

Особенности распределения никеля и кобальта в угольном пласте c_8^B шахты «Днепровская» (Западный Донбасс)

Резюме

В статье приведены данные об особенностях распределения никеля и кобальта в угольном пласте c_8^B шахты «Днепровская» Западного Донбасса. Совместное нахождение этих элементов с образованием геохимической ассоциации обусловлено их общим накоплением в приконтактных участках угольного пласта (как в кровле, так и в подошве) с формированием своеобразных зон обогащения мощностью 15 - 20 см.

Ключевые слова: никель, кобальт, мощность пласта, уравнение регрессии, корреляционная связь.

The features of the distribution of nickel and cobalt in the coal seam c_8^B in the «Dneprovskaya» mine of Western Donbass

Abstract

The article contains data on the features of the distribution of nickel and cobalt in the coal seam c_8^B in the «Dneprovskaya» mine of Western Donbass. The joint presence of these elements with the formation of a geochemical association is due to their general accumulation in the near-contact areas of the coal seam (both in the top and in the bottom of coal seam) with the formation of peculiar enrichment zones with a thickness of 15 - 20 cm.

Keywords: nickel, cobalt, coal seam thickness, regression equation, correlation relationship.

Caracteristicile distribuției de nichel și cobalt în cusătura de cărbune c_8^B din mina Dneprovskaya din Western Donbass

Rezumat

Articolul conține date despre caracteristicile distribuției de nichel și cobalt în cusătura de cărbune c_8^B din mina Dneprovskaya din Western Donbass. Prezența comună a acestor elemente cu formarea unei asociații geochemice se datorează acumulării generale a acestora în zonele de contact apropiat ale cusăturii de cărbune (atât în acoperiș, cât și în talpă) cu formarea unor zone de îmbogățire unice cu o grosime de 15 - 20 cm.

Cuvinte cheie: nichel, cobalt, grosime rezervor, ecuație de regresie, relație de corelație.

Введение

Для объективной оценки воздействия угледобывающей промышленности и предприятий теплоэнергетики на экологическую ситуацию и планирования наиболее эффективных мероприятий, направленных на ее улучшение, необходимо располагать сведениями о характере распределения и уровне концентрации элементов примесей, в частности никеля и кобальта в углях и вмещающих породах извлекаемых в процессе добычи. Рассмотрение распределения элементов примесей в геологических объектах различного характера и масштаба необходимо для установления законов их миграции, концентрации и рассеяния.

¹ Национальный технический университет «Днепровская политехника», г. Днепр, Украина

Особенность выполненных исследований заключалась в невозможности непосредственного наблюдения этих процессов. В этом случае рассмотрение динамики процессов традиционно выполняется путем сравнения статистических данных и анализа картографических материалов по распределению химических элементов в рассматриваемых объектах. Затем полученные результаты осмысливаются с учетом физико-химических и геологических особенностей.

Материалы и методы

В качестве объекта исследования в данной работе рассматривается угольный пласт c_8^B в пределах поля шахты «Днепровская» Павлоградско-Петропавловского геолого-промышленного района Донбасса.

Полученная информация о распределении химических элементов в геологических объектах является первым этапом исследования, которое идет от обобщения фактического материала через его теоретическое осмысление к проверке выявленных закономерностей опытным путем.

Пробы отбирались в горных выработках (пластовые пробы, отобранные борздовым способом) [1] и из дубликатов керна в период с 1981г. по 2013г. Объем контрольного опробования составил 5% общего объема проб. Все аналитические работы выполнялись в центральных сертифицированных лабораториях производственных геологоразведочных организаций. Содержание никеля и кобальта определялось эмиссионным спектральным количественным анализом [2]. На внутренний лабораторный контроль направлено 7% дубликатов проб. Внешнему лабораторному контролю подвергнуто 10% дубликатов проб. Качество результатов анализов (правильность и воспроизводимость) оценивалась как значимость средней систематической погрешности, которая проверяется с помощью критерия Стьюдента и значимость средней случайной погрешности, которая проверяется с помощью критерия Фишера. Поскольку указанные выше погрешности при уровне значимости 0,95 являются незначимыми, оценка качества анализов признана удовлетворительной.

