

## ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОРОДАХ СНЕЖНЯНСКОЙ ПЛОЩАДИ

В статье рассмотрены геохимические особенности распределения редких элементов в породах Снежнянской площади. Рассмотрены коэффициенты концентрации элементов, их геохимические ассоциации по типам пород.

У статті розглянуті геохімічні особливості розподілу рідких елементів в породах Сніжнянської площі. Розглянуто коефіцієнти концентрації елементів, їх геохімічні асоціації за типами порід.

The article describes the geochemical features of the distribution of trace elements in rocks Snezhnoye area. Consider the coefficient of concentration of elements and their geochemical association by type of rock.

*Вступление.* Одним из путей рационального использования угольных месторождений является извлечение из углей, вмещающих пород и отходов добычи угля редких элементов. В настоящее время редкометальный потенциал углей почти не востребован и в промышленных масштабах извлекается лишь германий и золото. Разработаны технологии извлечения галлия, скандия, урана, иттрия, редкоземельных и некоторых других металлов. Практическая реализация комплексной переработки углей, обогащенных редкими элементами ограничена недостаточной изученностью содержаний редких элементов в углях и углевмещающих породах.

*Последние достижения.* Ранее особенности распределения редких элементов в породах Снежнянской площади исследовались весьма ограничено, т.к. данная площадь, по результатам ранее проведенных геологоразведочных работ, отнесена к резервной для продления срока службы действующих (на момент разведки) шахт п.о. «Горезантрацит». Основанием для этого послужила низкая угленосность площади.

*Формулирование целей.* В данной работе основными задачами изучения геохимии углевмещающих пород являлась: оценка перспективности поисков металлических полезных ископаемых на Снежнянской площади и установление геохимических особенностей пород свит  $C_1^4$ ,  $C_2^0$ ,  $C_2^1$ ,  $C_2^2$ .

*Изложение.* Для изучения геохимических характеристик пород Снежнянской площади было изучено 4767 литохимических проб. Средний интервал опробования составил 4.3 м.

Пробы, отобранные на Снежнянской площади, подвергались следующим методам лабораторных исследований:

- спектральному полуколичественному анализу;
- спектральному количественному анализу на фтор;
- атомно-абсорбционному анализу на ртуть.

Коэффициент концентрации (КК) определяется отношением фактического содержания определяемого вещества в породе ( $C_i$ ), мг/кг к региональному фоновому ( $C_{\text{фи}}$ ):

$$KK = C_i / C_{fi} \quad (1)$$

Снежнянская площадь расположена в пределах восточной части Чистяково-Снежнянской синклинали и северных крыльев Амвросиевского купола и Марьинской антиклинали южной антиклинали Донбасса.

По данным углепетрографических исследований антрациты пластов исследуемой площади относятся к 12А – 13А.

Свита  $C_1^4$  – угольных пластов рабочей мощности не установлено. Характерной чертой отложений является отсутствие выдержанных слоев известняков по причине фациального замещения на площади к востоку от Амвросиевского купола. Разрез свиты представлен серыми и темно-серыми сланцами глинистыми и песчаными, местами переслоенными песчаником. Сланцы глинистые слоистые, гидрослюдистого состава. Алевритовый материал (7 – 15%) представлен угловатыми зернами кварца, чешуйками слюды, обломками полевых шпатов кремнистых пород. Сланцы пропитаны карбонатом (до 25%).

Свита  $C_2^0$  – угленосность свиты составляет 0.4% от ее мощности. В свите 10 угольных пластов и прослоев, мощность которых изменяется от первых сантиметров до 5.3 м. Сланцы глинистые с алевритовой примесью, гидрослюдистого состава, местами карбонатизированные.

Свита  $C_2^1$  – коэффициент угленосности составляет 0.3% от ее мощности. Установлено 7 угольных пластов невыдержанных по мощности и площади. Разрез свиты представлен серыми и темно-серыми сланцами глинистыми и песчаными, ритмично переслоенными разномерными песчаниками.

Свита  $C_2^2$  – имеет наибольшую угленосность, которая составляет 0.5% ее мощности. В отложениях свиты установлено 12 угольных пластов и прослоев, из которых достигают рабочей мощности или имеют распространение на всей площади пласты  $g_3^1$ ,  $g_3$ ,  $g_2^B$  и  $g_2^H$ .

