

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ  
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет имени  
К.И.Сатпаева

Институт геологии и нефтегазового дела имени К.Турысова

Кафедра геологической съемки, поисков и разведки месторождений полезных  
ископаемых

Тұрабаев Ақсұлтан Нұрланұлы

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

к дипломной работе

На тему: «Особенности минералообразования на урановых месторождениях  
Казахстана»

6B05201 – Геология и разведка месторождений полезных ископаемых

Алматы 2023

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ  
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет имени  
К.И.Сатпаева

Институт геологии и нефтегазового дела имени К.Турысова

Кафедра геологической съемки, поисков и разведки месторождений полезных  
ископаемых

**ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ**  
Зав.кафедрой ГСПиРМПИ  
Доктор PhD, ассоц.профессор



А.А. Бекботаева  
«16» мая 2023 г.

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**  
к дипломной работе

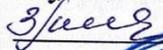
На тему: «Особенности минералообразования на урановых месторождениях  
Казахстана»

6B05201 – Геология и разведка месторождений полезных ископаемых

Выполнил

Тұрабаев А.Н.

**Рецензент:**  
Доктор PhD  
Ведущий научный сотрудник  
института геологических  
наук К.И.Сатбаева

 Умарбекова З.Т.  
«08» \_\_\_\_\_ 2023 г.



**Научный руководитель**

Доктор PhD,  
ассоц.профессор КазНТУ



Омарова Г.М.  
«16» мая 2023 г.

Алматы 2023

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ  
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет имени  
К.И.Сатпаева

Институт геологии и нефтегазового дела имени К.Турысова

Кафедра геологической съемки, поисков и разведки месторождений полезных  
ископаемых

6B05201 – Геология и разведка месторождений полезных ископаемых

**ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ**  
Зав.кафедрой ГСПиРМПИ  
Доктор PhD, ассоц.профессор



А.А. Бекботаева

« 16 » мая 2023 г.

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение к дипломной работе**

Обучающемуся Тұрабаеву Ақсұлтану Нұрланұлы

Тема: «Особенности минералообразования на урановых месторождениях  
Казахстана»

Утверждена приказом по университету №408-П/Ө от «23» ноября 2022 г.

Срок сдачи законченной работы «16» мая 2023 г.

Исходные данные к дипломной работе: графические и текстовые материалы  
производственной практики

Перечень подлежащих разработке в дипломной работе вопросов:

1. Геологические строения урановых месторождений
2. Характеристика уранового оруденения
3. Урановая минерализация
4. Урановые минералы и условия их образования

Перечень графического материала:

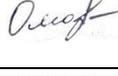
- а) карта размещения основных месторождений урановых руд Казахстана
- б) планы рудоносности месторождений
- в) фотографии важнейших урановых минералов

## График Подготовки дипломной работы

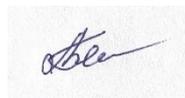
Наименования разделов перечень разрабатываемых вопросов	Срок представления научному руководителю	Примечание
1 Урановые месторождения Казахстана	16.03.2023 г.	
2 Геология месторождений Мынкудук, Харасан и Семизбай	03.04.2023 г.	
3 Изучение уранового оруденения	19.04.2023 г.	

## Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу  
с указанием относящихся к ним разделов работы

Наименование разделов	Научный руководитель, консультант, Ф.И.О. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
1 Геологические строения урановых месторождений	Г.М.Омарова Доктор PhD, ассоц.профессор КазННТУ	16.05.2023 г.	
2 Характеристика уранового оруденения	Г.М.Омарова Доктор PhD, ассоц.профессор КазННТУ	16.05.2023 г.	
3 Урановая минерализация	Г.М.Омарова Доктор PhD, ассоц.профессор КазННТУ	16.05.2023 г.	
4 Урановые минералы и условия их образования	Г.М.Омарова Доктор PhD, ассоц.профессор КазННТУ	16.05.2023 г.	
Нормоконтролер	Н.З.Мухамедиярова Инженер кафедры ГСПиПРМИ	07.06.2023 г.	

Зав. кафедрой ГСПиПРМИ,  
доктор PhD, ассоц. Профессор



А. А. Бекботаева

Руководитель работы



Г.М. Омарова

Задание принял к исполнению студент



Тұрабаев А.Н.

Дата выдачи задания «\_\_» \_\_\_\_\_ 2023

## АННОТАЦИЯ

Данная дипломная работа посвящена изучению особенностей минералообразования на урановых месторождениях Казахстана. Урановые месторождения представляют собой важные источники радиоактивного металла, который используется в ядерной энергетике и других промышленных отраслях. Понимание процессов минералообразования на урановых месторождениях имеет важное значение для оптимизации и повышения эффективности добычи урана. В работе проводится анализ геологических особенностей урановых месторождений Казахстана.

В первой главе представлены урановые месторождения Казахстана и их геолого-промышленные типы на территории страны. В основной главе представлены характеристика месторождений урана гидрогенно-инфильтрационного типа Казахстана и их особенности, также геологическое строение, урановое оруденение, урановая и сопутствующая минерализация на примере месторождений Мынкудук, Харасан и Семизбай. Рассмотрены важнейшие урановые минералы, процессы и условия их образования.

Результаты исследования помогут более полно понять процессы формирования урановых месторождений и выделить ключевые факторы, влияющие на их образование. Данное исследование может быть использовано в практической деятельности геологических и горнодобывающих компаний, занимающихся добычей урана в Казахстане. Также может послужить основой для дальнейших исследований в области уранового минералообразования и разработки более эффективных стратегий добычи и использования урана.

## АНДАТПА

Бұл дипломдық жұмыс Қазақстанның уран кенорындарында минерал түзілу ерекшеліктерін зерттеуге арналған. Уран кенорындары атом энергетикасында және басқа да өнеркәсіп салаларында қолданылатын радиоактивті металдың маңызды көзі болып табылады. Уран кенорындарындағы минерал түзілу процестерін түсіну уранды өндіруді оңтайландыру және тиімділігін арттыру үшін маңызды. Бұл дипломдық жұмыста Қазақстанның уран кенорындарының геологиялық ерекшеліктеріне талдау жүргізіледі.

Бірінші тарауда Қазақстанның уран кенорындары және олардың ел аумағындағы геологиялық-өнеркәсіптік түрлері ұсынылған. Негізгі тарауда Қазақстанның гидрогендік-инфльтрациялық үлгісіндегі уран кенорындарының сипаттамасы және олардың ерекшеліктері, сондай-ақ Мыңқұдық, Харасан және Семізбай кенорындарының мысалында геологиялық құрылымы, уран кенденуі, уран және ілеспе минералдануы көрсетілген. Маңызды уран минералдары , олардың түзілу процестері мен шарттары қарастырылған.

Зерттеу нәтижелері уран кенорындарының қалыптасу процестерін толық түсінуге және олардың пайда болуына әсер ететін негізгі факторларды анықтауға көмектеседі. Бұл зерттеу Қазақстанда уран өндірумен айналысатын геологиялық және тау-кен өндіруші компаниялардың практикалық қызметінде пайдаланылуы мүмкін. Сондай-ақ уран минералын қалыптастыру және уран өндіру мен пайдаланудың неғұрлым тиімді стратегияларын әзірлеу саласындағы одан әрі зерттеулерге негіз бола алады.

## ANNOTATION

This diploma is devoted to the study of the features of mineral formation in the uranium deposits of Kazakhstan. Uranium deposits are important sources of radioactive metal, which is used in nuclear power and other industrial sectors. Understanding the processes of mineral formation in uranium deposits is important for optimizing and improving the efficiency of uranium mining. The paper analyzes the geological features of uranium deposits in Kazakhstan.

The first chapter presents the uranium deposits of Kazakhstan and their geological and industrial types on the territory of the country. The main chapter presents the characteristics of uranium deposits of the hydrogenic-infiltration type of Kazakhstan and their features, as well as the geological structure, uranium mineralization, uranium and associated mineralization on the example of the Mynkuduk, Kharasan and Semizbai deposits. The most important uranium minerals, processes and conditions of their formation are considered.

The results of the study will help to better understand the processes of formation of uranium deposits and identify the key factors affecting their formation. This research can be used in the practical activities of geological and mining companies engaged in uranium mining in Kazakhstan. It can also serve as a basis for further research in the field of uranium mineralization and the development of more effective strategies for the extraction and use of uranium.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	9
1 Урановые месторождения казахстана.....	10
1.1 Геолого - промышленные типы месторождений урана Казахстана.....	12
2 Характеристика месторождений урана гидрогенно инфильтрационного типа Казахстана и их особенности.....	15
2.1 Месторождение Мынкудук .....	16
2.1.1 Геологическое строение месторождения Мынкудук .....	16
2.1.2 Характеристика уранового оруденения .....	17
2.1.3 Урановая и сопутствующая минерализация .....	19
2.2 Месторождение Харасан .....	20
2.2.1 Геологическое строение.....	21
2.2.2 Характеристика уранового оруденения .....	22
2.2.3 Урановая и сопутствующая минерализация .....	25
2.3 Месторождение Семизбай .....	26
2.3.1 Геологическое строение.....	27
2.3.2 Характеристика уранового оруденения .....	27
2.3.3 Урановая и сопутствующая минерализация .....	28
3 Важнейшие урановые минералы .....	31
3.1 Условия образования урановых минералов .....	34
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	39
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	40

## ВВЕДЕНИЕ

Уран - один из приоритетных видов полезных ископаемых. Территория Казахстана достаточно богата своими минеральными ресурсами, одним из приоритетных направлений является укрепление минеральной сырьевой базы урана.

Казахстан является крупнейшей страной в мире по объему запасов и ресурсов урана. В недрах страны сосредоточено около 14 % от всех разведанных мировых запасов. Общие разведанные запасы страны оцениваются более 700 тыс. тонн урана.

Урановые месторождения представляют собой важные источники радиоактивного металла, который используется в ядерной энергетике и других промышленных отраслях. Понимание процессов минералообразования на урановых месторождениях имеет важное значение для оптимизации и повышения эффективности добычи урана.

Добыча урана в Казахстане проводится только методом подземного скважинного выщелачивания, являющегося самым экологически безопасным и самым низкочувствительным методом добычи урана.

На данный момент производством урана в Казахстане занимаются 12 компаний из них 11 являются совместными предприятиями с Россией, Китаем, Канадой, Францией, Японией, и Кыргызстаном.

При рациональном использовании ресурсов, а именно природного урана, при относительно значительном времени - это около 50-80 лет, Казахстан будет иметь преимущество над экономически развитыми странами, где природные ресурсы менее значимы и значительно истощены.

Объектами изучения дипломной работы являются особенности минералообразования и промышленные типы на урановых месторождениях Казахстана на примере месторождений Мынкудук, Харасан и Семизбай.

Задачами дипломной работы являются:

- изучение геологического строения урановых месторождений;
- изучение характеристики уранового оруденения;
- изучение урановой минерализации;
- изучение условия образования урановых минералов.

## 1 УРАНОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЗАХСТАНА

На территории Казахстана основные месторождения урана размещены в шести урановорудных провинциях, таких как: Шу - Сарысуйская, Сырдарьинская, Северо - Казахстанская, Прикаспийская, Прибалхашская и Илийская. Из них Шу-Сарысуйская и Сырдарьинская провинции являются важнейшими, так как заключают в себе более 70% разведанных в Казахстане запасов урана.

