

ТИПИЗАЦИЯ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ УГЛЕПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ ГЕОДИНАМИЧЕСКИ ОПАСНЫМИ ЗОНАМИ

В.Р. Мусина¹, И.В. Головки¹, С. Шерматова¹

¹ Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Москва

Аннотация: Развита концепция представления о существовании в земной коре геодинамически опасных зон, влияющих на безопасность эксплуатации инженерных сооружений и ведение горных работ. Используется концепция геодинамического районирования, согласно которой геодинамически опасные зоны возникают при взаимодействии блоков земной коры различных иерархических рангов. На примере Восточного Донбасса рассмотрена типизация пересечения углепородных отвалов геодинамически опасными зонами. Учтено положение 34 горящих и перегоревших отвалов, расположенных вблизи городов Шахты и Новошахтинск Ростовской области, их размеры R и ширина геодинамически опасных зон r . На основе использования данных геодинамического районирования проведен анализ характера взаимного расположения углепородных отвалов и границ блоков земной коры (геодинамически опасных зон). Выделено 4 типа пересечения границами блоков, расположенных на поверхности отвалов. Пересечение первого типа возникает при $R > r$ и расположении участка пересечения целиком под отвалом. Пересечение второго типа возникает при $R < r$ и расположении отвала целиком в геодинамически опасной зоне. Пересечение третьего типа возникает при любом соотношении R и r , но отвал перекрывает геодинамически опасную зону лишь частично (касание). При четвертом типе пересечения множество общих точек R и r пустое (не пересекаются). Типизация может быть использована при выборе мест для размещения отвалов и компьютерном моделировании их теплового состояния.

Ключевые слова: углепромышленный район, земная кора, геодинамическое районирование, геодинамически опасная зона, углепородный отвал, тип пересечения, самовозгорание отвалов, окружающая среда.

Для цитирования: Мусина В.Р., Головки И.В., Шерматова С. Типизация пересечения углепородных отвалов геодинамически опасными зонами // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2020. – № 6-1. – С. 233–241. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-61-0-233-241.

Type of crossing of coal waste dumps by geodynamical dangerous zones

V.R. Musina¹, I.V. Golovko¹, S. Shermatova¹

¹ National university of science and technology «MISIS», Moscow, Russia

Abstract: The paper develops the concept of the existence geodynamically dangerous zones in the earth's crust. These zones affects to the safety of the state of engineering structures and mining operations. The concept of geodynamic zoning is used, according to which

geodynamically dangerous zones occurs during the interaction of blocks of the earth's crust of various hierarchical ranks. On the example of the East Donbass, the typification of the intersection of coal waste dumps with geodynamically dangerous zones is considered. The position of 34 burning and burnt out dumps located near the cities of Shakhty and Novoshakhtinsk, Rostov Region, their size R and the width of geodynamically dangerous zones r are taken in account. Based on the use of geodynamic zoning data, an analysis is made of the nature of the mutual arrangement of carbon rock dumps and the boundaries of blocks of the earth's crust (geodynamically dangerous zones). It is found 4 types of intersection of the block boundaries and the body of the dumps. The intersection of the first type occurs when $R > r$ and the location of the intersection site entirely under the dump. The intersection of the second type occurs when $R < r$ and the location of the dump entirely in the geodynamically dangerous zone. The intersection of the third type occurs at any ratio of R and r , but the common area overlaps the geodynamically dangerous zone only partially (touch). In the fourth type of intersection, the set of common points R and r is empty (do not intersect). Typification can be used when choosing places for dumping and computer modeling of their thermal state.

Key words: coal-mining region, earth's crust, geodynamic zoning, geodynamically dangerous zone, coal waste dump, type of intersection, spontaneous combustion of dumps, environment.

For citation: Musina V.R., Golovko I.V., Shermatova S. Type of crossing of coal waste dumps by geodynamical dangerous zones. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2020;(6-1):233-241. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-61-0-233-241.

