«GORNYI ZHURNAL», 2018, № 6, pp. 40–45
DOI: 10.17580/gzh.2018.06.08

Geochemical aspects of technogenesis of the Kizel Coal Basin

Information about author
B. A.Bachurin[1], Head of Laboratory, Candidate of Geologo-Mineralogical Sciences, bba@mi-perm.ru
[1] Mining Institute, Perm Federal Research Center, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Perm, Russia

Abstract
The nature of pollution in hydrosphere and soil cover in the area of the Kizel Coal Basin is analyzed. The generalized results of ecological monitoring implemented in KCB by the Ural Center for Socio-Ecological Monitoring of Coal Mining Areas prove the absence of clear trends in the formation of mine water composition. Mine water chemistry depends on many factors (volume of mined-out voids in flooded mines, geological and hydrogeological conditions, mineral composition of rocks, etc.), and stabilization of hydrogeochemical mode should be individual per mine water inrushes.
It is shown that technogenesis continues to affect natural landscape after mine closure. The main cause is the access of acid mine water in the the upper to upper groundwater layers and to ground surface, which results in extreme contamination of rivers and sediments with sulfates, iron, alluminium and toxic microcomponents. Forms of occurrence of heavy metals and organic compounds in coal and rock piles and mine water are examined. Emission of these pollutants in mining-caused flows is studied in experimental modeling of rock–water system behavior. It is found that physicochemical processes in coal and rock piles under sulfuric acid hydrolysis promote decomposition of compounds stably bonded with mineral matrix and facilitate their mobility.
Results of laboratory modeling of pile–water system behavior show that water is both a dissolver/transporter of pollutants and a potent agent contributing to activation of migration of heavy metals and organic compounds. It is experimentally proved that water and waste interaction causes decomposition of organic and mineral compounds, increase in geochemical mobility and scale of emission of pollutants in the adjacent landscape and hydrosphere with the formation of the pollution foci.

Keywords: Kizel Coal Basin, mine water outflow, waste dumps, discharge outlets, heavy metals and microelements, waste and water interaction, laboratory modeling, mining-cased flows.

References
1. Bachurin B. A. Ecological problems of mining regions in the Perm Krai. *Ekologiya i promyshlennost Rossii.* 2006. No. 4. pp. 32–35.
2. Krasavin A. P., Safin R. T. Environmental Healing of Coal Mining Areas due to Mine Closure at the Kizel Coal Basin. Perm : Zvezda. 2005. 286 p.
3. Maksimovich N. G., Cheremnykh N. V., Khairulina E. A. Ecological consequence of mine closure at the Kizel Coal Basin. *Geograficheskii vestnik.* 2006. No. 2. pp. 128–134.
4. Solntseva N. P., Nikiforova E. M. Effect of mine water flows on geochemistry of forest earth (regarding coal mining). *Mineral Mining and Geochemistry of Natural Geosystems.* Moscow : Nauka. 1982. pp. 82–119.
5. Amos R. T., Blowes D. W., Bailey B. L., Sego D. C., Smith L., Ritchie A. I. M. Waste-rock hydrogeology and geochemistry. *Applied Geochemistry.* 2015. Vol. 57. pp. 140–156.
6. Imaikin A. K., Imaikin K. K. Hydrogeological Conditions at the Kizel Coal Basin during Operation and after Mining Completion, and Forecast of Alterations. Perm. 2013. 112 p.
7. Imaikin A. K. Mine water at the Kosvinskoe deposit of the Kizel Coal Basin. Prediction of hydrochemical mode of mine water discharge to ground surface. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya.* 2014. No. 5.
8. Gaidai M. F., Vaisman Ya. I. Evaluation and abatement of ecological impact of heaps in coal mining regions. *Ekologicheskie sistemy i pribory.* 2015. No. 12. pp. 11–21.
9. Anawar H. M. Sustainable rehabilitation of mining waste and acid mine drainage using geochemistry, mine type, mineralogy, texture, ore extraction and climate knowledge. *Journal of Environmental Management.* 2015. Vol. 158. pp. 111–121.
10. Arvind K.R., Biswajit P., Gurdeep S. Studies on leachate samples of overburden materials from some selected mines in Jharia coalfield, Dhanbad, Jharkahnd, India. *Report and opinion.* 2010. No. 2(7). pp. 59–64.
11. Qureshi A., Maurice C., Ohlander B. Potential of coal mine waste rock for generating acid mine drainage. *Journal of Geochemical Exploration.* 2016. Vol. 160. pp. 44–54.
12. Simate G. S., Ndlovu S. Acid mine drainage: Challenges and opportunities. *Journal of Environmental Chemical Engineering.* 2014. Vol. 2, Iss. 3. pp. 1785–1803.
13. Bachurin B. A., Odintsova T. A. Methodical features of hydrosphere organic pollution monitoring (in terms of mining areas). *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki.* 2014. Vol. 19, Iss. 5. pp. 1646–1649.
14. Zhuravleva N. V., Ivanykina O. V., Ismagilov Z. R., Potokina R. R. The content of toxic elements in overburden and enclosing rocks of coal deposits of the Kemerovo region. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten.* 2015. No. 3. pp. 187–196.

