).

2. Кондратьев В. Б., Попов В. В., Кедрова Г. В. Глобальный рынок угля: состояние и перспективы // Горная промышленность. 2019. №2 (144). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/globalnyy-rynok-uglya-sostoyanie-i-perspektivy> (дата обращения: 02.11.2022).
3. BP Statistical Review of World Energy June 2021 // BP, 2021.
4. Молчанов О. Ю. Методические аспекты международной конкуренции на угольном рынке // ГИАБ. 2010. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskie-aspekty-mezhdunarodnoy-konkurentsii-na-ugolnom-rynke> (дата обращения: 02.11.2022).
5. Алухтин П. А. Экономико-статистический анализ проблем угольной промышленности России // Статистика и экономика. 2014. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomiko-statisticheskiy-analiz-problem-ugolnoy-promyshlennosti-rossii> (дата обращения: 02.11.2022).
6. Субботин Ю. В., Овешников Ю. М., Самойленко А. Г., Циношкин Г. М. Управление качеством бурых углей Харанорского месторождения // ГИАБ. 2012. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-kachestvom-buryh-ugley-haranorskogo-mestorozhdeniya> (дата обращения: 20.11.2022).
7. Красильников А. Е. Тенденции формирования стабильного качества угля при открытой добыче // Вестник ЗабГУ. 2013. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tendentsii-formirovaniya-stabilnogo-kachestva-uglya-pri-otkrytoy-dobyche-1> (дата обращения: 02.11.2022).
8. Чебан А. Ю. Уменьшение пыления при добыче и перевалке угля путем совершенствования выемочного оборудования // Вестник МГТУ им. Г. И. Носова. 2021. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/umenshenie-pyleniya-pri-dobyche-i-perevalke-uglya-putem-sovershenstvovaniya-vyemochnogo-oborudovaniya> (дата обращения: 02.11.2022).
9. Демченко И. И., Муленкова А. О. Техничко-экономическое обоснование получения сортового угля в забое Балахтинского разреза Красноярского края // ГИАБ. 2019. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehniko-ekonomicheskoe-obosnovanie-polucheniya-sortovogo-uglya-v-zaboe-balahtinskogo-gazreza-krasnoyarskogo-kraya> (дата обращения: 02.11.2022).
10. Жигуленкова А. И., Алексеева С. Н., Кекух Т. Ю. Рынки, цены и эффективность использования сортовых углей // ГИАБ. 2000. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rynki-tseny-i-effektivnost-ispolzovaniya-sortovuyh-ugley> (дата обращения: 20.11.2022).
11. Демченко И. И. Размещение перерабатывающего и транспортного оборудования для получения сортового угля в забое разреза / И. И. Демченко, А. О. Муленкова // Горн. информ.-аналит. бюл. 2017. № 37. С. 158–165.
12. Филимонов Ф. Ю. Проблемы развития экспорта российского угля в страны Азиатско-Тихоокеанского региона / Ф. Ю. Филимонов. — Текст : непосредственный // Вопросы экономики и управления. 2018. № 1 (12). С. 17-22. URL: <https://moluch.ru/th/5/archive/78/3029/> (дата обращения: 20.11.2022).
13. Перминова А. А. Характеристика товарооборота между Россией и Китаем // Вестник ГУУ. 2015. №8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/harakteristika-tovarooborota-mezhdu-rossiey-i-kitaem> (дата обращения: 20.11.2022).
14. Союз горных инженеров. Отраслевой портал о горнодобывающей промышленности. 2015-2022. URL: <http://www.mining-portal.ru/news/all-news/rjd-otrabotali-tehnologiyu-perevozki-uglya-v-konteynerah-/>
15. Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2017617474 Российская Федерация. Программа для определения параметров технологического специализированного автотранспортного средства. (Версия 1) / Муленкова А. О., Демченко И. И.; правообладатель ФГАОУ ВО СФУ. № 2017612795 ; дата пост. 04.04.2017 ; дата регистр. 05.07.2017.

