

НОВЫЕ ДАННЫЕ О МЫШЬЯКЕ В УГОЛЬНЫХ ПЛАСТАХ ЛИСИЧАНСКОГО ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННОГО РАЙОНА ДОНБАССА

В статье рассмотрены особенности распределения As в угольных пластах Лисичанского геолого-промышленного района. Установлен характер его распределения, выполнен расчет средневзвешенных концентраций в углях основных пластов и свит, выявлен состав типоморфной геохимической ассоциации As с другими токсичными и потенциальными элементами в углях района.

У статті розглянуто особливості розподілу As у вугільних пластах Лисичанського геолого-промислового району. Встановлено характер його розподілу, виконано розрахунки середньозважених концентрацій у вугіллі основних пластів та свит, з'ясовано склад типоморфної геохімічної асоціації As з іншими токсичними і потенційно токсичними елементами у вугіллі району.

The peculiarities of As distribution in the coal strata of Lisichansk geological and industrial district have been considered in the article. There was defined the character of its distribution, calculated weighted average concentrations in the coals of basic strata and formations, determined the composition of typomorphic geochemical association of As with other toxic and potentially toxic elements in the coals of the district.

Введение. Исследования распределения As в углях пластов Лисичанского геолого-промышленного района Донбасса связаны с повышением требований к охране окружающей среды, обуславливающих потребность в новых научно обоснованных методах прогноза содержания токсичных элементов в добываемой шахтами горной массе, отходах добычи и углеобогащения. 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 токсичных элементов в углях и вмещающих породах извлекаемых в процессе добычи. С целью получения такой информации в Национальном горном университете были выполнены детальные исследования, охватившие всю территорию Лисичанского геолого-промышленного района. Автором совместно с А.И. Чернобук, Д.Я. Михальчонок, В.В. Дворецким [1, 2] исследованы особенности распределения некоторых токсичных и потенциально токсичных элементов в продуктах и отходах обогащения ряда углеобогачительных фабрик Донбасса, а также совместно с А.Л. Лозовым [3] рассмотрены особенности распределения основных токсичных и потенциально токсичных элементов в угле пластов Павлоград-Петропавловского района. В 2005г. в соавторстве с В.Н. Нагорным были обобщены и проанализированы данные о закономерностях накопления ртути в угольных пластах Красноармейского района [4]. Совместное распределение As и F в углях пластов Лисичанского геолого-промышленного района рассмотрено автором в 2009г. [5]. За прошедшее время с момента этой публикации был собран и обработан значительный объем данных, существенным образом дополняющий сделанные ранее выводы.

Цель и задачи исследования. В данной работе основными задачами изучения геохимии токсичных элементов в основных рабочих угольных пластах являлись: ревизия выполненных ранее исследований концентраций As; классификация угольных пластов по содержанию этого элемента; выявление связи и расчет уравнений регрессий между концентрациями As и другими токсичными и потенциально токсичными элементами, петрографическим составом углей и их основными технологическими параметрами.

Результаты. Используемый фактический материал характеризует содержание As в углях основных пластов района относящихся к свитам C_2^4 (пласт i_2^1), C_2^5 (пласты k_7^1 , k_8^H , k_8 , k_8^B), C_2^6 (пласты l_1 , l_2 , l_2^1 , l_3 , l_4 , l_5 , l_6 , l_8 , l_8^1) и C_2^7 (пласты m_3^H , m_3 , m_3^B , m_6^2 , m_6^3 и m_7) среднего отдела каменноугольного периода. Именно по этим пластам были получены наиболее представительные (более 33 анализов удовлетворяющих требованиям правильности и воспроизводимости [7, 8] и относительно равномерно распределенные по площади) результаты. В целях получения наиболее объективных и однородных данных в работе использовались в основном результаты полуколичественных и количественных анализов углей керновых проб полей шахт «Матросская» (пласты k_7^1 , l_3 , l_5 , l_6 , l_8 и m_3^B), «им. Капустина» (пласты i_2^1 , k_8^H , l_3 , l_4 , l_6 , l_8 , m_3^H , m_3 , m_6^2 , и m_7), «им. Мельникова» (пласты k_8 , l_2^1 , l_4 и l_6), «Привольнянская» (пласты k_8 , l_1 , l_2 , l_3 , l_4 , l_5 , l_6 , l_8 , l_8^1 , и m_3^H , m_3^B , m_6^2 , m_6^3 и m_7), «Кременная» (пласты k_8^H , k_8 , k_8^B и l_2^1), «Новодружеская» (пласт l_2^1), «им. 60-летия Советской Украины» (пласты k_8^H , l_4 и l_6) выполненных после 1983г. в центральных сертифицированных лабораториях геологоразведочных организаций, в ряде случаев они дополнялись анализами пластово – дифференцированных проб отобранных лично или совместно с сотрудниками геологических служб производственных геологоразведочных и добывающих организаций.