УДК 622.817:622.822.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВЗРЫВОПОЖАРООПАСНОСТИ КАМЕННОУГОЛЬНОЙ ПЫЛИ ИННОВАЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ

С. Я. ЖИХАРЕВ[1], *главный научный сотрудник, д-р техн. наук*
В. А. РОДИОНОВ[2], *проф., канд. техн. наук, 79213258397@mail.ru*
Л. В. ПИХКОНЕН[2], *зав. кафедрой, канд. техн. наук*

[1] *Горный институт УрО РАН – филиал ФГБУН Пермского федерального исследовательского центра УрО РАН, Пермь, Россия*
[2] *Санкт-Петербургский университет государственной противопожарной службы МЧС РФ, Санкт-Петербург, Россия*

При проведении экспериментальных исследований технологических свойств каменноугольной пыли применен синхронный термический анализ. Определение показателей взрывопожароопасности пыли велось с помощью 20-литровой взрывной камеры.

Ключевые слова: *синхронный термический анализ, каменноугольная пыль, взрывоопасная пыль, аналитическая проба, выход летучих, зольность, максимальное давление взрыва, скорость нарастания давления, показатели взрывопожароопасности, технологические параметры.*
DOI: *10.17580/gzh.2018.06.09*

Введение

С учетом устойчивого развития угольной промышленности России нарастает важность задачи обеспечения безопасности добычи, транспортирования и хранения угля [1–4]. Кроме того, увеличение нагрузки на угледобывающее предприятие негативно