На начальном этапе обработки первичной геохимической информации с помощью программ Excel 2016 и Statistica 7.0 рассчитывались значения основных описательных статистических показателей (выборочного среднего арифметического, его стандартной ошибки, медианы, эксцесса, моды, стандартного отклонения, дисперсии выборки, минимального и максимального значения содержания, коэффициента вариации, асимметрии выборки), выполнялось построение частотных гистограмм содержания и установления закона распределения элементов примесей.

С целью выявления состава геохимических ассоциаций, были рассчитаны коэффициенты корреляции (r) между содержанием элементов. В единую геохимическую ассоциацию объединялись элементы, в которых связь между содержанием описывается коэффициентом корреляции, который превышает 0,5 с уровнем значимости не менее 95%.

При построении всех карт использовалась программа Surfer 11. В ходе построения карт, графиков и расчета коэффициентов корреляции все значения концентраций никеля и кобальта нормировались по формуле:

$$X_{\text{норм}} = (X_i - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min}),$$

где:

X_i - результат единичного определения концентрации элемента;

X_{max} - результат максимального значения концентрации элемента;

X_{min} - результат минимального значения концентрации элемента.

Нормирование осуществлялось для приведения выборки к одному масштабу независимо от единиц измерения и размаха выборок.

Результаты исследования

Исследуемая территория расположена в пределах Павлоградско-Петропавловского геолого-промышленного района Западного Донбасса и административно относится к Павлоградскому району Днепропетровской области (Украина).

Ранее В.В. Ишковым совместно с Е.С. Козиным рассмотрены особенности распределения некоторых элементов в угольных пластах отдельных шахт Павлоградско-Петропавловского геолого-промышленного района Донбасса [3-6].

По пласту c_8^B шахты «Днепровская» содержание никеля изменяется в пределах от 9,14 г/т до 23,81 г/т (рис. 1а). Среднее его значение по пласту составляет 15,99 г/т. Кумуляции никеля не зависят от глубины, концентрации общей серы и зольности угля. Наибольшее значение связано со скважиной №Н32712 (Ni - 23,81 г/т), которая находится в юго-восточной части шахтного поля. На юге участка расположена скважина №Н32348 (Ni - 23,55 г/т). К северу от нее находится скважина №Н32354 (Ni - 22,31 г/т). Также в западной части участка расположена скважина №Н32504 со значением содержания никеля 22,89 г/т. Установлена тесная обратная корреляционная связь между содержанием никеля и мощностью пласта ($r=-0,88$), тесная прямая корреляционная связь с концентрацией кобальта ($r=0,68$). Линейные уравнения регрессии:

$$Ni = 0,9642 - 0,934 \times m;$$

$$Ni = 0,1636 + 0,6457 \times Co.$$

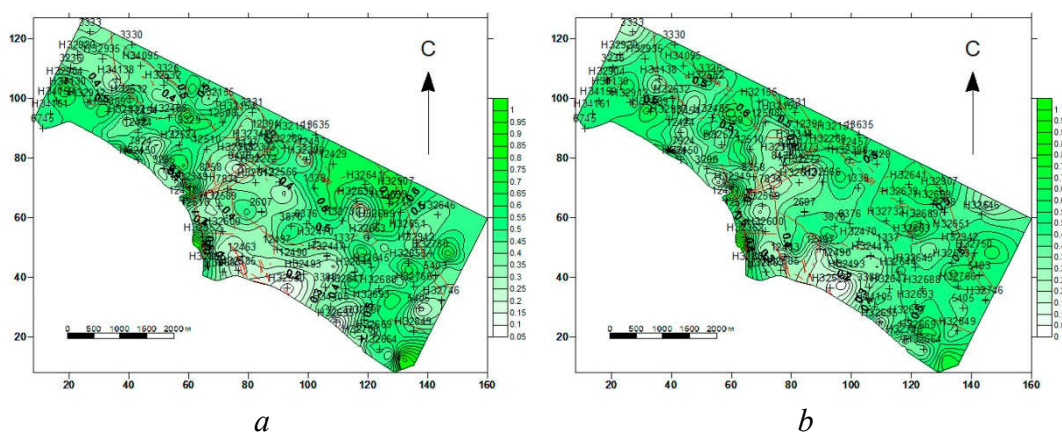


Рис. 1. Карта изоконцентрат нормированного содержания Ni (а) и Co (б) в угле пласта c_8^B (ш. Днепровская).

