

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт геологии, нефти и горного дела имени К. Турысова

Кафедра Геологической съемки, поиска и разведки месторождений
полезных ископаемых

Қуатбекова Гүлмарал Амангелдіқызы

«Литологические особенности залежей урана на месторождении Инкай
и их влияние на повышение эффективности отработки»

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Специальность 6М070600 - «Геология и разведка месторождений
полезных ископаемых»

Алматы 2021

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева

Институт геологии, нефти и горного дела имени К. Турысова

УДК 553.43: 553.536 (574) (043)

На правах
рукописи

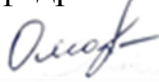
Қуатбекова Гүлмарал Амангелдіқызы

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание академической степени магистра

Название диссертации: «Литологические особенности залежей урана на
месторождении Инкай и их влияние на повышение эффективности
отработки»

6М070600 – Геология и разведка месторождений твердых полезных
ископаемых

Научный руководитель
доктор PhD, лектор
кафедры ГСПиРМПИ

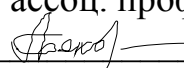

Г.М. Омарова
«15» июня 2021 г.

Рецензент
доктор PhD, СНС
ИГН им. К.И. Сатпаева

Р.Т. Баратов
«_15_»_июня 2021г.

Нормоконтролер
к.г.-м.н., лектор
кафедры ГСПиРМПИ

С.К. Асубаева
«15» июня 2021 г.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Зав. кафедрой ГСПиРМПИ
ассоц. профессор, доктор PhD

А.А. Бекботаева
«17» июня 2021 г.

Алматы 2021

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева

Институт геологии, нефти и горного дела имени К. Турысова

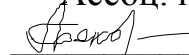
Кафедра геологической съемки, поисков и разведки МПИ

6М070600 - «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой ГСПиРМПИ

Ассоц. профессор, доктор PhD

 А.А. Бекботаева

« 17 » июня 2021 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение магистерской диссертации
магистранту Қуатбековой Гүлмарал Амангелдіқызы

Тема: «Литологические особенности залежей урана на месторождений
Инкай и их влияние на повышение эффективности отработки»

Утверждена приказом Ректора Университета №330-м от «11» ноября
2019 г.

Срок сдачи законченной диссертации «15» июня 2021 г

Исходные данные к магистерской диссертации - текстовые и графические
материалы производственной, исследовательской и экспериментальной
практики

Перечень подлежащих разработке в магистерской диссертации:

- а) сбор, анализ и обобщение фондовых и изданных материалов по
месторождениям урана;
- б) изучение геологического строения месторождения Инкай;
- в) проведение исследований по литологии вмещающих урановое оруденение
пород;
- г) выяснение генезиса месторождения;

д) рекомендации по результатам магистерской диссертации повышение
эффективности отработки урановых залежей гидрогенного типа;

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных
чертежей):

- а) геологическая карта месторождения Инкай;
- б) геологический разрез месторождения Инкай;
- в) геологическая карта района;

Рекомендуемая основная литература:

- 1 Геологическое строение и ураноносность Чу-Сарысуйской провинции (под ред. Г.В. Грушевого). Л., ВСЕГЕИ, 1980
- 2 Гидрогенные месторождения урана (Основы теории рудообразования) (под ред. А.И. Перельмана). М., Атомиздат, 1980
- 3 .: Материалы по геол. уран. местор. Вып. 109. М., ВИМС, 1987
- 4 Материалы по геол. уран. местор. Вып. 95, М., ВИМС, 1985.
- 5 Шмариович Е.М., Натальченко Б.И., Бровин К.Г. Условия формирования комплексного пластово-инфильтрационного оруденения. Сов. геология, №8, 1988.
- 6 Металлогения урана Урало-Монгольского пояса. Л., 1986.
- 7 Петров Н.Н., Язиков В.Г., Аубакиров Х.Б. и др. Урановые месторождения Казахстана. Алматы, Гылым, 1995
- 8 Сырдарьинская урановорудная провинция (под ред. Е.М. Шмариовича) М., ВИМС, 1985.