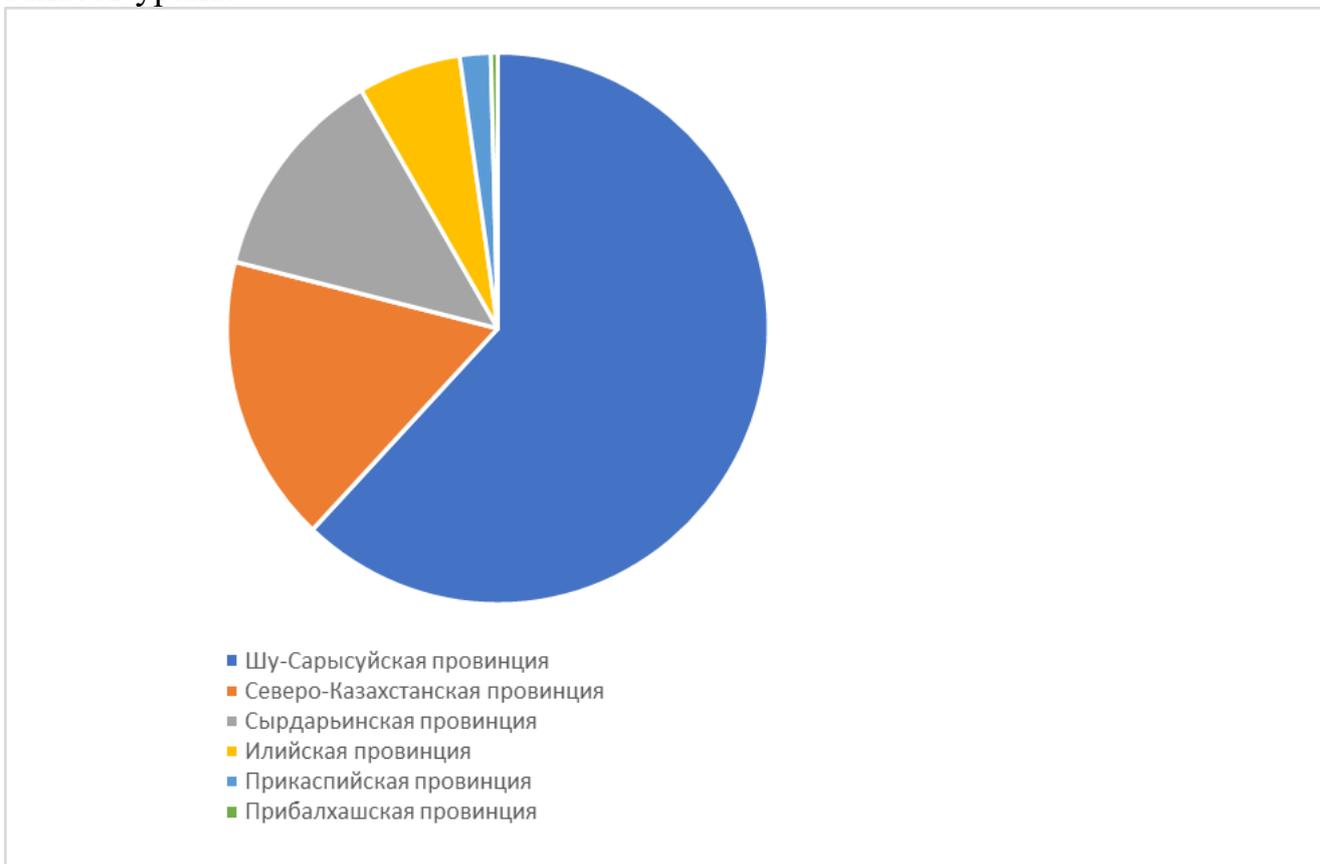


Рисунок 1 – Запасы и ресурсы от общих запасов и ресурсов Казахстана

Условные обозначения:

Шу-Сарысуйская провинция 60,5%

Северо-Казахстанская провинция 16,5%

Сырдарьинская провинция 12,4%

Илийская провинция 6,0%

Прикаспийская провинция 1,8%

Прибалхашская провинция 0,4%



Рисунок 2 - Карта размещения основных месторождений урановых руд Казахстана.

Эндогенные (гидротермальные) месторождения, связанные с домезозойскими породами, сосредоточены в пределах Казахстанской складчатой области, в мезозойско-кайнозойское время и, в особенности, на неотектоническом этапе развивавшейся преимущественно по типу щита. Подавляющее большинство гидротермальных урановых месторождений приурочено к образованиям гранитно-метаморфического слоя земной коры в Кокшетау-Северо-Тяньшаньской складчатой системе.

Размещение месторождений контролируется зонами влияния глубинных разломов, узлами их пересечения в срединных массивах, геоантиклинальных поднятиях и в локальных прогибах обрамления последних, в субэаральных интрузивно-вулканических поясах и депрессионных структурах позднеорогенных стадий развития подвижных зон. Урановорудным территориям с эндогенным оруденением свойственна разуплотненная и гранитизированная земная кора, проявления многофазового полихронного магматизма.[1]

Основная масса экзогенных месторождений урана сосредоточена в краевых активизированных зонах платформы, прилегающих к орогенным поднятиям, сложенным преимущественно домезозойскими образованиями гранитно-метаморфического слоя. Рудовмещающие мезозойско-кайнозойские отложения в этих районах характеризуются наличием выдержанных водоносных терригенных горизонтов, сложенных образованиями высокопроницаемой

континентальной пестроцветной глинисто-гравийно-песчаной формации, либо прибрежно-морской сероцветной песчано-глинистой формации. [2]

В течение неотектонического неоген-четвертичного этапа альпийской истории эти территории развивались по типу инфильтрационных артезианских бассейнов с устойчивым стоком подземных вод от бортовых частей впадин к их осевым частям. Такие условия считаются благоприятными для развития рудоконтролирующих региональных зон пластового окисления и формирования связанных с ними эпигенетических пластово-инфильтрационных урановых месторождений, составляющих основу урановой сырьевой базы в Республике Казахстан.

Небольшое число месторождений с менее значительными масштабами оруденения приурочено к межгорным, обычно меньшего размера, депрессионным структурам, а также к внутренним впадинам активизированного Казахского щита. В таких районах обычно преобладают эпигенетические и, особенно, экзодиагенетические грунтово-инфильтрационные месторождения урана.

### 1.1 Геолого - промышленные типы месторождений урана Казахстана

Максимальной ураноносностью характеризуется территория Южного Казахстана, где размещаются три урановорудные провинции с месторождениями различных геолого-генетических типов. Современную урановую минерально-сырьевую базу Республики и ее потенциал составляют, прежде всего, пластово-инфильтрационные месторождения Шу-Сарысуйской и Сырдарьинской урановорудных провинций. В Северном Казахстане размещаются большинство эндогенных (гидротермальных) месторождений Северо-Казахстанской провинции, составляющих основу сырьевой базы для добычи урана горным способом.

Промышленные типы урановых месторождений Казахстана на сегодняшний день объединяются на две основные группы:

- экзогенные месторождения в мезо-кайнозойских образованиях;
- эндогенные месторождения в докембрийских геологических формациях.

Экзогенная группа месторождений представлена тремя геолого-промышленными типами: эпигенетическим региональных зон пластового окисления, эпигенетическим зон грунтового и грунтово-пластового окисления и эпигенетическим органогенно-фосфатным.

Эндогенные месторождения подразделяются на два достаточно обособленных геолого-промышленных подтипа: жильно-штоковерковый в складчатых осадочных комплексах силурийско-девонского возраста и жильно-штоковерковый в континентальных вулканических комплексах верхнего девона.

Первый эпигенетический тип региональных зон пластового окисления представлен большой группой месторождений Шу-Сарысуйской и Сырдарьинской урановорудных провинций. Урановые месторождения этого

типа контролируются региональными фронтами зон пластового окисления и прослеживаются на сотни километров. При этом оруденение связано с зонами пластового окисления не только пространственно, но и генетически. Был выявлен рудоконтролирующий фронт окисления в юго-восточной части Казахстана в депрессионных структурах обрамления Джунгарского орогенного комплекса, рудные объекты которого установлены в Илийской урановорудной провинции. Месторождения такого типа образовались с деятельностью кислородсодержащих инфильтрационных вод, сформировавшихся на этапе активизации молодых платформ, которые циркулируют в артезианских бассейнах. Ресурсы, заключенные в месторождениях пластово-инфильтрационного типа, очень значительны и составляют более чем 75% всех ресурсов урана Республики Казахстан. [3]

Ведущая роль принадлежит Шу-Сарысульской урановорудной провинции, в которой находятся месторождения Мынкудук, Жалпак, Уванас, Канжуган, Моинкум, Инкай, Буденновское. Запасы и ресурсы урана Сырдарьинской урановорудной депрессии сосредоточены в месторождениях Северный и Южный Карамурун, Ирколь, Харасан, В Илийской депрессии известно только одно месторождение этого типа – Сулучекинское. Именно данный промышленный тип месторождений является основным источником добычи урана благодаря возможности их эксплуатации методом ПСВ.

На территории Илийской урановорудной провинции обширно представлен промышленный тип эпигенетических месторождений урана зон грунтового и грунтово-пластового окисления, месторождения которого связаны с континентальными угленосными отложениями раннесреднеюрского возраста, локализованных в депрессионных структурах. Оруденение Илийской провинции было установлено в результате открытия ураново-угольных месторождений Кольджатское и Нижнеилийское в Казахстане. Локализация основной части оруденения в зонах грунтового окисления является особенностью данного типа месторождений, а рудоносность этих зон характеризуется условиями инфильтрации ураносодержащих вод и восстановительной емкостью углей в угленосном бассейне в период рудообразования.

Месторождения органогенно - фосфатного типа представляют собой скопления ураноносного костного детрита ископаемых рыб в пределах Мангышлакской урановорудной провинции. К данному типу относятся такие месторождения, как Меловое, Тайбагар, Тасмурун и Томакское. Скопления ураноносного детрита приурочены к впадинам, образованным подводными течениями в подстилающей пачке, представленной карбонатными глинами.

Группа месторождений эндогенного типа представлена жильно - штокверковыми месторождениями двух подтипов в складчатых комплексах протерозоя и палеозоя и в континентальных вулканических комплексах. Они широко представлены в пределах Северо - Казахстанской провинции, локализованы они в различных по типу породах – сланцы, аркозовые песчаники, яшмоиды, известняки, граниты и др. Месторождения этого типа

характеризуются сравнительно бедными рудами – в среднем около 0,10-0,15 %. Представителями являются месторождения Грачевское, Маньбайское, Восток, Балкашинское. Суммарные ресурсы, заключенные в месторождениях этого подтипа, составляют около 22% общих ресурсов урана Республики Казахстан, при этом сравнительно высокая себестоимость конечного продукта откладывает их на позднее по очередности освоения. Жильно – штокерковые типы месторождений в континентальных комплексах располагаются в пределах Прибалхашской урановой провинции и образуется либо в гранитах, которые структурно связанные с вулканическим некомплексом. Месторождения данного подтипа на сегодняшний день в большей степени отработаны.

Таблица 1 - Геолого-генетические типы урановых месторождений Казахстана

<b>Геолого-генетические типы месторождений</b>	<b>Рудовмещающие геологические формации</b>	<b>Примеры месторождений</b>
<b>ЭКЗОГЕННАЯ ГРУППА</b>		
<b>ЭПИГЕНЕТИЧЕСКИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ</b>		
<b>ПЛАСТОВО-ИНФИЛЬТРАЦИОННЫЙ ТИП</b> (зон пластового окисления)  Урановые селенсодержащие месторождения в мел-палеогеновых горизонтах плитных комплексов крупных артезианских бассейнов платформенного типа	Континентальная пестроцветная глинисто-гравийно-песчаная, прибрежно-морская сероцветная глинисто-песчаная	<b>Мынкудук, Харасан</b> , Буденовское, Инкай, Моинкум
<b>ЭКЗОДИАГЕНЕТИЧЕСКИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ</b>		
<b>ИНФИЛЬТРАЦИОННЫЙ ТИП</b> (зон грунтового окисления)  Урановые месторождения в углисто-песчано-глинистых отложениях мезозойско-кайнозойских речных палеодолин («базальный тип»)	Континентальная пестроцветная углисто-песчано-глинистая	<b>Семизбай, Барс, Гранитное, Камышановское, Курай, Лазаревское, Лунное (в Тургае), Талас</b>

## **2 ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ УРАНА ГИДРОГЕННО ИНФИЛЬТРАЦИОННОГО ТИПА КАЗАХСТАНА И ИХ ОСОБЕННОСТИ**

Урановые месторождения Казахстана пластово-инфильтрационного типа являются важнейшими, потому что они составляют около 73% общих запасов урана, или 65% достоверно разведанных запасов. Большинство месторождений этого типа пригодны для отработки способом подземного скважинного выщелачивания (ПСВ). Данный способ позволяет производить рентабельную добычу урана даже из бедных по содержанию руд.