Содержание кобальта изменяется в пределах от 4,03 г/т до 11,82 г/т. Среднее его значение составляет 7,69 г/т. Кумуляции кобальта не зависят от глубины, содержания общей серы и зольности угля. Наибольшее значение содержания кобальта (Co - 11,82 г/т) находится в западной части участка (рис. 1б), у границы шахтного поля, и приурочена к скважине №Н32504. К юго-востоку от нее расположены скважины №Н32354 и №12417, с содержанием кобальта 11,5 г/т и 10,29 г/т соответственно,

которые приурочены к зоне пересечения разломов. В северо-западной части участка находятся скважины №НЗ2675 и №НЗ4131, которые вместе формируют зону повышенного содержания кобальта со значениями 14,92 и 14,91 г/т соответственно. На юго-востоке участка расположена скважина №НЗ2712 (Co - 11,59 г/т). Выявлена тесная обратная корреляционная связь между содержанием кобальта и мощностью пласта ($r=-0,78$), тесная прямая корреляционная связь с кумуляцией никеля ($r=0,68$). Линейные уравнения регрессии:

$$Co = 0,935 - 0,8734 \times m;$$

$$Co = 0,1366 + 0,7142 \times Ni.$$

Концентрация никеля и кобальта связана обратной тесной корреляционной связью с мощностью угольного пласта c_8^B что подтверждается результатами дисперсионного анализа. Участки с аномально высоким содержанием этих элементов пространственно совпадает с участками уменьшения мощности угольного пласта c_8^B (Рис. 2). С увеличением вклада зон обогащения этих элементов в общей мощности пласта содержание никеля и кобальта увеличивается. Приуроченность этой ассоциации именно к участкам на контакте угольного пласта и вмещающих пород свидетельствует, скорее всего, об интегральном влиянии адсорбционного и окислительно-восстановительного геохимических барьеров на обогащение этими элементами.

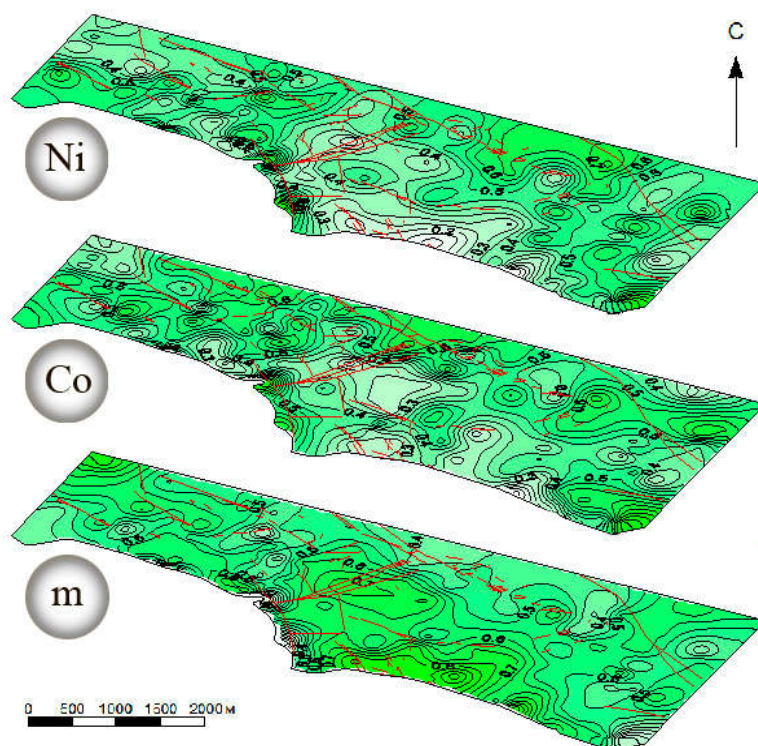


Рис. 2. Вертикальная проекция карт распределения нормированного содержания никеля, кобальта и карты изопакит угольного пласта c_8^B (ш. Днепроvская).