ГРАФИК

подготовки магистерской диссертации

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки предоставления научному руководителю	Примечание
Введение	01.02.2021	
Сбор, анализ и обобщение фондовых и изданных материалов по месторождениям урана	22.02.2021	
Изучение геологического строения месторождения Инкай	15.04.2021	
Проведение исследований по литологии вмещающих урановое оруденение пород;	23.04.2021	
Выяснение генезиса месторождения	20.05.2021	
Рекомендации по результатам магистерской диссертации повышение эффективности отработки урановых залежей гидрогенного типа	25.05.2021	
Заключение	25.05.2021	

Подписи
консультантов и нормоконтролера на законченную магистерскую
диссертацию с указанием относящихся к ним разделов работы

Наименования разделов	Консультанты, ФИО (степень, должность)	Дата подписания	Подпись
Геологическое строение района месторождения	Научный руководитель: доктор PhD, лектор кафедры ГСПиРМПИ Г.М. Омарова	01.02.2021	
Литолого- геохимические особенности продуктивных горизонтов	Научный руководитель: доктор PhD, лектор кафедры ГСПиРМПИ Г.М. Омарова	22.02.2021	
Закономерности размещения и морфология уранового оруденения	Научный руководитель: доктор PhD, лектор кафедры ГСПиРМПИ Г.М. Омарова	15.04.2021	
Вещественно- минералогический состав руд	Научный руководитель: доктор PhD, лектор кафедры ГСПиРМПИ Г.М. Омарова	23.04.2021	
Генезис урановых руд	Научный руководитель: доктор PhD, лектор кафедры ГСПиРМПИ Г.М. Омарова	23.04.2021	
Нормоконтролёр	К.г.-м.н., лектор кафедры ГСПиРМПИ С.К. Асубаева	15.06.2021	

Научный руководитель



Г.М. Омарова

Задание принял к исполнению
магистрант



Г. А. Куатбекова

Дата

«11» ноября 2019г.

АННОТАЦИЯ

В диссертационной работе изучены литологические особенности локализации уранового оруденения на месторождении Инкай (Южный Казахстан). Месторождение Инкай расположено на западе Мынкудукского урановорудного района Кенце-Буденновской металлогенической зоны, где оно контролируется передовой частью гигантской дуги, которую образуют региональные рудоконтролирующие фронты пластового окисления в проницаемых отложениях верхнего мела. Месторождения Инкай, характеризуется трехъярусным строением. Месторождения Инкай относящегося к урановым месторождениям гидрогенного типа, связанным с развитием в проницаемых водоносных горизонтах пластовой окислительной рудоконтролирующей эпигенетической зональности. На месторождении Инкай, рудовмещающими являются мынкудукский и инкудукский горизонты.

Изучение пластово-инфильтрационных месторождений показало, что урановое оруденение в них приурочено к водоносным проницаемым песчаным отложениям темноцветного и сероцветного (в крайнем случае, зеленоцветного) геохимическим типам, способным создавать при эпигенетическом рудообразовании достаточно контрастные восстановительные барьеры, обеспечивающие высаживание поливалентных элементов урана, рения, молибдена, селена, ванадия.

АҢДАТПА

Диссертациялық жұмыста Инкай (Оңтүстік Қазақстан) кен орнында уран кенденуін оқшаулаудың литологиялық ерекшеліктері зерттелді. Инкай кен орны Кенце-Буденновск металлогендік аймағының Мыңқұдық уран кені ауданының батысында орналасқан, онда ол жоғарғы бордың өткізгіш шөгінділеріндегі аймақтық кен бақылаудағы қабаттық тотығу фронттарынан тұратын алып доғаның алдыңғы бөлігімен бақыланады. Инкай кен орны үш деңгейлі құрылымымен сипатталады. Инкай кен орындары гидрогеникалық типтегі уран кен орындарына жатады, бұл өткізгіш Сулы горизонттарда эпигенетикалық аймақтың тотықтырғыш кендерінің дамуымен байланысты. Инкай кен орнында Мыңқұдық және инкұдық горизонттары бар.

