

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОБЪЕМА ВСКРЫШНОГО ГРУЗООБОРОТА НА ВОЗМОЖНУЮ ПРОИЗВОДСТВЕННУЮ МОЩНОСТЬ РАЗРЕЗА ПРИ РАЗРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ НАКЛОННОЙ СВИТОЙ ПЛАСТОВ

В.В. Сидоров¹, А.И. Косолапов¹

¹ Институт горного дела, геологии и геотехнологий, Сибирский федеральный университет,
Красноярск, Россия, e-mail: bestll@mail.ru

Аннотация: Рассмотрена возможность управлять производственной мощностью угольного разреза, изменяя объем вскрышного грузооборота при сплошной системе разработки угольного месторождения, представленного наклонной свитой пластов. На основании выявленных закономерностей графо-аналитическим методом определены параметры технологических схем экскавации, снижающие объем транспортной работы при заданной производственной мощности угольного разреза. В пределах изменяемых параметров ширины заходки, высоты отработки развала вскрышных пород драглайном и превышении площадки установки драглайна над кровлей верхнего пласта свиты определены закономерности изменения возможной производственной мощности угольного разреза и расстояния транспортирования вскрышных пород, определяющие объем вскрышного грузооборота. Техничко-технологический резерв сокращения расстояния перевозки заключается в возможности размещения вскрышных пород, перемещаемых самосвалами, в выработанном пространстве разреза. Осуществимо это за счет перераспределения объема экскавации между транспортной и бестранспортной зоной, что позволит снизить объем вскрышного грузооборота. Сокращение высоты отработки развала вскрышных пород драглайном позволяет использовать высвободившееся выработанное пространство для размещения внутренних транспортных отвалов, что дает возможность сократить средневзвешенное расстояние транспортирования вскрышных пород и увеличить возможную производственную мощность угольного разреза.

Ключевые слова: грузооборот, сплошная система разработки, экскаватор-драглайн, эффективность, расстояние транспортирования, параметры технологических схем, высота уступа, производственная мощность разреза.

Для цитирования: Сидоров В. В., Косолапов А. И. Оценка влияния объема вскрышного грузооборота на возможную производственную мощность разреза при разработке угольных месторождений, представленных наклонной свитой пластов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2022. – № 4. – С. 33–42. DOI: 10.25018/0236_1493_2022_4_0_33.

Influence of cargo traffic of overburden excavated volume on potential production capacity in open pit mining of inclined coal measures

V.V. Sidorov¹, A.I. Kosolapov¹

¹ Siberian Federal University, Institute of Mining, Geology and Geotechnologies, Krasnoyarsk, Russia, e-mail: bestll@mail.ru

Abstract: The article discusses feasibility of production capacity control in an open pit mine by variation of cargo traffic of overburden excavated volume in continuous cutting of inclined coal measures. The graphical analysis of the revealed patterns produces parameters of excavation process flow charts, which reduce the scope of transportation at the preset production capacity of an open pit coal mine. Within the ranges of the varied parameters of the cutting width, height of dragline removal of broken overburden rock disintegration and the height of the dragline operation site over the roof of the top coal seam in the measure, the patterns of the potential production capacity of an open pit coal mine and the overburden haulage distance, which govern the volume of cargo traffic of overburden excavated volume, are determined. Technologically, it is possible to reduce haulage distance by placing truck-hauled overburden in the mined-out area of the pit. This is feasible through redistribution of excavation volumes of mining with direct dumping and truck-and-shovel mining. Reduction in the height of dragline removal of broken overburden rock disintegration enables using the resultant vacant area for internal dumping with dump trucks, which allows reducing the weighted-average distance of overburden haulage with the simultaneous increase in the production capacity of an open pit coal mine.

Key words: cargo traffic, continuous cutting, dragline, efficiency, haulage distance, process flow chart parameters, bench height, open pit mine production capacity

For citation: Sidorov V. V., Kosolapov A. I. Influence of cargo traffic of overburden excavated volume on potential production capacity in open pit mining of inclined coal measures. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2022;(4):33-42. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236_1493_2022_4_0_33.

