

В.Г. Черечукин, Е.И. Любомищенко, Е.И. Колесниченко

# ВЫХОД ЛЕТУЧИХ ВЕЩЕСТВ ЯВЛЯЕТСЯ ПОКАЗАТЕЛЕМ СНИЖЕНИЯ УГЛЕРОДНОЙ МАССЫ В КОКСОВОМ ОСТАТКЕ ОБРАЗЦА УГЛЯ

**Аннотация.** Показано, что применяемый критерий взрывоопасности угольных пластов по взрывоопасности угольной пыли недостаточно обоснован. Он был принят при отсутствии достоверных знаний о структурно-химическом составе органической части угольного пласта. Приведены условия определения выхода летучих веществ из угольной пробы массой 1 г. Приведена методика исследования расчета разложения угольной пыли при нагревании и улетучивания углерода в зависимости от общего выхода летучих из пробы. Выход летучих рассчитывался по массовой концентрации атомов водорода, кислорода, золы и углерода, которая была определена при аналитическом анализе пластов, разрабатываемых шахтами АО «СУЭК». Установлено, что при увеличении показателя выхода летучих веществ происходит уменьшение массы коксового остатка в аналитической пробе. Показано, что по величине выхода летучих нельзя оценить угольные пласты по взрывчатой способности угольной пыли, так как в муфельной печи она не витает в воздухе, а лежит ровным слоем на дне тигля. Выход летучих может быть показателем экономической конкурентности угольных пластов, так как показывает реальное массовое содержание углерода, которое остается для применения в металлургической промышленности.

**Ключевые слова:** угольная пыль, выход летучих веществ, навеска пыли, элементный анализ, углерод, водород, кислород, улетучивание углерода.

DOI: 10.25018/0236-1493-2018-12-0-208-214

## Актуальность

Взрывы в шахтах с участием метана и угольной пыли относятся к авариям, которые в большинстве случаев носят характер катастроф. Проблемой остается обеспечение взрывобезопасности при подземной разработке угольных пластов. Продолжающиеся взрывы с участием угольной пыли представляют одну из основных опасностей при разработке угольных пластов, как в России, так и за рубежом. Анализ показал, что применяемые способы предотвращения взрывов недостаточно обоснованы теоретическими знаниями о свойствах угольной пыли, как о горючем веществе, процессах горения и взрыва в шахтной атмосфере.

При проектировании шахты в угольной промышленности необходимо учитывать целый ряд определенных решений, обязательных к применению правилами безопасности, отраслевыми инструкциями, накопленным опытом, а также горно-геологическими и горнотехническими условиями. В России и за рубежом считается, что одним из основных показателей отнесения угольных пластов к опасным по взрыву угольной пыли принят выход летучих веществ.

## Цель исследования

Установить взаимосвязь структурно-химического состава угля с показателем выхода летучих веществ и химическим

составом этих веществ. Объектом исследования являются угольные пласты, разрабатываемые на шахтах АО «СУЭК».

### Обсуждение результатов исследования

Основоположником применения показателя выхода летучих веществ необходимо считать А.М. Быкова [39]. Обычно по выходу летучих веществ судили о качестве угля, так как этот показатель характеризует состав угля и степень углефикации и представляет собой отношение массы летучих веществ к единице массы топлива (в %) в пересчете на сухое беззольное его состояние  $V^{daf}$  (%). Для каменных углей  $V^{daf} \sim 50-8\%$ . А.Н. Быков предложил считать выход летучих веществ индикатором метаноносности угольных пластов и показателем интенсивности внезапных выбросов метана. По его данным на каждый процент потерянных летучих выделяется  $12-15 \text{ м}^3$  метана, а при внезапном выбросе на один процент выхода летучих выбрасывается до  $350-450 \text{ м}^3$  метана [39].

В России и за рубежом в середине прошлого века на эмпирической осно-

ве принята концепция взрывоопасности угольной пыли, критерием которой Н.Н. Семеновым [2] был принят выход летучих веществ, который устанавливается лабораторными испытаниями [2]. Согласно классической теории взрыва Н.Н. Семенова при нагревании частиц угольной пыли выделяются летучие вещества, с последующим их взрывом, а твердая фаза не принимает участие во взрыве [2]. Однако, несмотря на широкое использование на практике показателя выхода летучих веществ, их химическое содержание не было исследовано.

Рассмотрим условия определения выхода летучих веществ.