© Жихарев С. Я., Родионов В. А., Пихконен Л. В., 2018

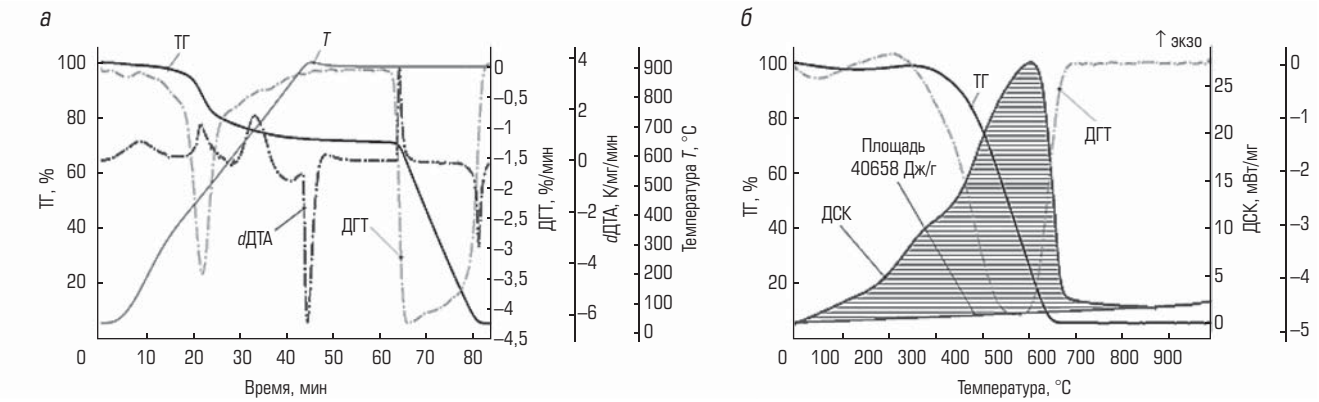

Рис. 1. Графический результат СТА образцов каменного угля: *а* – в комбинированной среде; *б* – в воздушной среде

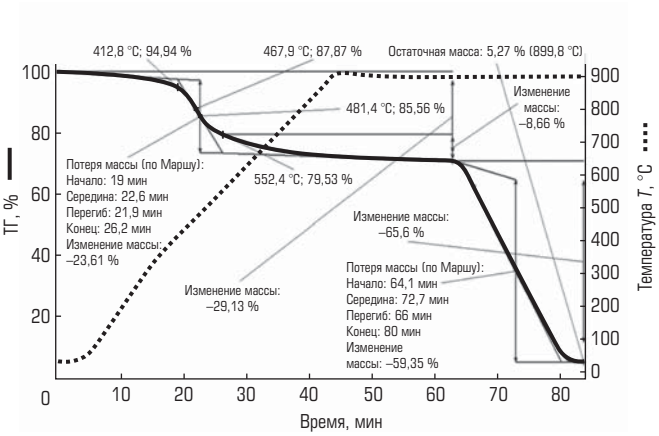

Рис. 2. Графический результат исследования образцов КУП в комбинированной среде с некоторым визуализированным результатом программной обработки кривой ТГ

сказывается на числе несчастных случаев на производстве, инцидентах, авариях и чрезвычайных ситуациях [2, 4].

Рост числа пожаров и чрезвычайных ситуаций происходит из-за совокупного влияния множества факторов. На их выявление направлено немало исследований. Однако до настоящего времени, как отмечается в работах [5–11], проблема горения и взрывов угольной пыли остается достаточно острой и актуальной не только в нашей стране, но и за рубежом.

Изучение условий возгорания угольной пыли, приводящего во многих случаях к взрывам с катастрофическими последствиями, требует пристального внимания и подхода с применением прогрессивных инструментальных методик и современного научно-исследовательского оборудования. В данной статье ее авторы рассматривают оборудование (приборы и установки), позволяющие в ходе испытаний получить сразу несколько параметров, характеризующих как технологические свойства угольной пыли, так и ее взрывопожароопасность, и тем самым предложить комплексный подход к исследованию пыли различной дисперсности.

Требования о необходимости определения показателей взрывопожароопасности веществ и материалов, в данном случае каменноугольной пыли, изложены не только в ФЗ № 123 ТРоТПБ [12], но и в Приказе Ростехнадзора № 550 [13], а также проанализированы в статье [14].

В настоящее время основными показателями пожаровзрывоопасности пыли согласно ФЗ-123 ТРоТПБ и ГОСТ 12.1.041–83 являются: 1) максимальное давление взрыва; 2) скорость нарастания давления взрыва; 3) нижний концентрационный предел распространения пламени (НКПРП); 4) температура тления; 5) температура самовоспламенения; 6) температура воспламенения; 7) удельная теплота сгорания; 8) температура самонагревания; 9) температурные условия теплового самовозгорания; 10) минимальная энергия зажигания; 11) способность взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и другими веществами. ГОСТ 12.1.041–83 регламентирует применять показатели (1–3) – для пыли во взвешенном состоянии, а показатели (8–11) – для пыли в осевшем состоянии.