Введение

На территории России находятся 22 угольных бассейна, 129 отдельных месторождений, добыча угля ведется в семи федеральных округах, 25 субъектах РФ, в отрасли задействовано около 144 тыс. чел., российский уголь потребляется во всех субъектах РФ, экспортируется почти в 80 стран, при этом 90% российского экспорта угля приходится на страны дальнего зарубежья [1]. Открытым способом уголь добывают на 115 разрезах.

Запасов угля в России хватит еще на много лет, но необходимость снижения выбросов CO₂ и ответственное инвестирование (ESG) ставят под сомнение воп-

рос развития угольной промышленности в долгосрочной перспективе [2 – 4].

На современном этапе хозяйственной деятельности угледобывающих предприятий одной из точек роста эффективности производства является оптимизация технологических процессов.

Анализ и обсуждение

Транспортирование горной массы автосамосвалами является основным технологическим процессом открытой угледобычи. На его долю приходится 50–60% себестоимости производства [5 – 6].

Несмотря на наличие железнодорожного, конвейерного, гидравлического, гравитационного и ряда других видов

транспорта при открытом способе разработки угольных месторождений, на долю автомобильного приходится до 65% перевозок горной массы на разрезах России и около 90% за рубежом [7].

Повышение эффективности работы транспорта является важной задачей в снижении производственных затрат на добычу.

Наиболее значимым экономическим показателем работы транспорта, с точки зрения величины операционных затрат, является грузооборот (Q , т·км), который вычисляют по формуле:

$$Q = V \cdot l, \quad (1)$$

где V — объем перевозимого груза, т; l — расстояние транспортировки, км.

Объем перевозимого груза на разрезах предопределен производственной мощностью предприятия по углю и объемом вскрышных работ, который зависит от коэффициента вскрыши.

При сплошных системах разработки (по классификации академика В.В. Ржевского) угольных месторождений с наклонным залеганием пластов комбинированный способ производства вскрышных работ с использованием бестранспортной и транспортной технологий получил широкое распространение. При этом их оптимальное сочетание и расстояние перевозки вскрышных пород позволяют минимизировать производственные затраты на добычу угля.

В свою очередь, непосредственное влияние на расстояние транспортировки оказывают схема и система вскрытия карьерного поля, которые играют важнейшую роль в формировании карьерных грузопотоков.

Для создания необходимых условий формирования грузопотоков вскрыши и полезного ископаемого используются разные способы вскрытия, в том числе с помощью земляных сооружений (насыпных перемычек) или временных целиков [8].

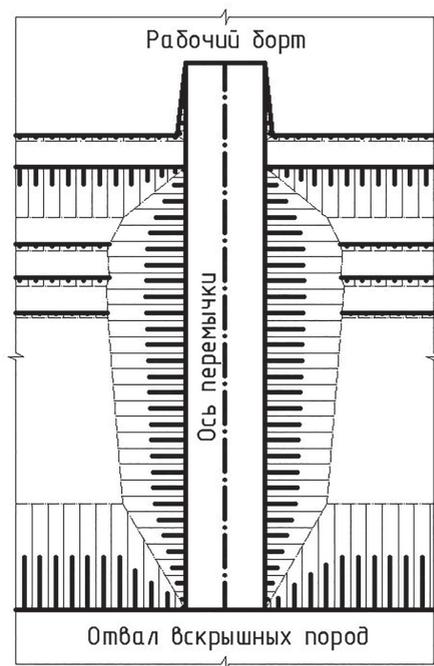


Рис. 1. Схема насыпной перемычки
Fig. 1. Layout of filling bridge

При сплошных продольных односторонних системах разработки, характерных для разрезов Минусинского угольного бассейна, транспортные перемычки применяют для создания грузотранспортной связи с внутренними отвалами (рис. 1). Данный способ вскрытия верхних горизонтов позволяет минимизировать расстояние транспортирования за счет сокращения протяженности автодорог по рабочему борту.

При этом в выработанном пространстве разрезов Черногорского месторождения размещают бестранспортные и транспортные отвалы.