Қойнауқаттық-инфильтрациялық кен орындарын зерттеу олардағы уран кенденуі уранның, ренийдің, молибденнің, селеннің, ванадийдің поливалентті элементтерін отырғызуды қамтамасыз ететін эпигенетикалық кен түзілу кезінде жеткілікті қарама-қарсы қалпына келтіру тосқауылдарын құруға қабілетті қара түсті және сұр түсті (төтенше жағдайларда жасыл түсті) су өткізгіш құм шөгінділерімен шектелгенін көрсетті.

ANNOTATION

In the dissertation work, the lithological features of the localization of uranium mineralization at the Inkai deposit (Southern Kazakhstan) are studied. The Inkai deposit is located in the west of the Mynkuduk uranium ore region of the Kentse-Budennovo metallogenic zone, where it is controlled by the leading part of a giant arc formed by regional ore-controlling fronts of reservoir oxidation in permeable Upper Cretaceous sediments. The Inkai deposit is characterized by a three-tiered structure. The Inkai deposit is a hydrogenic type of uranium deposit associated with the development of formation oxidative ore-controlling epigenetic zoning in permeable aquifers. At the Inkai deposit, the Mynkuduk and Inkuduk horizons are the ore-bearing ones.

The study of reservoir-infiltration deposits has shown that the uranium mineralization in them is confined to water-bearing permeable sand deposits of dark-colored and gray-colored (in extreme cases, green-colored) geochemical types, capable of creating sufficiently contrasting reduction barriers during epigenetic ore formation, ensuring the planting of polyvalent elements of uranium, rhenium, molybdenum, selenium, and vanadium.

СОДЕРЖАНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ	10
1	Общие сведения о месторождении и его районе	12
1.1	Географо-экономические условия	12
1.2	Изученность месторождения Инкай	16
2	Геологическое строение района месторождения	23
2.1	История геологического развития района в мезозое-кайнозое	23
2.2	Стратиграфия	25
2.3	Тектоника	36
2.4	Характеристика уранового оруденения	37
3	Литолого-геохимические особенности продуктивных горизонтов	38
4	Закономерности размещения и морфология уранового оруденения	40
5	Вещественно-минералогический состав руд	43
5.1	Рудоконтролирующая эпигенетическая зональность, ее геохимические особенности	49
6	Генезис урановых руд	51
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	53
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	54

ВВЕДЕНИЕ

Метод скважинной добычи урана предусматривает откачивание продуктивных растворов (ПР) из добычных скважин эксплуатационного блока, осветление маточника с последующим подкреплением концентрированной серной кислотой, сорбционное извлечение полезного компонента из растворов, подачу подкисленного выщелачивающего раствора (ВР) через нагнетательные скважины в рудное тело блока. Выщелачивание является основной операцией подготовки урановой руды к добыче, так как оно определяет стоимость и количество конечного продукта. Применение серной кислоты в качестве реагента - растворителя на предприятиях Казахстана обусловлено низкой стоимостью, доступностью, возможностью относительно полного перевода урана в раствор. Однако высокая кинетика взаимодействия серной кислоты с полевыми шпатами и карбонатными минералами рудовмещающих пород в сложных горно-геологических условиях вызывает осадкообразование в виде геохимического барьера, препятствующего процессу выщелачивания. Сложные горно-геологические условия залегания урана такие как: глинистость ($>20\%$) и карбонатность ($>1,5-2\%$) вмещающих пород, фильтрационная неоднородность продуктивного горизонта и т.д. характерны месторождению урана Инкай.

Целью настоящей работы является изучить литологические особенности залежей урана месторождения Инкай и их влияние на повышение эффективности отработки.

Для выполнения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

- 1 Анализ и обобщения геологического строения месторождения;
- 2 Изучить литологические особенности рудовмещающих пород;
- 3 Обработка результатов и выдача рекомендаций.

Предметом исследования являются литологические особенности гидрогенных месторождений урана.

Объектом исследований – месторождение Инкай.