Введение

Проблема самовозгорания углепородных отвалов остается актуальной во многих странах мира [1–6]. В работах [7–9] приводятся результаты исследований по приуроченности горящих углепородных отвалов к геодинамически опасным зонам (ГОЗ). Понятие ГОЗ возникло при развитии концепции геодинамического районирования, направленной на заблаговременное выявление опасных зон для размещения инженерных объектов и ведения горных работ [10]. В настоящее время обнаружение связи между глобальными геодинамическими и локальными геомеханическими процессами, на существование которой указывалось в работах по геодинамическому районированию, признается одним из крупных научных достижений XX века [11]. Установлено влияние современных геодинамических процессов в земной коре на опасность проявления аварий в шахтах, техногенных землетрясений, безопасность крупных инженерных объектов [12–16]. Наряду с другими опасностями при освоении

месторождений [17–23] это формирует общий фон взаимодействия инженерной деятельности и природы. Моделирование аэродинамической связи отвалов и горных выработок шахт показывает, что возможен приток воздуха в отвал через ГОЗ за счет шахтной вентиляции [8, 9]. Однако представляется, что на характер этой связи может оказывать геометрия формы пересечения отвалов и ГОЗ. В связи с этим актуальным является вопрос типизации зон пересечения отвала и ГОЗ.

Метод и материалы

В 1990 г. были выполнены работы по геодинамическому районированию Донбасса и составлена схема блочного строения, которая охватывает район Восточного Донбасса. Здесь, в районе городов Шахты и Новошахтинск, сформированы отвалы различной формы и размеров. Площадь отвалов S составляет от 0,04 до десятков гектаров, т.е. их линейные размеры R составляют от первых десятков до нескольких сотен метров. При этом ширина границ

блоков r , выделенных при проведении работ по геодинамическому районированию, составляет от 50 до 1200 м. Сформированная база данных по отвалам и результаты геодинамического районирования позволяют изучить характер пересечений ГОЗ и отвалов.

Результаты

На рис. 1 показана предлагаемая типизация относительного расположения отвалов и ГОЗ.

Тип а характеризует ситуацию $r < R$, т. е. когда ширина ГОЗ r меньше ширины отвала R и ГОЗ пересекает углепородный отвал, разделяя его на две части. Тип б характеризует случай $r > R$, когда ширина ГОЗ r больше ширины отвала R , в результате чего отвал полностью расположен в ГОЗ. Этот тип характерен для отвалов, расположенных на границах блоков I-II рангов большой ширины. Тип в характеризует случай, когда отвал касается ГОЗ одной из своих частей. Тип

г характеризует ситуацию, когда ГОЗ проходит в стороне от углепородного отвала, не пересекая его. Рассмотрим несколько примеров (рис. 2).

Пример пересечения типа «а»

В качестве примера ситуации «а», рассмотрим взаимное расположение отвала ш. Несветаевская с ГОЗ. Отвал ш. Несветаевская был сформирован путем объединения нескольких отвалов, эксплуатируемых шахтой Несветаевская. Он расположен в западной части района г. Новошахтинск Ростовской области (рис. 2). Склад отвальной массы формировался на центральной промышленной площадке шахты. С северной и западной стороны к отвалу примыкают промплощадки действующих предприятий. Отвал ш. Несветаевская был запущен в эксплуатацию в 1932 г. В то время отвалы сооружались без мер противопожарной защиты. В 1997 г. эксплуатация породного отвала была остановлена.