Основным назначением определения показателя выхода летучих веществ является установление марки угля и спекающихся свойств и характеристики коксового остатка для металлургической промышленности. Методика определения выхода летучих выполняется в соответствии с ГОСТ [2]. Навеску частиц угольной пыли массой  $(1 \pm 0,01)$  г и размером фракций не более  $212 \text{ мкм}$  нагревают с ограниченным доступом воздуха в муфельной печи до температуры

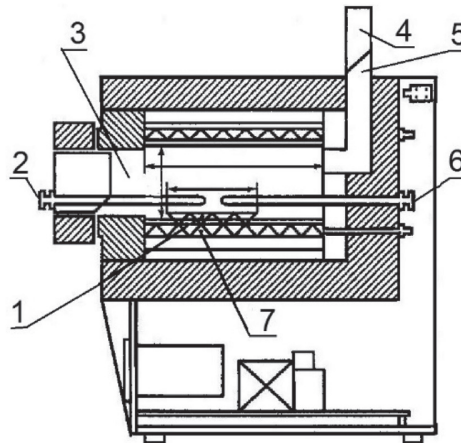


Рис. 1. Муфельная печь с электрообогревом: 1 — зона постоянной температуры; 2 — контрольная термопара; 3 — камера (ширина 200 мм); 4 — отводная трубка; 5 — клапан; 6 — термопара; 7 — нагревательная система [2]

Fig. 1. Muffle kiln with electrical heating: 1—constant temperature zone; 2—control thermal couple; 3—chamber (200 mm wide); 4—drain pipe; 5—valve; 6—thermal couple; 7—heating system [2]

900 °С ( $\pm 5$  °С) в течение 7 мин (рис. 1). После охлаждения взвешивают нелетучий остаток с точностью до 1 или 2 мг и определяют массу летучих веществ в процентах к исходной массе навески.

Нелетучая масса представляет собой остатки органического и неорганического вещества (золы). Информация о химической характеристике летучей составляющей отсутствует. Однако за рубежом продолжают исследования участия выхода летучих веществ с такими, например, выводами: «количество выходящих газов повышалось с ростом количества летучего вещества в угле» [4, 5].

В основе предлагаемой методики исследования приняты положения:

- органическая масса имеет макромолекулярную структуру, которая научно обоснована в ЮРГПУ(НПИ) [6];
- анализ химических процессов производятся в соответствии с молекулярно-кинетической теорией;
- расчеты приняты по результатам технического и элементного анализа органической сухой беззольной массы разрабатываемых пластов.

Расчеты были выполнены по результатам определения выхода летучих веществ из угольных проб, взятых на пластах «Бреевский», пл. 52 и пл. 67, а также усредненные данные на пластах с низким выходом летучих веществ. Расчет выполняем для навески угольной пыли массой 1 г.

До нагревания в пробе пласта «Бреевский» масса углерода  $C = 0,82$  г, водоро-

да  $H = 0,0575$  г, кислорода  $O,0854$  г, золы  $0,0371$  г (таблица). После нагревания выход летучих составил  $0,552$  г. Остаток нелетучей массы составил  $0,448$  г или  $54,6\%$  от массы в пробе. При этом улетучилось  $0,372$  г углерода ( $45,4\%$ ).

До нагревания пробы из пласта 52 на шахте «Котинская» в 1 г пробы было  $C = 0,792$  г,  $H = 0,057$  г,  $O = 0,121$  г и золы  $0,03$  г. Выход летучих веществ составил  $0,423$  г, остаток нелетучей массы  $0,577$  г ( $72,9\%$ ). Кроме водорода и кислорода улетучилось  $0,215$  г углерода или  $27,1\%$  от исходной массы.

На шахте «Талдинская-Западная-1» в пробе было  $C = 0,8079$  г,  $H = 0,0545$  г,  $O = 0,1074$  г и золы  $0,0302$  г. Выход летучих составил  $0,374$  г. Остаток нелетучей массы  $0,596$  г ( $73,8\%$ ). При этом улетучилось углерода  $0,2121$  г или  $26,25\%$  от количества в пробе.

Расчет для усредненных данных с низким показателем летучих показал, что до нагревания масса  $C = 0,885$  г,  $H = 0,047$  г,  $O = 0,04$  г и золы  $0,028$  г. Выход летучих составил  $0,25$  г, в том числе углерода  $0,163$  г или  $18,42\%$  от массы в навеске. Остаток массы углерода составил  $0,722$  г ( $81,6\%$ ).