В результате изучения были выделены главные особенности условия образования и размещения месторождений гидрогенно-инфильтрационного типа.

Характерным рудоконтролирующим фактором месторождений данного типа связь уранового оруденения с границами ЗПО. Эта связь описывается как «сквозной» критерий рудоносности, применяемый на всех стадиях геологоразведочных работ.

Месторождения региональных ЗПО имеют многоярусное урановое оруденение. Промышленное урановое оруденение на территории Казахстана выделено в семи горизонтах (надгорizontах): мынкудукском, инкудукском, жалпакском, уванасском-канжуганском, уюкском, иканском и в ынтымак Ос комчеганском. Таким образом, все месторождения данного типа формируются в среднеальпийском, мел-палеогеновом структурно-формационном комплексе. В их составе широко проявлены осадочные формации. К таковым относятся пестроцветная глинисто-гравийно-песчаная и глинисто-песчаная сероцветная прибрежно-морская формации. [4,5]

Воздействие структурно-тектонического контроля уранового оруденения воздействует на локализацию оруденения через ряд факторов: конседиментационные структуры – фациально-литологический фактор – гидрогеохимия и гидродинамика подземных вод – зона пластового окисления – урановое оруденение. Действие ряда заключается в том, что конседиментационными пликативными структурами контролируется палеогеографическая обстановка на стадии диагенеза. Это влияет на формирование и локализацию литологических типов пород, к которым относятся водопроницаемые и водоупорные породы.

Гидродинамика водоносных горизонтов контролирует развитие эпигенетических процессов, которые образуют рудоконтролирующие ЗПО и оруденение на месте их выклинивания.

Стоит отметить, что литолого-геохимический фактор является одним из важнейших факторов в локализации уранового оруденения. Для региона гидрогенно-инфильтрационного типа месторождений характерна приуроченность этих месторождений к песчаным породам серого цвета. Восстановительная способность этих пород характеризуется качеством, количеством и формой распределения растительного углефицированного

вещества, а также других восстановителей. Они представлены дисульфидами железа, слоистыми силикатами, сидеритом, анкеритом.

Границы зон пластового окисления (ЗПО) образованы напорными, содержащими кислород пластовыми водами в условиях затрудненного водообмена. Это является отличаем от зон грунтового окисления, локализованных в условиях активного водообмена и аэрации, которые образуют формы «затеки», схожие по морфологическому строению с ЗПО. Группы пластовых инфильтрационных месторождений были выделены по возрасту вмещающих осадочных отложений и по характеру артезианских бассейнов и депрессионных структур, в которых формировались ЗПО и связанное с ними урановое оруденение. К этим группам относятся:

1) Месторождения, образованные в метаморфизованных терригенных породах складчатого фундамента (гранитно-метаморфического слоя);

2) Месторождения, которые залегают в терригенных толщах триасурского активизационного структурно-формационного комплекса (СФК);

3) Месторождения, локализованные в палеоген - меловых накоплениях платформенных СФК в незначительно литифицированной части осадочного слоя. Последние подразделяются на: а) месторождения региональных зон пластового окисления, формирующиеся в крупных артезианских бассейнах платформенных депрессионных структур типа синеклиз и б) месторождения, образованные зонами пластового окисления в пределах депрессионных структур (малые артезианские бассейны)

## 2.1 Месторождение Мынкудук

Месторождение Мынкудук расположено в Созакском районе Южно-Казахстанской области, на севере Шу-Сарысуйской впадине. На северо-востоке месторождение Мынкудук примыкает к месторождению Инкай, являющемуся его естественным продолжением. В соответствии с генеральным планом развития урановой промышленности Республики Казахстан месторождение Мынкудук разделено на три участка: Восточный, Центральный (включающий участки Лагерный и Центральный) и Западный (включающий участки Осенний, Песчаный и Западный).

Месторождение Мынкудук приурочено к субширотной части системы рудоносных фронтов зоны пластового окисления (ЗПО) и характеризуется простой морфологией рудных залежей в плане, выдержанностью их контуров по простиранию. Протяженность месторождения Мынкудук с востока на запад составляет около 100 км, а с севера на юг – 30 км.

### 2.1.1 Геологическое строение месторождения Мынкудук

Район месторождения Мынкудук и остальная территория Шу-Сарысуйской депрессии представляет собой крупную эпикаледонскую

структурную впадину, характеризующуюся трехъярусным строением. В вертикальном разрезе выделяются следующие структурные этажи: нижний - складчатый каледонский фундамент, средний - промежуточный полуплатформенный или литифицированный осадочный слой и верхний - мезозойско-кайнозойский платформенный чехол.

Данные о геологическом строении фундамента базируются на результатах структурной геофизики и редких глубоких скважин. В районе месторождения фундамент залегает на глубине 2-3 км и только в отдельных тектонических блоках, взброшенных по зонам глубинных разломов, кристаллические образования вскрываются буровыми скважинами непосредственно под отложениями чехла на глубине 300-400 м. Наиболее древние образования фундамента, предположительно раннепротерозойского (рифейского) возраста, представлены двухслюдянистыми полевошпат-кварцевыми сланцами. Помимо них, в составе складчатого фундамента распространены кембрийские и раннесреднеордовикские терригенные образования, представленные песчаниками, гравелитами, алевролитами, прорванные раннепалеозойскими основными и ультраосновными интрузиями. Главная роль в тектоническом строении нижнего этажа принадлежит северо-западным глубинным разломам, хотя в последнее время, по данным космоснимков, в нижнем этаже выделяются разломы меридиональной и широтной ориентировки. [7]

Промежуточный структурный этаж (ПСЭ) представлен комплексом слабодислоцированных субплатформенных осадочных формаций. В основании его разреза выделяется фаменская терригенно-галогенная красноцветная формация, которая перекрывается отложениями раннекаменноугольной морской терригенно-карбонатной формации. В ее составе преобладают сероцветные, нередко битуминозные известняки, песчаники, алевролиты и аргиллиты. Эти образования с угловым несогласием перекрыты континентальной серией осадков общей мощности до 1500 м. В основном, поверхность среднего этажа под отложениями чехла на всей площади района месторождения, сложена бурыми аргиллитами и алевролитами жиделисайской свиты с редкими маломощными прослоями песчаника. В прикровлевой части породы выветрены, нередко с образованием плотных массивных глин. По трещинам, а местами и в основной массе наблюдаются зеленые окраски пород. Слоистость пологая, проявлена нечетко.

Отложения чехла сложены нелитифицированными осадками, которые подразделяются на ряд горизонтов. Расчленение их проводилось по литологическим, фаціальным и геохимическим признакам на основе фаціально-циклического анализа.

### 2.1.2 Характеристика уранового оруденения

Месторождение Мынкудук относится к геолого-промышленному типу урановых пластово-инфильтрационных месторождений, связанных с развитием

в проницаемых водоносных горизонтах верхнего мела региональной окислительной рудоконтролирующей зональности.

Оно приурочено к близширотной части рудоносных фронтов пластового окисления, в целом, характеризуется простой морфологией рудных залежей в плане, выдержанностью их контуров по простиранию.

Главным рудоконтролирующим фактором является приуроченность уранового оруденения к границам зоны пластового окисления. Эпигенетическое окисление в разрезе позднемеловых отложений развивается в виде двух мощных многослойных пластовых зон; нижней и верхней. Нижняя зона приурочена к мынкудукскому и инкудукскому горизонтам, а верхняя к жалпакскому. На месторождении Мынкудук промышленное оруденение связано лишь с нижней зоной пластового окисления. Выклинивание нижней зоны имеет в разрезе ступенчатый характер, обусловленный различной восстановительной способностью пород и не одинаковой проницаемостью горизонтов. Такой резкий уступ нижняя зона образует в мынкудукском горизонте. При этом, в нижнем подгоризонте, вследствие его более высокой проницаемости, обособляется самостоятельный выступающий вперед язык зоны окисления, с которым и связано оруденение на участке Центральный. Далее на северо-запад она продолжает свое развитие в верхней части мынкудукского горизонта и выклинивается в инкудукском, в его средней части, на различных расстояниях от границы окисления в мынкудукском горизонте. [8]

Протяженность месторождения Мынкудук с востока на запад составляет около 100 км, а с севера на юг – 30 км. Восточная граница месторождения проходит в районе профиля 816, где рудоносный фронт резко поворачивает на север и приобретает близмеридиональную ориентировку. На западе рудоносная полоса месторождения отделяется перерывом, установленным на южном окончании структуры Центральной, огибая которую рудоносный фронт приобретает близмеридиональную ориентировку.

В пределах месторождения близширотные участки рудоносного фронта окисления разделяются несколькими крупными изгибами близмеридионального направления, которым соответствуют либо перерывы в оруденении, либо снижение параметров последнего. Таким строением рудоносной полосы обусловлено выделение на месторождении нескольких самостоятельных участков (с востока на запад): Восточный, Лагерный, Центральный, Осенний, Западный выделяются в пределах рудоносной полосы, приуроченной к мынкудукскому горизонту, а Орталык и Песчаный – к инкудукскому. Выделенные участки состоят из одной или нескольких рудных залежей, расположенных в их пределах и характеризуются устойчивой приуроченностью к определенной части продуктивной толщи.

Урановое оруденение в соответствии с границами ЗПО в плане образует протяженные (до 15-20 км) слабоизвилистые, иногда близкие к прямолинейным ленты шириной от 25-50 до 400-500 м, местами до 1,7 км. Всего выявлено около 30 залежей, крупнейшие из них локализованы в мынкудукской свите. В поперечных

разрезах наиболее характерна форма простых или сложных (сдвоенных, строенных) роллов, часто останцовых линз. Мощности изменяются от 2-10 м в «крыльях» от 20-25 м (местами более) – в «мешковых» частях роллов. Содержание урана от 0,015-0,02% до 0,1-0,15%, по ряду пересечений достигает 0,3-0,4%, а по отдельным интервалам – целых процентов.