Практическая значимость работы заключается в рекомендациях для повышения эффективности добычи гидрогенного урана на основе литологических особенностей вмещающих пород.

Степень проработанности проблемы в специальной литературе. В специальной литературе в последнее время большое внимание уделяется именно этому вопросу. Но в статьях отражается в основном технологическая часть проблемы, основываясь на данных геологов, а чисто геологической направленности уделено в изданиях мало публикаций.

Научная новизна исследований заключается в детальном изучении литологии рудовмещающих пород с использованием современных методов исследований на основе которого разработаны научно-обоснованные рекомендации для повышения отработки урановой минерализации.

Личный вклад диссертанта. Детальный анализ геологических и геотехнологических условий залегания месторождения, литературных источников по теме исследования, участие в экспериментальных исследованиях для выявления литологических особенностей рудовмещающих пород, сбор данных, обработка данных и подведение результатов с выводами.

Публикации: по диссертации опубликована 1 статья.

- Куатбекова Г. А., Омарова Г.М., «Литологические особенности залежей урана на месторождении Инкай и их влияние на повышение эффективности отработки», опубликованная в сборнике трудов международной научно-практической конференции Сатпаевские чтения «Научные исследования и инновации в геологоразведке – ключ к эффективному восполнению минерально – сырьевой базы РК»

Объём и структура работы: Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, список используемой литературы из 13 наименований и содержит 57 страниц машинописного текста, 6 рисунков , 9 таблиц.

1. Общие сведения о месторождении и его районе

1.1 Географо-экономические условия

Месторождение Инкай расположено в юго-западной части Шу-Сарысуйской урановорудной провинции и является крупнейшим урановым объектом гидрогенного типа. Месторождение расположено на территории тополистов масштаба 1: 200000 L-42-XX и XXVI. На северо-востоке оно граничит по профилю 2000 с месторождением Мынкудук, на юге по профилю 0 - с месторождением Будёновское. Южный фланг (участок 4) месторождения Инкай находится в юго-западной части Шу-Сарысуйской депрессии.

В административном отношении район работ входит в состав Южно-Казахстанской области, а южная часть участка в состав Кызылординской области РК (рис.1).

Площадь участка работ расположена на плато Бетпак-Дала. Пустыня Бетпак-Дала представляет песчано-глинистую полого наклонённую с севера на юг равнину, осложненную бессточными такырами, дефляционными котловинами и редкими куполовидными поднятиями. Абсолютные отметки - 160-200 м. С запада и юга плато Бетпак-Дала ограничено крутыми склонами-чинками.

Гидрографическая сеть района формируется временно действующими реками Шу, Сарысу и Бактыкарын. Реки имеют водоток только в паводковый период (май-июнь), позднее разбиваются на отдельные плесы с горько-соленой водой. Минерализация вод меняется от 2,1 г/л до 9,0 г/л, на отдельных участках р.Бактыкарын солёность воды в конце лета достигает 212 г/л.

Климат района резко континентальный и характеризуется значительными годовыми и суточными амплитудами колебаний температуры, суровой зимой, жарким летом, короткой весной, сухостью воздуха и малым количеством осадков.

По данным наблюдений метеостанции «Батпак-Дала», средняя годовая температура воздуха $+6^{\circ}$, $+9^{\circ}\text{C}$, абсолютный максимум температур наиболее жарких месяцев июня-июля составляет $+43^{\circ}\text{C}$, абсолютный минимум -35°C падает на январь месяц. Суточные колебания температуры воздуха в летние месяцы достигает 14°C .

Средняя годовая сумма осадков - в пределах 130-140 мм. Количество твердых осадков составляет 22-40% от годовых. Средняя влажность воздуха - в пределах 56-59%.