На основании проведенных исследований авторы статьи считают, что наиболее значимыми показателями среди перечисленных являются: максимальное давление взрыва, скорость нарастания давления взрыва, температура тления и температура самовоспламенения. Зная технологические свойства угольной пыли, можно расчетными методами определить показатели взрывопожароопасности, например при известном выходе летучих рассчитать НКПР для конкретного вида угольной пыли.

Исходя из изложенного, целью данной работы является количественное и качественное определение технологических свойств и показателей взрывопожароопасности каменноугольной пыли (КУП) различных марок инновационными научно-исследовательскими методами. В качестве образцов для проведения работы были отобраны угли месторождений Кузнецкого и Печорского угольных бассейнов.

Методики и результаты исследования

Для достижения поставленной цели были применены две методики.

Первая – это методика синхронного термического анализа (СТА). В ее состав вошли три взаимно сочетаемых и дополняющих друг друга метода, а именно: метод термогравиметрическо-

го анализа (ТГ), метод дифференциальной термогравиметрии (ДТГ) и метод дифференциально-термического анализа (ДТА). Кроме того, в ходе работы применено сочетание ТГ, ДТГ с методом дифференциально сканирующей калориметрии (ДСК). Результаты получены на научно-техническом комплексе STA 449 F3 Jupiter, работающем под управлением программного пакета NETZSCH Proteus Termal Analysis. Выбор методики основан на результатах исследований, проведенных авторами статьи ранее [3, 5, 15], а также учитывает мнение авторов других работ [16–18].

Вторая методика включает в себя три метода, позволяющих определить тот или иной показатель взрывопожароопасности КУП. Методика выбрана на основании результатов экспериментальных исследований каменноугольной пыли различной дисперсности и учитывает мнения авторов [6, 10, 18, 19]. В основу методики положена научно-исследовательская установка, главным элементом которой является сферическая взрывная камера вместимостью 20 л и прикладное программное обеспечение ExTest.

С помощью методики СТА, разработанной для всестороннего изучения свойств КУП, могут быть прямым методом получены данные о суммарной влажности угля (общая влага = внешняя влага + влага воздушно-сухого угля и др. влага), зольности, выходе летучих, теплоте сгорания, а также показатели взрывопожароопасности, такие как температура тления, воспламенения и самовоспламенения. С помощью полученных экспериментальных данных расчетными методами могут быть определены энергия активации, температура горения, давление взрыва и нижний концентрационный предел распространения пламени.

На **рис. 1** представлен визуализированный результат экспериментальных данных в воздушной и инертной среде, полученный на установке STA 449 F3 Jupiter и обработанный с помощью прикладного программного обеспечения к нему Proteus Termal Analysis.

Комбинированная среда, примененная при проведении экспериментальной части работы, состояла из инертной среды (аргон, Ar) от 20 °С и стратификации при 900 °С в течение 15 мин, после чего аргон заменялся на воздух. Разработанная методика позволяет исследовать как процесс коксования, так и процессы, происходящие при термической деструкции образца. Первую производную ДТА, отображаемую на рис.1, *а* в виде кривой *d*ДТА, применили для лучшего визуального сопоставления данных СТА и определения начала того или иного процесса. При использовании данного метода исследования могут быть получены данные по выходу летучих и зольности (в воздушной среде выход летучих получить невозможно). Отличием вышеописанного метода СТА, позволяющего одновременно получить данные ТГ, ДТГ и ДТА, от другого метода СТА является то, что вместо данных ДТА возможно получить результаты ДСК. На рис.1, *б* отражена графическая информация, показывающая как результаты ТГ и ДТГ, так и ДСК, по графику которой определена энергетика процесса пиролиза (теплота сгорания), выраженная в Дж/г. В данном случае теплота сгорания образца КУП составила 40658 Дж/г, что не противоречит общеизвестным справочным данным [20].