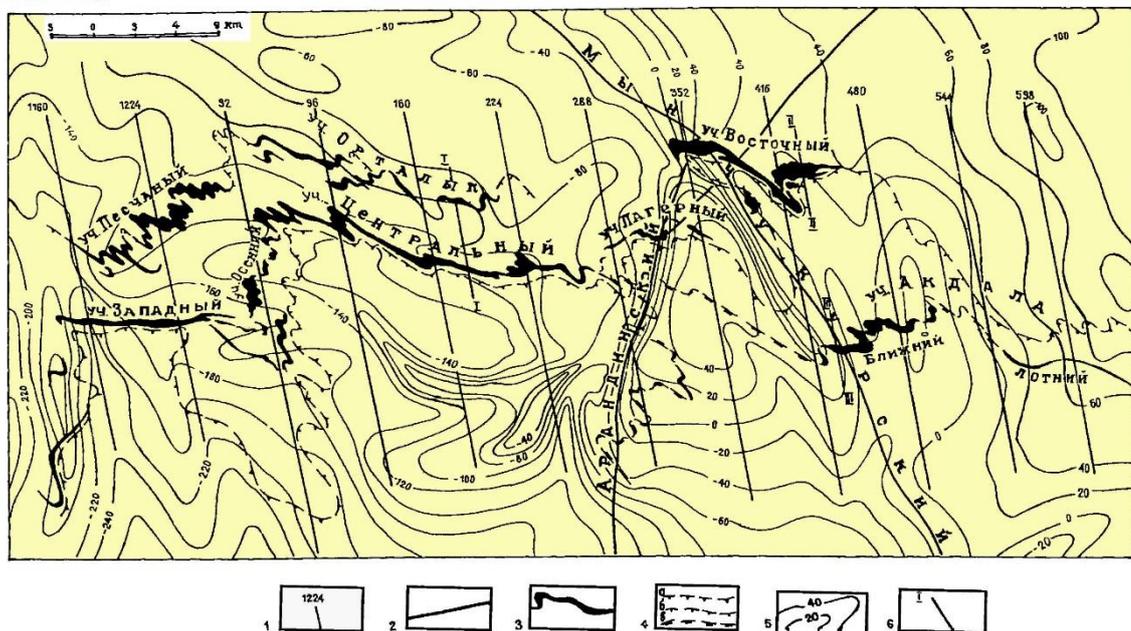


Рисунок 3 - План рудоносности месторождения Мынкудук на структурной основе

Условные обозначения: 1 - разведочные профили буровых скважин и их номера; 2 - зоны разрывно-флексурных нарушений; 3 - контуры урановорудных залежей; 4 - границы ЗПО в горизонтах: а - мынкудукском, б - инкудукском, в - жалпакском; 5 - изогипсы поверхности домезозойских отложений; 6 - линии геологических разрезов.

Глубина залегания подошвы залежей – от 175 до 430 м (возрастает с востока на запад). Внутреннее строение залежей подчиняется горизонтальной окислительной пластово-инфильтрационной зональности.

### 2.1.3 Урановая и сопутствующая минерализация

По минералогическому составу руды мынкудукского горизонта месторождения Мынкудук, и участка Центральный в частности, являются коффинит-настурановыми. В общем балансе урановых минералов по участку, подсчитанном по результатам рентгенфазового анализа и электронно-микроскопических исследований, коффинит составляет 15%, а настуран – 85% (при общем количестве определений – 127).

Соотношение настурана и коффинита в различных элементах рудных залежей определенной закономерности не подчиняется.

Настуран ( $UO_2$ ) и коффинит ( $USiO_4$ ) в образцах керна и под микроскопом практически неразличимы. Отчасти это объясняется тем, что оба минерала почти всегда встречаются совместно и часто образуют тесные микросрастания настурана и коффинита, что можно наблюдать только под электронным микроскопом. Макроскопически настуран и коффинит представляют собой черные, мягкие, сажистые минералы, образующие дисперсную вкрапленность в рыхлом проницаемом цементе песков, корочки на поверхности терригенных зерен, мономинеральные обособления в микротрещинах и порах этих зерен. Редко, в относительно богатых рудах, настуран и коффинит образуют в песке гнезда с базальным цементом, полностью замещают обугленную растительную органику и развиваются по зернам лейкоксенов.

К урансодержащим минералам на месторождении Мынкудук следует отнести акцессорные лейкоксены и ильмениты, пористые зерна которых пропитываются урановыми минералами.

К радийсодержащим минералам относятся уже упомянутые лейкоксены, гидрогетит и Ра-барит. Поскольку самостоятельных минералов радия в природе не установлено, остается предполагать, что, благодаря своей высокой адсорбируемости, он в ионной форме сорбируется гидроокислами железа и лейкоксенами. В радиобарите радий, вероятно, образует изоморфную смесь с барием.

В пределах залежи 10 на отдельных участках мынкудукского горизонта отмечаются повышенные содержания рения. Однако рениевая минерализация носит точечный характер и промышленных скоплений в пределах участка не образует. Другие сопутствующие компоненты (селен, скандий, иттрий, редкоземельные элементы) имеют содержания близкие к кларковым и также не образуют в пределах описываемой площади значительных скоплений. Редкие повышения концентраций свинца, цинка и молибдена в отдельных пробах (по данным спектрального анализа) приурочены к участкам самых богатых по содержанию урана руд и обусловлены присутствием таких минералов, как сфалерит, галенит.

## 2.2 Месторождение Харасан

Харасан - месторождение эпигенетическое пластово-инфильтрационное, связанное с региональными зонами пластового окисления. Он расположен в пределах Сырдарьинского бассейна в Сузакском районе Южно-Казахстанской области и является собственностью совместного предприятия «Кызылкум».

Рудовмещающий комплекс представлен аллювиальными отложениями сантона (30% запасов урана), кампана (30% запасов) и маастрихта (30-40% запасов), суммарной мощностью до 150 м. Подстиляется различными по генезису, но преимущественно континентальными образованиями сеномана, нижнего и верхнего турона и коньяка (в сумме до 175-200 м), перекрывается в основном морскими отложениями палеогена (от дата до верхнего эоцена

включительно) и неоген-четвертичной толщей, состоящей из буро-красноцветной песчано-алевролитоглинистой пачки платформенного миоцена и суборогенной палео-коричневой толщи верхнего плиоцена-антропогена. Суммарная мощность перекрывающего комплекса на юге рудного поля достигает 600 и более метров.

Рудовмещающий комплекс связан с двумя горизонтами напорных пластовых вод: кампан-маастрихтским и сантонским. Более изучен первый, представленный разнородными песками, образующими несколько гидравлически связанных проницаемых подгоризонтов мощностью 8-20 м. Коэффициенты фильтрации отложений в среднем 6-8 м/сут, водопроницаемость рудовмещающих пород 103-172 м<sup>2</sup>/сут; напор вод на кровлю горизонта составляет 550-700 м. Глубина залегания пьезометрического уровня – от первых метров до самоизлива. Температура вод в интервале оруденения до 40-43°. Химсостав вод сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатный натриево-калиевый, минерализация 0,5-0,8 г/л, редко выше, рН-70-85; в ЮВ части месторождения в водах установлен кислород.

### 2.2.1 Геологическое строение

На месторождении Харасан выделены два структурных этажа, которые слагают разрез. К первому структурному этажу относятся накопления складчатого фундамента, которые подверглись процессу метаморфизма. Второй структурный этаж сложен рыхлыми образованиями осадочного чехла, который также имеет аналогичное строение. Нижний ярус осадочного чехла сложен платформенными верхнемеловыми, палеогеновыми и нижнеплиоценовыми отложениями. Верхний ярус сложен суборогенными отложениями верхнего плиоцена и накоплениями четвертичного периода.

В фундамент нижнего структурного этажа залегают терригенные метаморфические карбонатные отложения нижнего и среднего протерозоя, эффузивные верхнепротерозойские накопления кислого и основного состава, вендские терригенные морские отложения. Верхняя часть фундамента сложена углеродистыми кремнистыми кембрийскими образованиями, терригенными породами ордовика, карбонатными и терригенно-молассовыми девонскими и нижнекарбонными отложениями. В отложениях докембрия наблюдаются интрузии граносиенитов и гранитов, диоритов, габбро-диабазов и. В период среднего и позднего палеозоя начали свое внедрение дайки диорит-порфиритового состава, диабазовых порфиритов керсантитов, сиенит - порфиритов. Породы, слагающие фундамент подвержены дислокациям сложного типа. К ним относятся надвиги, взбросы, тектонические покровы, складчатые структуры. [9]

Средний структурный ярус сложен верхнемеловыми, палеогеновыми отложениями и накоплениями нижнего отдела неогена. Они были сформированы в условиях спокойной тектонической обстановки.

Отложения кампанского и маастрихтского возраста накапливались в схожих условиях с условиями позднесантонского периода и являются рудовмещающими.

### 2.2.2 Характеристика уранового оруденения

Урановое оруденение в соответствии с конфигурацией границ ЗПО в плане образует извилистые ленты протяженностью до 10 км и более и шириной от десятков до нескольких сотен метров вертикальных разрезах преобладают ролловые формы с относительно выдержанной, но узкой «мешковой» частью и верхним крылом. Мощность различных элементов залежей варьирует в пределах 1-8,2 м, содержание урана 0,03-0,10%, площадная продуктивность – 1-20 кг/м<sup>2</sup>. Отношение рудной мощности к общей мощности проницаемой части пластов 1:2 – 1:10 (реже более). Глубина залегания руд 600-700 м и более. Оруденение комплексное селено-урановое. Селеновородные тела образуют в ряду эпигенетической зональности подзону, разделяющую подзону урановых руд и зону пластового окисления (совпадает с подзоной разрушения уранового оруденения и имеет обычно светлую белесо-серую окраску). Параметры селеновых руд близки к урановым. В урановых рудах, особенно обогащенных углистым растительным детритом, помимо селена отмечаются повышенные концентрации ванадия (до первых %), рения (до 10 г/т и более), никеля и кобальта (сотые доли %), а также мышьяка, германия, меди, молибдена, серебра. Практический интерес из них представляет рений, накапливающийся в продуктивных растворах при подземном выщелачивании.

Руды (преобладают мелкозернистые пески) силикатные, преимущественно кварцевые (кварц 70-85%) с примесью полевых шпатов (до 7%) и обломков кремнистых пород (до 10%). Глинистые минералы (гидрослюды, монтмориллонит) обычно не превышают 5%, биотит и мусковит – до 2%, углистый растительный детрит – 0,1-1,5%. В рудах содержатся диагенетические и эпигенетические пирит (0,1-0,5%), кальцит (до 2%), доломит (0,1-0,3%).

Урановые минералы представлены тонкодисперсными настураном и коффинитом (соотношение изучено недостаточно), селен – самородной формой. Содержания аксессуарных минералов не превышают 1%.

В пределах месторождения Харасан зоны окисления в пластах находятся в проницаемом аллювии серого цвета кампанского, верхнесантонского, нижне - и верхнемаастрихтского возраста. Суммарная мощность составляет 50-70 м. Эти зоны тянутся с юго-востока на северо-запад под воздействием регионального потока напорных вод, содержащих кислород. По пути этот поток окисляет полностью весь комплекс сероцветных пород, как проницаемых, так и непроницаемых (водоупорных), и только после этого, проходя через проницаемую часть зона пластового окисления выклинивается в сероцветных разнозернистых песках. Морфология этих границ выклинивания ЗПО в породах всех рудовмещающих горизонтов зависит от направления регионального

кислородсодержащих потока воды и имеет четко выраженную ориентировку с севера на запад.