С целью установления степени влияния таких факторов как содержание серы общей в угле, зольности и мощности угольных пластов на распределение никеля и кобальта в роте использовался двухфакторный дисперсионный анализ [7].

Результаты дисперсионного анализа приведены в таблице 1.

Таблица 1

Значения коэффициентов, характеризующих степень влияния каждого из факторов на распределение никеля и кобальта (ш. Днепроовская)

Фактор	Значение коэффициента	
	<i>Ni</i>	<i>Co</i>
Мощность пласта	0,987	0,895
Зольность угля	0,009	0,025
Содержание серы общей	0,004	0,08

Выводы

Содержание никеля и кобальта в угольном пласте c_8^B шахты «Днепроовская» не зависит от зольности угля, глубины залегания и содержания серы общей. Концентрация этих элементов связана обратной тесной корреляционной связью с мощностью угольного пласта, что подтверждается результатами дисперсионного анализа. С увеличением вклада зон обогащения этими элементами в общей мощности пласта содержание никеля и кобальта увеличивается. Приуроченность этой ассоциации именно к участкам на контакте угольного пласта и вмещающих пород свидетельствует, скорее всего, об интегральном влиянии адсорбционного и окислительно-восстановительного геохимических барьеров на обогащение этими элементами.

Основное научное значение полученных результатов заключается в установлении характера распределения и расчете средневзвешенных концентраций основных описательных статистик никеля и кобальта в угле пласта c_8^B , выявление состава и характера их типоморфных геохимических ассоциаций. Накопление этих элементов носит полигенных и полихронный характер.

Основное практическое значение полученных результатов заключается в расчете уравнений регрессии между содержанием никеля и кобальта и основными технологическими параметрами угля и установлении связи их концентраций с мощностью угля. Рассчитанные уравнения регрессии позволят прогнозировать его концентрацию в угольном пласте относительно значений мощности угля. А рассчитанные коэффициенты корреляции позволят прогнозировать их содержания в продуктах и отходах углеобогащения.

Литература

1. Угли бурые, каменные, антрацит и горючие сланцы. Метод отбора пластовых проб: ГОСТ 9815-75. Москва: Изд-во стандартов, 1975. 8 с.
2. Угли бурые, каменные и антрациты. Методы определения бериллия, бора, марганца, бария, хрома, никеля, кобальта, свинца, галлия, ванадия, меди, цинка, молибдена, иттрия и лантана: ГОСТ 28974-91. Москва: Изд-во стандартов, 1991. 8 с.

3. Козий Е.С., Ишков В.В. Новые данные о распределении токсичных и потенциально токсичных элементов в угле пласта с_{бн} шахты «Герновская» Павлоград-Петропавловского геолого-промышленного района. Сборник научных трудов НГУ, 2013, № 41, с. 201–208.
4. Козий Е.С. Особенности распределения токсичных и потенциально токсичных элементов в угле пласта с₁₀^В шахты «Сташкова» Павлоградско-Петропавловского геолого-промышленного района. Сборник научных трудов «Геотехническая механика», 2017, № 132, с. 157–172.
5. Ишков В.В., Козий Е.С. О распределении токсичных и потенциально токсичных элементов в угле пласта с₇^Н шахты «Павлоградская» Павлоградско-Петропавловского геолого-промышленного района. Вестник Киевского национального университета. Геология. 2017, №79, с. 59-66. <https://doi.org/10.17721/1728-2713.79.09>.
6. Козий Е.С. Мышьяк, бериллий, фтор и ртуть в угле пласта с₈^В шахты «Днепровская» Павлоградско-Петропавловского геолого-промышленного района. Вестник Днепропетровского университета. Геология-География. 2018, № 26 (1), с. 113–120. <https://doi.org/10.15421/111812>.
7. Козий Е.С. Двухфакторный дисперсионный анализ при изучении токсичных и потенциально токсичных элементов в угольных пластах Павлоградско-Петропавловского района. Материалы Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная весна». Днепр: НТУ «Днепропетровская политехника». 2018, Т.8, с. 11–12.

Primit la redacție – 29/02/2020