После первичного анализа и разбраковки качественных и количественных характеристик правильности и воспроизводимости результатов анализов в дальнейшей работе было использовано 1458 определений As в углях района.

С целью получения представительных оценок содержания этого элемента в углях, как отдельных пластов, свит, так и в целом по району единичные определения были объединены по отдельным пластам в 20 пообъектных выборок, а дальнейший расчет средних значений концентраций выполнялся как средневзвешенное на объем пласта. При расчетах объема принималась средняя мощность в пределах пласта, а площади достоверно установленных размывов и выклинивания не учитывались.

В целях классификации угольных пластов района по содержанию As выполнена процедура кластерного анализа. На дендрограмме кластеризации пластов по содержанию As (см. рис. 1) первый кластер составляют пласты со средним содержанием (от 0 до 156 г/т, при среднем по кластеру 91 г/т), второй кластер формирует только 1 пласт с аномально высокими концентрациями (средневзвешенное значение по пласту – 269 г/т). В структуре первого кластера четко выделяются два вложенных кластера. В кластере 1.1 находятся 8 пластов с минимальными содержаниями (от 0 до 83 г/т, при среднем по кластеру (соответствует фоновому значению) 44 г/т), а в кластере 1.2 объединены 11 пластов с повышенными концентрациями (от 107 до 200 г/т, при среднем по кластеру 130

г/т). Обращает внимание близость (в пределах 95 % доверительного интервала) средневзвешенных значений содержания As в углях пластов первого кластера и во всех изученных пластах района (средневзвешенное значение 95 г/т).

Анализ результатов кластерного анализа средневзвешенных концентраций As по пластам, технологических характеристик, морфоструктурных особенностей пластов, литолого-фациального состава непосредственной кровли и почвы, а также петрографических особенностей углей показал:

1) для углей пластов кластера 1 характерны: значительное преобладание в микрокомпонентах угля гелифицированного вещества, ведущая роль в минеральных примесях сингенетических зерен кварца, диагенетических карбонатов и сульфидов при общем невысоком содержании минеральной составляющей и серы общей. Угли пластов кластера 1.2 отличается несколько повышенное содержание глинистого вещества по сравнению с углями пластов кластера 1.1;

2) угли пласта i_2^1 формирующего второй кластер (см. рис. 1) отличаются от вошедших в первый в целом более высоким содержанием фюзенизированного вещества и повышенной диагенетической (в основном – глинистой) и эпигенетической (в частности, сульфидной) минерализацией. Пласт i_2^1 из всех исследованных по району угольных пластов отличается исключительной невыдержанностью и фрагментарностью распространения. Для него характерны многочисленные расщепления и слияния, резкие изменения мощности на весьма небольших интервалах, различные типы размывов и значительное количество элементарных слоев и пачек.