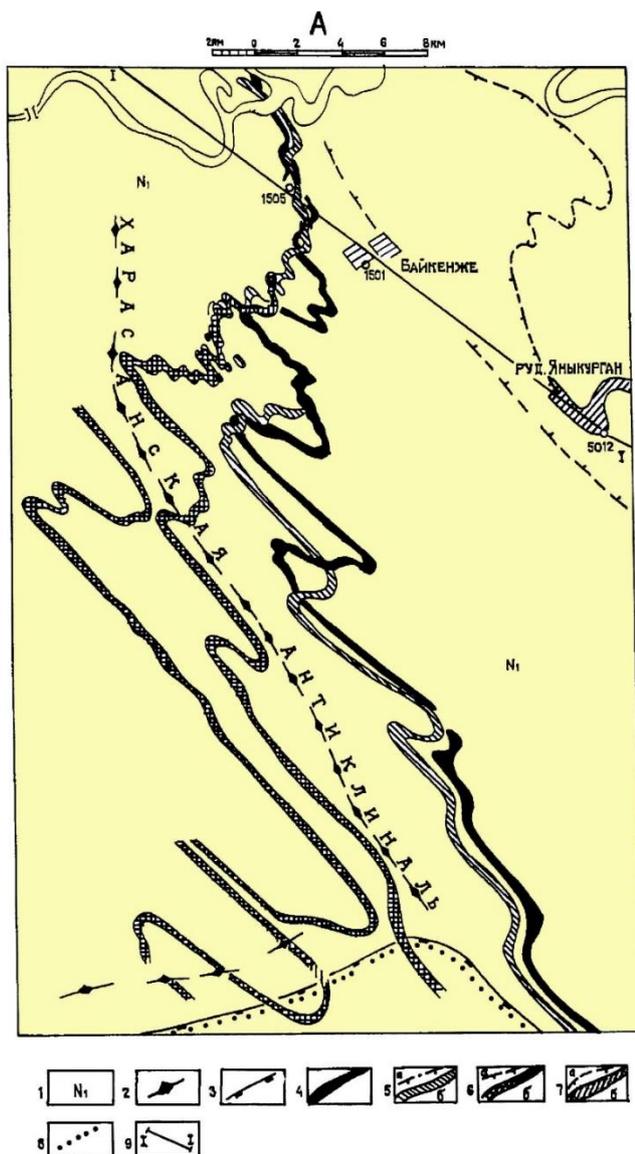


Рисунок 4 - План рудоносности месторождения Харасан (отложения  $N^3_2-Q$  сняты).

Условные обозначения: 1 - алевролиты красноцветные (миоцен); 2 - оси антиклинальных структур в мезозойско-кайнозойском чехле; 3 - разрывные нарушения в чехле с амплитудой от 100 м до 1 км; 4-7 - границы зон пластового окисления (а) и связанное с ними урановое оруденение (б) в отложениях: 4 - маастрихта (граница зоны окисления - внутри рудной полосы), 5 - кампана, 6 - сантона, 7 - сеномана-нижнего турона; 8 - граница освоенных промышленностью (для способа ПВ) глубин – 750 м; 9 - линия геологического разреза.

Морфологию зон пластового окисления и связанного с ними оруденение урана осложняет неоднородность состава вмещающих пород:

- при выдержанных верхним (кровельным) и нижним (подошвенным) водоупорах замещения внутри горизонтов приводят к формированию извилистых границ выклинивания ЗПО с толщиной у основания заливов 2-7,5 км и глубиной развития от 2 до 8 км. Таких заливов в пределах месторождения выделяется три: Центральный, Южный и Северный.

Морфологию зон пластового окисления и связанного с ними оруденение урана осложняет неоднородность состава вмещающих пород:

- при выдержанных верхним (кровельным) и нижним (подошвенным) водоупорах замещения внутри горизонтов приводят к формированию извилистых границ выклинивания ЗПО с толщиной у основания заливов 2-7,5 км и глубиной развития от 2 до 8 км. Таких заливов в пределах месторождения выделяется три: Центральный, Южный и Северный. Северный представлен своим левым бортом, который имеет линейную протяженность 12 км. На территории Южного залива протяженность достигает 10 и более километров;

- при невыдержанных и прерывистых разделительных водоупорах, как верхнего, так и нижнего, проникает кислородсодержащий поток вод из смежного горизонта. Они формируют ЗПО переточного типа и обрывистое 49 урановое оруденение. Оруденение удалено от основного фронта выклинивания в сторону неизмененных пород серого цвета на расстояние до 1,5 км. Такие перетоки зон выделены по юго-западному борту Центрального залива. У самого основания левого борта Центрального залива прерывистость водоупорав между подгоризонтами маастрихта обусловила формирование единой маастрихтской границы выклинивания ЗПО;

- повышение степени глинистости образований подстилающих горизонтов по отношению к кровельным перекрывающим приводит к резкому снижению скорости потока кислородсодержащих вод. Полное повышение глинистости пород с тылового фронта Южного залива ЗПО привело к образованию локальной границы выклинивания ЗПО вокруг сероцветных пород в продуктивном верхнемаастрихтском подгоризонте.

Зона оруденения определяется по содержанию урана и селена более 10 г/т. Она включает в себя урановые и селеновые рудные залежи и их ореолы рассеивания. Рудные залежи урана и селена развиваются в окисленных породах и в песчаных сероцветных породах. Здесь указываются четыре подзоны:

1) подзона ореолов рассеивания урана в окисленных породах, которая выделяется во внутренней части роллов;

2) подзона селеновых руд определяется по бортовому содержанию селена (>100 г/т) при концентрации урана менее 100 г/т. Она совпадает с остаточным ореолом радия;

3) подзона урановых руд, определяется по содержанию урана более 100 г/т, содержание селена в свою очередь может быть любым (более 100 г/т), при этом селеновое оруденение частично внедряется в урановые руды;

4) подзона ореола рассеивания урана локализована в сероцветных породах с частично наложенным ореолом рассеивания селена при содержании урана 10-

99 г/т. Подзона выделяется во внешней части рудных тел (роллов) и превышает в 2-3 раза по мощности и площади распространения аналогичные ореолы в окисленных породах.

В целом, зона оруденения характеризуется неравномерным распределением органического вещества, серы сульфидной, карбонатов. Содержание органики изменяется в среднем от 0,02% в окисленных породах до 0,08% в серо-цветных, достигая максимума в подзоне урановых руд — 0,12%. Концентрация сульфидной серы также изменяется, по направлению от окисленных пород к сероцветам от 0,05 до 0,16%. В распределении CO<sub>2</sub> в зоне оруденения нет отличительных закономерностей по отношению к безрудным породам. Содержание железа валового в зоне оруденения незначительно превышает его концентрации в безрудных породах и составляет 0,64-0,87%. В разрезе рудные тела имеют форму пластообразных и роллообразных тел, линз, вытянутых вдоль струй пластово-окисленных пород. Полностью сформированный рудный ролл, имеющий крыльевую и мешковую часть, характерен для залежи в сантонском ярусе, на большей же части месторождения рудные тела представлены фрагментами роллов.

### 2.2.3 Урановая и сопутствующая минерализация

Уран представлен коффинитом и настураном, спорадически - вторичными ванадатами уранила (карнотит), в селеновых — самородным селеном и спорадически селенидами железа (ферроселит) и свинца (клаусталит). Как правило, урановые минералы дисперсные (размер выделений колеблется от п. 10-5 до тысячных и реже первых сотых долей мм) и с трудом устанавливаются даже в пробах с высоким содержанием урана. Высокие концентрации рудных минералов устанавливаются на окатышах алевролитов и глин, песок на которых в виде оторочки окрашен в темно-серый до черного цвет, и в участках, обогащенных углефицированной древесиной. Иногда они образуют комочки и окатыши черного цвета, в которых обломочные зерна сцементированы урановыми и селеновыми минералами.

Настуран встречается в виде черных порошковатых скрытокристаллических масс, образующих колломорфно - натечные пленки и корки, отдельные глобулы, их сростки и почковидные агрегаты на зернах обломочных минералов и в глинистом цементе.

Коффинит наблюдается в виде веретенovidных и овальных желудевидных выделений и их сростков. Порошковатые черные выделения его концентрируются в цементе песков и в виде налетов и примазок на поверхности обломочных зерен.

Натечно - колломорфные выделения встречаются в рудах с содержанием урана в сотые и первые десятые доли процента, независимо от элементов рудной залежи и возраста рудовмещающих пород. С увеличением содержания урана в рудах изменяются и формы выделения урановых минералов: появляются

глобули и их сростки, увеличиваются размеры и агрегатные состояния выделений, устанавливаются признаки развития граней куба, почковидные и розетковидные агрегаты, т.е. руды становятся трудно вскрываемыми по сравнению с рудами с низкими (сотые доли %) содержаниями металла.

По характеру распределения рудной минерализации в песчаных рудах выделяются вкрапленные, пятнисто-вкрапленные, полосчато-вкрапленные и пятнистые текстуры, обусловленные распределением глинистого вещества в оруденелых песках и песчаниках. В непроницаемых разностях руд урановые и селеновые минералы концентрируются в гнездах песка, обуславливая пятнисто-гнездовые текстуры.

Селеновые руды ( $C \geq 0,01\%$ ) приурочены к внутренней части урановых роллов и локализируются в окисленных и в сероцветных породах, образуя при этом линзовидные тела, в некоторых случаях роллы, «вставленные» в урановорудные со стороны окисленных пород. В условиях струйчатого выклинивания ЗПО селеновые руды концентрируются в перемежающихся прослоях окисленных и сероцветных пород, образуя несколько линзовидных тел, частично накрадывающихся на урановые руды, и заполняя пространство между ними. Минеральная форма — самородный селен.

Накопление пятиокси ванадия происходит с постепенным увеличением концентрации от ореола рассеяния урана в окисленных породах к подзоне урановых руд, где среднее содержание  $V_2O_5$  достигает максимального значения 180 г/т при отдельных аномальных — до 4440 г/т. Распределение ванадия в телах урановых руд неравномерное и носит преимущественно линзовидный и гнездовой характер.

Накопление рения происходит на геохимическом барьере в подзоне урановых руд, где его среднее значение составляет 0,16 г/т. Наряду с этим отмечается некоторое повышение концентраций рения в ореоле рассеивания урана в окисленных породах. Его среднее значение равно 0,07 г/т. В подзоне селеновых руд концентрации рения минимальны — 0,04 г/т.

Мощности ренийсодержащих линз в урановых рудах обычно незначительны, иногда сопоставимы с урановыми. Протяженность тел с аномальными накоплениями рения от 50 до 200 м.

Иттрий. В зоне оруденения средние содержания иттрия изменяются от 12 до 16 г/т, что примерно равняется фоновым концентрациям. Встречаются редкие аномальные значения до 118-140 г/т в подзоне урановых руд и ореоле рассеяния урана в сероцветных породах. Установлена зависимость концентрации иттрия от глинистости пород.

### 2.3 Месторождение Семизбай

Месторождение Семизбай расположено в Акмолинской и Северо-Казахстанской области. Месторождение гидрогенного типа, который залегает в рыхлых осадочных породах на соединении северо-восточной окраины

Казахского щита и западно-сибирской плиты Урало-Сибирской эпипалеозойской платформы.

Основная структура месторождения - Семизбайская эрозионно-тектоническая впадина близширотной ориентировки, выполненная континентальными и отчасти прибрежно-морскими мезозойско-кайнозойскими отложениями. Ее субстрат и ближайшее обрамление сложены гранитоидами Жаманкойтасского массива. На восточном фланге месторождения развиты вулканогенно-осадочные породы  $O_2$  (андезитовые порфириды и их туфы, туфопесчаники и песчаники, гравелиты, алевролиты), образующие северное крыло Селетинского синклиория с наклоном слоев около  $3^\circ$ . Семизбайская впадина представляет собой фрагмент палеодолины, погружающейся на восток под углом  $6^\circ$ . Мощность семизбайской свиты возрастает с запада на восток от 40-60 до 180-200 м. Ее нижняя подсвета сложена аллювиальными сероцветными отложениями, верхняя - пестроцветными склоновыми. Нижняя подсвета включает три пачки - конгломератовую, песчаниковую и глинистую, в составе верхней подсветы выделяются алевропесчаниковая, алевроглинистая и песчаниково-глинистая пачки.

### 2.3.1 Геологическое строение

Основной структурой территории Семизбайского месторождения является одноименная эрозионно-тектоническая депрессия, которая представляет собой древнюю, длительно развивающуюся долину, выполненную мезозойско-кайнозойскими отложениями. Предполагается, что заложение и конфигурация ее обусловлены тектонически ослабленным: зонами субширотного и северо-западного простирания, фрагменты которых выражены главным Семизбайским и Западно-Семибайским разломами. Как было показано выше, Семизбайская депрессия входит в систему палеодолин, протягивающихся с запада на восток на расстояние 90 км - Жамантузская, Шат-Семизбайская и Селетинская.

