

УДК 550.42:553.93/94

НАКОПЛЕНИЕ РУБИДИЯ В УГЛЯХ И УГОЛЬНЫХ ОТХОДАХ ДОНБАССА

Волкова Т. П.

(ДонНТУ, г. Донецк, Украина),

Власов П. А.

(УкрНИМИ НАНУ, г. Донецк, Украина)

Досліджено геохімічні розподіли Rb у вугіллях і відходах вуглезбагачення шахт та вуглезбагачувальних фабрик Донбасу. За даними спектрального напівкількісного методу аналізу зразків вугілля та вугільного шламу проведено аналіз токсичності сполук Rb. Проаналізовано особливості накопичування і розподілу Rb, а також причини виникнення аномалій.

Geochemical Rb distribution in coal and waste coal of Donbass mines and coal-preparation plants is investigated. By the data of spectral semi-quantitative method of analysis of coal and slurry coal samples analysis of toxicity of Rb compounds is made. Peculiarities of Rb accumulation and distribution as well as causes for occurrence of anomalies are analyzed.

Рубидий – редкий химический элемент, практически не изученный в углях и угольных отходах Донбасса. В геологических отчетах различных шахт Донецкого бассейна рубидий практически не встречается среди элементов-примесей. В то же время, рубидий является токсичным элементом. Токсичность *Rb* связана с его действием на нервную и сердечно-сосудистую системы человека [1].

Rb в углях был открыт Х. Рэмейджем в 1927 г. в зольных уносах при газификации английских углей [2]. Рубидий геохимически близок к калию; в гумидных ландшафтах он выносятся

сильнее в тропиках и слабее в умеренном поясе [3]. Фоновые содержания *Rb* в пресных водах составляют 0,2-0,5 мкг/л [4].

Среднее содержание *Rb* в земной коре согласно [1] 90 г/т. Кларк рубидия в осадочных породах принят равным 120 г/т [1.] По этим же данным коэффициент углефилльности равен $90/120 = 0,75$, т.е. исходя из уровня мировых угольных кларков рубидий является неуглефильным элементом.

Согласно российскому нормативу 1996 г., в качестве минимального содержания, определяющего возможную промышленную значимость товарных энергетических углей, принято содержание *Rb* 35 г/т угля и 175 г/т золы [5].

Низкая средняя углефилльность рубидия означает, что в углях должны доминировать минералы, содержащие *Rb* (слюды, полевые шпаты). Распределение *Rb* в конкретном угольном пласте коррелируется в основном зольностью и значительно меньше – другими факторами. В частности, «контактный феномен» (накопление *Rb* в прикровельных или в припочвенных пачках угольных пластов) чаще всего маскируется повышенной зольностью этих пачек. Фиксируется отсутствие влияния петрографического состава угля на содержание *Rb*.

По результатам проведенных геохимических исследований авторами были выявлены аномалии *Rb* по угольным пластам с₆, h₂, h₆, h₈, i₃, k₅¹, l₃, l₆^H, n₁ и аномалии *Rb* в шламоотстойниках, соответственно, 10 шахт и 10 обогатительных фабрик Донбасса (таблица 1). При «пороге токсичности» рубидия в углях 70 г/т содержание этого элемента в углях и антрацитах шахт достигает 148 г/т (ш. «Ремовская»). Причем это значение не является единственным (ураганным), оно прослеживалось в 35 % шахтных проб. Особо стоит отметить шламонакопители ГОФ «Добропольская», ГОФ «Луганская» и ЦОФ «Комендантская». Аномальное содержание рубидия в пробах названных обогатительных фабрик достигало 70 % от общего количества проб.

Таблица 1

Аномальные содержания рубидия по шахтам Донбасса, «порог токсичности» рубидия в углях – 70 г/т

Шахта/Обогащительная фабрика	Содержание, от-до, г/т	Среднее содержание по [6], г/т
1	2	3
ш. им. XXVI съезда КПСС	22-86	66
ш. Октябрьская	43-94	62
ш. № 1 Северная	51-138	71
ш. Ремовская	62-148	84
ш. им. XXIII съезда КПСС	52-89	62
ш. № 5 Дарьевская	49-96	66
ш. им. 60-летия СССР	37-102	65
ш. им. Войкова	43-123	65
ш. Центросоюз	51-143	66
ш. Свердловская	41-134	66
ГОФ Дзержинская	53-137	78
ГОФ Добропольская	75-152	106
ЦОФ Киевская	57-74	62
ЦОФ Дуванская	49-81	61
ГОФ Стахановская	47-142	78
ГОФ Белореченская	48-105	61
ГОФ Самсоновская	44-122	61
ГОФ Луганская	45-159	72
ЦОФ Комендантская	92-203	150
ГОФ Свердловская	64-88	67

Основным носителем и концентратом *Rb* является кластогенная зола $A_{\text{КЛАСТ}}$, в основном слюдяная. Вообще, в углях, где кластогенная зола имеет вулканогенную природу, носителем *Rb* может оказаться полевошпатовая пирокластика или цеолиты. Такой случай описан для углей Турции [1, 7].