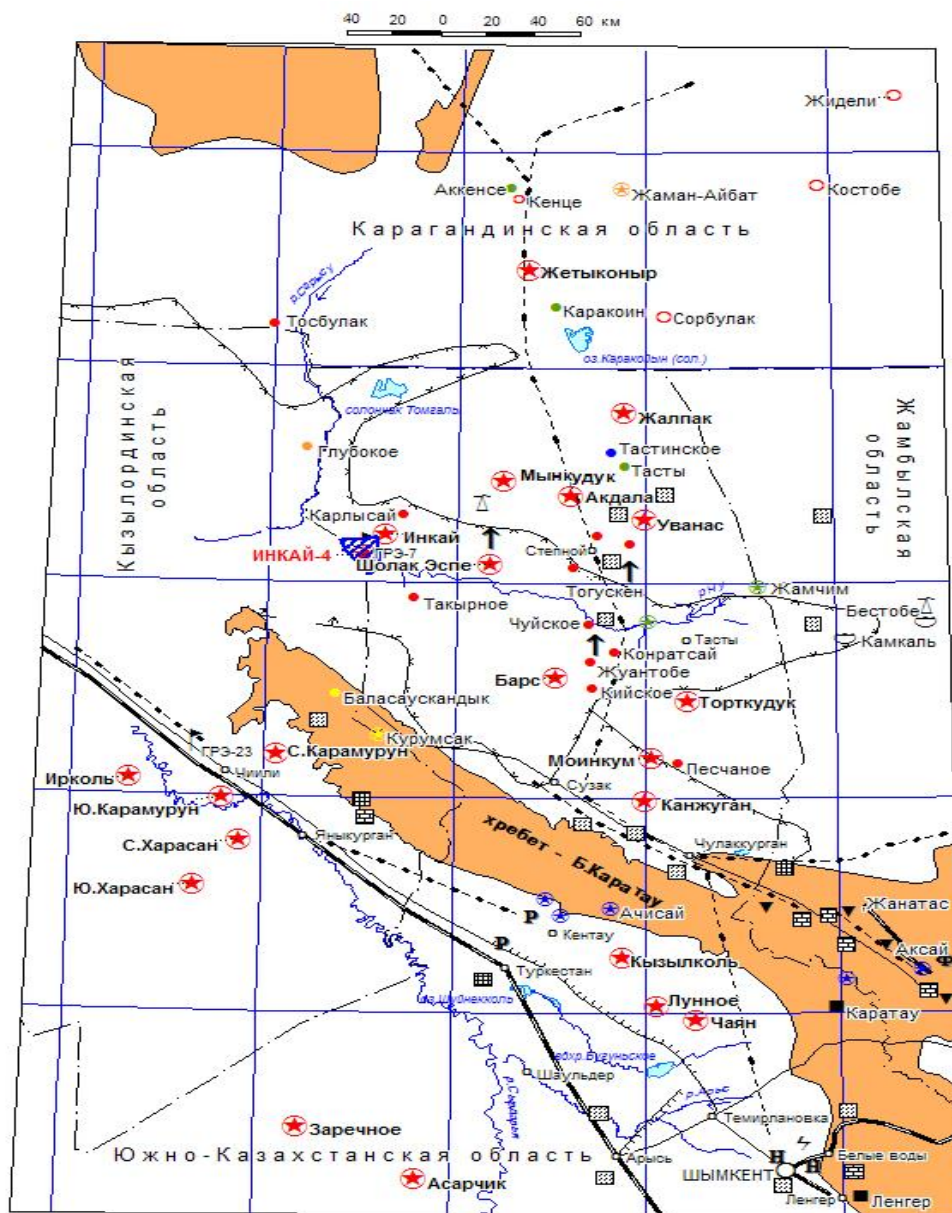


Рисунок 1.1 - Обзорная административно-экономическая карта района

Для района характерны сильные, почти беспрерывно дующие ветры. Среднегодовое число штилей не превышает 17%. Преобладающее направление ветра - северо-восточное и восточное, средняя скорость - 3,8-4,6 м/сек., нередко пыльные бури.

На юге месторождения Инкай развиты преимущественно песчаные почвы и только на такырах они сменяются глинистыми, суглинистыми, обычно сильно засоленными почвами.

Растительность выражена саксаулом, солончаково-боялычовым комплексом. В пойме рек Сарысу и Шу развита луговая растительность, камыш, тamarиск.