При длительном нагревании муфеля в частицах пыли начинается эндотермическая реакция с отсоединением в начале алифатических соединений, к которым относятся атомы водорода  $H$  и кислорода  $O$ , а затем молекулы углерода.

Анализ показал, что при нагревании в муфеле пробы пыли, происходит частич-

#### Результаты технического и элементного анализа угля Results of technical and element analyses of coal

Шахта, пласт	Выход летучих, мас. %	Элементный анализ, мас. %		
		углерод $C^{daf}$	водород $H^{daf}$	кислород $O^{daf}$
«Польсаевская», пл. «Бреевский»	55,2	82	5,75	8,54
«Котинская», пл. 52	42,3	79,2	5,7	12,1
«Талдинская-Западная-1», пл. 67	37,4	80,79	5,45	10,74
Усредненные данные	19–28	87,5–89,5	5,0–4,5	4,5–3,2

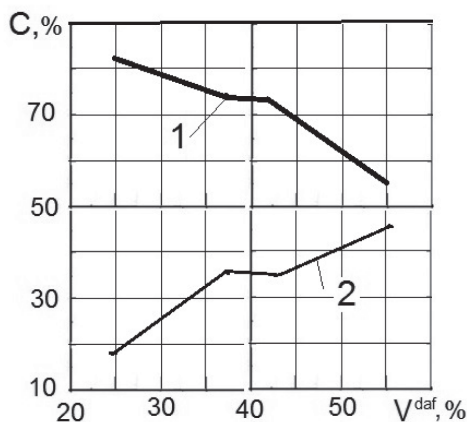


Рис. 2. Зависимость массы (%) оставшегося коксового остатка углерода (1), и улетучившейся массы (2) углерода в результате нагревания от показателя выхода летучих  $V^{daf}$

Fig. 2. Relationship of weight (%) of carbon coke residue (1), heated carbon escape (2) and volatile yield  $V^{daf}$

ное улетучивание углерода. На рис. 2 приведены зависимости изменения массы углерода в муфельной печи.

### Вывод

По выходу летучих нельзя оценить взрывчатую способность угольной пыли,

так как она не витает в воздухе, а лежит ровным слоем на дне тигля. Выход летучих может быть показателем конкурентности угольных пластов, так как показывает реальное содержание углерода для применения в металлургической промышленности.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила безопасности в угольных шахтах, утвержденные приказом Ростехнадзора от 19 ноября 2013 г. № 550 (с изменениями на 22 июня 2016 г.).
2. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Инструкция по локализации и предупреждению взрывов пылегазовоздушных смесей в угольных шахтах». Приказ Ростехнадзора от 14.11.2012 № 634. Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, № 7, 18.02.2013.
3. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Инструкция по борьбе с пылью в угольных шахтах». Приказ Ростехнадзора от 14 октября 2014 г. № 462.
4. Инструкция по предупреждению и локализации взрывов угольной пыли. Приложение к § 262, 268, 270, 271 ПБ / Госгортехнадзор России. Правила безопасности в угольных шахтах. Книга 3. Инструкции по борьбе с пылью и пылевзрывозащите к Правилам безопасности в угольных шахтах. — М., 1999.
5. Быков А. М., Терещенко Ю. Ф., Прозоров А. Н. Влияние влаги, золы и метана на взрываемость пыли / Труды ВостНИИ. Безопасность работ в угольных шахтах, т. 15. — М.: Недра, 1971. — С. 157—159.
6. Семенов Н. Н. Теория горения // Наука и жизнь. — 1940. — № 8—9. — С. 3—12.
7. ГОСТ Р 55660-2013 Топливо твердое минеральное. Определение выхода летучих веществ.
8. Mclean W. J., Hardesty D. R., Pohl J. H. Direct observations of devolatilizing pulverized coal particles in a combustion environment. 18th Symp. (Int.) Combust., Waterloo, Aug. 17—22, 1980. Pittsburgh, Pa. 1981, с. 1239—1247.
9. Torrent Javier García, Fuchs Juan Cantalapiedra, Borrajo Juan Llamas. On the Combustion Mechanism of Coal Dust in the Presence of Firedamp. Combust. and Flame. 1991. 87, No 3—4, pp. 371—374.

10. Cashdollar K. L., Weiss E. S., Greninger N. B., Chatrathi K. Laboratory and large-scale dust explosion research. *Plant/Oper. Progr.* 1992. 11, No 4, pp. 247–255.