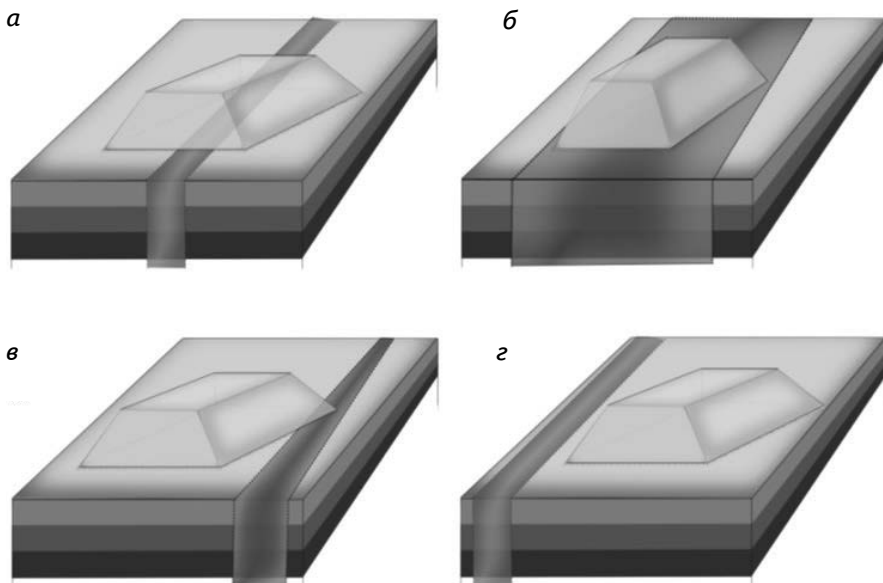


Рис. 1. Типизация взаимного расположения отвалов и ГОЗ: а – пересекает ГОЗ; б – расположен в ГОЗ; в – касается ГОЗ; г – не пересекает ГОЗ

Fig. 1. Type of crossing of coal waste dumps by geodynamical dangerous zones: а – crosses GDZ; б – located in GDZ; в – concerns GDZ; г – does not cross GDZ

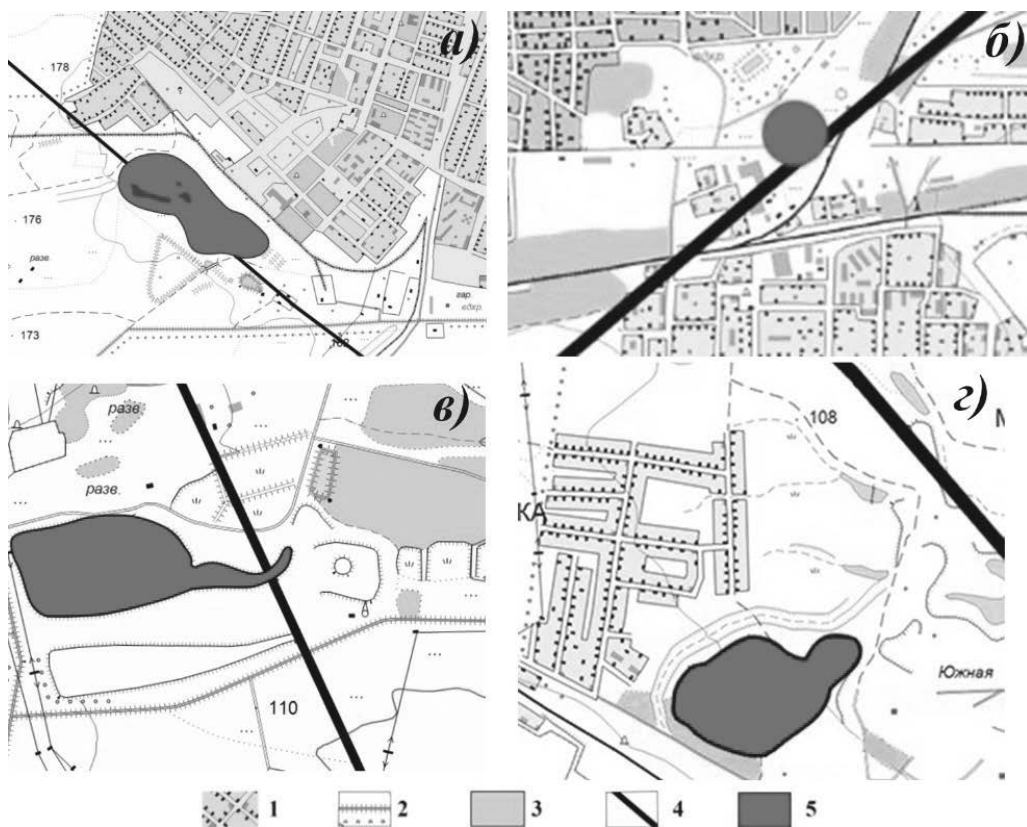


Рис. 2. Примеры пересечения отвалов и ГОЗ: а – расположение отвала, ш. Несветаевская; б – расположение отвала, ш. в балке Шахтерская; в – расположение отвала № 5, ш. 47; г – расположение отвала, ш. Нежданная; 1 – жилая зона, 2 – дороги, 3 – лес, 4 – ГОЗ, 5 – отвал