Сократить средневзвешенное расстояние перевозки вскрыши и, как следствие, вскрышной грузооборот в данных условиях можно за счет перераспределения объема между транспортной и бестранспортной зоной, а также размещения вскрышных пород междупластий нижних пластов свиты, перемещаемых са-

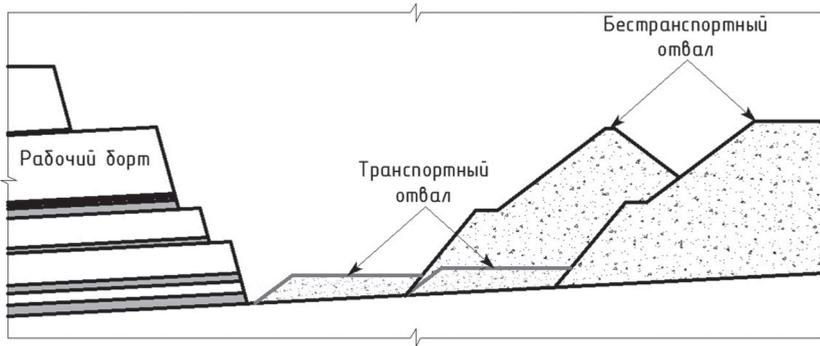


Рис. 2. Схема расположения отвалов в выработанном пространстве разреза

Рис. 2. Схема расположения отвалов в выработанном пространстве разреза

мосвалами, в выработанном пространстве (рис. 2).

При этом объем вскрышных пород, перемещаемых драглайнами, определяет возможную производственную мощность предприятия по углю, так как интенсивность развития горных работ в бестранспортной зоне выступает ограничивающим горнотехническим фактором производственной мощности.

На рис. 3 изображен порядок отработки свиты слабонаклонных пластов при сплошной системе разработки Черногогорского месторождения.

Оптимизация вскрышного грузооборота в данной работе рассматривалась за счет выявления закономерностей изменения технологических параметров при перераспределении объемов между транспортной и бестранспортной зонами ($h_{\text{вскр}}$) с учетом влияния ширины заходки ($Ш_3$) и превышении площадки установки драглайна над кровлей пласта «Великан 1» ($h_{\text{уст}}$) (рис. 3) [9–10].

Влияние высоты отработки развала вскрышных пород драглайном ($h_{\text{вскр}}$) на объем выработанного пространства для размещения в нем части вскрышных пород, перемещаемых автосамосвалами, рассматривалось как фактор снижения средневзвешенного расстояния транспортирования вскрышных пород ($l_{\text{вскр}}$) [11–12].

Так, для данных разрезов среднее расстояние транспортирования вскрыши, размещаемой на бестранспортных отвалах l_1 , варьирует от 2 до 3 км. При размещении транспортных отвалов непосредственно в выработанном пространстве (рис. 2) при отработке междупластий нижних пластов свиты расстояние транспортирования l_2 не превышает 0,5 км.

Средневзвешенное расстояние транспортирования вскрышных пород в данных условиях можно определить по формуле:

$$l_{\text{вскр}} = \frac{l_1 \cdot V_1 + l_2 \cdot V_2}{V_1 + V_2}, \quad (2)$$

где l_1 — среднее расстояние транспортирования вскрыши, складываемой на бестранспортных отвалах, км; l_2 — расстояние транспортирования на транспортный отвал, располагаемый в выработанном пространстве, км; V_1 — объем вскрышных пород, размещаемый на бестранспортных отвалах, м³; V_2 — объем вскрышных пород при отработке междупластий нижних пластов свиты, м³.

С учетом вышеизложенного величину вскрышного грузооборота можно рассчитать по формуле:

$$Q_{\text{вскр}} = (V_1 + V_2) \cdot l_{\text{вскр}}. \quad (3)$$

Очевидно, что значения, входящие в формулу (3), зависят от высоты отра-

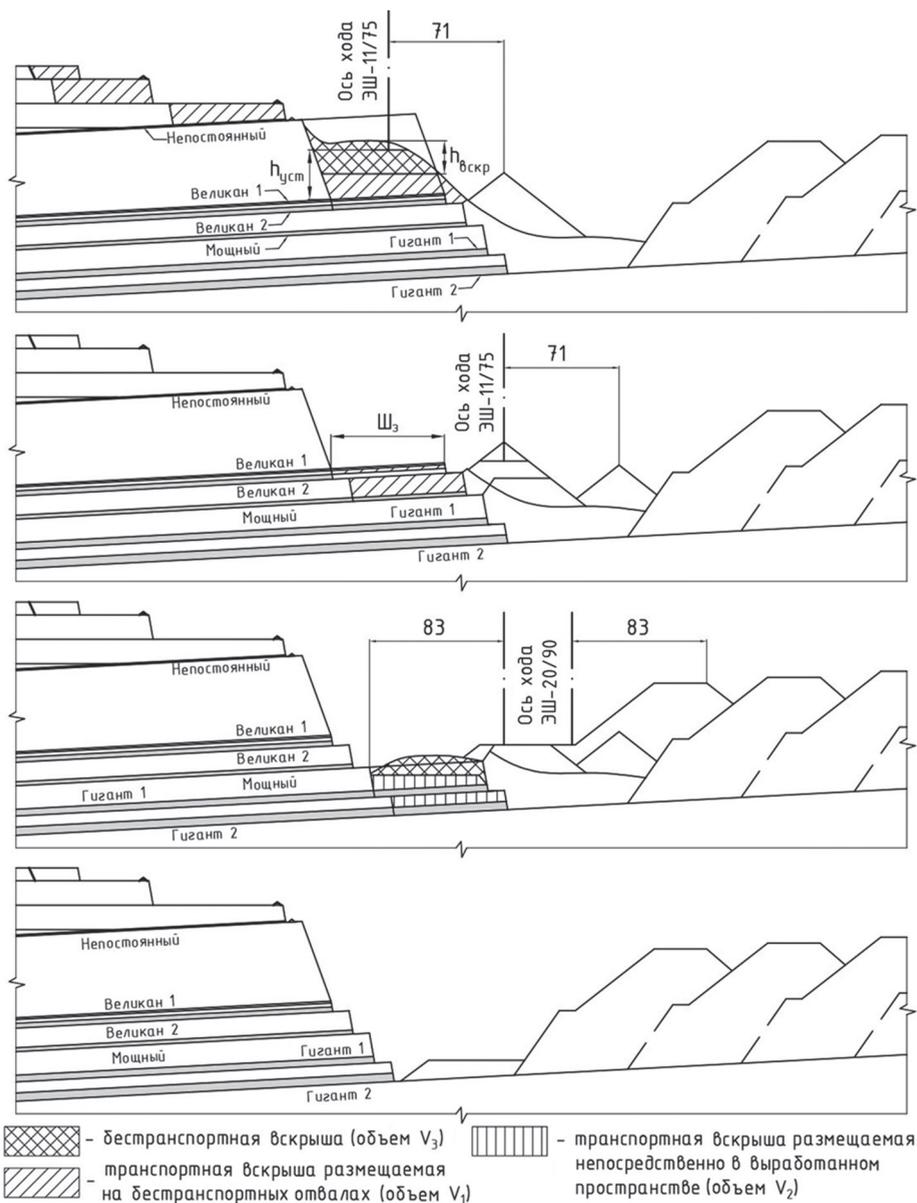


Рис. 3. Технологическая схема ведения работ на разрезах Черногорского месторождения
 Fig. 3. Process flow of open pit mining at Chernogorskoe deposit

ботки драглайном развала взорванных вскрышных пород над пластом «Великан 1» ($h_{\text{вскр}}$). Следовательно, существует зависимость между ней, величиной вскрышного грузооборота и средневзвешенным расстоянием транспортирования:

$$Q_{\text{вскр}} = f(h_{\text{вскр}}). \quad (4)$$

Производственная мощность разреза по углю при прочих равных условиях зависит от возможного объема отработываемых вскрышных пород, и в такой постановке ее рассчитывают по формуле:

$$A_p = (V_1 + V_2 + V_3) / K_v, \quad (5)$$

где V_3 — объем вскрышных пород, обрабатываемый бестранспортным способом, м³/год; K_v — текущий коэффициент вскрыши, м³/т.

В результате совместного анализа формул (2)–(4) нетрудно доказать наличие зависимости между производственной мощностью разреза по углю и средневзвешенным расстоянием транспортирования вскрышных пород, а также величиной вскрышного грузооборота:

$$A_p = f(l_{\text{вскр}}; Q_{\text{вскр}}). \quad (6)$$

Для определения вида зависимостей (4) и (6) ширину заходки ($Ш_3$) изменяли от 50 до 80 м с шагом 10 м; высоту отработки развала вскрышных пород драглайном ($h_{\text{вскр}}$) — от 8 до 23 м, с шагом 5 м; превышение площадки установки драглайна над кровлей пласта «Великан 1» ($h_{\text{уст}}$) — от 8 до 23 м, с шагом 5 м. При этом искомые значения для зависимостей устанавливали графо-аналитическим методом.