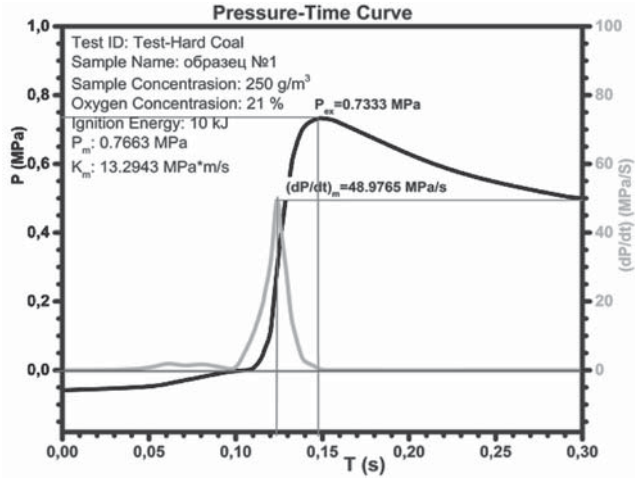

Рис. 3. Визуализированный результат графических данных определения взрывоопасных характеристик КУП в 20-литровой взрывной камере (P_{ex} – давление взрыва, МПа; $(dP/dt)_{ex}$ – скорость нарастания давления при взрыве, МПа/с; *T* – время, с; Pressure-Time Curve – кривая давление–время)

Ниже на **рис. 2** представлен результат программной обработки данных ТГ, полученный с помощью прикладного программного обеспечения NETZSCH Proteus Termal Analysis.

Согласно данным рис. 2, начало интенсивного выхода летучих начинается при температуре 412,8 °С (19-я мин). Значения в данном случае определены в программной среде вручную (оператор В. А. Родионов), а не в автоматическом режиме. Общий выход летучих составил 29,13 %, остаточная (конечная) зольность образца аналитической пробы составила 5,27 %. Согласно разработанному методу, для получения наиболее информативного графического результата, лучше всего отображающего динамику происходящих в образце процессов на стадии пиролиза в воздушной среде, необходимо применять только такие координатные оси.

Выполненные методами СТА исследования показали возможность определения как технологических свойств угольной пыли, так и показателей ее пожаровзрывоопасности. Последние определяются по Маршу; например, температура начала процесса термической деструкции образца в воздушной среде примерно равна температуре воспламенения, определенной стандартным методом по ГОСТ 12.1.044. Температура самовоспламенения соответствует точке максимального выхода летучих (для исследованных марок углей – точке середины графика).

Разработанная методика исследования КУП с помощью методов СТА с высокой достоверностью позволяет определять рассмотренные в настоящей статье параметры и показатели. При проведении СТА, состоящего из ТГ, ДТГ и ДТА, масса образца составила 10 мг, а для СТА из ТГ, ДТГ и ДСК – 1 мг. Масса образцов определена экспериментально при отработке методики и с учетом литературных данных [3, 5, 19, 20].

На **рис. 3** приведена графическая информация по определению показателей взрывоопасности КУП, отображаемая на мониторе по окончании эксперимента.

Результаты, приведенные на рис. 3, получены на установке Санкт-Петербургского горного университета с применением химических воспламенителей. Визуализация данных выполнена в среде OriginPro, так как имеющееся программное обеспечение ExTest не позволяет получать графические данные хорошего разрешения и проводить их дальнейшую математическую обработку.

Полученные в ходе научного исследования данные показали, что для добываемых в настоящее время марок углей Кузнецкого и Печорского угольных бассейнов показатели взрывопожароопасности, а именно – максимальные значения давления взрыва и скорость нарастания давления взрыва получаются при концентрациях КУП, равных 100 г/м^3.