Fig. 2. Examples of the intersection of dumps and GDZ: a – the location of the dump of Nesvetaevskaya; б – the location of the dump of beam Shachterskaya; в – the location of the dump № 5 of mine № 47; г – the location of the dump of Nezdannaya; 1 – residential area, 2 – roads, 3 – forest, 4 – GDZ, 5 – dump

Значительная часть отвала рекультивирована, но без озеленения. Отвал является горящим и отнесен к категории «очень опасен». Общая площадь очагов горения с температурами от 80 до 434 °С достигает 13 000 м², что составляет более 8 % всей площади отвала. Размеры отвала в основании составляют на менее 1×0,5 км².

По результатам геодинамического районирования отвал ш. Несветаевская расположен на границе блоков земной коры III ранга, имеет северо-западное

простираение и ширину зоны влияния до 200 м, которая проходит к юго-западу от г. Новошахтинск.

Геологическая интерпретация Несветаевского разлома позволяет заключить, что он имеет самостоятельную трассу, которая отличается от трасс крупных известных разрывных тектонических нарушений данного района. Несветаевский разлом занимает секущее положение относительно крупных дизъюнктивов района (Самбековского сброса). На основании имеющихся

результатов исследований по двум шахтным полям в г. Донецке можем принять, что Несветаевский разлом может быть выражен в массиве как зона повышенной трещиноватости.

Пример пересечения типа «б»

Для примера этого типа пересечения рассмотрим отвал №5 ш. 47 ШУ «Мирное», расположенный на границе блоков IV ранга 1—1. Он расположен в п. Новоазовка Шахтинского района Ростовской области. Форма отвала коническая с максимальной высотой 60 м. На 2015 г. отвал относился к горящим, несмотря на проведенные в 2008 г. рекультивационные работы. В соответствии с паспортом по экологической опасности объект относится к категории «опасен» и является неперспективным для переработки.

Согласно геодинамическому районированию данного района отвал расположен на границе блоков IV ранга, имеющей северо-восточное простирание. Ширина ГОЗ составляет 430 м. В связи с этим, отвал №5 ш. 47 полностью попадает в геодинамически опасную зону, выраженную в массиве как зона повышенной трещиноватости и нарушенности.

Граница блоков IV ранга, в которой расположен отвал, по своему простиранию совпадает с группой разрывных нарушений, расположенных в южной части разлома, амплитуда которых затухает к ядру складки в северо-восточном направлении.

Пример пересечения типа «в»

Примером данного типа «в» является расположение отвала шахты «Глубокая» в балке Шахтерская относительно ГОЗ. Отвал расположен в поселке имени Артема. Отвал был запущен в эксплуатацию в 1966, и к 1970 году был полностью сформирован. Он имеет

коническую форму. По экологической опасности, в соответствии с паспортом, относится к категории «очень опасен». Отвал не был рекультивирован, на сегодняшний день является горящим.

По результатам геодинамического районирования данной территории отвал в балке Шахтерская шахты «Глубокая» расположен на границе блоков III ранга, имеет северо-западное простирание и проходит через поселок имени Артема. Пересекает отвал в балке Шахтерская к югу от данного поселка.

Кадамовский разлом имеет северо-западное простирание. Геологическая интерпретация Кадамовского разлома позволяет сделать заключение, что он так же, как и Несветаевский разлом, занимает секущее положение относительно крупных дизъюнктивов района, выявленных при ведении геологоразведочных и горных работ (Артемовского и Комсомольского сбросов, а также более крупного Сулино-Константиновского надвига).

Пример пересечения типа «г»

Отвал ш. Нежданная ш. Южная расположен в г. Шахты, непосредственно в его жилой застройке. Он имеет сложную форму, высота в самой высокой части составляет 55 м. Согласно данным мониторинга [24] отвал является горящим, площадь очагов горения составляет 4430 м², температура в очаге горения на глубине 2,5 м составляет от 82 до 284 °С. Хотя работы по рекультивации не проводились, коническая часть отвала поросла деревьями и кустарниками.