Промышленное оруденение и ореолы рассеяния урановой минерализации установлены в пределах палеодолины на расстоянии до 36 км - от ее сочленения с Южно-Семизбайской депрессией на востоке до устья притока Бесколь на западе. При ширине палеодолины 2-7 км, с учетом территории ее ближайшего обрамления, площадь участка месторождения составляет 370 км<sup>2</sup>. По морфологии депрессии, различиям в степени разведанности и рудоносности месторождение Семизбай делится на шесть участков.

### 2.3.2 Характеристика уранового оруденения

Рудные залежи, залегающие на разных уровнях, группируются в рудоносные зоны в прибортовых частях впадины, преимущественно у ее более крутого южного борта, где выделяется Южная рудоносная зона (ЮРЗ) протяженностью 17,5 км и глубиной залегания оруденения от 25-75 м на западе

до 65-165 м - на востоке. В ЮРЗ сосредоточено более 90% запасов урана. В Северной рудоносной зоне (СРЗ) оруденение установлено в западной части впадины на участке длиной 1,5 км, где оно залегает на глубинах 25-90 м. Оруденение локализовано в разных литотипах пород, но преобладает в глинистых песчаниках. Вдоль бортов впадины откартированы узкие зоны грунтового и субпластового окисления, аргиллизации и карбонатизации, однако четкой приуроченности рудных тел к границам зон окисления не наблюдается. В зависимости от геохимического типа вмещающих пород, содержания углистого детрита, сульфидов и гидроокислов железа выделяются руды зеленовато-серые и серые (до черных), вишнево-красные, пятнистые, желтые и желто-бурые.

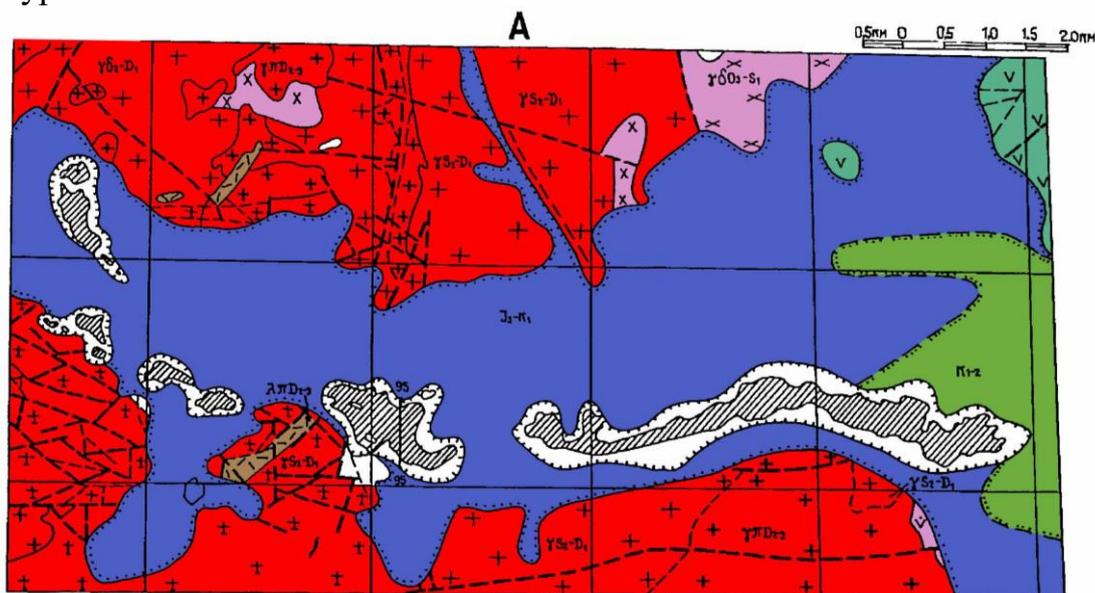


Рисунок 5 - План рудоносности Месторождения Семизбай

Условные обозначения: 1 - граница между домезозойскими (а) и мезозойско-кайнозойскими (б) образованиями; 2 - граница между отложениями семизбайской свиты  $J_3-K_1$  (а - пестроцветные и сероцветные глинисто-гравийно-песчаные образования) и покурской свиты  $K_{1-2}$  (б - пестроцветные песчано-глинистые образования); 3 - андезитовые и андезито-базальтовые порфириты и туфы сагской серии ( $O_{2sg}$ ); 4-10 - интрузивные образования: 4 - липаритовые порфиры, 5 - граниты аляскитовые мелко-среднезернистые, 6 - граниты биотитовые среднезернистые ( $aS_2-D_1$ ), 7 - граниты средне-крупнозернистые ( $aS_2-D_1$ ), 8 - кварцевые диориты, микродиориты и андезитовые порфириты крыккудукского комплекса ( $aO_3-S_1$ ), 9 - гранодиориты ( $abO_3-S_1$ ), 10 - диориты ( $bO_3-S_1$ ); 11 - разрывные нарушения; 12 - контур рудоносных зон; 13 - совмещенные проекции рудных залежей на горизонтальную плоскость.

### 2.3.3 Урановая и сопутствующая минерализация

Распределение урановых минералов в рудах неравномерное - в бедных они отмечаются лишь в виде мелких и редких выделений, в участках богатого

оруденения - образуют густую вкрапленность и небольшие стяжения, иногда полностью замещая глинистый цемент и частично развиваясь по обломкам. В большинстве случаев настуран и коффинит находятся в тесной ассоциации с пиритом и марказитом. Ниже приводится описание урановых, урансодержащих и сопутствующих им минералов.

Коффинит - один из наиболее распространенных минералов. Встречается практически во всех типах руд, но наиболее характерен для карбонизированных разностей. Находится в тесной ассоциации с сульфидами. Образует выделения неправильной формы, колломорфные корки и оторочки вокруг сульфидов, микропрожилки и гнездовидные скопления размером от тысячных долей до 1 см. Представлен тремя генерациями. Коффинит I имеет черный цвет, выделялся после микро глобулярного пирита, псевдоморфно замещается настураном I и установлен по сохранившимся первичным фермам кристаллов. Коффинит II - черный с бурыми рефlekсами, отражательная способность  $K = 8,2\%$ , микротвердость  $H = 265 \text{ кг/мм}^2$ , формировался до марказита после основной массы пирита. Коффинит III кристаллизовался после марказита. Имеет зеленовато-бурые и светло-коричневые внутренние рефlekсы, низкие отражательную способность  $R = 4\%$  и микротвердость  $H = 205 \text{ кг/мм}^2$ . Коффинит подтвержден данными рентгеноструктурного анализа.

Настуран распространен значительно реже коффинита. Встречается совместно с ним, а также в виде самостоятельных выделений и скоплений размером 0,003-2,0 мм. Он образует внешние зоны в каемках коффинита и скопления вокруг сульфидов железа, отмечается также в виде тонкой вкрапленности в цементе и реже микропрожилков в терригенных обломках. Кроме того, в пятнистых карбонатных рудах встречаются сравнительно крупные (до 5 мм) скопления пирит-настуранового состава. Выделяются две генерации настурана. Первая, наиболее развита по коффиниту I, имеет низкую отражательную способность  $R = 8-10\%$ . Иногда в нем отмечаются мелкие включения галенита.

Урановые черни образуют рыхлые скопления в ассоциации с мельниковитом и сажистым органическим веществом и тонкие пленки на поверхности терригенных обломков и выделений.

Браннерит встречается редко в богатых рудах в виде мелких (до 0,5 мм) обломочных зерен.

Вторичные урановые минералы представлены циппеидом, уранофаном, встречаются в незначительном количестве в рудах с органикой и в карбонатных породах в участках разрушения карбоната в виде желтых тонких высыпок на поверхности минералов и порошковатых скоплениях около выделений настурана и коффинита.

Урансодержащие минералы представлены ильменитом, лейкоксеном, титаномагнетитом, анатазом. Встречаются обычно в богатых рудах в виде единичных мелких (доли, мм) зерен и небольших скоплениях. Распределение урана в них разномерное.

Содержание урана в углефицированных растительных остатках колеблется в широких пределах, достигая 1%. Обогащенные ураном угли отличаются от безрудных более высокой степенью окисленности и меньшим количеством ароматических соединений. Обращает на себя внимание заметная концентрация германия, достигающая в отдельных пробах 0,2%.

Обломки аргиллитов, гранитов метаморфических и эффузивных пород в богатых рудах несут рассеянное, тонковкрапленное и реже прожилковое урановое оруденение. Оно наблюдается в основном в обломках, характеризующихся интенсивными глинисто-гидрослюдистыми изменениями и развитием тонкозернистого пирита и гидроокисла железа.

Гидроокислы железа в рудах развиты очень широко. Их образование связано как с процессами формирования осадка, так и с последующими эпигенетическими преобразованиями. Они представлены гетитом, гидрогетитом, гидрогематитом, которые пропитывают обломки пород и минералов и глинистый цемент, образуют сгустки, скопления, пленки, точечные выделения. В рудных интервалах на гидроокислах железа сорбируются заметные количества урана и особенно радия.

Сульфиды представлены пиритом, марказитом и мельниковитом. Очень редко встречается бравоит, сфалерит, халькопирит, галенит. Пирит - один из наиболее распространенных сульфидов, встречается во всех литологических разновидностях пород. Наиболее обогащены пиритом сероцветные породы с большим количеством растительных остатков. Встречается в виде тонкой вкрапленности, глобулярных образований, мелких кубических и октаэдрических кристаллов, псевдоморфоз по растительным остаткам и сплошных кристаллических масс.

### 3 ВАЖНЕЙШИЕ УРАНОВЫЕ МИНЕРАЛЫ

Известно около 200 урановых и урансодержащих минералов, из которых лишь 20 являются основными компонентами урановых руд.

Известно 100 минералов урана с содержанием U более 1%. Примерно в одной трети этих минералов уран четырехвалентен, в остальных – шестивалентен.

Промышленное значение имеют 12 минералов урана: наибольшее промышленное значение имеют окислы урана – уранинит и его разновидности (настуран и урановая чернь), а также силикаты – коффинит, титанаты – давидит и браннерит; водные фосфаты и арсенаты уранила – урановые слюдки.

Первичные минералы (эндогенные, коренные) – образовались при формировании земной коры (как правило, магматического происхождения).

Вторичные минералы (экзогенные) – образовались на более поздних стадиях под действием природных факторов:

- действие ветра,
- суточные и годовые колебания температуры,
- поверхностные и подземные воды, содержащие кислород и другие растворенные вещества,
- процессы, связанные с деятельностью микроорганизмов и почвообразованием.

Таблица 2 - Минералы урана, имеющие промышленное значение

Название	Формула	Содержание урана, %
Уранинит	$[(U^{4+}, Th)_{1-x} U^{6+}_x] O_{2+x}$	62-85
Коффинит	$U(SiO_4)_{1-x}(OH)_{4x}$	60-70
Настуран	$UO_{2x}$	52-76
Урановые черни	$UO_{2x}$	11-53
Браннерит	$(U, Ca, Th, Y) (Ti, Fe)_2O_6$	35-50
Отенит	$Ca(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 10-12H_2O$	48-54
Уранофан	$Ca(UO_2)SiO_3(OH)_2 \cdot 5(H_2O)$	55-58
Карнотит	$K_2(UO_2)_2(VO_4)_2 \cdot 3H_2O$	52-66
Торбернит	$Cu[UO_2]_2(PO_4)_2 \cdot 10(12-18)H_2O$	48
Тюямунит	$Ca[UO_2]_2[VO_4]_2 \cdot x(4-10)H_2O$	57-65

Среди инфильтрационных месторождений (экзогенных эпигенетических) выделяются грунтово-, пластово- и трещинно-инфильтрационные. Ведущие среди них — коффинит-черниевые месторождения пластово-инфильтрационного типа, где урановые руды залегают

в проницаемых породах артезианских бассейнов и контролируются границами зон пластового окисления.

