



**Насиба АТАБАЕВА,**

Старший преподаватель Национального университета

E-mail: atabaevanasiba65@gmail.com

**Азамат ЖУМАКУЛОВ,**

Магистрант факультета геологии и инженерной геологии НУУз

E-mail: azamat.abdukahhorovich@gmail.com

На основе рецензии доцента НУУз, к.г.-м.наук А.Стельмах

## РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНОГО ГЕОХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПОРОД УЧАСТКА КЫНЫР (СЕВЕРНЫЙ ТАМДЫТАУ)

### Аннотация

В рамках выполнения научно-исследовательской работы по договору с Навоийским горно-металлургическим комбинатом на тему: «Обоснование, планирование и реализация мероприятий, направленных на создание алмазной отрасли в Узбекистане» были проведены геохимические исследования проб, отобранных с участка Кыныр (Северный Тамдытаяу). По результатам ICP-MS анализа 71 пробы рассчитаны кратности содержания химических элементов по отношению к кларковым значениям верхней континентальной коры (по Виноградову, 1962). Это позволило выявить спектр положительных и отрицательных геохимических аномалий, оценить степень их выраженности и определить закономерности распределения элементов в различных геохимических группах.

**Ключевые слова:** Кыныр, Тамдытаяу, ICP-MS, рудные элементы, кларковое значение, литофильные элементы, рений, молибден, геохимические аномалии.

## QINIR UCHASTKASI (SHIMOLIY TOMDITOV) TOG' JINSLARINING KOMPLEKS GEOKIMYOVIY TAHLILI NATIJALARI

### Annotatsiya

Navoiy kon-metallurgiya kombinati bilan "O'zbekistonda olmos sanoatini yaratishga qaratilgan chora-tadbirlarni asoslash, rejalashtirish va amalga oshirish" mavzusida tuzilgan shartnoma doirasidagi ilmiy-tadqiqot ishlari jarayonida Qinir maydonidan olingan namunalar geokimyoviy jihatdan o'rganildi. Qinir maydoni (Tomdi tumani) hududidan olingan 71 ta namunaning ICP-MS tahlili natijalari qayta ishlandi. Har bir aniqlangan kimyoviy element uchun uning miqdori yuqori kontinental qobiqning klark qiymatlariga nisbatan (Vinogradov, 1962 bo'yicha) hisoblab chiqildi. Bunday yondashuv ijobjiy va salbiy geokimyoviy anomaliyalar spektrini aniqlash, ularning ifodalanish darajasini baholash hamda turli geokimyoviy guruhlarda elementlarning tarqalish xususiyatlarini belgilash imkonini berdi.

**Калит со'злар:** Qinir, Tamditov, ICP-MS, ma'danli elementlar, klark qiymati, litofil elementlar, reniy, molibden, geokimyoviy anomaliyalar.

## RESULTS OF COMPREHENSIVE GEOCHEMICAL ANALYSIS OF THE ROCK OF THE KYNUR SECTION (NORTHERN TAMDYTAU)

### Annotation

As part of the research work carried out under the agreement with the Navoi Mining and Metallurgical Combine on the topic: "Justification, planning, and implementation of measures aimed at creating the diamond industry in Uzbekistan," geochemical studies of samples taken from the Kynur site were conducted. The data of the ICP-MS analysis of 71 samples taken within the Kynur section (Tamdy district) were processed. For each specific chemical element, the multiplicity of its content relative to Clarke values for the upper continental crust has been calculated (according to Vinogradov, 1962). This approach made it possible to identify the spectrum of positive and negative geochemical anomalies, assess the degree of their severity, and determine the nature of element distribution in different geochemical groups.

**Keywords:** Kynur, Tamdytau, ICP-MS, ore elements, Clarke value, lithophilic elements, rhenium, molybdenum, geochemical anomalies.

**Введение.** Создание и развитие алмазной промышленности в Республике Узбекистан является одной из приоритетных задач государственной программы в области геологии и минеральных ресурсов. В этой связи исследования, направленные на выявление потенциальных алмазоносных территорий, имеют стратегическое значение.