Вблизи отвала ш. Нежданная проходят две границы блоков IV ранга: 1—1 и 3—3. Наиболее близкая к отвалу граница блоков 3—3 имеет северо-западное простирание. Она также занимает

секущее положение относительно крупных нарушений района.

ГОЗ не пересекают данный отвал, что говорит о том, что в данной ситуации отвал горит по другим причинам. Но стоит отметить, что согласно данным шахтной тектоники на данной территории отмечается наличие группы разрывных нарушений, которые также могут оказывать влияние на поступление воздуха в тело отвала.

Заключение

1. По пространственному расположению отвалов и ГОЗ предложено выделить четыре типа их взаимного пересечения. Пересечение первого типа «а» возникает, когда поперечный размер отвала R превышает ширину ГОЗ r ($R > r$) и участок пересечения расположен целиком под отвалом,

разделяя его на две части. Пересечение второго типа «б» возникает при $R < r$ и расположении отвала целиком в геодинамически опасной зоне. Пересечение третьего типа «в» возникает при любом соотношении R и r , но отвал перекрывает геодинамически опасную зону лишь частично (касание). При четвертом типе пересечения ($г$) множество общих точек R и r пустое (не пересекаются).

2. Предлагаемая типизация может быть использована для дальнейших исследований в оценке геодинамической и экологической безопасности освоения территорий горнопромышленных районов. Предполагается использовать данную классификацию при выборе мест для размещения отвалов и компьютерном моделировании их теплового состояния.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гамов М.И., Рылов В.Г., Мещанинов Ф.В., Наставкин А.В. Термобарогеохимическое моделирование процессов преобразования породных отвалов угольных шахт Восточного Донбасса // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2016. — №11. — С. 158–168.

2. Pone, J.D.N., Hein, K.A.A., Stracher, G.B., Annegarn, H.J., Finkleman, R.B., Blake, D.R., Schroeder, P. (2007). The spontaneous combustion of coal and its by-products in the witbank and sasolburg coalfields of South Africa // International Journal of Coal Geology, 2007, Vol. 72, no 2, pp. 124–140. DOI:10.1016/j.coal.2007.01.001.

3. Hu Z., Xia Q. An integrated methodology for monitoring spontaneous combustion of coal waste dumps based on surface temperature detection. // Applied Thermal Engineering, 2017, 122, pp. 27–38. DOI: 10.1016/j.applthermaleng. 2017.05.019.

4. Jendrus R. Environmental protection in industrial areas and applying thermal analysis to coal dumps // Polish journal of Environmental Studies, 2017, Vol. 26, no 1, pp. 137–146. DOI:10.15244/pjoes/64743.

5. Carras J.N., Day S.J., Saghafi A., & Williams D.J. Greenhouse gas emissions from low-temperature oxidation and spontaneous combustion at open-cut coal mines in Australia // International Journal of Coal Geology, 2009, Vol.78, no2, pp. 161–168. DOI:10.1016/j.coal.2008.12.001.

6. Wasilewski S., Skotniczny P. Mining waste dumps – modern monitoring of thermal and gas activities // Gospodarka surowcami mineralnymi – mineral resources management. 2015, Vol. 31, pp. 155 – 182. DOI:10.1515/gospo-2015–0010.

7. Мусина В.Р. Геодинамическая позиция горящего углеспородного отвала шахты Несветаевская // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2018. — №7. — С. 219–228. DOI:10.25018/0236–1493–2018–7-0–219–228.

8. Batugin A.S., Kobylkin A.S., Musina V.R. Effect of geodynamic setting on spontaneous combustion of coal waste dumps // Eurasian mining, 2019, no. 2, pp. 64–69. DOI:10.17580/em.2019.02.14.

9. Kobulkin A.S., Musina V.R., Batugin A.S., Ponomarev V.S., Vorobyeva O.V., Vishnevskaya E. Modeling of aerodynamic process for coal waste dump located in

geodynamically dangerous zone // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019, Vol. 221, no 1. DOI:10.1088/1755–1315/221/1/012087.

10. *Батугина И.М., Петухов И.М.* Геодинамическое районирование месторождений при проектировании и эксплуатации рудников. — М.: Недра, 1988. — 166 с.