Заключение

1. Выполненная научно-исследовательская работа показала, что в качестве инновационной методики определения как технологических свойств угольной пыли, так и показателей ее пожаровзрывоопасности необходимо применять методы СТА (ТГ+ДТГ+ДТА), выполняемые последовательно в воздушной и комбинированной среде.

2. Исследование характеристик нормального и дефлаграционного горения в области верхнего концентрационного горения во взрывной 20-литровой камере невозможно из-за малой вместимости загрузочного устройства для исследуемого вещества.

3. Детонационный режим горения (взрыв) и его параметры, полученные с помощью прикладного программного пакета ExTest, обладают хорошей сходимостью и достоверностью, но для их графической интерпретации требуется применять специализированные программы, например OriginPro и др.

4. Максимальное давление взрыва для исследованных марок углей Кузнецкого и Печорского угольных бассейнов составляло 0,7–0,8 МПа, скорость нарастания давления взрыва 43–50 МПа/с, что показало высокую пожаровзрывоопасность аналитической пробы каменноугольной пыли. Также было установлено, что наибольшую опасность представляют отдельные фракции аналитической пробы угольной пыли, имеющие дисперсность в 63–94 мкм.

Библиографический список

См. англ. блок. ГЖ

«GORNYI ZHURNAL», 2018, № 6, pp. 45–49
DOI: 10.17580/gzh.2018.06.09

Innovative methods for investigating technological properties and explosion/fire risk data of coal dust

Information about authors
S. Ya. Zhikharev[1], Chief Researcher, Doctor of Engineering Sciences
V. A. Rodionov[2], Professor, Candidate of Engineering Sciences, 79213258397@mail.ru
L. V. Pikhkonen[2], Head of Chair, Candidate of Engineering Sciences

[1] Mining Institute, Perm Federal Research Center, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Perm, Russia
[2] Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

Abstract
Investigating coal dust inflammation conditions resulting in many instances in explosions and disastrous effects requires close attention and innovative approaches involving advanced instrumental procedures and up-to-date research equipment. This article's authors discuss the equipment (instruments and installations) which make it possible to obtain several characteristics both of technological properties and explosion/fire risk of coal dust in the tests and, thereby, to propose an integrated approach to the analysis of coal dust of different fineness. It is recommended to use up-to-date (innovative) methods of analyzing different-fineness coal dust samples. Such methods enable determination of technological properties and explosion/fire risk data of coal dust.
In the article, a number of methods of synchronous thermal analysis are discussed: thermal gravimetric, differential thermogravimetric, differential thermal analysis and differential scanning calorimetry in various combinations of the first two methods with the third or the fourth. The first combination allows determining moisture, volatile yield and final ash content. In the second case, it is suggested to obtain fire risk data: temperatures of incomplete combustion, inflammation and spontaneous ignition.
The experimental analysis of coal dust fire (explosion) data was carried out using a 20-l blasting chamber. The experimental research findings show that for the coal ranks currently produced in the Kuznetsk and Pechora Basins, the explosion/fire risk data, namely, maximum burst pressures and rates of increase in burst pressure are achieved at the coal dust concentration of 100 g/m3. For the tested ranks of the Kuznetsk and Pechora coal, the maximum burst pressure was 0.7–0.8 MPa and the rate of increase in burst pressure was 43–50 MPa/s, which implied high explosion/fire risk data of the coal dust samples. It was found that the most hazardous were the coal dust sample particles having fineness of 63–94 μm.

Keywords: synchronous thermal analysis, coal dust, explosive dust, analysis sample, volatile yield, ash content, maximum burst pressure, rate of increase in burst pressure, explosion/fire risk data, technological parameters.