Результаты

При помощи вышеописанной методики установлено влияние высоты отра-

ботки развала вскрышных пород драглайном ($h_{\text{вскр}}$) на величину вскрышного грузооборота ($Q_{\text{вскр}}$) и средневзвешенного расстояния транспортирования вскрышных пород ($l_{\text{вскр}}$). Соответствующие зависимости представлены в виде графиков на рис. 4.

В результате математико-статистической обработки данных, представленных на рис. 4, получены следующие уравнения:

$$Q_{\text{вскр}} = 70,506 h_{\text{вскр}}^2 - 2748,1 h_{\text{вскр}} + 109\,386, \quad (7)$$

$$l_{\text{вскр}} = 0,0015 h_{\text{вскр}}^2 - 0,0248 h_{\text{вскр}} + 2,2822. \quad (8)$$

Анализ графиков на рис. 4 показывает, что изменение высоты отработки развала взорванных вскрышных пород драглайном с 23 м до 8 м позволит сократить средневзвешенное расстояние транспортирования на 13% с 2,50 м до 2,17 км. При этом минимальный объем вскрышного грузооборота 81 456 тыс. т·км, соответствует высоте бестранспортного уступа 18 м и средневзвешенному плечу откатки вскрышных пород 2,3 км.

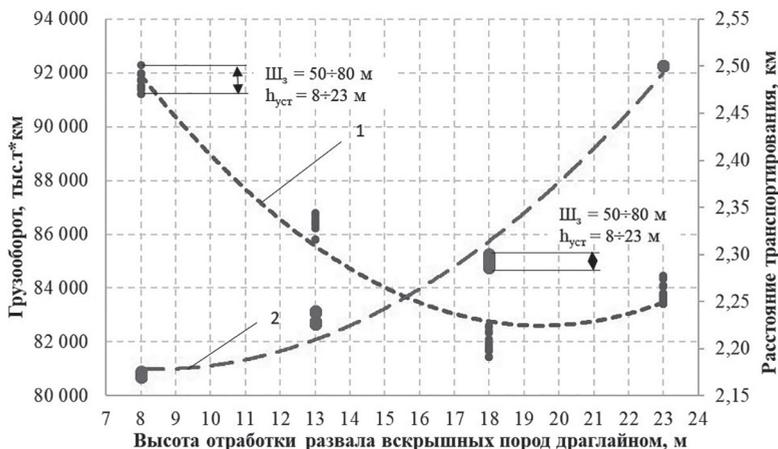


Рис. 4. Зависимость вскрышного грузооборота (1) и средневзвешенного расстояния перевозки вскрыши (2) от высоты отработки развала вскрышных пород драглайном ($h_{\text{овб}}$)

Fig. 4. Overburden excavated volume cargo traffic (1) and weighted-average haulage distance (2) versus height of dragline removal of broken overburden rock disintegration (h_{ovb})

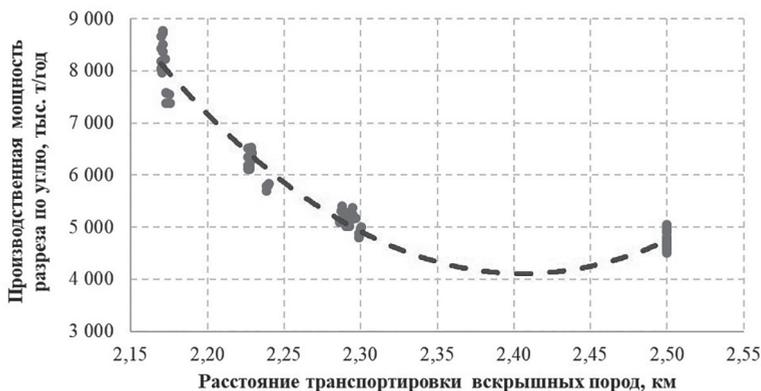


Рис. 5. Зависимость возможной производственной мощности разреза по углю (A_p) от средневзвешенного расстояния перевозки вскрышных пород ($l_{\text{вскр}}$)