11. Колесниченко И.Е., Артемьев В.Б., Колесниченко Е.А., Черечукин В.Г., Любомищенко Е.И. Исследование влияния выхода летучих веществ на взрывоопасность угольной пыли // Уголь. — 2016. — № 2 (1082). — С. 50–55.

12. Рашевский В. В., Артемьев В. Б., Силютин С. А. Качество углей ОАО «СУЭК». — М.: Кучково поле, 2011. — 576 с. **ГИАЗ**

## КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Черечукин Владимир Геннадьевич — заместитель главного инженера, ФГУП «ВГСЧ», e-mail: vgvgsch@yandex.ru,

Любомищенко Екатерина Игоревна<sup>1</sup> — кандидат технических наук, доцент, e-mail: katya87lk@mail.ru,

Колесниченко Евгений Игоревич<sup>1</sup> — студент,

<sup>1</sup> Шахтинский автодорожный институт (филиал), Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М.И. Платова.

---

ISSN 0236-1493. Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2018. No. 12, pp. 208–214.

## Volatile yield as indicator of carbon reduction in coke residue of coal sample

Cherechukin V.G., Deputy Chief Engineer, e-mail: vgvgsch@yandex.ru,

Federal State Unitary Enterprise «Paramilitary Mine Rescue Unit»,

Lyubomishchenko E.I.<sup>1</sup>, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor, e-mail: katya87lk@mail.ru,

Kolesnichenko E.I.<sup>1</sup>, Student,

<sup>1</sup> Shakhty Institute of Road (branch), Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), 346500, Shakhty, Russia.

**Abstract.** The article shows that the explosion hazard criterion of coal seams based on explosibility of coal dust is insufficiently justified. This criterion was assumed in the conditions of lack of reliable knowledge on the structure and chemistry of the organic part of coal seams. Determination of volatile yield from a coal sample 1 g in weight is described. The analysis procedure is presented for coal dust decomposition under heating and escape of carbon depending on total volatile yield from samples. The volatile yield is calculated by mass concentration of hydrogen, oxygen, ash and carbon atoms determined in coal mines of SUEK. It is found that as the volatile yield decreases, the mass of the coke residue in the test sample reduces. It is impossible to estimate explosion hazard of coal seams using the coal dust explosibility index determined based on the volatile yield as coal dust lies evenly on the bottom of muffle kiln rather than soars. The volatile yield can be the indicator of coal marketability as the volatile yield is reflective of the real weight content of carbon residue for the metallurgical application.

**Key words:** coal dust, volatile yield, dust sample, element analysis, carbon, hydrogen, oxygen, carbon escape.

---

DOI: 10.25018/0236-1493-2018-12-0-208-214

## REFERENCES

1. *Pravila bezopasnosti v ugol'nykh shakhtakh, utverzhdennye prikazom Rostekhnadzora ot 19 noyabrya 2013 g., no 550 (s izmeneniyami na 22 iyunya 2016 g.)* [Rules of safety in coal mines, approved by Rostekhnadzor order No. 550 dated November 19, 2013 (as amended on 22 June 2016)].

2. *Federal'nye normy i pravila v oblasti promyshlennoy bezopasnosti. Instruktsiya po lokalizatsii i preduprezhdeniyu vzryvov pylegazovozdushnykh smesey v ugol'nykh shakhtakh. Prikaz Rostekhnadzora ot 14.11.2012 No 634.* [Federal regulations and rules in the field of industrial safety. Instructions for the localization and prevention of explosions of dust and gas mixtures in coal mines. Rostekhnadzor order No. 634, dated 14.11.2012].

3. *Federal'nye normy i pravila v oblasti promyshlennoy bezopasnosti. Instruktsiya po bor'be s pyl'yu v ugol'nykh shakhtakh. Prikaz Rostekhnadzora ot 14 oktyabrya 2014 g. No 462* [Federal regulations and rules in the field of industrial safety. Instruction on dust control in coal mines. Rostekhnadzor order No. 462 dated October 14, 2014].

4. *Instruktsiya po preduprezhdeniyu i lokalizatsii vzryvov ugol'noy pyli. Prilozhenie k § 262, 268, 270, 271 PB. Gosgortekhnadzor Rossii. Pravila bezopasnosti v ugol'nykh shakhtakh* [Instructions for the prevention and localization of coal dust explosions. Annex to § 262, 268, 270, 271 PB. Gosgortekhnadzor of Russia. Safety regulations in coal mines], Moscow, 1999.

