



## ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ И ПОИСКОВЫЕ КРИТЕРИИ УРАНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КЫЗЫЛКУМОВ

Аннотация

Узбекистан находится на седьмом месте в мире по запасам урана и на пятом по его добыче. Страна не является потребителем урановой продукции и весь произведенный уран экспортируется. До недавнего времени ГП "Навоийский горно-металлургический комбинат (НГМК) обладал монопольным правом на добычу, обогащение и экспорт урана в республике.

**Ключевые слова:** уран, инфильтрация, окисления, минерализация, рудник, недра, критерии, гидрохимия, поиск.

## GEOLOGICAL PREREQUISITES AND SEARCH CRITERIA FOR KYZYLKUM URANIUM DEPOSITS

Annotation

Uzbekistan is in seventh place in the world in terms of uranium reserves and fifth in its production. The country is not a consumer of uranium products and all uranium produced is exported. Until recently, the Navoi Mining and Metallurgical Combine (NMMC) State Enterprise had a monopoly on the extraction, enrichment and export of uranium in the republic

**Key words:** uranium, infiltration, oxidation, mineralization, mine, subsoil, criteria, hydrochemistry, search.

## QIZILQUM URAN KONLARINING GEOLOGIK SHARTLARI VA QIDIRISH MEZONLARI

Annotatsiya

O‘zbekiston uran zahiralari bo‘yicha dunyoda yettinchi, qazib olish bo‘yicha esa beshinchi o‘rinda turadi. Mamlakat uran mahsulotlari iste‘molchisi emas ammo, ishlab chiqarilgan barcha uran eksport qilinadi. Yaqin vaqtgacha "Navoiy kon metallurgiya kombinati" (NGMK) davlat korxonasi Respublikada uran qazib olish, boyitish va eksport qilishda monopoliyaga ega bo‘lgan.

**Kalit so‘zlar:** uran, infiltratsiya, oksidlanish, minerallashuv, kon, yer osti, mezon, gidrokimyo, qidirish.

В 1952 году в Узбекистане, в пустыне Кызылкум, в ходе аэрофизических работ на склоне горного массива Букантау была выявлена интенсивная локальная аэrorадиометрическая аномалия, затем — еще одна. При наземной проверке установили, что руда есть не только на поверхности, но и в глубине. Из-за удаленности объекта полноценные буровые работы удалось развернуть только в 1954 году. Их результаты подтвердили: открыто месторождение, имеющее промышленную ценность. Так был обнаружен Учкудук — "Три колодца" (дословный перевод с узбекского), первое месторождение нового типа—инфильтрационного. В таких месторождениях урановая минерализация формируется в рыхлых песчаных породах на границе окисленных и неокисленных пород. По размеру оно также оказалось уникальным. Для его отработки в 1958 году было принято решение построить Навоийский горно--металлургический комбинат. Метода скважинного подземного выщелачивания еще не существовало, поэтому обрабатывали Учкудук горным способом.

После открытия Учкудука были организованы масштабные поисковые работы по всем Кызылкумам. В результате были обнаружены месторождения Сугралы, Кетменчи, Сабырсай, Карамурун, Букинай и другие. Однако быстро выяснилось, что все эти месторождения имеют плохие горно--технологические характеристики: вмещающие породы рыхлые, неустойчивые, часто сильно обводненные. Кроме того, на Сугралы подземные воды были горячими, их приходилось охлаждать, иначе температура в забоях доходила до 50 °С. В итоге работы оказались настолько дорогими, что добычу прекратили. Другие месторождения, открытые тогда в Кызылкумах, также были признаны непромышленными из-за расчетной высокой стоимости строительства и эксплуатации рудников.

Уран является уникальным полезным ископаемым из-за разнообразия геологических обстановок его природных концентраций. Достаточно крупные месторождения с относительно высоким содержанием урана в рудах, рассматриваемые в настоящее время в качестве возможных промышленных источников этого металла, остаются достаточно редкими природными образованиями, встречающимися в специфических геологических условиях. Подсчет запасов осуществляется на каждой стадии разведки и разработки месторождения и является заключительным этапом проведения геологоразведочных работ.