Территория исследований - северная часть горного массива Северный Тамдытаяу - характеризуется интенсивной дислокированностью и следами вулканической активности докембрийского, силурийского и каменноугольного возрастов. Геологическая структура региона изучается с середины XX века, при этом существуют две основные точки зрения:

1. Район представляет собой систему надвинутых тектонических пластин аллохтонного и автохтонного комплексов (Ш.Ш. Сабдюшев и др., 1970; П.А. Мухин, Ю.С. Савчук и др., 1986–2001);

2. Формирование структур определялось преимущественно вертикальными тектоническими движениями. Настоящее исследование направлено на комплексную оценку геохимических особенностей участка Кыныр и выявление индикаторных элементов, отражающих закономерности рудогенеза.

**Обзор литературы.** Изучение геохимических закономерностей распределения элементов в горных породах Тамдытау активно велось в 1970–2000-е годы. Ранее выполненные исследования (Виноградов, 1962; Мухин и др., 1986; Савчук и др., 2001) заложили основы использования кларковых значений для выявления геохимических аномалий.

Современные методы, включая ICP-MS-анализ, позволяют уточнить ранее полученные данные и выявить новые закономерности в распределении редких и стратегических элементов (Re, Mo, W, Ge и др.), что особенно важно в контексте поиска алмазоносных и редкометалльных минерализаций.

**Методология исследования.** В ходе полевых и лабораторных исследований с участка Кыныр (Тамдынский район) было отобрано 71 образец горных пород. Анализ выполнялся методом ICP-MS (индуктивно-связанная плазменная масс-спектрометрия). Для каждого элемента рассчитана кратность содержания относительно кларковых значений верхней континентальной коры по данным Виноградова (1962).

Такой подход позволил выявить положительные и отрицательные аномалии, оценить степень обогащения и дефицита элементов, а также распределение по геохимическим группам: литофильным, халькофильным и сидерофильным.

**Анализ и результаты.** В результате проведённых исследований были получены следующие результаты по некоторым группам элементов. Литофильные элементы редкоземельного и высокозарядного типа. Иерархия элементов по отношению к кларку: Ge ( $3.80\times$ ) > Hf ( $1.22\times$ ) > Li ( $0.98\times$ ) > Zr ( $0.32\times$ ) > Cs ( $0.29\times$ ) > Be ( $0.22\times$ ) > Nb ( $0.20\times$ ) > Rb ( $0.15\times$ ) > Ta ( $0.048\times$ ) (см. график 1).

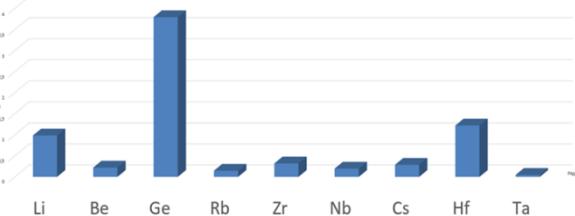


График 1. Иерархия элементов по кратности к кларку и взаимному соотношению.

В пределах группы наблюдается выраженная положительная аномалия по германию ( $\approx 3.80\times$ ) и умеренное обогащение по гафнию ( $\approx 1.22\times$ ). Литий фиксируется на уровне, близком к среднекоровому фону ( $\approx 0.98\times$ ). Остальные элементы (от циркония до тантала) демонстрируют отрицательные отклонения, наиболее значительное из которых зафиксировано у тантала ( $\approx 0.048\times$ ), что соответствует почти двадцатикратному дефициту относительно кларка. Такая картина указывает на селективное фракционирование, при котором обогащение коснулось лишь отдельных элементов, тогда как большинство представителей группы оказалось в состоянии системного обеднения.