5. Bykov A. M., Tereshchenko Yu. F., Prozorov A. N. Vliyanie vlagi, zoly i metana na vzryvaemost' pyli [Influence of moisture, ash and methane on dust explosion], *Trudy VostNil. Bezopasnost' rabot v ugol'nykh shakhtakh*, vol. 15, Moscow, Nedra, 1971, pp. 157–159. [In Russ].

6. Semenov N. N. Teoriya goreniya [Combustion theory], *Nauka i zhizn'*. 1940, no 8–9, pp. 3–12. [In Russ].

7. *Toplivo tverdoe mineral'noe. Opredelenie vykhoda letuchikh veshchestv GOST R 55660-2013* [Solid mineral fuel. Determination of volatile matter yield. State standart R 55660-2013].

8. Mclean W. J., Hardesty D. R., Pohl J. H. Direct observations of devolatilizing pulverized coal particles in a combustion environment. *18th Symp. (Int.) Combust., Waterloo, Aug. 17–22, 1980*. Pittsburgh. Pa. 1981, pp. 1239–1247.

9. Torrent Javier Garcia, Fuchs Juan Cantalapiedra, Borrajo Juan Llamas. On the combustion mechanism of coal dust in the presence of firedamp. *Combust. and Flame*. 1991. 87, No 3–4, pp. 371–374.

10. Cashdollar K. L., Weiss E. S., Greninger N. B., Chatrathi K. Laboratory and large-scale dust explosion research. *Plant/Oper. Progr.* 1992. 11, No 4, pp. 247–255.

11. Kolesnichenko I.E., Artem'ev V.B., Kolesnichenko E.A., Cherechukin V.G., Lyubomishchenko E.I. Issledovanie vliyaniya vykhoda letuchikh veshchestv na vzryvoopasnost' ugol'noy pyli [A study of the influence of volatile substances on explosion hazards of coal dust], *Ugol'*, 2016, no 2 (1082), pp. 50–55. [In Russ].

12. Rashevskiy V. V., Artem'ev V. B., Silyutin S. A. *Kachestvo ugley OAO «SUEK»* [The quality of coal of OJSC «SUEK»], Moscow, Kuchkovo pole, 2011, 576 p.



---

## ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ ГОРНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО БЮЛЛЕТЕНЯ (СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК)

---

### ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ. ПОИСК НОВОЙ МОДЕЛИ

(2018, № 9, СВ 43, 16 с.)

*Мацко Наталья Аркадьевна* — доктор технических наук, ведущий научный сотрудник, ФИЦ «Информатика и управление» РАН, Институт системного анализа РАН, e-mail: matsko@inbox.ru, *Харитоновна Маргарита Юрьевна* — кандидат технических наук, старший научный сотрудник, ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН», Институт химии и химической технологии СО РАН.

Рассмотрены особенности экономического развития в рамках действующей экономической модели. Рассмотрены наметившиеся тенденции развития на основе повышения эффективности использования ресурсов и максимального использования накопленных резервов. Очерчены роль и место технологий «зеленой» и «синей» экономики, методов снижения потерь и отходов пищевых продуктов, платформ совместного использования ресурсов в формировании новой экономической модели долгосрочного роста. Оценен потенциал рассмотренных технологий в борьбе с загрязнениями и изменениями климата, исчерпанием возобновляемых и невозобновляемых природных ресурсов. Приведены данные об уровне социальной поддержки экономической модели совместного использования ресурсов в различных регионах мира.

Ключевые слова: ресурсосберегающие модели, экономика совместного использования ресурсов, сокращение объемов парниковых газов, снижение потерь и отходов.

### ECONOMIC DEVELOPMENT. THE SEARCH FOR A NEW MODEL

*Matsko N.A.*, Doctor of Technical Sciences, Leading Researcher, Federal research center «Computer science and control» of RAS, Institute for systems analysis of RAS, 117312, Moscow, Russia, *Kharitonova M.Yu.* Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Krasnoyarsk scientific center of the Siberian branch of of RAS, Institute of chemistry and chemical technology of the Siberian branch of RAS, 660036, Krasnoyarsk, Russia.

The features of economic development on the basis of modern economic model are considered. The outlined tendencies of development on the basis of increase of resources use efficiency and the maximum use of accumulated reserves are considered. The role and place of technologies of «green» and «blue» economy, methods of reduction of losses and waste of food products, platforms of joint use of resources in formation of new economic model of long-term growth are outlined. The potential of the considered technologies in reducing pollution and climate change, the exhaustion of renewable and non-renewable natural resources is estimated. The data on the level of social support of the economic model of resource sharing in different regions of the world are presented.