11. Геомеханические поля и процессы: экспериментально-аналитические исследования формирования и развития очаговых зон катастрофических событий в горнотехнических и природных системах / ред. *Мельников Н.Н.* Том 1. Изд. СО РАН. 2018. ISBN: 978–5-7692–1575–9. 539 с.

12. *Batugin A., Myaskov A., Ignatov Y., Khotchenkov E., & Krasnoshtanov D.* Re-using of data on rockbursts for up-to-date research of the geodynamic safety problem // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019, Vol. 221, no 1. DOI:10.1088/1755–1315/221/1/012089.

13. *Козырев А.А., Семенова И.И., Журавлева О.Г., Пантелеев А.В.* Гипотеза о происхождении сильного сейсмического события на шахте Расвумчорр 9 января 2018 года // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2018. — № 12. — С. 74–83. DOI: 10.25018 / 0236-1493-2018-12-0-74-83.

14. *Рассказов И.Ю., Саксин Б.Г., Усиков В.И., Потанчук М.И.* Геодинамическое состояние массива пород Николаевского полиметаллического месторождения и особенности проявления удароопасности при его освоении // Горный журнал. — 2016. — № 12. — С. 13–19. DOI: 10.17580/gzh.2016.12.03

15. *Kamnev E.N., Morozov V.N., Tatarinov V.N., Kaftan V.I.* (2018). Geodynamic aspects of investigations in underground research laboratory (Nizhnekansk massif) // Eurasian Mining, 2018, no 2, pp. 11–14. DOI:10.17580/em.2018.02.03.

16. *Jun Han, Hongwei Zhang, Bin Liang, Hai Rong, Tianwei Lan et al.* Influence of Large Syncline on In Situ Stress Field: A Case Study of the Kaiping Coalfield, China // Rock Mechanics and Rock Engineering, 2016, Vol. 49, no 11, pp. 4423–4440. DOI: 10.1007/s00603–016–1039–4.

17. *Kaledina N., Malashkina V.* Preliminary and post-working degassing for effective and safe mining // The 23rd Annual International Pittsburgh Coal Conference, PCC – Coal-Energy, Environment and Sustainable Development, 2006.

18. *Баловцев С.В.* К методике прогноза взрывобезопасности выемочных участков угольных шахт // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2018. — №11. — С. 218–226. DOI: 10.25018/0236–1493–2018–11–0-218–226.


19. *Скопинцева О.В., Ганова С.Д., Демин Н.В., Папичев В.И.* Комплексный метод снижения пылевой и газовой опасностей в угольных шахтах // Горный журнал. — 2018. — № 11. — С. 97–100. DOI: 10.17580/gzh.2018.11.18.

20. *Kulikova E.Y., Ivannikov A.L.* The terms of soils removal from the defects of the underground structures' lining // IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series, 2020, Vol. 1425, 012062. DOI:10.1088/1742–6596/1425/1/012062

21. *Сластунов С.В., Коликов К.С., Ермак Г.П., Ютяев Е.П.* Решение проблемы безопасности угледобычи в долгосрочной программе развития отрасли // Горный журнал. — 2015. — №4 — С. 46–49. DOI: 10.17580/gzh.2015.04.08

22. *Dzhumayan N.R., Nastavkin A.V.* (2019). Maceral and chemical compositions of brown coals from the mugunsk deposit // Solid Fuel Chemistry, 2019, Vol. 53, no 4, pp. 197–201. DOI:10.3103/S0361521919040050.

23. *Chmykhalova S.* Quality of mineral wealth as a factor affecting the formation of refuse of ore mining and processing enterprises // VII International Scientific Conference «Problems of Complex Development of Georesources» E3S Web of Conference, 2018, Vol. 56, 6 p. 04018. DOI.10.1051/e3sconf/20185604018.

24. Рекомендации по выявлению на горных отводах ликвидируемых шахт техногенных источников негативного влияния на окружающую природную среду методом дистанционного зондирования беспилотными летательными аппаратами: отчет о НИР (4 этап) / ФГУП ННЦ ГП – ИГД им. А.А. Скочинского; рук. Лиманский А.В., исполн.: Пономарев В.С. [и др.]. — Люберцы, 2011 г. 