Таблица 1. Распределение содержания литофильных элементов по категориям относительно кларка (Виноградов, 1962)

Элемент	Низкое содержание (<1× кларка)	Среднее содержание (1–2×)	Высокое содержание (>2–7×)	Аномально высокое (>7×)
Be	71 Проба	отсутствуют	отсутствуют	отсутствуют
Cs	71 Проба	отсутствуют	отсутствуют	отсутствуют
Ge	3 Пробы	4 Пробы	63 Пробы	1 Проба
Hf	31 Проба	31 Проба	9 Пробы	отсутствуют
Li	34 Пробы	34 Пробы	3 Пробы	отсутствуют
Nb	71 Проба	отсутствуют	отсутствуют	отсутствуют
Rb	70 Пробы	1 Проба	отсутствуют	отсутствуют
Ta	71 Проба	отсутствуют	отсутствуют	отсутствуют
Zr	70 Пробы	1 Проба	отсутствуют	отсутствуют

Таблица показывает, как распределяются химические элементы в пробах участка в зависимости от степени их обогащения по сравнению с кларковыми концентрациями (Виноградов, 1962). Элементы разделены на четыре категории: низкое (<1× кларка), среднее (1–2×), высокое (>2–7×) и аномально высокое (>7×). Таблица позволяет визуально оценить, какие элементы преобладают на фоне (низкое содержание), а какие проявляют значительное или аномальное накопление, что важно для выявления геохимических аномалий и определения элементов-индикаторов.

Анализ содержания литофильных элементов показал различную степень их перераспределения и обогащения на исследуемом участке.

**Металлические (рудные) элементы.** Иерархия по отношению к кларку: Re ( $12278\times$ ) > Mo ( $48.9\times$ ) > Cd ( $44.2\times$ ) > Cu ( $7.8\times$ ) > W ( $6.4\times$ ) > Pb ( $3.2\times$ ) > Zn ( $2.8\times$ ) > Ga ( $0.7\times$ ) > Sn ( $0.6\times$ ) > In ( $0.45\times$ ) > Tl ( $0.000035\times$ ) (см. график 2).

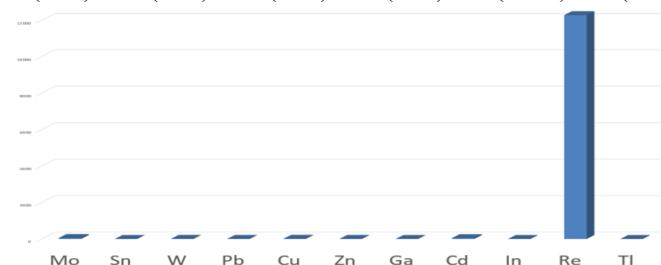


График 2. Иерархия элементов по кратности к кларку и взаимному соотношению.

Спектр металлических рудных элементов по представленным кратностям к кларку характеризуется ярко выраженной, направленной асимметрией. Абсолютным лидером является рений — его средняя кратность превосходит корковый фон на несколько порядков ( $\approx 1.23 \cdot 10^4 \times$ ), что однозначно доминирует в геохимическом профиле группы. Наряду с этим отмечается выраженное обогащение молибдена ( $\approx 49 \times$ ) и кадмия ( $\approx 44 \times$ ), тогда как медь и вольфрам занимают промежуточную позицию с заметными, но на порядки меньшими кратностями ( $\approx 7.8 \times$  и  $\approx 6.4 \times$  соответственно). Свинец и цинк демонстрируют умеренные превышения фона ( $\approx 3.2$ – $2.8 \times$ ). Элементы Ga, Sn и In находятся в зоне

фонового или слабого обеднения/приближения к фону ( $<1\times$ ), а таллий практически отсутствует относительно кларка ( $\approx 3.5 \cdot 10^{-5}\times$ ).

В совокупности числовая картина указывает на то, что геохимический профиль группы определяется несколькими явно выраженными аномалиями (прежде всего Re, затем Mo и Cd) на фоне общей массы элементов с низкими или фоновыми отношениями к кларку. Это делает распределение крайне неравномерным и подчёркивает необходимость дальнейшего количественного рассмотрения аномалий в контексте геохимического отчёта (например - выделение спектра ключевых аномалий и оценка их относительной значимости).