© 2023 Авторы. Эта статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Об авторах:

Демченко Игорь Иванович, профессор, Сибирский федеральный университет, (г. Красноярск, просп. Свободный, 79, 660041, Россия), e-mail: demtchenkoii@yandex.ru

Иванчук Анастасия Олеговна, доцент, Сибирский федеральный университет, (г. Красноярск, просп. Свободный, 79, 660041, Россия), e-mail: 15anastasiya@mail.ru

Заявленный вклад авторов:

Демченко Игорь Иванович – постановка исследовательской задачи, научный менеджмент, концептуализация исследования.

Иванчук Анастасия Олеговна – обзор соответствующей литературы, сбор и анализ данных, выводы, написание текста.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Original article

RECEIVING AND DELIVERY OF HIGH-QUALITY CARBON PRODUCTS

Igor I. Demchenko,
Anastasia O. Ivanchuk

Siberian Federal University

*for correspondence: demtchenkoi@yandex.ru

**Article info**

Received:

20 May 2023

Accepted for publication:

15 September 2023

Accepted:

20 September 2023

Published:

27 September 2023

Keywords: high-grade coal,
container delivery, mining face**Abstract.**

The coal mining industry is currently in need of increased competitiveness in the domestic market. The authors propose a comprehensive approach to improving the efficiency of production of high-quality thermal coal, which is one of the promising types of fuel due to its high quality characteristics. The article describes the technology for obtaining graded coal in the bottomhole conditions of a cut and delivering the resulting energy product in specialized containers to the consumer, which allows maintaining stable qualitative and quantitative indicators of the product at all stages of the production and logistics process. The technical feasibility of placing a processing unit in the form of a mobile crushing and screening plant in the working space of the face is substantiated, transport and technological schemes for placing equipment in different types of entrances are given, for each of which the placement conditions are calculated. A description of a specialized vehicle based on a dump truck, converted with a platform with specialized containers installed on it, is presented. A method for determining the overall dimensions of the platform is given, taking into account its layout by specialized containers of different sizes. An assessment of the economic efficiency of the proposed technology has been made, the rationale for which is based on a comparison of the cost of obtaining and delivering sized coal using traditional and proposed technology.

For citation: Demchenko I. I., Ivanchuk A.O. Receiving and delivery of high-quality carbon products. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*=Bulletin of the Kuzbass State Technical University. 2023; 4(158):84-91. (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.26730/1999-4125-2023-4-84-91, EDN: GYDSKH

REFERENCES

1. Petrenko I.E. Itogi raboty ugol'noj promyshlennosti Rossii za 2021 god. *Ugol'*. 2022; 3(1152). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/itogi-raboty-ugolnoy-promyshlennosti-rossii-za-2021-god> (data obrashcheniya: 02.11.2022).
2. Kondrat'ev V.B., Popov V.V., Kedrova G.V. Global'nyj rynek uglya: sostoya-nie i perspektivy. *Gornaya promyshlennost'*. 2019; 2(144). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/globalnyy-rynok-uglya-sostoyanie-i-perspektivy> (data obra-shcheniya: 02.11.2022).
3. BP Statistical Review of World Energy June 2021. BP, 2021.
4. Molchanov O. Yu. Metodicheskie aspekty mezhdunarodnoj konkurencii na ugol'nom rynke. *GIAB*. 2010; 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskie-aspekty-mezhdunarodnoy-konkurencii-na-ugolnom-rynke> (data obrashcheniya: 02.11.2022).
5. Apuhtin P.A. Ekonomiko-statisticheskij analiz problem ugol'noj pro-myshlennosti Rossii. *Statistika i ekonomika*. 2014; 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomiko-statisticheskij-analiz-problem-ugolnoy-promyshlennosti-rossii> (data obrashcheniya: 02.11.2022).
6. Subbotin Yu.V., Oveshnikov Yu.M., Samojlenko A.G., Cinoshkin G.M. Upravlenie kachestvom buryh uglej Haranorskogo mestorozhdeniya. *GIAB*. 2012; 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-kachestvom-buryh-ugley-haranorskogo-mestorozhdeniya> (data obrashcheniya: 20.11.2022).
7. Krasil'nikov A.E. Tendencii formirovaniya stabil'nogo kachestva uglya pri otkrytoj dobyche. *Vestnik ZabGU*. 2013; 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tendentsii-formirovaniya-stabilnogo-kachestva-uglya-pri-otkrytoj-dobyche-1> (data obrashcheniya: 02.11.2022).