REFERENCE

1. Gamov M.I., Rylov V.G., Meshchaninov F.V., Nastavkin A.V. Thermobarogeochemical modeling of transformation processes of waste dumps in coal mines of the East Donbass. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2016. no. 11. pp. 158–168. [In Russ]
2. Pone, J.D.N., Hein, K.A.A., Stracher, G.B., Annegarn, H.J., Finkleman, R.B., Blake, D.R., Schroeder, P. (2007). The spontaneous combustion of coal and its by-products in the witbank and sasolburg coalfields of South Africa. *International Journal of Coal Geology*, 2007, Vol. 72, no. 2, pp. 124–140. DOI:10.1016/j.coal.2007.01.001.
3. Hu Z., Xia Q. An integrated methodology for monitoring spontaneous combustion of coal waste dumps based on surface temperature detection. *Applied Thermal Engineering*, 2017, 122, pp. 27–38. DOI: 10.1016/j.applthermaleng. 2017.05.019.
4. Jendrus R. Environmental protection in industrial areas and applying thermal analysis to coal dumps. *Polish journal of Environmental Studies*, 2017, Vol. 26, no. 1, pp. 137–146. DOI:10.15244/pjoes/64743.
5. Carras J.N., Day S.J., Saghafi A., & Williams D.J. Greenhouse gas emissions from low-temperature oxidation and spontaneous combustion at open-cut coal mines in Australia. *International Journal of Coal Geology*, 2009, Vol.78, no. 2, pp. 161–168. DOI:10.1016/j.coal.2008.12.001.
6. Wasilewski S., Skotniczny P. Mining waste dumps modern monitoring of thermal and gas activities. *Gospodarka surowcami mineralnymi mineral resources management*. 2015, Vol. 31, pp. 155–182. DOI:10.1515/gospo-2015-0010.
7. Musina V.R. Geodynamic position of burning coal-and-rock dump at Nesvetaevskaya mine. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2018. no. 7. pp. 219–228. DOI:10.25018/0236-1493-2018-7-0-219-228. [In Russ]
8. Batugin A.S., Kobylkin A.S., Musina V.R. Effect of geodynamic setting on spontaneous combustion of coal waste dumps. *Eurasian mining*, 2019, no. 2, pp. 64–69. DOI:10.17580/em.2019.02.14.
9. Kobulkin A.S., Musina V.R., Batugin A.S., Ponomarev V.S., Vorobyeva O.V., Vishnevskaya E. Modeling of aerodynamic process for coal waste dump located in geodynamically dangerous zone. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2019, Vol. 221, no. 1. DOI:10.1088/1755–1315/221/1/012087.
10. Batugina I.M., Petuhov I.M. *Geodinamicheskoe rajonirovanie mestorozhdenij pri proektirovanii i ekspluatácii rudnikov* [Geodynamic zoning of mineral deposits for planning and exploitation of mines]. Moscow: Nedra, 1988. 166 p. [In Russ]
11. *Geomekhanicheskie polya i processy: eksperimental'no-analiticheskie issledovaniya formirovaniya i razvitiya ochagovyh zon katastroficheskikh sobytij v gornotekhnicheskikh i prirodnyh sistemah* [Geomechanical fields and processes: experimental-and-analytical research into initiation and growth of source zones of disastrous events in geotechnical and natural systems]. red. Mel'nikov N.N. Tom 1. Izd. SO RAN. 2018. ISBN: 978-5-7692-1575-9. 539 p. [In Russ]
12. Batugin A., Myaskov A., Ignatov Y., Khotchenkov E., Krasnoshtano V.D. Re-using of data on rockbursts for up-to-date research of the geodynamic safety problem. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2019, Vol. 221, no. 1. DOI:10.1088/1755–1315/221/1/012089.
13. Kozyrev A.A., Semenova I.I., ZHuravleva O.G., Panteleev A.V. *Gipoteza o proiskhozhdenii sil'nogo sejsmicheskogo sobytiya na shahte Rasvumchorr 9 yanvarya 2018 goda* [Hypothesis of strong seismic event origin in rasvumchorr mine on january 9, 2018]. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2018. 12. pp. 74–83. DOI: 10.25018. 0236-1493-2018-12-0-74-83. [In Russ]
14. Rasskazov I.Yu., Saksin B.G., Usikov V.I., Potapchuk M.I. Rock mass geodynamics and mining-induced rockbursting at Nikolaev complex deposit. *Gornyj zhurnal*. 2016. no. 12. pp. 13–19. DOI: 10.17580/gzh.2016.12.03 [In Russ]

15. Kamnev E.N., Morozov V.N., Tatarinov V.N., Kaftan V.I. (2018). Geodynamic aspects of investigations in underground research laboratory (Nizhnekansk massif). *Eurasian Mining*, 2018, no. 2, pp. 11 – 14. DOI:10.17580/em.2018.02.03.