Fig. 5. Potential coal production capacity of open pit mine (A_{opt}) versus weighted-average overburden haulage distance (l_{ovb})

Зависимость производственной мощности разреза по углю от средневзвешенного расстояния транспортирования вскрышных пород представлена на рис. 5 и в виде уравнения:

$$A_p = 72\,246 l_{\text{вскр}}^2 - 347\,631 l_{\text{вскр}} + 422\,290 \quad (9)$$

Наибольшее значение возможной производственной мощности 8765 тыс. т/год соответствует средневзвешенному расстоянию транспортирования вскрышных пород 2,17 км.

Зависимость возможной производственной мощности разреза по углю от вскрышного грузооборота $A_p = f(Q_{\text{вскр}})$ представлена в виде графика на рис. 6 и в виде уравнения:

$$A_p = 2 \cdot 10^{-5} Q_{\text{вскр}}^2 - 3,2343 Q_{\text{вскр}} + 131\,786, \quad (10)$$

где $Q_{\text{вскр}}$ – вскрышной грузооборот, тыс. т·км.

Минимальное значение вскрышного грузооборота 81 456 тыс. т·км обеспечивается при возможной производственной мощности разреза 4800 тыс. т.

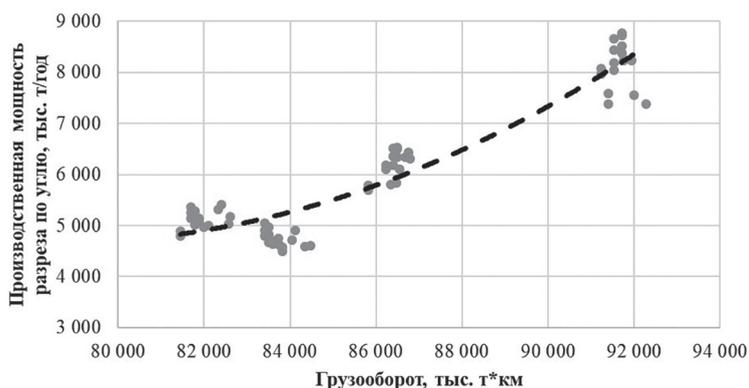


Рис. 6. Зависимость возможной производственной мощности разреза по углю (A_p) от вскрышного грузооборота ($Q_{\text{вскр}}$)

Fig. 6. Potential coal production capacity of open pit mine (A_{opt}) versus overburden excavated volume cargo traffic (Q_{ovb})

Выводы

Выполненные исследования свидетельствуют о том, что, изменяя параметры технологических схем, можно обеспечить управление объемом транспортной работы.

Ширина заходки и превышение площади установки драглайна над кровлей пласта оказывают незначительное влияние на объем вскрышного грузооборота.

Сокращение высоты отработки развала вскрышных пород драглайном позволяет использовать высвободившееся выработанное пространство для размещения внутренних транспортных отвалов, что дает возможность сократить средневзвешенное расстояние транспортирования вскрышных пород и увеличить возможную производственную мощность угольного разреза.

В свою очередь, при увеличении производственной мощности растет долевое участие автотранспортной вскрыши в общем объеме вскрышных работ, что

приведет к росту удельной себестоимости добычи и повлияет на увеличение объема транспортной работы.

Однако, с учетом цикличности цен на мировом рынке энергетических углей, перед предприятиями открытой угольной добычи при росте спроса и цен на уголь стоит задача увеличения объема добычи, а при падении цен, снижении производственной себестоимости и объема добычи, балансировать в точке безубыточности. Здесь выявленные закономерности позволяют с достаточным уровнем гибкости управлять как производственной мощностью, так и производственными затратами на добычу.

Вклад авторов

Сидоров В.В. — выполнен графоаналитический анализ, разработана математическая модель, выявление закономерностей, написание статьи и ее оформление.