Содержания *Rb* в углях обычно тесно коррелируют с количеством слюдяных минералов в составе терригенной или вулканогенной золы. Случаи явных аномалий рубидия в углях связаны

с воздействием на уголь пластовых рассолов, из которых *Rb* сорбировался либо в органическом, либо в глинистом веществе углей.

На различных ГРЭС Донбасса, работающих на донецких углях, *Rb* распределяется в продуктах пылеугольного сжигания следующим образом (первая цифра – концентрация, г/т; вторая – % от массы *Rb* в исходном товарном угле) [1]:

товарный уголь – 45,6 (100) => шлак – 15,5 (1,3) => уловленный зольный унос – 154,5 (72,5) => эмитированный зольный унос – 74,4 (4,2). Как видно из приведенных данных аномалии рубидия сосредоточены в зольных уносах, где он накапливается при сжигании углей.

Косвенным свидетельством атмосферной эмиссии рубидия является и привнос его в почвы. По мере приближения с подветренной стороны к трубам Новочеркасской и Старобешевской ГРЭС, сжигающих угли и антрациты Донбасса со средним содержанием *Rb* 45,6 г/т, в почвах за счет атмосферных выпадений содержание *Rb* возрастает втрое по сравнению с фоновым: 70 (20 км от ГРЭС) → 217 г/т (в 1 км) [7, 8].

Токсичность рубидия и заметная атмосферная эмиссия могут создавать экологические проблемы при сжигании угля. Минимальная опасная концентрация *Rb* в товарных углях («порог токсичности») пока не регламентирована. Исходя из его высокой летучести, можно предполагать, что опасным может быть сжигание без обогащения высокозольных углей. Предварительно принято [1, 7, 9], что опасны угли, в которых содержание рубидия составляет 70 г/т, что на порядок превышает его угольный кларк.

Выводы.

Вследствие практически полного отсутствия геологических данных различных шахт Донбасса по содержанию рубидия в углях об этом элементе практически ничего неизвестно. Рубидий является токсичным элементом, его токсичность связана с воздействием на нервную и сердечно-сосудистую системы человека.

В результате проведенных исследований обнаружены аномалии рубидия, которые более чем в 2 раза превышают его «порог токсичности» в углях. Причем, выявленные аномалии не являются локальными, так как в среднем аномальные значения наблюдались в 40-50 % изученных проб углей и угольных шламов.

Вследствие своей токсичности и возможной атмосферной эмиссии при сжигании углей, рубидий в углях может представлять экологическую опасность. Однако она существует только при сжигании высокозольных углей, зола которых обогащена калием.

Очевидно, что обогащение высокозольных углей по золе является наиболее простым и эффективным средством снижения в них содержания рубидия. В то же время, в случае вхождения его в минералы-концентраты рубидия, эта процедура может не дать нужного эффекта.

СПИСОК ССЫЛОК

1. Юдович Я. Э., Кетрис М. П. Токсичные элементы-примеси в ископаемых углях. Екатеринбург, УрО РАН, 2005. 654 с.
2. Ramage H. Gallium in flue dust // *Nature*, 1927. Vol. 119. P. 783-784.
3. Перельман А. И. Геохимия: Учебник для геол. специальностей вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1989. 528 с.
4. Удодов П. А., Шварцев С. А., Рассказов Н. М. Методическое руководство по гидрогеохимическим поискам рудных месторождений. М.: Недра, 1973. 184 с.
5. Ценные и токсичные элементы в товарных углях России. Справочник / Ю. Н. Жаров, Е. С. Мейтов, И. Г. Шарова и др. М.: Недра, 1996. 239 с.
6. Справочник по содержанию малых элементов в товарной продукции угледобывающих и углеобогачительных предприятий Донецкого бассейна – Днепропетровск, 1994, 187 с.
7. Юдович Я. Э., Кетрис М. П. Ценные элементы-примеси в углях. Екатеринбург, УрО РАН, 2006. 538 с.
8. Редкие элементы в угольных месторождениях / Смыслов А. А., Горцевский А. А., Гордиенко В. В. // Рідкісні метали України - погляд у майбутнє: Збірник наукових праць ІГН НАНУ. - Київ, 2001. - С. 90-91. - Рус.
9. Юдович Я. Э., Кетрис М. П., Мерц А. В. Элементы-примеси в ископаемых углях. Л.: Наука, 1985. 239 с.