Главными рудными минералами месторождения Мынкудук, Харасан и Семизбай являются коффинит, настуран, также урановые черни.

Коффинит – частично гидролизированный силикат четырехвалентного урана –  $U(SiO_4)_{1-x} \cdot (OH)_{4x}$ . Содержание урана 45–67 %. Цвет – черный, бутылочно-зеленый, буровато-зеленый, плотность 5,1 г/см<sup>3</sup>, твердость 5–6.

*Условия нахождения.* Основные минеральные ассоциации коффинита практически те же, что и для настурана. Так, очень широко проявлены ассоциации коффинита с оксидами урана, с сульфидами Mo, Pb, Zn, Fe, арсенидами Ni и Co, карбонатами Mn, Fe, Mg, Ca, монтрозеитом – (V, Fe)O(OH); с хлоритом, альбитом, апатитом, цирконом, кварцем, серицитом, гидрослюдами; с твердыми битумами, углефицированными растительными и органическими остатками.



Рисунок 6 - Коффинит  $(U,Th)[(OH)_{4x}(SiO_4)_{1-x}]$

Все перечисленные выше типы ассоциаций свидетельствуют о резко восстановительной обстановке в момент образования коффинита; присутствие карбонатов, альбита, монтрозеита, цирконов указывает на повышенную щелочность растворов. Считают, что по сравнению с условиями образования оксидов урана pH растворов для образования коффинита более высок.

Настуран — наиболее характерный минерал средне- и низкотемпературных гидротермальных собственно урановых месторождений и многостадийных, многокомпонентных месторождений с наложенной настурановой минерализацией. Он слагает также значительную часть руд экзогенных эпигенетических месторождений в осадочных породах, являющихся основным источником уранового сырья. В поверхностных условиях настуран легко разрушается, переходя в красные, оранжевые и ярко-жёлтые смеси

гидроксидов, силикатов, карбонатов и фосфатов уранила. Настуран — важнейший промышленный источник урана и радия.



Рисунок 7 - Настуран  $UO_2$

*Условия нахождения.* Настуран известен как минерал средне- и низкотемпературных гидротермальных месторождений. По экспериментальным данным, выпадение его из раствора возможно при температуре около  $400^{\circ}$ . По парагенетическим ассоциациям настурана с самородным висмутом установлено, что температура его выделения бывает и ниже  $200^{\circ}$ .

Настуран отлагается главным образом в открытых трещинах с образованием тонких ветвящихся прожилков, мощностью от 1 мм до нескольких сантиметров (редко до 10 см). В брекчированных или приконтактовых зонах настуран нередко выполняет пустотки, поры и промежутки между минералами вмещающих пород, образуя неравномерный гнездовый характер оруденения. Образование настурана отмечается в различных осадочных породах.

Урановые черни – это рыхлые вещества переменного состава, образующиеся главным образом в результате изменения настурана и уранинита. В качестве постоянных примесей в них присутствуют Mg, Ca, As, S, C,  $H_2O$  и др.



Рисунок 8 - Урановые черни

*Условия нахождения.* Остаточные урановые черни возникают в результате окисления и разрушения уранинита или настурана, образуя рыхлую массу на поверхности этих минералов или проникая по трещинкам в них. Они характеризуются, по Мелкову В.Г., уменьшением величины отношения  $UO_2:UO_3$

до практически полного отсутствия  $UO_2$ , уменьшения общего содержания урана и увеличения загрязнения посторонними элементами. Из последних для зоны окисления характерны Ca, Mg, Fe,  $CO_2$ ,  $H_2O$ , а для зоны цементации – As,  $SO_4^{2-}$ , Cu, Fe, Ca, Mg, Al,  $H_2O$  и др.

Регенерированные урановые черни образуются в условиях восстановительной среды, выпадая из вадозных (возможно и при участии гидротермальных) растворов, в виде рыхлых, реже более плотных цементационных плёнок и корочек в тонкой смеси с другими минералами. Иногда они наблюдаются в виде «лапчатых» с извилистыми контурами налётов на стенках тонких трещин и каверн в брекчированных зонах пород. Чаше они пропитывают поры породы или выполняют пустотки и промежутки между зёрнами породообразующих минералов в породе или трещинки в ней. Регенерированные урановые черни, попадая в зону окисления, проходят те же стадии изменения, что и настуран в аналогичных условиях.

Остаточные черни отличаются от регенерированных: 1) морфологическими особенностями, 2) большой величиной отношения Pb:U, 3) большим количеством и разнообразием примесей, 4) относительно высоким содержанием редких земель и тория. В отдельных образцах они бывают неразличимы.

### 3.1 Условия образования урановых минералов

По условиям образования среди урановых руд различают:

- эндогенные руды, отложившиеся при повышенных температурах и давлениях из пегматитовых расплавов и водных (предположительно постмагматических) растворов, характерны для складчатых областей и активизированных платформ;
- экзогенные руды, сформировавшиеся в близкоповерхностных условиях и на поверхности Земли в процессе осадконакопления (сингенетические руды) или в результате циркуляции грунтовых вод (эпигенетические руды), связаны преимущественно с молодыми платформами; метаморфогенные руды, возникшие путём перераспределения первично рассеянного урана в процессе метаморфизма осадочных толщ, характерны для древних платформ.

Фактор изменения окислительно-восстановительного режима в рудоносных растворах не только влияет на изменение растворимости комплексных соединений урана, но и имеет исключительно важное значение для выпадения урановых минералов. Как известно, в составе гидротермальных урановых руд собственные урановые минералы представлены в основном оксидами, среди которых отмечают настуран и уранинит; силикатами – коффинитом и ненадкевитом; титанатами – браннеритом и давидитом. Во всех этих минералах присутствуют ионы  $U^{4+}$  и  $U^{6+}$ , но  $U^{4+}$  преобладает количественно.

В экзогенных процессах концентрации урана образуются на разных стадиях литогенеза (седименто-диагенеза) и эпигенетических преобразований осадочных пород. Концентрации урана, связанные с той или иной стадией литогенеза и катагенеза, имеют различные значения. Сопряженность накопления урана с процессами формирования и раннего преобразования осадочных пород наиболее детально изучена В. И. Данчевым.

В процессе механического и химического выветривания горных пород происходит дезинтеграция вещества пород и образуются терригенные осадки. Повышение концентрации урана может быть связано с различными составляющими катакластических пород: с обломочной (кластогенной), хемогенной (часто цементирующей) и органогенной или биогенной, представляющей остатки растений и животных и продукты их жизнедеятельности.

При химическом выветривании из исходной породы выщелачивается легкоподвижный уран, который составляет основу концентраций грунтовых вод зоны гипергенеза. В пределах коры выветривания подвижный уран может связываться тонкодисперсными продуктами разложения пород, но более высокие его концентрации следует ожидать в нижних горизонтах на сероводородно-кислом восстановительном геохимическом барьере.

Со стадией седиментогенеза, кроме того, возможно накопление урана в осадках в результате химического или биохимического осаждения его органическими или минеральными коллоидами (фосфатами, глинистыми минералами, гидроксидами и т. п.).

В стадии диагенеза (превращения осадка в осадочную горную породу) различают ранний и поздний диагенез. Для первого из них характерно взаимодействие составных частей осадка с иловыми и придонными водами, обогащенными органическим веществом и являющимися средой активной жизнедеятельности бактерий. Именно биохимические процессы разложения органических веществ приводят к резкому недостатку кислорода и появлению органических кислот, их солей, уголекислоты, сероводорода, метана, аммиака, молекулярного водорода и других компонентов. Иловые воды приобретают слабокислую реакцию ( $\text{pH} < 7,0$ ) и отрицательные значения  $Eh$ . Такие условия способствуют восстановлению урана и других металлов и переводу их в осадок. Из осадка, в свою очередь, в иловые воды при данных значениях  $Eh$  и  $\text{pH}$  переходят  $S$ ,  $O_2$ ,  $Na$ ,  $K$ ,  $Ca$ . Отмеченное перераспределение компонентов осадка и иловых вод имеет обменно-циклический характер: в результате образуются конкреции, стяжения, переслаивания прослоев, обогащенные различными минералами, в том числе урановыми чернями. Концентрации урана, образованные в эту стадию, называют седиментационно-диагенетическими.

В стадию позднего диагенеза связь погребенных осадков с придонными водами теряется, но перераспределение компонентов продолжается. Под влиянием нагрузки вышележащих слоев из осадков отжимаются иловые воды, а сами осадки уплотняются, частично кристаллизуются, литифицируются и

превращаются в осадочные породы, т. е. происходит превращение осадка в урансодержащую породу. Содержание урана в породе увеличивается до  $n \cdot 10^{-4}$  –  $n \cdot 10^{-2}\%$ . В результате такого процесса образуются ураноносные углисто-кремнистые сланцы, фосфориты, а также ураноносные мергели и известняки. Образование урановых концентраций в морских и озерных осадках, таким образом, связано с сорбционным и восстановительным (сероводородным или глеевым) геохимическими барьерами.

В аллювиальных отложениях и торфяниках формирование экзодиагенетических концентраций урана происходит при взаимодействии урансодержащих поверхностных и подземных вод с осадками, обогащенными органическими веществами. Происходит осаждение урана из вод при понижении значений  $Eh$  в результате сорбции урана и последующего образования уранорганических соединений. Так образуются ураноносные торфяники, урановые руды, связанные с лигнитами и бурыми углями, а также урановое оруденение в песчаниках, глинах и других породах, обогащенных унифицированными растительными остатками. В этом случае образование концентраций урана связано с сорбцией и воздействием сероводородных и глеевых восстановительных геохимических барьеров. [11]

Последующие эпигенетические изменения осадочных пород так называемой стадии катагенеза могут протекать различно. В прогибающихся областях земной коры эпигенетические изменения происходят на фоне возрастающих с глубиной температуры и давления. Такой тип эпигенеза называют прогрессивным. В условиях прогрессивного эпигенеза происходит регенерация обломочных зерен и раскристаллизация цемента. Как показал Л. В. Пустовалов и другие исследователи, в эпигенетически измененных осадочных породах образуются полевые шпаты, магнезиальные силикаты, сульфиды различных металлов и многие другие минералы. Кварц и полевые шпаты создают мозаично-регенерационные структуры. Глинистый цемент преобразуется в серицитовый и хлоритовый, а при более глубокой степени метаморфизации в слюдисто-роговообманковый. Карбонатные породы, даже органогенные, кристаллизуются до мраморизованных разностей. Прогрессивный эпигенез в конечном итоге может придать осадочной породе характерные признаки метаморфических пород. При этом уран, находившийся в осадочной породе в состоянии большего или меньшего рассеяния, перераспределяется. В результате формируются гнездообразные залежи с характерными прожилковыми текстурами. Такие месторождения называют осадочно-метаморфогенными или метаморфизованными, а иногда и псевдогидротермальными. Как отмечают, по облику руд и вмещающих пород месторождения этой группы во многом близки с типично эндогенными (гидротермально-метасоматическими). Однако источник урана в них не эндогенного, но экзогенного происхождения.

Эпигенетические изменения осадочных пород стадии катагенеза, связанные с их поднятием к дневной поверхности и активной геохимической

деятельностью пластовых вод, получили название «регрессивного эпигенеза». Регрессивный эпигенез обычно существенно воздействует на осадочную породу, поскольку связан с кислородсодержащими водами, характеризующимися высоким окислительным режимом. Воздействие таких вод на осадочную породу окисляет четырехвалентные труднорастворимые формы урана до шестивалентных, что существенно увеличивает миграционную способность урана. Естественно, что в разнообразных по составу и физико-механическим свойствам осадочных породах условия и масштабы миграции урана весьма различны. Большую роль в образовании эпигенетических концентраций урана играет аридный климат при благоприятном сочетании факторов поверхностного выветривания с деятельностью пластовых вод и наличием благоприятных геохимических барьеров. В условиях таких процессов формируются наиболее промышленно значимые месторождения урана, отнесенные к группе экзогенных эпигенетических инфильтрационных месторождений.