Косолапов А.И. — предложена идея статьи, выполнена ее редакция.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Таразанов И. Г. Итоги работы угольной промышленности России за январь-декабрь 2018 года // Уголь. — 2019. — № 3. — С. 64–79. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-3-64-79.
2. Коваленко Л. В., Якунина Ю. С. Стимулирующее воздействие государства на развитие взаимодействия хозяйствующих субъектов в угольной отрасли // Уголь. — 2021. — № 9. — С. 9–14. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-9-9-14.
3. Tolvanen A., Eilu P., Jutinen A., Kangas K., Kivinen M., Markovaara-Koivisto M., Naskali A., Salokannel V., Tuulentie S., Similä Ju. Mining in the Arctic environment. A review from ecological, socioeconomic and legal perspectives // Journal of Environmental Management. 2019, vol. 23, pp. 832–844. DOI: 10.1016/j.jenvman.2018.11.124.
4. Lin J., Kahrl F., Liu X. A regional analysis of excess capacity in China's power systems // Resources, Conservation and Recycling. 2018, vol. 129, pp. 93–101. DOI: 10.1016/j.resconrec.2017.10.009.
5. Журавлев А. Г. Вопросы оптимизации параметров транспортных систем карьеров // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2020. — № 3-1. — С. 583–601. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-31-0-583-601.
6. Яковлев В. Л., Журавлев А. Г., Бахтурин Ю. А., Черепанов В. А., Особенности решения транспортных проблем на современном этапе развития горного производства // Горное оборудование и электромеханика. — 2017. — № 2. — С. 11–18.
7. Шабаетов С. Н. Обоснование конструктивных параметров технологических дорог угольных разрезов из вскрышных пород на основе рационализации их гранулометрического состава: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 25.00.20., 25.00.22. — Кемерово, 2009. — 21 с.

8. Минибаев Р. Р., Матвеев А. В., Пушкарев В. Ю., Макшеев В. П., Супрун В. И., Ворошилин К. С. Опыт применения насыпных транспортных перемычек для вскрытия и отработки рабочих горизонтов разреза ОАО «Черниговец» // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2014. — № 6. — С. 95–101.

9. Сидоров В. В., Косолапов А. И. О необходимости оптимизации параметров технологических схем открытой разработки Черногорского каменноугольного месторождения // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2021. — № 1. — С. 68–77. DOI: 10.25018/0236-1493-2021-1-0-68-77.

10. Romashkin Y. V. Sidorov V. V. Enhancement of stripping operations in the development of the Chernogorskoe coal deposit // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019, vol. 378, article 012097. DOI: 10.1088/1755-1315/378/1/012097.

11. Haoquan L., Michael K., Michael F. Planning dragline positioning sequence with A* search algorithm // IFAC PapersOnLine. 2017, vol. 50, no. 1, pp. 12477–12483. DOI: 10.1016/j.ifacol.2017.08.1924.

12. Paraskevis N., Roumpos C., Stathopoulos N., Adam A. Spatial analysis and evaluation of a coal deposit by coupling AHP & GIS techniques // International Journal of Mining Science and Technology. 2019, vol. 29, pp. 943–953. DOI: 10.1016/j.ijmst.2019.04.002. **МИАБ**

REFERENCES

1. Tarazanov I. G. Russia's coal industry performance for January-December, 2018. *Ugol'*. 2019, no. 3, pp. 64–79. [In Russ]. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-3-64-79.

2. Kovalenko L. V., Yakunina Yu. S. Stimulating influence of the state on the development of interaction between economic entities in the coal industry. *Ugol'*. 2021, no. 9, pp. 9–14. [In Russ]. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-9-9-14.

3. Tolvanen A., Eilu P., Juutinen A., Kangas K., Kivinen M., Markovaara-Koivisto M., Naskali A., Salokannel V., Tuulentie S., Similä Ju. Mining in the Arctic environment. A review from ecological, socioeconomic and legal perspectives. *Journal of Environmental Management*. 2019, vol. 23, pp. 832–844. DOI: 10.1016/j.jenvman.2018.11.124.

4. Lin J., Kahrl F., Liu X. A regional analysis of excess capacity in China's power systems. *Resources, Conservation and Recycling*. 2018, vol. 129, pp. 93–101. DOI: 10.1016/j.resconrec.2017.10.009.

5. Zhuravlev A. G. The issues of optimization parameters of quarry transport systems. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2020, no. 3-1, pp. 583–601. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-3-1-0-583-601.