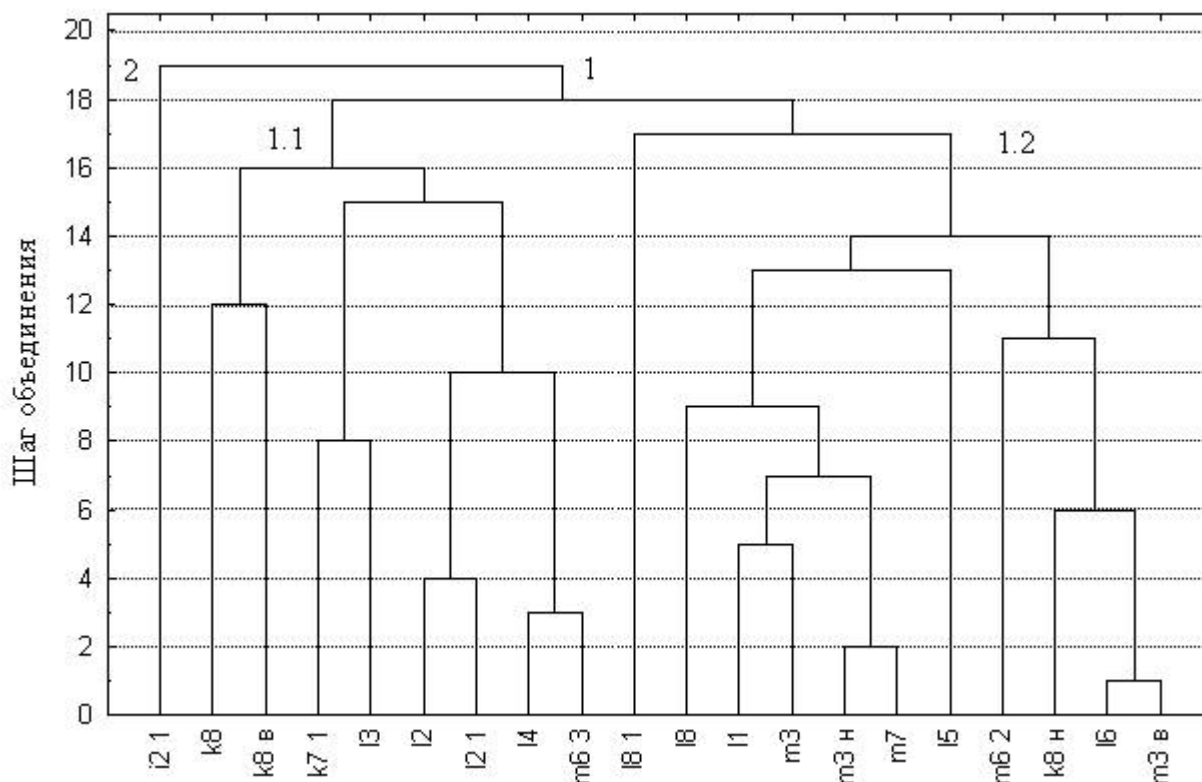


Рис. 1. Дендрограмма результатов кластеризации взвешенным центроидным методом угольных пластов Лисичанского геолого-промышленного района по содержанию As в угле

Для выявления основных факторов, контролирующих накопление As в углях района, а также его связи с другими токсичными и потенциально токсичными элементами был выполнен корреляционный и регрессионный анализы его концентраций с основными технологическими показателями, содержаниями этих элементов и петрографическим составом углей. В целом по району установлено:

1) статистически значимая связь содержаний As с сернистостью, зольностью и петрографическим составом углей отсутствует, в то же время как для пластов формирующих кластеры 1.2 и 2 выявлена значимая положительная связь содержаний As с количеством эпигенетической сульфидной минерализацией, зольностью и содержанием фюзенизированных микрокомпонентов. Кроме того, для всех этих пластов установлена значимая положительная связь (коэффициент корреляции Пирсона 0,44) между концентрациями As и содержанием глинистых минералов в углях;

2) в углях района As образует геохимическую ассоциацию с Be (значимый коэффициент корреляции Пирсона 0,49, график регрессии на рис. 2), с F (значимый коэффициент корреляции Пирсона –0,48, график регрессии на рис. 3), с Mn (значимый коэффициент корреляции Пирсона 0,36, график регрессии на рис. 4) и с Pb (значимый линейный коэффициент корреляции 0,51, график регрессии на рис. 5), линейные уравнения регрессии:

$$\begin{aligned} \text{As} &= 0,20225 + 0,46350\text{Be}; & \text{As} &= 0,50608 - 0,4643\text{F}; \\ \text{As} &= 0,27055 + 0,37497\text{Mn}; & \text{As} &= 0,20930 + 0,49605\text{Pb}, \end{aligned}$$

в то же время на площади пластов (с использованием метода Червякова В.А. [9]) формирующих кластеры 1.2 и 2, а также на отдельных участках пластов объединенных в кластер 1.1 выявлена значимая положительная корреляционная связь As с содержанием фюзенизированного вещества углей, диагенетической глинистой и эпигенетической сульфидной минерализацией;

3) в целом по району во всех исследованных пластах наблюдается незначительное увеличение содержания As с ростом степени углефикации угля;

4) концентрация As в угле всех рассматриваемых пластов, как правило, закономерно возрастает на участках с интенсивной трещиноватостью, вдоль разрывных нарушений и вблизи зон эпигенетических размывов;

Выводы.

