

**МЕТАЛЛОНОСНЫЕ УГЛИ И ИХ СПОСОБЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ**

**Юсупов С.К**  
**Ёдгоров Н**  
**Байматова Г.А**

**Аннотация:** Уголь — смесь веществ с разного рода примесями, в составе которого встречаются вкрапления разного рода драгоценные металлы, включая золото. В данной статье описаны исследования о ходе работ по изучению основных закономерностей распределения и условия накопления редкоземельных элементов (РЗЭ) в угольных месторождениях. А также приведены результаты исследований по извлечению благородных металлов из золошлаковых отходов. При этом сделаны экономические расчеты, которые показывают, что угли Республики Узбекистан, сформировавшиеся в нестабильных тектонических условиях, и характеризующиеся преимущественно малой мощностью угольных пластов, содержат в себе ценные, редкоземельные металлы, нередко достигающие промышленно значимых концентраций, и могут рассматриваться в качестве объектов комплексного освоения.

**Ключевые слова:** уголь, редкоземельные металлы, угольные месторождения, комплексные сырье, концентрации металлов, прогнозные ресурсы, золошлаковые отходы

Природные угли являются нетрадиционным и весьма необычным сырьем, в составе которых могут содержаться редкоземельные и драгоценные металлы. Это объясняется тем, что при формировании пластов бурых и каменных углей в последних происходит накопление редких и благородных металлов, обусловленное потоками вод, протекающих через торфяные болота, торф которых образован остатками растений, способных аккумулировать различные ионы, в том числе редких и драгоценных металлов. В результате, редкоземельные и благородные цветные металлы сорбируются как торфом, таки пористым углем, в большей степени в виде комплексных ионов, коллоидных частиц и нано частиц [1]. Длительное время содержание редкоземельных и драгоценных металлов в углях определялось способами, которые занижали истинные значения на 2-3 порядка. В настоящее время интерес к изучению металлоносности угольных отложений повышается, ведутся исследования по извлечению цветных, драгоценных металлов из бурых и каменных углей и их золошлаковых отвалов предприятий цветной металлургии [2].

По литературным данным известно, что бурые и каменные угли отдельных месторождений содержат благородные металлы: золото, серебро, платину, а также элементы платиновой группы палладий, осмий, иридий, и

другие редкие элементы - германий, галлий, иттрий, иттербий, литий, бериллий, скандий, стронций, цирконий, ниобий, рубидий, индий, селен, лантан, торий, гафний [3].

Добыча твердого топлива в Узбекистане несколько возросла. Делаются успешные попытки извлечения золота, скандия, редко земельных элементов из углей и золошлаковых отходов [4]. Содержание редкоземельных и драгоценных металлов в углях обычно определялось способами, занижающими истинные значения на 2–3 порядка. При опробовании угольных пластов используется бороздовой метод с дифференцированным отбором проб на угледобывающих предприятиях.

В настоящее время для количественного определения примесных элементов в углях применяют современные аналитические методы. Основным методом является многоэлементный инструментальный нейтронно-активационный анализ, выполненный в геохимической лаборатории АО «Уранредметгеология». Спектр элементов определялся масс-спектрометрическим методом с индуктивно связанной плазмой (ICP–MS). Для анализа углей с низким содержанием золота, серебра, а так же при анализе платины и металлов платиновой группы используют пробирный анализ комбинации с другими физическими и физико-химическими методами [5].

Высокий показатель концентрации драгметалла и золота оказался только в части угленосных участков. На некоторых месторождениях в угле обнаружилось содержание золота 0,5 г/т. До настоящего момента металлоносность углей Узбекистана детально не изучалась. Данные по геохимии металлоносности углей приводятся в геологических отчетах в виде результатов анализов проб из некоторых угольных месторождений Республики [6].

Полученные средние оценки содержания элементов-примесей в углях республики близки к их содержаниям в углях Сурхандарьинского бассейна, также целесообразно производить геохимической оценку отдельно по бассейнами угленосным районам. Среди широкого спектра элементов-примесей в углях республики экономический интерес для промышленности могут представлять Ge, Sc, Re, что позволяет рассматривать уголь и продукты его переработки в качестве самостоятельного сырьевого источника некоторых металлов [7]. Наиболее перспективными металлами для извлечения из углей Узбекистана являются германий, скандий, рубидий и редкоземельные элементы. Учитывая, что 1 кг металлического германия на мировом рынке стоит 2045 долларов США (2,0 \$/грамм), скандия 10500 (10,5 \$/грамм), а рубидия 6700 (6,7 \$/грамм), на месторождении Шаргун, содержащее Ge - 21 г/т-, позволит извлечь целевой продукт – германий, на сумму 42\$ с каждой тонны угля, Sc -  $25,4 \text{ г/т} \times 10,5 = 266,7$  долл. США. Итого в сумме более 300 \$, тогда ценность металлов составляет в 1 т угля в недрах,

что даже при 50% извлечения их в несколько раз превышает стоимость самого угля. Следует отметить, что содержания редкоземельных элементов в углях Шаргуня сумма редких элементов в 7 раз превышает среднемировую, что позволяет ставить вопрос о детальном изучении этой проблемы. Наиболее перспективны в этом отношении пласты месторождений Шаргун, Байсун, Кухитанг, Санжар, Хауз и др. Сурхандарьинского угольного бассейна.

Анализ проведенных исследований позволяет сделать вывод о том, что угли Республики Узбекистан, сформировавшиеся в нестабильных тектонических условиях, характеризующиеся преимущественно малой мощностью угольных пластов и, часто, высокой степенью углефикации, содержат в себе ценные, редкоземельные металлы, нередко достигающие промышленно значимых концентраций, и могут рассматриваться в качестве объектов комплексного освоения. Результаты лабораторных исследований показали, что в отходах сжигания и отходах обогащения промышленной концентрации имеются редкие и драгоценные металлы [8]. В первую очередь, это алюминий, содержание которого доходит до 1 – 8% на тонну, вольфрам (1,25 %), содержание его в золошлаках Ангренских и Шаргунских углей доходит до одного и более килограммов на тонну.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Seredin V.V., Finkelman R.B. Metalliferous coals: A review of the main genetic and geochemical types // *Int. J. of Coal Geol.* - 2008. - V. 76.1. 4. - P. 253-289.
2. Seredin V.V., Dai S., Sun Y., Chekryzhov Yu I.. Coal deposits as promising sources of rare metals for alternative power and energy-efficient technologies // *Applied Geochemistry.* - 2013. - V. 31. - P. 1-11.
3. Кулибин К.А. Драгоценные металлы в каменном угле//*Золото и платина*, 1908. № 24. С. 510–511.
4. Крапивенцева В.В. Металлоносность углей Приамурья // *Тихоокеанская геология*, 2005, том 24. - №1. - С. 73-84.
5. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Ценные элементы примеси в углях. – Екатеринбург: УрО РАН, 2006. – 538 с.
6. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Неорганическая геохимия угля: аспекты теории. – Сыктывкар: УрО РАН, 2006. 538 с.
7. Юсупов С.К., Юсупов Ф.М., Ёдгоров Н., Байматова Г.А. Извлечение ценных металлов из бурых и каменных углей. Научно и научно-практическая онлайн конференция на тему «Актуальные проблемы в химии и химической промышленности», организованная для молодых учёных Республики. Ташкент 2021 год 20-21 декабря.
8. Юсупов С.К., Юсупов Ф.М., Ёдгаров Н., Байматова Г.А., Халилов С.У. Синтез новых вспенивателей для извлечения драгметаллов из углей. Ж.: Композиционные материалы. № 2.