6. Yakovlev V. L., Zhuravlev A. G., Bakhturin Yu. A., Cherepanov V. A. Special aspects of the solution of transport problems at the modern stage of development of the mining industry. *Mining Equipment and Electromechanics*. 2017, no. 2, pp. 11–18. [In Russ].

7. Shabaev S. N. *Obosnovanie konstruktivnykh parametrov tekhnologicheskikh dorog ugol'nykh razrezov iz vskryshnykh porod na osnove ratsionalizatsii ikh granulometricheskogo sostava* [Substantiation of the design parameters of technological roads of coal mines from overburden rocks on the basis of rationalization of their granulometric composition], Candidate's thesis, Kemerovo, 2009, 21 p.

8. Miniбаев Р. Р., Матвеев А. В., Пушкарев В. Ю., Макшеев В. П., Супрун В. И., Ворошилин К. С. Experience of bulk transport jumper for opening and mining working levels of cut «Черниговets». *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2014, no. 6, pp. 95–101. [In Russ].

9. Sidorov V. V., Kosolapov A. I. Required optimization of process flow designs in open pit mining in the Chernogorsky coal field. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2021, no. 1, pp. 68–77. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236-1493-2021-1-0-68-77.

10. Romashkin Y. V. Sidorov V. V. Enhancement of stripping operations in the development of the Chernogorskoe coal deposit. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019, vol. 378, article 012097. DOI: 10.1088/1755-1315/378/1/012097.

11. Haoquan L., Michael K., Michael F. Planning dragline positioning sequence with A* search algorithm. *IFAC PapersOnLine*. 2017, vol. 50, no. 1, pp. 12477–12483. DOI: 10.1016/j.ifacol.2017.08.1924.

12. Paraskevis N., Roumpos C., Stathopoulos N., Adam A. Spatial analysis and evaluation of a coal deposit by coupling AHP & GIS techniques. *International Journal of Mining Science and Technology*. 2019, vol. 29, pp. 943–953. DOI: 10.1016/j.ijmst.2019.04.002.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Сидоров Валерий Викторович¹ — аспирант,
e-mail: bestll@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-6281-0736,
Косолапов Александр Иннокентьевич¹ — д-р техн. наук,
профессор, зав. кафедрой, e-mail: Kosolapov1953@mail.ru,
ORCID ID: 0000-0002-8251-9679,

¹ Сибирский федеральный университет,
Институт горного дела, геологии и геотехнологий.

Для контактов: Сидоров В.В., e-mail: bestll@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

V.V. Sidorov¹, Graduate Student, e-mail: bestll@mail.ru,
ORCID ID: 0000-0001-6281-0736,

A.I. Kosolapov¹, Dr. Sci. (Eng.), Professor,
Head of Chair, e-mail: Kosolapov1953@mail.ru,
ORCID ID: 0000-0002-8251-9679,

¹ Siberian Federal University, Institute of mining,
geology and geotechnologies, 660025, Krasnoyarsk, Russia.

Corresponding author: V.V. Sidorov, e-mail: bestll@mail.ru.

Получена редакцией 18.01.2022; получена после рецензии 10.02.2022; принята к печати 10.03.2022.

Received by the editors 18.01.2022; received after the review 10.02.2022; accepted for printing 10.03.2022.



НОВИНКИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ГОРНАЯ КНИГА»



**Кафедра «Энергетика и энергоэффективность горной промышленности – 85»
(От горной электротехники к энергоэффективности)**

Коллектив авторов

Год: 2022

Страниц: 144

ISBN: 978-5-98672-549-9

UDK: 378.1:621.311

История кафедры «Энергетика и энергоэффективность горной промышленности» МГИ-ГИ НИТУ «МИСиС» (зав. кафедрой — д-р техн. наук, проф. А.В. Ляхомский), посвященная ее 85-летию. Даны краткие сведения о вкладе работников кафедры и сотрудничавших с ней специалистов в организацию и методологию подготовки специалистов, бакалавров, магистров, кадров выс-

шей квалификации, а также переподготовки специалистов в свете современного компетентного подхода к формированию кадров. Изложены основные тенденции научных направлений и работ кафедры. Приведена библиография основных научных и методических изданий, подготовленных на кафедре, с перечнем докторских диссертаций и списком кандидатов наук, защитившихся на кафедре. Представлены списки ее выпускников.