1. Средние значения содержаний As в угле основных рабочих пластов района ниже ПДК в углях. Кроме того, в пластах зоны аномальных концентраций As в основном приурочены к участкам, которые не могут быть отработаны по технологическим причинам или горно-геологическим условиям. Уголь всех пластов относящихся к первому кластеру по содержанию As может быть использован после обогащения в пищевой промышленности. Уголь всех пластов относящихся к первому и частично второму кластерам может быть использован по содержанию As без обогащения в энергетической и металлургической промышленности.

2. Аномально высокие концентрации As характерны для углей пласта i_2^1 (максимальное по району средневзвешенное содержание). В минимальном количестве As содержится в углях пластов k_7^1 , k_8 , k_8^B , l_2 , l_2^1 , l_3 , l_4 , и m_6^3

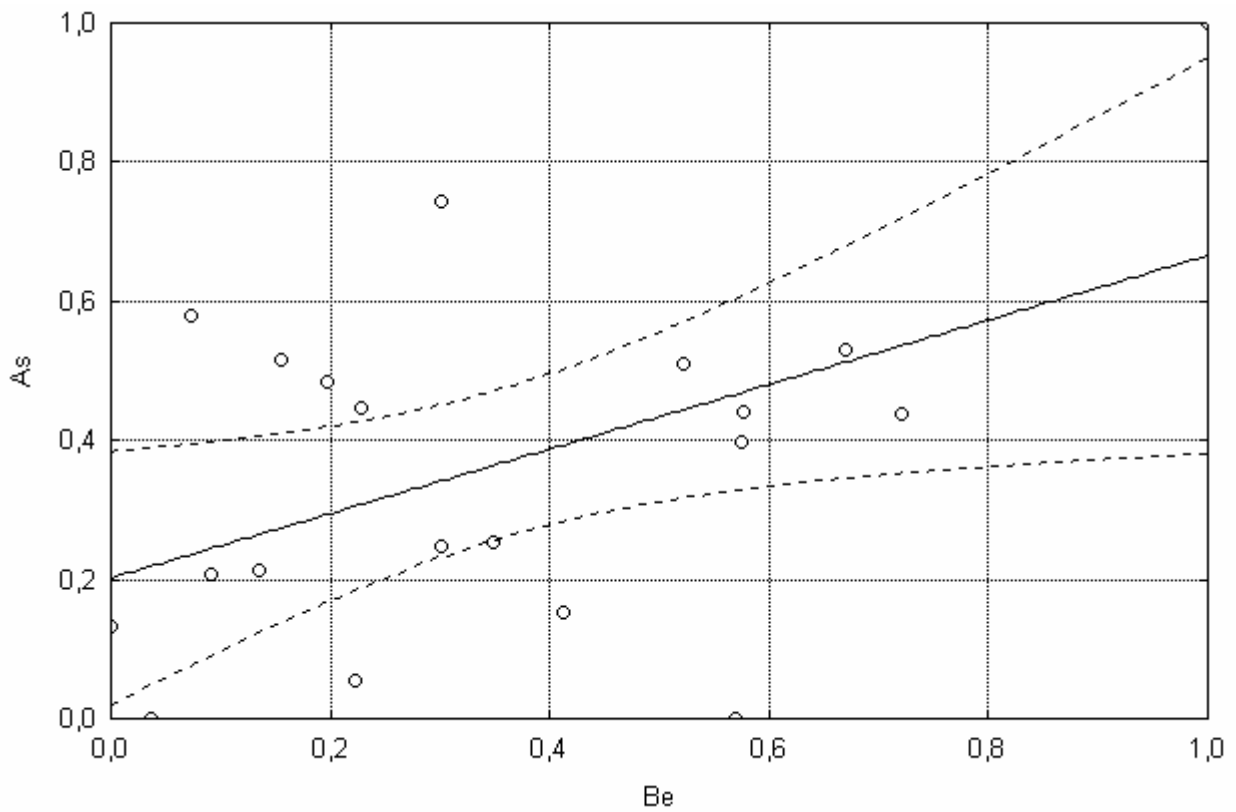


Рис. 2. Линия регрессии между средневзвешенными нормированными концентрациями As и Ve в основных угольных пластах Лисичанского района