Один из наиболее характерных процессов формирования промышленных урановых руд экзогенных месторождений связан с инфильтрацией, просачиванием сверху, ураноносных растворов через горные породы различного состава и генезиса. Зарождающиеся на поверхности кислородсодержащие водные растворы порового или трещинного типа в определенных условиях извлекают уран из горных пород, переводя его в легкорастворимые формы, и затем по пути миграции растворов на геохимических барьерах разного типа отлагают, создавая повышенные концентрации. Подобный инфильтрационный процесс рудообразования в породах водоносных горизонтов проявляется на геохимическом барьере (сероводородного или глеевого типа) в интервале выклинивания зоны пластового окисления при нисходящем движении пластовых вод. В условиях гумидного климата, в отличие от аридного, формируется не зона пластового окисления, а зона пластового оглеения. Рудные тела, связанные с пластовой зональностью, имеют форму роллов, располагающихся на выклинивании окисленных пород на сероводородном или резкоглеевом барьерах. Урановое оруденение формировалось значительно позже рудовмещающих пород.

В стадию катагенеза урановое оруденение может формироваться также в результате привноса урана восходящими трещинно-жильными водами и отложения его в тектонически ослабленных зонах в виде урановых черней, настурана и коффинита. Образование урановой минерализации обычно связано с наличием в породах твердых битумов.

Урановое оруденение может образоваться в результате наложения эпигенетических процессов на ранее сформировавшиеся диагенетические ураноносные отложения. При этом происходит перераспределение урана в породах и дополнительное обогащение им под воздействием пластовых или трещинных урансодержащих вод. Одна из важных особенностей стадии катагенеза – нарушение сорбционных связей урана с органическими веществами, высвобождение его и миграция в водах с последующим отложением в виде

урановых минералов (часто в диспергированном виде). Во время завершения стадии катагенеза происходит затухание процессов, вызывающих перераспределение рудного вещества. Этому способствует, главным образом, снижение гидродинамического режима по мере погружения осадочных пород и значительно меньшая способность концентрировать уран у каменных углей, образовавшихся вследствие изменения гумусовых органических веществ. В связи с этим сокращается возможность образования концентраций урана в осадочных толщах.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной дипломной работе были рассмотрены особенности минералообразования на урановых месторождениях Казахстана. Цели и задачи, поставленные в начале работы мною были достигнуты: - изучены геологические строения урановых месторождений; - изучены характеристики уранового оруденения; - изучены урановые минерализации; - изучены условия образования урановых минералов.

На уровне своего первого научного исследования мною была проделана большая работа по изучению внушительного количества данных и теоретической информации. На основе комплексного анализа геологического строения, уранового оруденения на примере месторождений Мынкудук, Харасан и Семизбай получены содержание урана, урановая и сопутствующая минерализация. Также рассмотрены важнейшие урановые минералы представленные коффинитом, настураном и урановыми чернями и их условия образования.

Основные результаты и выводы исследования указывают на следующие особенности минералообразования на урановых месторождениях Казахстана:

1) Геологическое строение месторождений. Урановые месторождения Казахстана в основном связаны с осадочными образованиями, такими как палеозойские и мезозойские отложения. Важную роль в формировании месторождений играют геологические структуры, такие как разломы, складчатые структуры и вулканогенно-осадочные комплексы.

2) Минералогический состав. Основными урановыми минералами на урановых месторождениях Казахстана являются коффинит и настуран, также урановые черни. Минералы обладают различными свойствами, такими как цвет, прозрачность и кристаллическая структура.

3) Факторы формирования урановых руд. Формирование урановых руд на месторождениях Казахстана связаны с рядом факторов, включая геологические процессы, наличие растворителей, условия окружающей среды и гидротермальные воздействия. Характерным рудоконтролирующим фактором месторождений пластово-инфильтрационного типа связь уранового оруденения с границами ЗПО.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Берикболов Б.Р., Н.Н. Петров, В.Г. Карелин. Справочник. Месторождения урана Казахстана. Алматы, 1996.
- 2 Петров Н.Н., Язиков В.Г., Аубакиров Х.Б., Плеханов В.Н., Вершков А.Ф., Лухтин В.Ф. Урановые месторождения Казахстана (экзогенные). - Алматы: Гылым, 1995. - 264 с.
- 3 Петров Н. Н. История формирования эпигенетического уранового оруденения Притяньшаньского урановорудного пояса в свете новых данных. Матер, по геол. уран, месторожд. М., 1:985. Вып. 96. С. 99-114.
- 4 Натальченко Б. И., Бровин К. Г., Шмариович Е. М. и др. Пластово-инфильтрационные месторождения урана как объекты комплексного минерального сырья. 1987. Вып. 107. С. 4—17.
- 5 Под ред. Перельмана А. И. Гидрогенные месторождения урана: (основы теории образования). М.: Атомиздат, 1980. 270 с.
- 6 Байбатша А.Б. Геология месторождений полезных ископаемых. Учебник. Алматы: КазННТУ, 2019. – 432 с.
- 7 Грушева Г. В. Геологическое строение и ураноносность Чу-Сарысуйской провинции. Л., 1980. 180 с.
- 8 Петрова Л. С., Дара А. Д. Минералогическая зональность урановых месторождений пластово-инфильтрационного генезиса на примере месторождения Мынкудук. Матер, по геол. уран месторожд. М., 1981. Вып. 69. С. 124—134.
- 9 Под ред. Шмариовича Е. М. Сырдарьинская урановорудная провинция. М, 1985. 413 с.
- 10 Петров Н.Н., Берикболов Б.Р., Аубакиров Х.Б., Вершаков А.Ф., Лухтин В.Ф., Плеханов В.Н., Черняков В.М., Язиков В.Г. Справочник. Урановые месторождения Казахстана (экзогенные). Издание второе, дополнительное. Алматы, 2008.
- 11 Шмариович Е. М., Расулова С. Д., Яшунский Ю. В. Причины различных окрасок пород в рудоконтролирующих зонах пластового окисления. Матер, по геол.уран, место-рожд. М., 1987. Вып. 107. С. 50-61.
- 12 Байбатша А.Б. Общая геология: учебное пособие. Алматы: КазНТУ, 2015. – 483 с.
- 13 Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию текстового и графического материала. СТ КазННТУ – 09 – 2017. Издание официальное.

**Протокол**

**о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)**

**Автор:** Тұрабаев А.Н.

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** Особенности минералообразования на урановых месторождениях Казахстана

**Научный руководитель:** Гульнара Омарова

**Коэффициент Подобия 1:** 2.5

**Коэффициент Подобия 2:** 1.5

**Микропробелы:** 0

**Знаки из других алфавитов:** 2

**Интервалы:** 0

**Белые Знаки:** 0

**После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:**

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

*Документ к зачету*

*Дата*

*16.05.2023.*

*Заведующий кафедрой ГСТРМ*

*Билбогаев А.А*

**Протокол**  
**о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)**

**Автор:** Тұрабаев А.Н.

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** Особенности минералообразования на урановых месторождениях Казахстана

**Научный руководитель:** Гульнара Омарова

**Коэффициент Подобия 1:** 2.5

**Коэффициент Подобия 2:** 1.5

**Микропробелы:** 0

**Знаки из других алфавитов:** 2

**Интервалы:** 0

**Белые Знаки:** 0

**После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:**

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование: Допущен к защите

*проверяющий эксперт*  
Ассоциированный профессор, доктор PhD,  
( должность, уч. степень, звание)  
Омарова Г.М.



«16» мая 2023 г.

## РЕЦЕНЗИЯ

На дипломную работу

Тұрабаев А.Н.

Специальность 6В05201 – Геология и разведка месторождений полезных  
ископаемых

Дипломная работа на тему «**Особенности минералообразования на урановых  
месторождениях Казахстана**»

Дипломная работа состоит из 40 страниц, 8 рисунков, 2 таблиц и 25  
литературных источников.

В данной дипломной работе были изучены особенности формирования  
минералов на урановых месторождениях в Казахстане. Целью работы было изучение  
геологической структуры урановых месторождений, характеристик уранового  
рудного образования и условий образования урановых минералов.

В процессе исследования были достигнуты следующие задачи: анализ  
геологической структуры и уранового рудного образования на примере  
месторождений Мынкудук, Харасан и Семизбай, получение данных о содержании  
урана, урановой и сопутствующей минерализации, а также изучение основных  
урановых минералов, таких как коффинит, настуран и урановые черни, и условий их  
формирования.

В работе автор провел обширный анализ большого объема данных и  
теоретической информации. Он представил основные результаты и выводы  
исследования, отметив, что урановые месторождения Казахстана, в основном,  
связаны с палеозойскими и мезозойскими отложениями. Автор также представил  
подробную информацию о минералогическом составе основных урановых  
минералов на урановых месторождениях Казахстана, включая коффинит, настуран  
и урановые черни. В работе подробно описаны факторы, влияющие на  
формирование урановых руд на месторождениях Казахстана, включая  
геологические процессы, растворители, условия окружающей среды и  
гидротермальные воздействия.

Дипломная работа Тұрабаева А.Н. соответствует требованиям и рекомендуется к  
защите, с присвоением ему академической степени бакалавра техники и технологии  
по специальности 6В05201 – Геология и разведка месторождений полезных  
ископаемых.

### Замечание к дипломной работе:

Существенных недостатков в дипломном проекте не выявлено.

Дипломной работа оценивается с баллом «95%»

### Рецензент

Доктор PhD,

ведущий научный сотрудник

ИГН им. К.И. Сатпаева.

*З. Жусупов*

(подпись)

«05»



Т. Умарбекова.

2023 г.

**ОТЗЫВ  
НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ**

на дипломную работу Тұрабаева Аксұлтана

ОП 6B07202- Геология и разведка месторождений  
полезных ископаемых

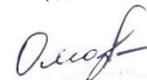
Тема: «Особенности минералообразования на урановых месторождениях  
Казахстана»

Дипломная работа посвящена изучению генетических и минералого-петрографических особенностей месторождений урана Мынкудук, Харасан Семизбай. Дипломная работа выполнена на основании материала, собранного во время прохождения производственной практики и работы на месторождениях урана. Были изучены классификация урановых месторождений и их генезис, по результатам изучения был проведён сравнительный анализ.

Дипломная работа написана на 40 листах, включает графический материал в виде 8 рисунков 2 таблиц и 25 литературных источников. Работа состоит из введения, 3 глав и заключения. Во время учёбы Тұрабаев Аксұлтан продемонстрировал отличные навыки пользования просвечивающим и рудным микроскопами и умение описывать шлифы и аншлифы. Полученные в течение учебы знания позволили Тұрабаеву Аксұлтану выполнить дипломную работу на высоком уровне, наполнить ее содержанием и грамотно обосновать главные условия, при которых происходили процессы минералообразования на изучаемых месторождениях. Автором были использованы современные аналитические методы минералообразования. Тема дипломной работы раскрыта полностью и составлена в соответствии со всеми требованиями к ним.

Дипломная работа Тұрабаева Аксұлтана может быть рекомендована к защите с заслуженной высокой оценкой, с присвоением ей академической степени бакалавра техники и технологии по образовательной программе 6B07202 – Геология и разведка месторождений полезных ископаемых.

**Научный руководитель:**  
Ассоциированный профессор, доктор PhD,  
( должность, уч. степень, звание)



Омарова Г.М.

«12» июня 2023 г.