8. Cheban A. Yu. Umen'shenie pyleniya pri dobyche i perevalke uglya putem so-vershenstvovaniya vyemochnogo oborudovaniya. *Vestnik MGTU im. G. I. Nosova*. 2021. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/umen'shenie-pyleniya-pri-dobyche-i-perevalke-uglya-putem-sovershenstvovaniya-vyemochnogo-oborudovaniya> (data obrashcheniya: 02.11.2022).
9. Demchenko I.I., Mulenkova A.O. Tekhniko-ekonomicheskoe obosnovanie polu-cheniya sortovogo uglya v zaboe Balahtinskogo razreza Krasnoyarskogo kraya. *GIAB*. 2019; 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehniko-ekonomicheskoe-obosnovanie-polucheniya-sortovogo-uglya-v-zaboe-balahtinskogo-razreza-krasnoyarskogo-kraya> (data obrashcheniya: 02.11.2022).
10. Zhigulenkova A.I., Alekseeva S.N., Kekuh T.Yu. Rynki, ceny i effektivnost' ispol'zovaniya sortovyh uglej. *GIAB*. 2000. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rynki-tseny-i-effektivnost-ispolzovaniya-sortovyh-ugley> (data obrashcheniya: 20.11.2022).
11. Demchenko I.I., Mulenkova A.O. Razmeshchenie pererabatyvayushchego i transportnogo oborudovaniya dlya polucheniya sortovogo uglya v zaboe razreza. *Gorn. inform.-analit. byul.* 2017; 37:158–165.
12. Filimonov F. Yu. Problemy razvitiya eksporta rossijskogo uglya v strany Aziatsko-Tihookeanskogo regiona. Tekst : neposredstvennyj. *Voprosy ekonomiki i upravleniya*. 2018; 1(12):17–22. URL: <https://moluch.ru/th/5/archive/78/3029/> (data obrashcheniya: 20.11.2022).
13. Perminova A.A. Harakteristika tovarooborota mezhdu Rossiej i Kitaem. *Vestnik GUU*. 2015; 8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/harakteristika-tovarooborota-mezhdu-rossiej-i-kitaem> (data obrashcheniya: 20.11.2022).
14. Soyuz gornyh inzhenerov. Otrasevoj portal o gornodobyvayushchej promyshlennosti. 20152022. URL: <http://www.mining-portal.ru/news/all-news/rjd-otrabotali-tehnologiyu-perevozki-uglya-v-konteynerah--/>
15. Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programm dlya EVM № 2017617474 Rossijskaya Federaciya. Programma dlya opredeleniya parametrov tekhnolo-gicheskogo specializirovannogo avtotransportnogo sredstva. (Versiya 1) / Mulenkova A.O., Demchenko I.I.; pravoobladatel' FGAOU VO SFU. № 2017612795 ; data post. 04.04.2017 ; data registr. 05.07.2017.

© 2023 The Authors. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

The authors declare no conflict of interest.

About the authors:

Igor I. Demchenko, , Professor, Siberian Federal University, (Krasnoyarsk, 79 Svobodny avenue, 660041, the Russian Federation), e-mail: demtchenkoi@yandex.ru

Anastasia O. Ivanchuk, Associate Professor, Siberian Federal University, (Krasnoyarsk, 79 Svobodny avenue, 660041, the Russian Federation), e-mail: 15anastasiya@mail.ru

Contribution of the authors:

Igor I. Demchenko – formulation of a research task, scientific management, conceptualization of research.

Anastasia O. Ivanchuk – review of relevant literature, data collection and analysis, conclusions, writing the text.

All authors have read and approved the final manuscript.