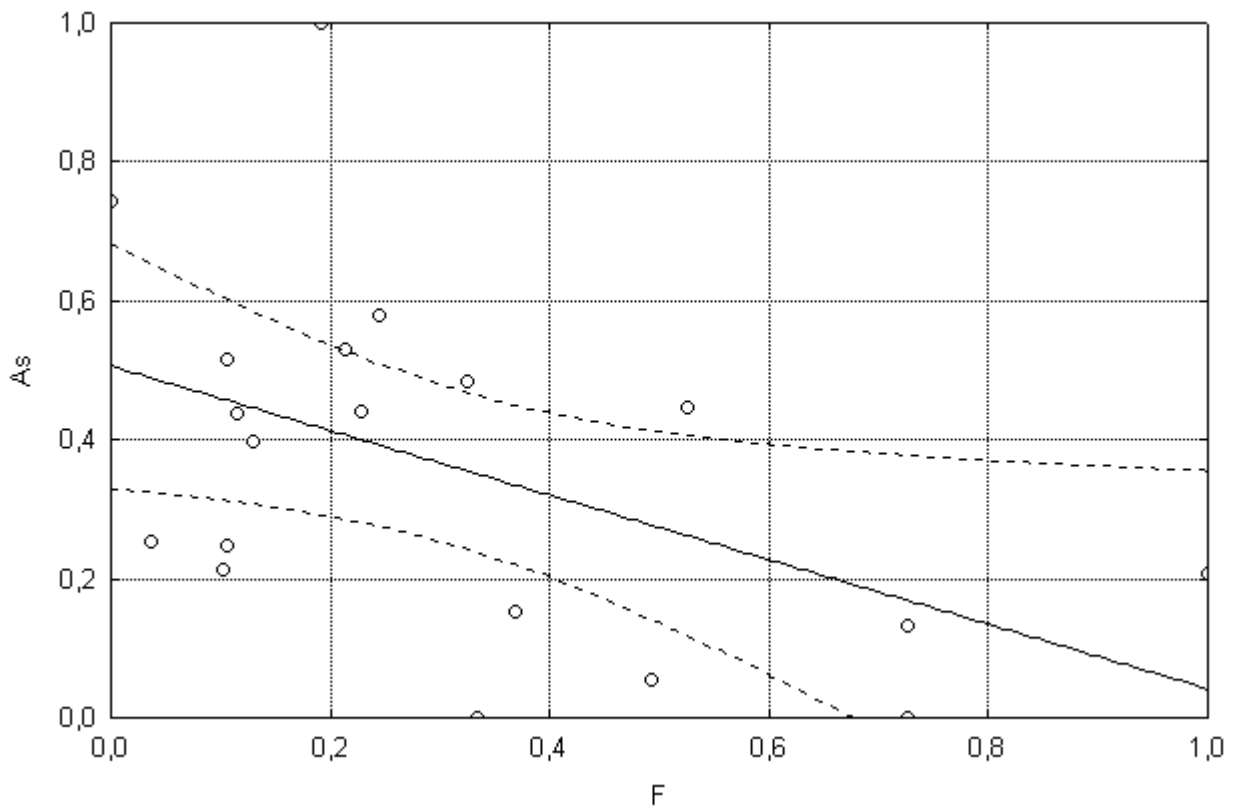


Рис. 3. Линия регрессии между средневзвешенными нормированными концентрациями As и F в основных угольных пластах Лисичанского района