Key words: resource-saving models, the economy of sharing resources, reducing greenhouse gases, reducing losses and waste.



**МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФТОРА В УГЛЯХ И ОТХОДАХ ИХ ДОБЫЧИ  
И ПЕРЕРАБОТКИ**

(2018, № 5, СВ 22, 13 с. DOI: 10.25018/0236-1493-2018-5-22-3-13)

Созонова Татьяна Сергеевна<sup>1</sup> — инженер, e-mail: sozonova1994@yandex.ru,  
Соколовская Елена Ефимовна<sup>1</sup> — ведущий инженер, e-mail: sesokolovska@mail.ru,  
Силютин Сергей Алексеевич — кандидат технических наук, доцент, АО «СУЭК»,  
Минаев Владимир Иванович<sup>1</sup> — кандидат технических наук, доцент, ведущий инженер,  
Эпштейн Светлана Абрамовна<sup>1</sup> — доктор технических наук, профессор, зав. лаборатории,  
<sup>1</sup> НИТУ «МИСиС».

Фтор в углях рассматривается в ряде стран как потенциально токсичный элемент, соединения которого могут оказывать негативное влияние на окружающую среду при переработке углей. Отмечено, что практически отсутствует систематическая информация о содержании фтора в российских углях. Рассмотрены стандартные методы определения фтора в углях. Показано, что нет достаточно объективных экспериментальных оценок применимости этих методов для измерений содержания фтора в высокозольных углях, отходах добычи, обогащения и сжигания углей. Установлено, что широко применяемый метод, основанный на калориметрическом сжигании анализируемых проб, не обеспечивает полное извлечение фтора из высокозольных углей. Предлагаемые альтернативные методы отличаются большим количеством промежуточных операций и являются весьма трудоемкими. Исключением является неразрушающий метод регистрации «мгновенного»  $\gamma$ -излучения ядерных реакций (PIGE), широкое внедрение которого ограничено отсутствием свободного доступа к соответствующим приборам. Для достоверной оценки содержания фтора в углях с широким диапазоном зольности, а также в отходах их сжигания, вмещающих и вскрышных породах, минеральных отходах углеобогащения необходима разработка новых методик, обеспечивающих полный перевод твердой пробы в раствор, пригодный для последующего потенциометрического титрования с фтор-селективным электродом.

Ключевые слова: уголь, фтор, методы определения фтора, потенциально опасные элементы.

**METHODS OF DETERMINATION OF FLUORINE IN COALS AND WASTE  
OF THEIR PRODUCTION AND PROCESSING.**

Sazonova T.S.<sup>1</sup>, Engineer, e-mail: sozonova1994@yandex.ru,  
Sokolovskaya E.E.<sup>1</sup>, Leading Engineer, e-mail: sesokolovska@mail.ru,  
Silyutin S.A., Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor, JSC «SUEK», Russia,  
Minaev V.I.<sup>1</sup>, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor, Leading Engineer,  
Epstein S.A.<sup>1</sup>, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Laboratory, e-mail: apshstein@yandex.ru,  
<sup>1</sup> National University of Science and Technology «MISIS», 119049, Moscow, Russia.

Coal fluoride is considered in a number of countries as a potentially toxic element, the compounds of which can have a negative impact on the environment during coal processing. It is noted that there is practically no systematic information about the content of fluorine in Russian coals. Examined standard methods for the determination of fluorine in coals. It is shown that there are no sufficient objective experimental estimates of the applicability of these methods for measuring the content of fluorine in high-ash coals, mining waste, coal enrichment and combustion. It was found that the widely used method based on the calorimetric combustion of the analyzed samples does not ensure the complete extraction of fluorine from high-ash coals. The proposed alternative methods are characterized by a large number of intermediate operations and are very time-consuming. An exception is the non-destructive method of registration of "instantaneous"  $\gamma$ -radiation of nuclear reactions (PIGE), the widespread implementation of which is limited by the lack of free access to the relevant devices. For a reliable assessment of the fluorine content in coals with a wide range of ash content, as well as in combustion waste, host and overburden rocks, mineral waste of coal enrichment, it is necessary to develop new techniques that provide a complete transfer of a solid sample into a solution suitable for subsequent potentiometric titration with a fluorine selective electrode.

Key words: coal, fluoride, methods for the determination of fluoride, a potentially hazardous elements.