**Таблица 2. Распределение содержания металлических рудных элементов по категориям относительно кларка (Виноградов, 1962)**

Элемент	Низкое содержание ( $<1\times$ )	Среднее содержание (1–2×)	Высокое содержание ( $>2-7\times$ )	Аномально высокое ( $>7\times$ )
Mo	отсутствуют	отсутствуют	13 Пробы	58 Пробы
Sn	67 Пробы	3 Пробы	отсутствуют	1 Проба
W	2 Пробы	11 Проба	38 Пробы	20 Пробы
Pb	6 Пробы	48 Пробы	15 Пробы	2 Пробы
Cu	17 Пробы	30 Пробы	16 Пробы	8 Пробы
Zn	63 Пробы	5 Пробы	2 Пробы	1 Проба
Ga	59 Пробы	8 Пробы	4 Пробы	отсутствуют
Cd	19 Пробы	24 Пробы	21 Проба	7 Пробы
In	68 Пробы	2 Пробы	отсутствуют	1 Проба
Re	отсутствуют	отсутствуют	отсутствуют	71 Проба
Tl	70 Пробы	отсутствуют	1 Проба	отсутствуют

Анализ содержания высокозарядных и халькофильных элементов выявил как выраженные зоны обогащения, так и элементы с преобладанием фонового уровня.

**Заключение и рекомендации.** Проведённый анализ выявил широкий спектр как положительных, так и отрицательных аномалий, отражающих комплексную картину перераспределения химических элементов на участке Кыныр. Особенно выделяются экстремальные обогащения по рению, таллию, теллуро и иттербию, а также выраженная доминантность тяжёлых РЗЭ. Сочетание подобных аномалий позволяет предполагать сложную историю геохимической эволюции участка с участием как магматогенных, так и гидротермальных процессов.

Особое внимание заслуживает аномально высокое содержание рения (Re), являющегося стратегически важным металлом. Его промышленное значение определяется использованием в высокотемпературных сплавах, катализаторах и электронике. Его концентрация свидетельствует о специфических геохимических условиях формирования, вероятно связанных с сульфидными и молибденитовыми системами.

Выявленные аномалии по Mo, W, Cd и Ge также указывают на перспективность дальнейших детальных геохимических и минералогических исследований участка.

Рекомендуется:

1. Провести более детальное геохимическое картирование участка с шагом 50–100 м;
2. Выполнить микрозондовый и минералогический анализ выделенных аномальных зон;
3. Оценить корреляционные зависимости между Re, Mo, W и S для выявления типа рудогенеза;
4. Рассмотреть возможность промышленной значимости выявленных аномалий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Виноградов А.П. Среднее содержание химических элементов в основных типах горных пород земной коры. – М.: АН СССР, 1962.
2. Сабдошев Ш.Ш., Мухин П.А. Геология и металлогения Северного Тамдытыу. – Ташкент, 1970.
3. Савчук Ю.С., Мухин П.А., Абдуллаев Х.М. Геохимия и тектоника Тамдынского района. – Ташкент, 2001.
4. Ахмедов Н.А. Состояние и перспективы геологоразведочных работ на алмазы в Узбекистане. Горный вестник Узбекистана №2 (89) 2022.
5. Ваганов В.И., Каминский Ф.В. Временные методические рекомендации по прогнозированию и поискам коренных месторождений алмазов лампро-итового типа. – М.: ЦНИГРИ, 1988 г. – С. 60.
6. Головко А.В. Некимберлитовые типы алмазоносных пород на территории Узбекистана. Региональная геология и металлогения. Санкт-Петербург, №26, 2005, с.133-145.
7. Головко А.В., Антонов А.Е. Алмазоносность Узбекистана – история изученности и перспективы создания в стране алмазной отрасли. Тезисы конференции в ЦНИГРИ. 2024. С.
8. Шафрановский Г.И., Головко А.В. Морфология алмазов из диатремы Карапахо (Узбекистан). В сб. докладов: Эффективность прогнозирования и поисков алмазов: прошлое, настоящее и будущее (Алмазы-50). СПб. Изд-во ВСЕГЕИ, 2004.