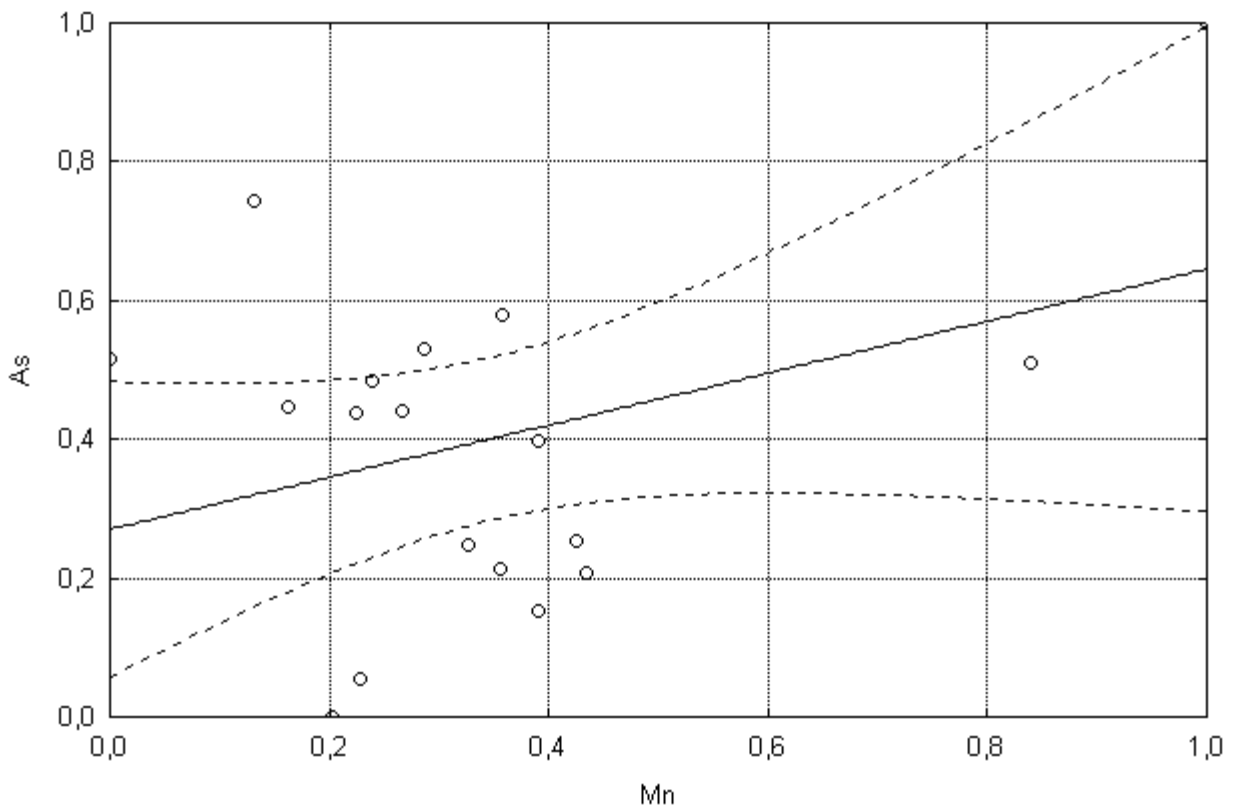


Рис. 4. Линия регрессии между средневзвешенными нормированными концентрациями As и Mn в основных угольных пластах Лисичанского района