16. Jun Han, Hongwei Zhang, Bin Liang, Hai Rong, Tianwei Lan et al. Influence of Large Syncline on In Situ Stress Field: A Case Study of the Kaiping Coalfield, China. *Rock Mechanics and Rock Engineering*, 2016, Vol. 49, no. 11, pp. 4423–4440. DOI: 10.1007/s00603-016-1039-4.

17. Kaledina N., Malashkina V. Preliminary and post-working degassing for effective and safe mining. The 23rd Annual International Pittsburgh Coal Conference, PCC Coal-Energy, Environment and Sustainable Development, 2006.

18. Balovtsev S.V. Explosion safety procedure for working areas in coal mines. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2018. no. 11. pp. 218 – 226. DOI: 10.25018/0236-1493-2018-11-0-218-226. [In Russ]

19. Skopintseva O.V., Ganova S.D., Demin N.V., Papichev V.I. Comprehensive method of reducing dust and gas hazards in coal mines. *Gornyj zhurnal*. 2018. no. 11. pp. 97 – 100. DOI: 10.17580/gzh.2018.11.18. [In Russ]

20. Kulikova E.Y., Ivannikov A.L. The terms of soils removal from the defects of the underground structures' lining. *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series*, 2020, Vol. 1425, 012062. DOI:10.1088/1742 – 6596/1425/1/012062.

21. Slastunov S.V., Kolikov K.S., Ermak G.P., Yutyaev E.P. Safety of coal mining in long-run development. *Gornyj zhurnal*. 2015. no. 4. pp. 46 – 49. DOI: 10.17580/gzh.2015.04.08 [In Russ]

22. Dzhumayan N.R., Nastavkin A.V. (2019). Maceral and chemical compositions of brown coals from the mugunsk deposit. *Solid Fuel Chemistry*, 2019, Vol. 53, no. 4, pp. 197 – 201. DOI:10.3103/S0361521919040050.

23. Chmykhalova S. Quality of mineral wealth as a factor affecting the formation of refuse of ore mining and processing enterprises. VII International Scientific Conference «Problems of Complex Development of Georesources» E3S Web of Conference, 2018, Vol. 56, 6 p. 04018. DOI.10.1051/e3sconf/20185604018.

24. *Рекомендации по вывезению на горных отводах ликвидированных шахт технологических отходов негативного влияния на окружающую среду методом дистанционного зондирования беспилотными летательными аппаратами* [Recommendations on the identification of man-made sources of negative impacts on the natural environment at mining allotments of liquidated mines by remote sensing by unmanned aerial vehicles]: отчет о NIR (4 этап). FGUP NNC GP IGD im. A.A. Skochinskogo; ruk. Limanskij A.V., ispoln.: Pono marev V.S. [i dr.]. Lyubercy, 2011 g. [In Russ]

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

*Мусина Валерия Раисовна*¹ – канд. техн. наук, старший преподаватель, e-mail: musinavaleriya@mail.ru;

*Головко Ирина Владимировна*¹ – старший преподаватель;

*Шерматова Сайера*¹ – аспирант;

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Ленинский пр., 4, Москва, 119049.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Musina V.R., Cand. Sci. (Eng.), senior lecturer, e-mail: musinavaleriya@mail.ru;

Golovko I.V., senior lecturer;

Shermatova S., engineer-researcher;

National university of science and technology «MISIS», Russia.

Получена редакцией 11.03.2020; получена после рецензии 06.04.2020; принята к печати 20.05.2020.

Received by the editors 11.03.2020; received after the review 06.04.2020; accepted for printing 20.05.2020.