В результате подсчета запасов и изучения месторождения в пределах изучаемого участка или всего месторождения устанавливают: форму залежей, геологические и горнотехнические условия залегания для правильного выбора вскрытия и системы разработки месторождения, весовое или объемное количество полезного ископаемого в недрах, а также качество полезного ископаемого, оценивают степень изученности месторождения, надежности результатов подсчета запасов для решения вопроса о промышленном назначении запасов.

Задачи прогнозирования месторождений рассматриваемого типа заключаются: 1) в определении возможности существования зон пластового окисления в различных депрессиях, выполненных осадочными породами; 2) в решении потенциальной ураноносности зон пластового окисления (как установленных, так и предполагаемых).

Первый вопрос решается на стадии мелкомасштабного прогнозирования на основе региональных критериев. К ним относятся:

*Климатический критерий.* Большинство исследователей считают, что для развития пластово-инфильтрационных процессов окислительной направленности предпочтительны территории с аридным климатом, с пустынными, полупустынными или сухостепными ландшафтами, где малое количество органического вещества в почвах и грунтовых водах обеспечивает почти беспрепятственное проникновение атмосферного кислорода на глубину и формирование рудоконтролирующих зон пластового окисления.

*Региональный гидрогеологический критерий.* Зоны пластового окисления могут возникать только в артезианских бассейнах, обладающих инфильтрационным режимом и имеющих наибольшие отметки уровней вод в прибортовых частях на наивысших гипсометрических отметках. Эволюция содержания урана в подземных водах, которые первоначально получены из холодных источников, впадающих в минерализованные толщи, указывает на то, что эти холодные источники играют важную роль в мобилизации урана из гор, а реки, протекающие через районы обнажения минерализованных толщ, действуют как источник минерализующих флюидов при формировании месторождения. В бассейнах с эксфильтрационным режимом формирования зон пластового окисления не происходит.

*Геотектонический критерий.* Артезианские бассейны с ярко выраженным режимом характерны для областей умеренной тектонической активизации платформ и размещены главным образом в пределах переходной области малоамплитудного постплатформенного орогена (суборогена) с амплитудой новейших дифференцированных тектонических движений порядка 300-1500 м.

*Литолого-фациальный критерий.* Наличие в разрезе осадочных пород, заполняющих артезианские бассейны водопроницаемых горизонтов, сложенных первично-сероцветными отложениями, сформированными в условиях мелководья, либо в условиях речного или озерно-болотного осадконакопления.

Вопрос, насколько выделенные зоны пластового окисления ураноносны, решается уже на стадии специализированного картирования масштаба 1:200000, где первостепенное значение приобретают локальные критерии. К ним относятся:

*Гидрогеохимические критерии.* Прямыми признаками, указывающими на развитие ЗПО, являются присутствие в пластовых водах свободного кислорода, высокие положительные значения окислительно-восстановительного потенциала. На существование кислородной обстановки, допускающей формирование ЗПО, может указывать также присутствие в водах сульфат-иона в количестве десятков и более мг/л. Отрицательным гидрогеохимическим признаком служит присутствие в подземных водах сероводорода, углеводорода, в существенных количествах закисного железа.

*Литолого-геохимические критерии.* Это присутствие в разрезе водоносных горизонтов желто-цветных, белочетных, белесо-желтых и т. п. водопроницаемых отложений. Фациальная их немотивированность, секущий по отношению к слоистости и фациальной зональности характер граней, наличие псевдоморфоз окислов и гидроокислов железа по органическим остаткам и первичным железосодержащим минералам (пирит, сидерит, глауконит и др.).

Один из наиболее важных факторов при наличии всех вышеописанных критериев – наличие уранового источника, которым может выступать как черносланцевая формация с высоким фоновым содержанием урана, так и кислые гранитодные интрузивы горных возвышенностей. Например, источником урана для китайских месторождений песчаникового типа, осадение которого происходит в результате инфильтрации подземных вод, являются породы Тянь-Шаньского орогена. Минеральный парагенезис и текстура указывают на то, что рудные тела, как и сами осадочные отложения, образовались в условиях низкой температуры (30-50°C).

Следует иметь в виду, что зоны пластового окисления всегда приурочены к водоносным горизонтам, т. е. они стратиформные, и этим отличаются от современных и древних зон поверхностного окисления.