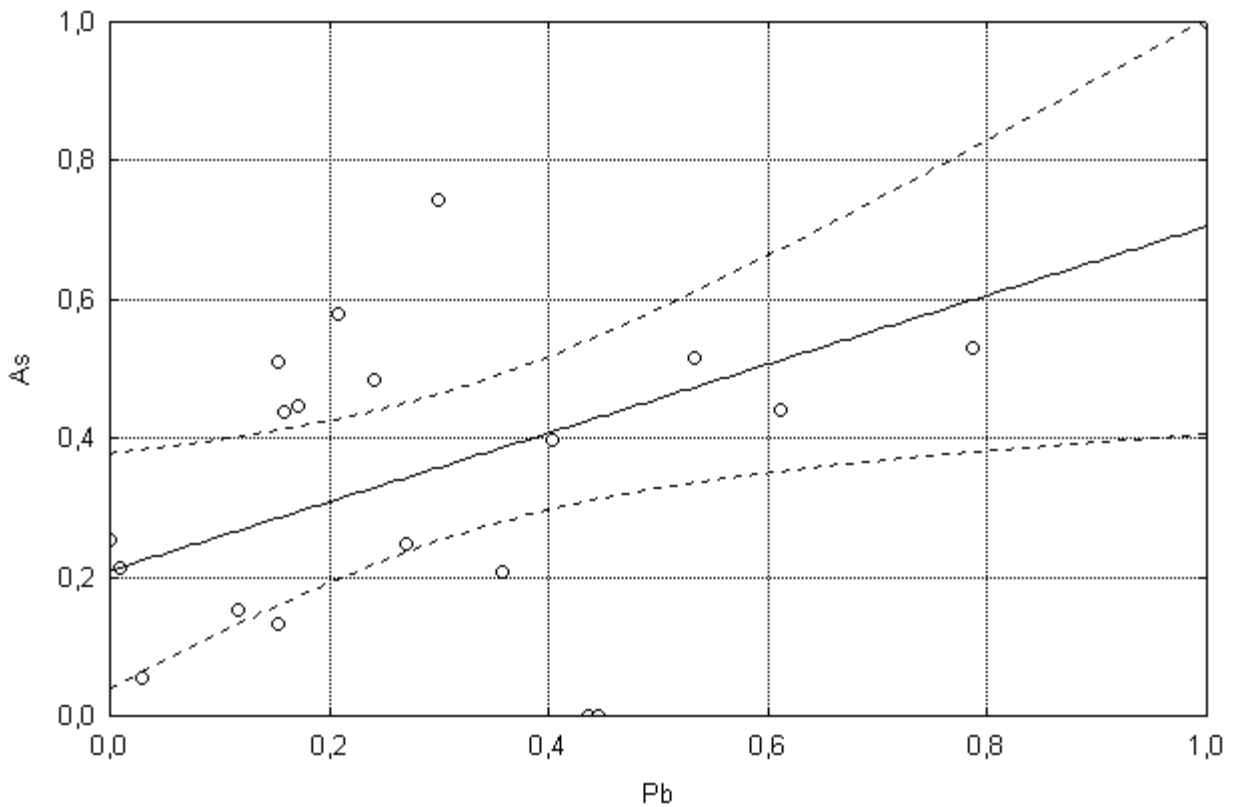


Рис. 5. Линия регрессии между средневзвешенными нормированными концентрациями As и Pb в основных угольных пластах Лисичанского района

3. Несмотря на отсутствие прямой связи содержания As с зольностью и сернистостью углей в целом по району, в то же время, для ряда пластов (кластеры 1.2 и 2) с повышенными концентрациями As такая зависимость приобретает статистически значимый характер. Это свидетельствует о разных формах нахождения As в углях района. Если для углей с фоновыми содержаниями As преобладающей является органическая (вероятно, сорбционная) и терригенная форма, то для углей с высокими концентрациями As доминирующей является эпигенетическая сульфидная форма.

4. Для углей района типоморфной является геохимическая ассоциация As с Be, F, Mn, Pb.

Основное научное значение полученных результатов заключается в расчете средневзвешенных концентраций этого элемента в углях основных пластов и свит, выявление состава и характера его типоморфных геохимических ассоциаций, а также установление причин и особенностей накопления в углях района.

Основное практическое значение полученных результатов состоит в классификации угольных пластов района по содержанию As, а так же в расчете уравнений регрессии между элементами, входящими в его геохимическую ассоциацию.

Список литературы

1. Ишков В.В., Чернобук А.И., Дворецкий В.В. О распределении бериллия, фтора, ванадия, свинца и хрома в продуктах и отходах обогащения Краснолиманской ЦОФ. // Науковий вісник Національної гірничої академії України. №5. - Днепропетровск, 2001. - С. 84-86.
2. Ишков В.В., Чернобук А.И., Михальчонок Д.Я. О распределении бериллия, фтора, ванадия, свинца и хрома в продуктах и отходах обогащения Добропольской ЦОФ. // Науковий вісник Національної гірничої академії України. №4. – Днепропетровск, 2001. – С. 89-90.
3. Ишков В.В., Лозовой А.Л. О закономерностях распределения токсичных и потенциально токсичных элементов в угольных пластах Павлоград-Петропавловского района. // Науковий вісник Національної гірничої академії України. №2. – Днепропетровск, 2001. – С. 57-61.
4. Ишков В.В., Нагорный В.Н. О закономерностях накопления ртути в угольных пластах Красноармейского геолого-промышленного района // Науковий вісник Національної гірничої академії України. №2. – Днепропетровск, 2005. – С. 84-88.
5. Ишков В.В. Мышьяк и фтор в угольных пластах Лисичанского геолого-промышленного района // Збірник наукових праць Національного гірничого університету № 33, т. 1. - Днепропетровск, 2009. – С. 5-16.
6. Гавришин А.И. Оценка и контроль качества геохимической информации. -М.: Недра, 1980. – 287с.
7. Беус А.А. Геохимия литосферы. – М.: Недра, 1981. – 335с.
8. Ишков В.В., Сердюк Е.А., Слипенький Е.В. Особенности применения методов кластерного анализа для классификации угольных пластов по содержанию токсичных и потенциально токсичных элементов (на примере Красноармейского геолого-промышленного района) // Сборник научных трудов НГУ. - №19. - Т.1. - С. 5-16.
9. Червяков В.А. Концентрация поля в современной картографии. – М.: Наука, 1978. – 149 с.

Рекомендовано до публікації д.геол.н. Приходченком В.Ф.

Надійшла до редакції 04.02.13