В пределах Снежнянской площади интрузивные образования в виде даек мончикитов наблюдаются в районе Амвросиевского купола и в средней части площади, приуроченной к сбросу Безымянный. Южнее Снежнянской площади обнаружено 600 аномалий, обусловленных интрузивными образованиями. По составу соответствуют камптонитам, мончикитам, порфиритам. Простираются даек северо-восточное, мощность до 3 м.

Сравнение средних содержаний элементов с (КК) показало, что все типы вмещающих пород нижнего и среднего карбона значительно обогащены никелем (16.5 - 28.5), кобальтом (40 - 130), ниобием (15.6 - 190), медью (4.8 - 32) и оловом (1.2 - 89). Меньшие коэффициенты концентрации отмечены у свинца (2.3 - 5.14), ванадия (1.5 - 5.8), вольфрама (1.2 - 3.3), хрома (2.1 - 6.45), германия (1.5 - 5.5), лития (1 - 8.4), марганца (1.2 - 5.1), цинка (2.7 - 8), скандия (1.2 - 8.8).

Содержания галлия, иттербия, лантана для песчаников, сланцев глинистых и песчаных ниже кларков для этих пород. Содержание этих же элементов в известняках всех свит площади выше кларка.

Распределение иттрия во всех типах пород характеризуется сравнительным рассеянием.

Существенных отличий в распределении химических элементов по свитам нижнего карбона не установлено.

Характеристика КК редких элементов в породах свит  $C_1^4$ ,  $C_2^0$ ,  $C_2^1$ ,  $C_2^2$ :

Свита  $C_1^4$  характеризуется следующими показателями:

1. Сланец глинистый – свинец (5.14), ванадий (1.55), галлий (-), вольфрам (-), никель (-), кобальт (53.33), ниобий (-), олово (-), литий (-), медь (-), иттербий (-), барий (-), иттрий (-), лантан (-), марганец (1.92), цинк (-), скандий (-), серебро (-).

2. Сланей песчаный - свинец (3.71), ванадий (5.45), галлий (0.92), вольфрам (2.50), никель (27.50), кобальт (66.67), ниобий (18.89-170.0), олово (6.89-62.0), литий (2.13), медь (32.00), иттербий (0.67), барий (3.33-30.00), иттрий (0.37), лантан (0.60), марганец (1.77), цинк (7.12), скандий (8.10), серебро (0.29-2.60).

3. Песчаник - свинец (4.14), ванадий (4.60), галлий (0.92), вольфрам (3.12), никель (22.0), кобальт (73.33), ниобий (21.11-190.0), олово (7.78-70.00), литий (2.20), медь (27.00), иттербий (0.62), барий (-), иттрий (0.33), лантан (0.47), марганец (1.20), цинк (6.75), скандий (5.40), серебро (0.31-2.80).

Свита  $C_2^0$ :

1. Известняк - свинец (2.33), ванадий (3.10), галлий (1.50), вольфрам (-), никель (18.50), кобальт (110.0), ниобий (-), олово (1.00-1.22), литий (2.40), медь (5.50), иттербий (4.60), барий (2.78-25.00), иттрий (0.33), лантан (1.78-16.00), марганец (2.80), цинк (3.50), скандий (5.00), серебро (0.26-2.30).

2. Сланец глинистый – свинец (3.71), ванадий (5.80), галлий (0.83), вольфрам (-), никель (27.50), кобальт (63.33), ниобий (17.78-160.0), олово (6.44-58.0), литий (2.07), медь (31.00), иттербий (0.62), барий (3.56-32.00), иттрий (0.30), лантан (0.43), марганец (1.55), цинк (7.31), скандий (7.00), серебро (0.27-2.40).

3. Сланец песчаный – свинец (3.71), ванадий (5.45), галлий (0.83), вольфрам (1.87), никель (28.50), кобальт (63.33), ниобий (18.89-170.0), олово (6.44-58.0), литий (2.00), медь (31.00), иттербий (0.60), барий (2.89-26.00), иттрий (0.30), лантан (0.43), марганец (1.72), цинк (7.56), скандий (2.3), серебро (0.27-2.40).

