

УДК 539.01+539.12; 621.039

С.К.Ходжиев, Х.М.Назаров, М.М.Хочийён, М.З.Ахмедов, Б.Б.Баротов, М.С.Пулатов,

И.У.Мирсаидов

**ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ УРАНСОДЕРЖАЩИХ РУД
МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ТАДЖИКИСТАН»***Агентство по ядерной и радиационной безопасности АН Республики Таджикистан**(Представлено академиком АН Республики Таджикистан У.Мирсаидовым 03.01.2017 г.)*

Приведены результаты химического и минералогического анализа урансодержащих руд месторождения «Центральный Таджикистан». Анализ результатов показал, что руда является ураносиликатной с содержанием SiO_2 более 30%. Поэтому рекомендуются кислотные методы разложения руды.

Ключевые слова: переработка, химический анализ, минералогический анализ, урансодержащая руда.

Отдельные месторождения урансодержащих руд в Таджикистане были открыты в середине прошлого столетия. По содержанию урана они являются перспективными для переработки [1]. В настоящей работе приведены результаты химического и минералогического анализа урансодержащих руд месторождения «Центральный Таджикистан» с целью возможной их переработки.

Ранее в работах [2, 3] был проанализирован химический и минералогический состав руд месторождений «Северный Таджикистан».

Для выбора процесса выщелачивания руд месторождения «Центральный Таджикистан» были исследованы химический и минералогический составы проб, отобранных из канав и шурфов месторождения.

Пробоподготовка. Валовые образцы набивались в кюветы без использования прессования при постоянном контроле качества поверхности для приготовления максимально разориентированных препаратов.

Оборудование и условия съемки. Рентгенодифракционный анализ порошковых препаратов (проба А) проводился при помощи рентгеновского дифрактометра ULTIMA-IV фирмы Rigaku (Япония). Рабочий режим – 40 кВ и 40 мА, медное излучение, никелевый фильтр, диапазон измерений – $3-65^\circ 2\theta$, шаг по углу сканирования $0.02^\circ 2\theta$, фиксированная система фокусирующих щелей (рис.1).

Диагностика и анализ. Диагностика минерального состава проводилась методом сопоставления экспериментального и эталонных спектров из базы данных PDF-2 в программном пакете Jade 6.5, компании MDI.

Адрес для корреспонденции: Назаров Холмурод. 734003, Республика Таджикистан, г.Душанбе, ул. Х.Хакимзода, 17а, Агентство по ядерной и радиационной безопасности АН РТ. E-mail: holmurod18@mail.ru