Прямая предпосылка нахождения гидрогенных месторождений урана – присутствие повышенных концентраций урана или радиоактивных аномалий (50 мкР/ч и более) в водоносном горизонте на контакте пластово-окисленных пород с неокисленными.

Поисковые признаки месторождений в Зиаэтдин-Зирабулакском ураново-рудном районе в основном соответствуют общим для месторождений песчаникового типа, но есть и специфические, присущие только данному региону. Основным критерием для поисков инфильтрационных урановых месторождений является наличие зон межпластового окисления, т. е. эпигенетической зональности в водоносных горизонтах осадочного чехла, а, следовательно, и определенный комплекс условий, способствующий образованию таких зон:

- структурные условия: благоприятны полого дислоцированные отложения чехла в обрамлении горст-антиклинальных структур, моноклинали в краевых частях антиклинальных и горст-антиклинальных структур;
- литолого-фациальные и геохимические: наличие проницаемых, первично-сероцветных или эпигенетически восстановленных отложений различного генезиса, расположенных между непроницаемыми горизонтами с глубиной залегания от первых сотен до тысячи метров. Обязательное условие для развития рудообразующего процесса – наличие достаточного количества восстановителей в осадочных отложениях. Это могут быть восстановители сингенетического происхождения – растительный детрит, ископаемая древесина, углефицированные и фосфатизированные органические остатки, угли, диагенетические сульфиды или, как в нашем случае, эпигенетического происхождения – жидкие или газообразные углеводороды, битумы, сульфиды. В минерализованном песчанике обломочные зерна, состоящие из кварца, полевого шпата, обломков пород, углестого шлама, слюды и акцессорных минералов, могут быть сцементированы глинами и, в незначительной степени, аутигенным кальцитом и кварцем;
- гидрогеологические: крылья малых артезианских бассейнов, примыкающих к массивам трещинных вод кристаллического фундамента. Примеры таких регионов: артезианские бассейны Центральных Кызылкумов, США, Китая (мезозойский бассейн Йили на Северо-Западе Китая). В пределах последних, в близповерхностных условиях, формируются кислородные ураносодержащие грунтовые воды, переходящие на глубине в пластовые. Напорные

пластовые воды, двигаясь от областей питания к областям разгрузки, высаживают уран на геохимическом барьере после расходования кислорода на окисление органического вещества и сульфидов вмещающих пород. Большое значение в окислении сульфидов имеют сульфатредуцирующие бактерии. Для формирования промышленного оруденения необходимы длительное направленное движение пластовых вод и значительная удаленность (от первых до нескольких десятков и сотен километров) геохимического барьера от областей питания;

• климатические: условия аридного климата, способствующие региональному повышению концентраций урана в водах областей питания. Для месторождений Зиаэтин-Зирабулакского района общим благоприятным условием является расположение его в краевой части нефтегазоносного бассейна.

В результате изучения и систематизации материалов для выбора объекта и проведения минералого-геохимических исследований, а также работ по дистанционному зондированию Земли сформирован каталог объектов изучения, что и позволило нам сконцентрировать наши исследования именно на двух территориях – западной части и на восточной границе Кызылкумской провинции. Это, по нашему мнению, показывает, что применимые методы можно использовать при поисках и прогнозе скрытых залежей в пределах различных территорий, в т. ч. и других стран.

Так, получены результаты геолого-разведочных работ действующих проектов по поискам месторождений песчаного типа, в частности, по отбору и изучению проницаемых пород рудовмещающих горизонтов участка Западный Зиаэтин и месторождения Дженгельды.

Работы данного этапа состояли из трех частей – подготовка минералогических образцов, изучение подготовленных проб под биноклем и микроскопом и статистическая обработка результатов лабораторных исследований.