4. Песчаник - свинец (2.57), ванадий (4.10), галлий (0.67), вольфрам (-), никель (22.0), кобальт (50.00), ниобий (17.78-160.0), олово (4.78-43.00), литий (1.60), медь (26.00), иттербий (0.60), барий (3.00-27.00), иттрий (0.30), лантан (0.40), марганец (1.80), цинк (5.69), скандий (6.4), серебро (0.24-2.20).

Свита  $C_2^1$ :

1. Известняк - свинец (2.77), ванадий (3.00), галлий (1.75), вольфрам (-), никель (17.50), кобальт (130.0), ниобий (-), олово (2.89-26.00), литий (3.20), медь (4.75), иттербий (4.20), барий (26.0), иттрий (-), лантан (1.33-12.00), марганец (5.12), цинк (3.15), скандий (1.20), серебро (0.22-2.00).

2. Сланец глинистый – свинец (3.71), ванадий (2.50), галлий (0.83), вольфрам (-), никель (23.00), кобальт (56.67), ниобий (15.56-140.0), олово (5.76-51.00), литий (1.47), медь (30.00), иттербий (0.55), барий (3.00-27.00), иттрий

(0.25), лантан (0.40), марганец (1.45), цинк (7.25), скандий (6.00), серебро (0.20-1.80).

3. Сланец песчаный – свинец (3.43), ванадий (5.20), галлий (0.75), вольфрам (-), никель (25.00), кобальт (60.00), ниобий (17.78-160.0), олово (6.11-55.00), литий (1.60), медь (30.00), иттербий (0.60), барий (3.00-27.00), иттрий (0.32), лантан (0.43), марганец (1.77), цинк (7.06), скандий (6.90), серебро (0.23-2.10).

4. Песчаник - свинец (3.00), ванадий (4.30), галлий (0.75), вольфрам (-), никель (20.50), кобальт (50.00), ниобий (18.89-170.0), олово (5.22-47.00), литий (1.33), медь (25.00), иттербий (0.57), барий (2.78-25.00), иттрий (0.35), лантан (0.47), марганец (2.00), цинк (5.87), скандий (8.80), серебро (0.21-1.90).

Свита  $C_2^2$ :

1. Известняк - свинец (2.33), ванадий (2.40), галлий (1.50), вольфрам (1.25), никель (16.50), кобальт (110.0), ниобий (33.33), олово (3.89-35.00), литий (3.40), медь (5.25), иттербий (4.00), барий (28.0), иттрий (0.33), лантан (1.44-12.00), марганец (3.92), цинк (2.75), скандий (4.50), серебро (0.28-2.50).

2. Сланец глинистый – свинец (4.14), ванадий (4.00), галлий (0.83), вольфрам (1.25), никель (25.0), кобальт (60.00), ниобий (17.78-160.0), олово (6.33-57.00), литий (1.67), медь (31.00), иттербий (0.60), барий (3.00-27.0), иттрий (0.27), лантан (0.43), марганец (1.80), цинк (7.81), скандий (6.60), серебро (0.26-2.30).

3. Сланец песчаный – свинец (3.28), ванадий (5.35), галлий (0.83), вольфрам (1.87), никель (25.50), кобальт (63.33), ниобий (18.89-170.0), олово (9.44-85.60), литий (1.80), медь (31.00), иттербий (0.60), барий (3.11-28.0), иттрий (0.35), лантан (0.43), марганец (1.77), цинк (7.81), скандий (6.70), серебро (0.29-2.60).

4. Песчаник - свинец (2.86), ванадий (4.55), галлий (0.75), вольфрам (1.87), никель (20.50), кобальт (50.0), ниобий (20.0-180.0), олово (5.33-48.00), литий (1.20), медь (26.00), иттербий (0.55), барий (2.89-26.0), иттрий (0.35), лантан (0.50), марганец (1.90), цинк (5.81), скандий (7.20), серебро (0.24-2.20).

Установлены корреляционные связи между редкими элементами по литотипам пород (с коэффициентами корреляции более 0.5):

1. Сланцы глинистые – отмечена корреляция между редкими элементами:

а) ванадий – вольфрам – литий;

б) иттербий – лантан – иттрий;

в) свинец – цинк;

г) никель – кобальт.

2. Сланцы песчаные:

а) ванадий – вольфрам – литий – марганец - ниобий;

б) свинец – цинк;

в) серебро – галлий – олово;

г) никель – кобальт;

д) кобальт – цинк.