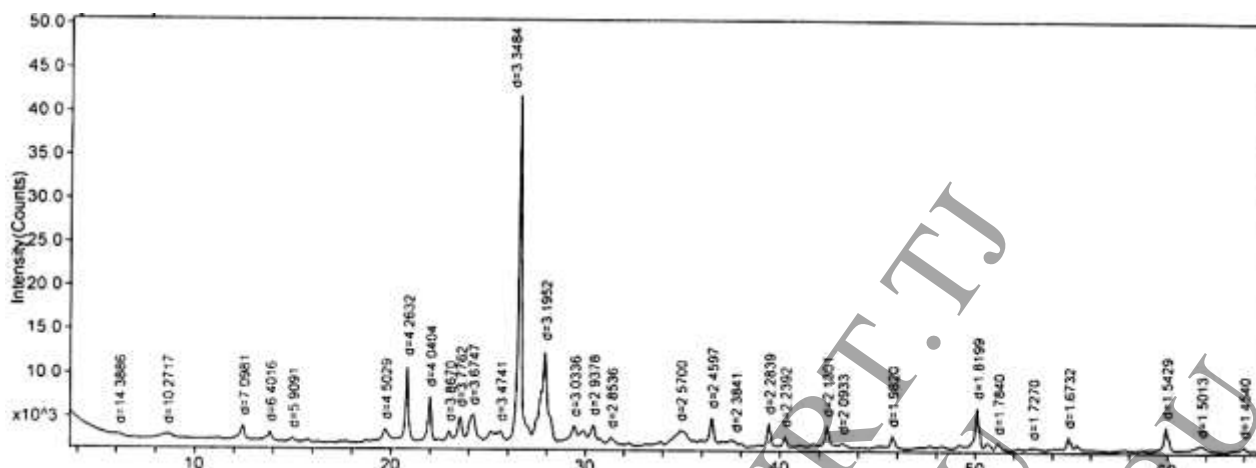


Рис.1. Рентгенодифракционный анализ образца А.

Количественный анализ осуществлялся методом полнопрофильной обработки рентгеновских картин от неориентированных препаратов по методу Ритвельда в программном продукте программы BGMN. Погрешность расчётов количественных содержаний по методу Ритвельда обычно оценивается в 2-3%. Ошибка определения складывается из ошибок расчёта для каждой фазы и дается в весовых процентах. При этом для отдельных фаз ошибка определений будет отличаться и может составлять от 0.5 до 2-3%.

Результаты анализа показали, что минеральный состав пробы А состоит, %: кварц – 34.5; кальцит – 3.0; плагиоклазы (альбит) – 30.7; плагиоклазы (анортит) – 2.9; магнетит – 1.7; иллит-сметит смешанослойный минерал с преобладанием иллитовых межслоёв – 21.0; хлорит - 6.3 (табл.1).

Химический состав пробы А приведён в табл.2.

Таблица 1

Результаты рентгенофлуоресцентного анализа пробы

Определяемый элемент, %												
Sr	As	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	V	Ti	Bi	U	
0.0467	0.1145	0.0264	0.1797	0.0013	0.0027	3.9281	0.2135	0.0025	0.4345	0.0201	0.3608	

Таблица 2

Химический анализ пробы А

Определяемый элемент, %										
Al	As	B	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Co	Cr	
8.2	0.007	0.011	0.011	$3 \cdot 10^{-4}$	$6 \cdot 10^{-4}$	1.55	$<5 \cdot 10^{-4}$	0.002	0.016	
Cu	Fe	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	Pb	Re	
0.004	3.5	30.87	0.68	0.05	0.001	2.59	0.002	0.025	<0.001	
Sb	Sc	Se	Si	Sn	Sr	Ti	V	Zn	Zr	
0.01	$8 \cdot 10^{-4}$	0.006	0.022	0.027	0.019	0.31	0.006	0.015	0.019	
Ga	Nb	Ta	W	Ce	Dy	Er	Eu	Gd	Ho	
0.004	0.024	0.007	0.004	0.005	$5 \cdot 10^{-4}$	0.001	$2 \cdot 10^{-4}$	0.001	$<5 \cdot 10^{-4}$	
La	Lu	Nd	Pr	Sm	Tb	Tm	Y	Yb	U	
0.003	$2 \cdot 10^{-4}$	0.004	$9 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$<5 \cdot 10^{-4}$	$<5 \cdot 10^{-4}$	0.003	$4 \cdot 10^{-4}$	0.31	

Термический анализ образца А. Методом дифференциально-сканирующей калориметрии (ДСК) проведено исследование двух представленных образцов. Синхронно записывались кривые ДСК и термогравиметрии (ТГ) на приборе NETZSCH STA 449. Условия съемки: скорость – 10 град/мин, тигли корундовые с закрытыми крышками, навеска ~ 50 мг, атмосфера воздуха и аргона.

По термическим кривым были идентифицированы следующие минералы: каолинит, кварц, слюда, доломит.

Каолинит. Кривым ДСК каолинита свойственны три основных эффекта - два эндотермических (при 81 и 518°C) и экзотермический (893°C). Первый эндозффект связан с несовершенством структуры минерала и отвечает за удаление адсорбированной на поверхности воды. Потеря массы при этом составляет 0.65%. Второй эндозффект связан с дегидросилизацией каолинита. Потеря массы в интервале температур 400-600°C составляет 1.38%, что соответствует 9.9% каолинита, присутствующего в пробе. Незначительный экзозффект с максимумом при температуре 893°C говорит о дисперсности минерала и образовании шпинелевой фазы.