References

1. Babkin V. A. Coal industry development in the Russian Federation using the example of the innovative territorial cluster "Integrated coal and industrial wastes processing" in the Kemerovo Region. *Ugol.* 2016. No. 3. pp. 50–52.
2. Coal Industry Supervision Department. Coal industry. *Informatsionnyi byulleten Federalnoi sluzhby po ekologicheskomu, tekhnologicheskomu i atomnomu nadzoru.* 2016. No. 4 (85). pp. 1–7.
3. Rodionov V. A., Pikhkonen L. V., Zhikharev S. Ya. Dispersion of the G-type coal dust of the Vorgashorskoe field and its influence on the thermal destruction process. *Vestnik Permskogo nacionalnogo issledovatelskogo politekhnicheskogo universiteta. Geologiya. Neftegazovoe i gornoe delo.* 2017. Vol. 16, No. 4. pp. 350–356.
4. Pilyaev N. A. Industrial Safety of the Enterprises of Mineral and Raw Complex in XXI Century. *Occupational Safety in Industry.* 2017. No. 1. pp. 82–87.
5. Rodionov V. A., Pikhkonen L. V., Zhiharev S. Ya. Analyzing application methods of thermal analysis for evaluation of explosive properties of Sokolovsky deposit coal. *Izvestiya Tulskogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle.* 2017. No. 3. pp. 84–93.
6. Zhou A., Wang K. Role of gas ventilation pressure on the stability of airway airflow in underground ventilation. *Journal of Mining Science.* 2018. Vol. 54, No. 1. pp. 127–136.
7. Melody S. M., Johnston F. H. Coal mine fires and human health: What do we know? *International Journal of Coal Geology.* 2015. Vol. 152. pp. 1–14.
8. Karaoulis M., Revil A., Mao D. Localization of a coal seam fire using combined self-potential and resistivity data. *International Journal of Coal Geology.* 2014. Vol. 128–129. pp. 109–118.
9. Wang Y., Lu C., Zuo C. Coal mine safety production forewarning based on improved BP neural network. *International Journal of Mining Science and Technology.* 2015. Vol. 25, Iss. 2. pp. 319–324.
10. Cloney C. T., Ripley R. C., Amyotte P. R., Khan F. I. Quantifying the effect of strong ignition sources on particle preconditioning and distribution in the 20-L chamber. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries.* 2013. Vol. 26, Iss. 6. pp. 1574–1582.
11. Kalyakin S. A. Analysis of the fire and explosion hazard of coal dust. *Gornospasatelnoe delo.* 2012. No. 1. pp. 27–35.
12. Available at: http://docs.cntd.ru/document/902111644 (accessed: 10.09.2017)
13. Available at: http://docs.cntd.ru/document/499060050 (accessed: 10.09.2017)

14. Gordienko D. M., Vogman L. P., Gorshkov V. I., Shebeko Ju. N., Melihov A. S. et al. Ensuring fire safety of production objects. researches and development of normative documents of FGBU VNIIPO EMERCOM of Russia in the field of fires and explosions prevention. *Occupational Safety in Industry.* 2017. No. 6. pp. 5–20.
15. Pikhkonen L. V., Rodionov V. A., Zhiharev S. Y. Determination research of fire and explosion hazardous properties for hard coal at the Prokopyevsk coal field of the Leninsk-Kuznetsky coal field. *Izvestiya Tulskogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle.* 2017. No. 3. pp. 74–83.
16. Chernysheva E. N. Coal moisture content as product quality indicator. *Ugol.* 2016. No. 8. pp. 125–128.
17. Maryandyshev P. A., Chernov A. A., Lyubov V. K. Thermogravimetric and kinetic investigations of peat and hydrolytic lignine. *International Journal of Experimental Education.* 2014. No. 12. pp. 20–27.
18. Brown M. E., Gallagher P. K. Handbook of Thermal Analysis and Calorimetry. Amsterdam : Elsevier Science, 2008. Vol. 5: Recent Advances, Techniques and Applications. 780 p.
19. Poletaev N. L. On the problem of experimental justification of low explosibility for dust/air mixture in the 20-l chamber. *Fire and Explosion Safety.* 2017. Vol. 26, No. 6. pp. 5–20.
20. Korolchenko A. Ya., Korolchenko D. A. Fire hazard of substances and materials and the extinguishing methods : Reference book. In two volumes. Second edition, revised and enlarged. Moscow : Assotsiatsiya Pozhnauka, 2004. 1487 p.