3. Песчаники:

а) марганец – ниобий;

б) ванадий – вольфрам – литий;

- в) цинк – медь – серебро;
- г) никель – кобальт.

#### 4. Известняки:

- а) ванадий - вольфрам - ниобий – литий;
- б) иттербий - иттрий - лантан – скандий;
- в) барий – марганец;
- г) свинец – олово – медь – цинк;
- д) галлий – серебро;
- е) никель – кобальт.

В пределах южной части Снежнрянской площади расположен участок Саур-Могильский Амвросиевского рудного поля, выделенный по данным глубинного картирования как перспективный для поисков ртути. Установлены первичные и вторичные ореолы рассеяния ртути. Выявлены вторичные ореолы рассеяния ртути с содержанием  $2 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-5} \%$  и расположены между Ольховским и Саур-Могильским надвигами и к западу от них.

Один из первичных ореолов прослежен на участке, расположенном на северо-западе между Ольховским и Саур-Могильским надвигами и характеризуется повсеместными высокими содержаниями ртути (от  $1 \times 10^{-5}$  до  $4 \times 10^{-3} \%$ ).

В этой же части площади выявлены многочисленные ореолы рассеяния свинца, ванадия, галлия, никеля, кобальта, молибдена, лития, меди, мышьяка, цинка, серебра низкой и средней интенсивности.

Для изучения закономерностей распределения ртутных аномалий подсчитывалась линейная продуктивность по пробам, в которых установлены значимые ( $3 \times 10^{-6} \%$  и более) содержания ртути. В возрастном отношении максимальная продуктивность ртути приурочена к свите  $C_2^0 - 73\%$  от установленной суммарной продуктивности по площади. Максимальные продуктивности в свите  $C_2^0$  имеют сланцы песчаные –  $53\%$  установленной суммарной продуктивности по площади.

Наибольшие значения продуктивности отмечены в южной части исследуемой площади – на участке с интенсивным развитием дизъюнктивной тектоники.

Рассмотрение результатов расчетов содержаний ртути дает основание сделать вывод, что самыми высокими содержаниями ртути характеризуются песчаники –  $11.2\%$  и сланцы песчаные –  $11.3\%$ . В возрастном отношении песчаники и сланцы песчаные свиты  $C_2^3$ , песчаники свиты  $C_2^3$  характеризуются наибольшими значениями, соответственно  $12.5\%$ ,  $17.7\%$ ,  $11.3\%$ ).

Полученные результаты позволяют сформулировать следующие основные выводы:

1. Установлены основные параметры распределения химических элементов в породах нижнего и среднего карбона свит  $C_1^4 C_2^0, C_2^1, C_2^2, C_2^3$ .
2. Выявлены аномалии целого ряда элементов: свинца, ванадия, никеля, хрома, германия, кобальта, висмута, олова, лития, меди, иттербия, бария, иттрия, цинка, скандия, серебра, ртути.
3. Содержания ртути в аномалиях превышают местный геохимический фон в  $10 - 100$  раз. Такие аномальные содержания характерны для участков,

расположенных в южной части площади с интенсивным развитием дизъюнктивной тектоники.

Список литературы

1. Методика разведки угольных месторождений Донецкого бассейна. Коллектив авторов/ под ред. Ю.В. Буцик, М.: - Недра, 1972. - 340с.
2. Войткевич Г.В. Краткий справочник по геохимии/ Г.В. Войткевич, А.Е. Мирошников. - М.: Недра, 1977 - 184с.
3. Юдович Я.Э. Элементы-примеси в ископаемых углях/ Я.Э. Юдович, М.П. Кетрис, А.В. Мерц - Л.: Наука, 1985. - 239 с.
4. Юдович Я.Э. Токсичные элементы-примеси в ископаемых углях. - Екатеринбург: ИрОРАН, 2005. - 655 с.
5. Миронов К.В. Справочник геолога-угольщика/К.В. Миронов. - М.: - Недра, 1991. - 363 с.
6. Юдович Я.Э. Токсичные элементы-примеси в ископаемых углях. - Екатеринбург: ИрОРАН, 2005. - 655 с.
7. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений. М.: -Недра.1983. – 54 с.

*Рекомендовано до публікації д.геол.н. Приходченко В.Ф.  
Надійшла до редакції 12.05.2013 р.*