Кварц идентифицируется по характерному для него пику с максимумом при температуре α - β -перехода 571°C.

Карбонат. На кривой ДСК в интервале температур 650-800°C отмечается эндозффект, связанный с термической диссоциацией доломита, присутствующего в образце. Температура максимума эндозффекта составляет 726.7°C. С этим процессом также связан небольшой эндозффект с максимумом при температуре 775°C. По количественным данным термогравиметрического анализа можно рассчитать количественное соотношение примеси доломита в образце:

$$C_{(\text{доломита})} = \frac{M_{\text{CaMg}(\text{CO})_3}}{n \cdot M_{\text{CO}_2}} d = \frac{46}{11} d = 4.181.6 = 6.7\%.$$

Слюда. Высокотемпературный эндозффект при температуре, близкой к 1000°C, отвечает за удаление конституционной воды и распад решетки минерала. Небольшой экзозффект с температурой максимума при температуре 824.5°C связан с окислением железа.

Результаты альфа-спектрометрии пробы А. Для анализа представлены две пробы озолённой почвы с шифрами ЕТ-14-05 (масса 201.6 г) и ЕТ-14-06 (масса 202.4 г). Для анализа проб, содержащих изотопы урана, использовалась инструкция НСАМ №433-ЯФ рег. номер №46-У-П/99-03 «Методика выполнения измерений удельной активности изотопов урана (234, 238) в почвах, грунтах, горных породах и строительных материалах на их основе альфа-спектрометрическим методом с радиохимической подготовкой». Методика предназначена для количественного определения удельной активности изотопов урана (U-234, U-238) в пробах почв, грунтов, горных пород и строительных материалов на их основе. Диапазон измеряемой активности – от 5 до 10^4 Бк/кг по каждому изотопу. Суммарная неопределённость результата измерений не более 30% (при $P=0.95$). Минимальное значение измеряемой удельной активности изотопов урана составляет 5 Бк/кг (при аналитической навеске пробы 0.005 кг).

Измерения выполнены на двенадцатиканальном радиометре-спектрометре альфа-излучения Alpha Analyst (производство фирмы Канберра Индастриз, США, зав. №13000025) с детекторами излучения Alpha Pips, оснащённым программным обеспечением Genie 2000 Alpha Analyst.

Для определения активности радионуклидов регистрация импульсов проводилась в следующих энергетических диапазонах:

Нуклид	Энергии основных пиков, кэВ	Выход, %	Средневзвешенная энергия, кэВ	Левая граница зоны интересов, кэВ	Правая граница зоны интересов, кэВ
^{232}U	5263 5320	31 68	5302	5225	5395
^{234}U	4723 4776	27 72	4761	4630	4830
^{235}U	4364 4370 4395	11 6 55	4388	4345	4455
^{238}U	4147 4196	23 77	4184	4055	4260

Спектры приведены на рис.2. Результаты измерений представлены в табл.3.

Таблица 3

Удельная активность изотопов урана в предоставленных пробах

Удельная активность, Бк/г		
U^{238}	U^{235}	U^{234}
50.26±15.08	2.05±0.62	49.24±14.77