При изучении отобранного материала применялись традиционные методы минералогических исследований: характеристика и описание пород под биноклем, полный полуколичественный минералогический анализ с детальным описанием минералов, их спутников, важнейших аксессуарных минералов песчаной и глинистой фракций, изучение и описание минералов в иммерсии под микроскопом (количественный минералогический анализ) легкой и тяжелой фракции, а также специализированные методы исследований: рентгеноструктурный фазовый анализ для определения состава и количества глинистых и сопутствующих минералов, масс-спектральный анализ с индуктивно связанной плазмой (ICP-ms) для количественного определения комплекса рудных элементов, количественный рентгенофлуоресцентный анализ на 6 элементов. Кроме того, для объективной геохимической характеристики эпигенетических зон отобранные пробы проанализированы методами мокрой химии на формы Fe и S, CO<sub>2</sub>, Сорг, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, U+6, U+4.

Минералого-геохимическая характеристика продуктивного горизонта изначально предполагалась для отложений сантона – 123 пробы, однако в связи с необходимостью дополнительных данных было решено доизучить отложения 2-х горизонтов участка Дженгельды (маастрихтский и льяляканский) – 199 проб. Изучение вещественного состава и геохимических особенностей пород и руд из отложений продуктивных горизонтов маастрихта и льялякана (Дженгельды) и сантона (Западный Зиаэтин) происходило по различным геохимическим подзонам: окисленных (безрудные, ореол рассеяния селена, ореол рассеяния урана и селена, ореол рассеяния урана, селеновые руды) и неокисленных (ореол рассеяния селена, ореол рассеяния урана и селена, селеновые руды, урановые руды, ореол рассеяния урана, ореол рассеяния урана и молибдена, ореол рассеяния молибдена, безрудные сероцветы) частей зональности. Отметим, что не изучены подзоны уран-селенового, уран-молибденового и молибденового оруденения, локализованные в сероцветной части разреза, в связи с отсутствием образцов. Подзона уран-молибденового ореола рассеяния представлена одним образцом, подзона ореола рассеяния молибдена – тремя образцами (1 проба из льяляканского горизонта, 2 пробы – маастрихтского).

Результаты и обсуждение. Поскольку основные исследования методами дистанционного зондирования Земли проведены для Западно-Зиаэтинской площади, то с целью ознакомления коротко остановимся на ее геологическом строении.

Западно-Зиаэтинская перспективная площадь расположена в северо-восточной части Зирабулак-Зиаэтинского горно-рудного района. Характеризуется благоприятными экономическими условиями, развитой в районе сетью автомобильных дорог, с магистральной автотрассой Бухара–Самарканд, проходящей в 4-5 км к северу от площади. Поверхность района представляет слабо расчлененную предгорную равнину с абсолютными отметками от 300 до 380 м, окаймляющую Зиаэтинское горное поднятие и переходящее на севере в долину р. Зарафшан. Относительные превышения положительных форм рельефа – 20-40 м.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Рудные формации и основные черты металлогении золота Узбекистана. Т.: Фан, ред. И.Х. Хамрабаев, 1969. 396 с.
2. Рудные месторождения Узбекистана. Т.: Гидроингео, ред. Н.А. Ахмедов. 2001. 611 с.
3. Тужиков Л. Н., Хусайнов А. М., А. Я. Куракин. Отчет Кокпатасской партии № 18 партии по поисковым работам 1965 года, Ташкент, фонды ГУП «Уранредметгеология» инв. 2090.
4. Тужиков Л. Н. Отчет Актауской партии по поисковым работам 1966 года, Ташкент, фонды ГУП «Уранредметгеология» инв. 2090.
5. Казаринов В. В., Страшных П. А. Отчет Тамдынской партии № 20 по геолого-поисковым работам на восточных предгорьях Тамдыгау в 1969 году, Ташкент, фонды ГУП «Уранредметгеология» инв. № 2303.
6. Демина Т.Я., Крылов О.Н. и др. Проведение работ по анализу состояния и перспектив развития минерально-сырьевой базы урана и сопутствующих ему полезных компонентов на территории Республики Узбекистан (Отчет по заданию 3-82 за 1992-1994г.г.). Т., 1995. Фонды ГУП «Уранредметгеология»
7. Рунов Б. Н., Рубинова С. И., Романов В. И. и др. Составление комплекта специализированных погоризонтных карт масштаба 1:50 000 рудоносных формаций осадочного чехла по отдельным локальным площадям в пределах Центрально-Кызылкумской урановорудной провинции (геологическое задание 3-93). Ташкент, 2002. фонды ГУП «Уранредметгеология» инв. № 3710.