УДК 332:620:504

РЕЗЕРВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ЗАПАДНОГО УРАЛА

Д. Г. ЗАКИРОВ[1], *генеральный директор Ассоциации энергетиков Западного Урала, главный научный сотрудник, проф., д-р техн. наук, awup.perm@mail.ru*
М. А. МУХАМЕДШИН[1], *ведущий инженер*
Р. А. ФАЙЗРАХМАНОВ[2], *заведующий кафедрой, проф., д-р экон. наук*
А. В. НИКОЛАЕВ[2], *доцент, канд. техн. наук*

[1] *Горный институт УрО РАН – филиал ФГБУН Пермского федерального исследовательского центра УрО РАН, Пермь, Россия*
[2] *Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, Россия*

Рассмотрены пути повышения эффективности горного производства на основе комплексного подхода к решению экологических проблем и использования вторичных энергетических ресурсов.

Ключевые слова: *угольные и горнорудные предприятия, энергоемкость, энергетическая эффективность, экологизация, вторичные энергетические ресурсы.*
DOI: *10.17580/gzh.2018.06.10*

Введение

Западный Урал занимает обширную территорию, охватывающую весь Пермский край (центр региона), восточные части Республики Коми (на севере) и Республики Башкортостан (на юге). Он по сравнению с другими регионами отличается наличием богатых минеральных ресурсов, среди которых уголь, нефть, газ, калийно-магниевые и натриевые соли, драгоценные и поделочные камни, золото и платина, хромовые руды, металлургическое, цементное и карбонатное сырье, общераспространенные полезные ископаемые, подземные минеральные и пресные воды.

В Пермском крае открыто 205 месторождений нефти и газа, в разработку вовлечено 115 месторождений, на 18 месторождениях ведутся работы по подготовке к освоению. В крае находится одно из крупнейших в мире Верхнекамское месторождение калийных солей, балансовые запасы которых составляют около 230 млрд т. На севере Прикамья разведаны восемь месторождений россыпных алмазов. В Горнозаводском районе находится единственная разрабатываемая в России группа Сарановских месторождений хромовых руд с разведанными запасами 12,8 млн т. В бассейне р. Камы сосредоточены крупные запасы песчано-гравийных смесей в объеме 250 млн м^3.

На территории Западного Урала действует множество горнодобывающих предприяний, характеризующихся высокой энергоемкостью производства и негативным влиянием на окружающую природную среду. Это требует разработки энергосберегающих и природоохранных мероприятий.

В последние годы вопросу эколого-энергетической эффективности горного производства (в том числе и в региональном аспекте) уделяется повышенное внимание как в отечественной, так и в зарубежной научно-технической литературе [1–16]. В долгосрочной программе развития угольной промышленности России на период до 2030 г. предусмотрено снижение не менее чем в 1,5 раза энергоемкости добычи и переработки угля, улучшение экологической ситуации [17, 18].

Пути снижения энергоемкости горного производства и его воздействия на окружающую природную среду

В Горном институте УрО РАН ведут работы по изучению энергетических и экологических проблем развития горнодобывающей промышленности Западного Урала, направленные на снижение энергоемкости и экологизацию горного производства, внедрение возобновляемых и вторичных источников энергии. Методологической основой исследований служит системный инновационный подход.

В качестве первоочередного направления работ по снижению отрицательного воздействия на природную среду рекомендуется развивать малоотходные производства на базе комплексного использования попутных минеральных и энергетических ресурсов горных предприятий, создав эколого-технологические процессы, связанные не только с основной технологией добычи полезных ископаемых, но и с получением дополнительного продукта – электрической и тепловой энергии, строительных материалов.