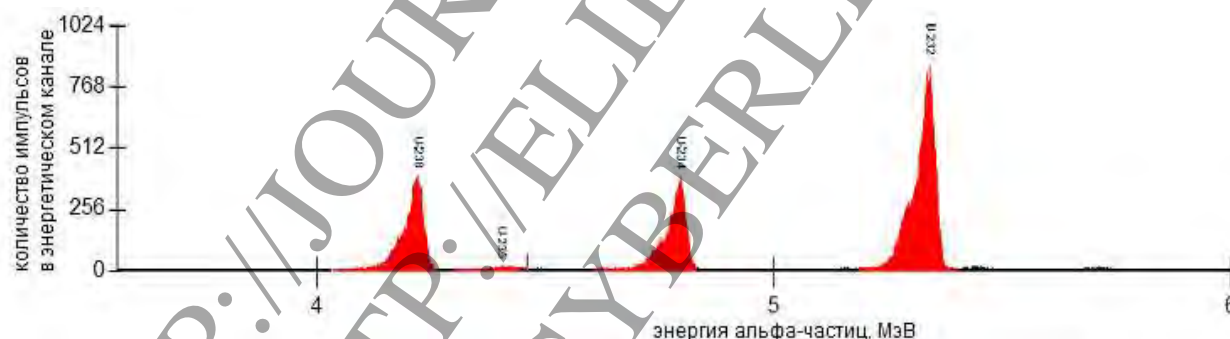


Рис.2. Альфа-спектр изотопов урана, содержащихся в навеске (масса 0.2530 г) пробы ЕТ-14-06. Время измерения 21600 секунд.

Таким образом, результаты анализов пробы позволяют определить методы переработки урановых руд месторождения «Центральный Таджикистан». Так как руда является ураносиликатной и содержание SiO_2 равно 34.5%, поэтому рекомендуется применение кислотного выщелачивания.

Поступило 03.01.2017 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Разыков З.А., Гусаков Э.Г., Марущенко А.А. и др. – Урановые месторождения Таджикистана. – Худжанд: ООО «Хуросон», 2001, с.107-115.

2. Назаров Х.М., Мирсаидов И.У., Баротов Б.Б. и др. Извлечение урана из природных урансодержащих руд месторождений Северного Таджикистана. – Мат-лы VI Нумановских чтений. – Душанбе, 2009, с.228-231.
3. Назаров Х.М., Хакимов Н., Мирсаидов И.У. и др. Карбонатное выщелачивание урановых руд месторождения «Ганзим». – Материалы семинаров «2011 год – Международный год химии» и «Радиационная безопасность Таджикистана». – Душанбе, 2011, с.27-29.

**С.К.Ходжиев, Х.М.Назаров, М.М.Ҳочиён, М.З.Ахмедов, Б.Б.Баротов, М.С.Пулатов,
И.У.Мирсаидов**

ЭҶТИМОЛИЯТИ КОРКАРДИ МАЪДАНҲОИ УРАНДОР АЗ КОНИ «ТОЧИКИСТОНИ МАРКАЗӢ»

Агентии амнияти ядроӣ ва радиатсионии Академияи илмҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон

Дар кори мазкур натиҷаҳои таҳлили химиявӣ ва минералогии маъданҳои урандор аз кони «Тоҷикистони Марказӣ» оварда шудаанд. Таҳлили натиҷаҳо нишон доданд, ки маъдан бо микдори зиёда аз 30% SiO₂ доштани ураносиликати мебошад. Аз ин рӯ, усули таҷзияи кислотавии маъдан тавсия карда мешавад.

Калимаҳои калидӣ: коркард, таҳлили химиявӣ, таҳлили минералогӣ, маъдани урандошта.

S.K.Khojiev, Kh.M.Nazarov, M.M.Hojiyon, M.Z.Akhmedov, B.B.Barotov, M.S.Pulatov, I.U.Mirsaidov

PROCESSING POSSIBILITIES OF URANIUM-CONTAINING ORES OF «CENTRAL TAJIKISTAN» DEPOSIT

Nuclear and Radiation Safety Agency of Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan

In this paper the results of chemical and mineralogical composition analysis of uranium ores from the “Central Tajikistan” deposit are presents. Analysis of the results showed that the ore is uranium-silicate containing SiO₂ more than 30 per cent. Therefore, acidic methods of ore decomposition are recommended.

Key words: processing, chemical analysis, mineralogical analysis, uranium-bearing ore.