Убогая флора и суровость климата определили своеобразие животного мира. Крупные млекопитающие представлены сайгаками, джейранами, кабанами, мелкие – грызунами: сусликами, тушканчиками, песчанками, земляными зайцами. Из хищников встречаются волк, лиса, корсак.

Представители пернатого мира особенно разнообразны в период весенне-осенних перелетов. В это время встречается до 150 различных видов птиц.

Из насекомых, представляющих повышенную опасность для человека, надо отметить скорпиона, фалангу, каракурта.

С экономической стороны район месторождения начинает только развиваться и осваиваться, в основном, по линии отработки урановых руд способом подземного скважинного выщелачивания.

В настоящее время на участке 2 силами ТОО СП «Инкай» проведены опытные работы по подземному скважинному выщелачиванию урана из «висячих» руд инкудукского горизонта, а на участке 1 строительство и оборудование добычного полигона.

Ближайшие урановые месторождения: Буденновское (40 км), Шолак-Эспе (60 км), Мынкудук (80 км), Акдала (100 км), Жалпак (140 км), Уванас (160 км), Канжуган, Моинкум (250 км). На месторождениях Канжуган, Моинкум (уч.Южный), Уванас, Мынкудук (уч.Восточный), Акдала ведется добыча урана способом подземного скважинного выщелачивания Таукентским горно-химическим комбинатом, Степным рудоуправлением АО «НАК «Казатомпром» и ТОО СП «КАТКО».

Промышленная эксплуатация месторождений определяет и инфраструктуру для этой части района.

С освоением месторождений Канжуган и Моинкум связано строительство города Таукент, железнодорожной ветки Жанатас – Сузак и материально-технической базы на территории ж.д. ст.Сузак.

Степное рудоуправление, которое отрабатывает месторождения Уванас, Мынкудук (уч.Восточный), продолжает социально-экономическое развитие пос.Кызымшек. Улучшенная асфальтовая дорога соединяет поселок с районным и областным центрами.

Другие горнорудные предприятия по добыче и переработке свинцово-цинковых, медных, фосфоритовых руд, нерудных полезных ископаемых (Ачисай, Миргалимсай, Жезказган, Шымкент. Тараз и др.) располагаются в обрамлении Шу-Сарысуйской депрессии в пределах палеозойских массивов и удалены от месторождения Инкай на 250-500 км.

Силами экспедиции № 7 с 1988 года начато, а к настоящему времени закончено, строительство улучшенной грунтовой дороги с гравийным покрытием между п.Тайконур и п.Бакырлы, которая проходит через южный фланг месторождения Инкай и через все поле месторождения Буденновское. От 73 км дороги п.Тайконур – п.Бакырлы силами ТОО СП «Инкай» построена улучшенная грунтовая дорога с гравийным покрытием до п. Шиели.

Все основные грузоперевозки осуществляются в этих направлениях по маршрутам: п.Тайконур – г.Шымкент (500 км), п.Тайконур – ст.Сузак (220 км), п. Тайконур – г.Алматы (1200 км). Все дороги по вышеуказанным направлениям имеют асфальтовое покрытие, за исключением участков до п.Бакырлы (110 км) и п.Шиели (170 км). Основным видом транспорта по грузоперевозкам является автомобильный.

Ближайшими железнодорожными станциями являются: Кызылорда (160 км), Шиели (170 км), Сузак (220 км).

ЛЭП-110 проходит вдоль газопровода Павлодар-Шымкент в 100 км на северо-восток от месторождения.

В поселке Тайконур, помимо базы ГРЭ-7 АО «Волковгеология», расположена база ТОО СП «Инкай».

Питьевое и техническое водоснабжение обеспечивается за счет подземных вод артезианского бассейна: питьевое водоснабжение – палеоценовый водоносный комплекс с минерализацией 0,7-1,0 г/л; техническое водоснабжение – меловой водоносный комплекс с соленостью вод 1-5,0 г/л.

В целом район месторождения имеет свои особенности и трудности в области социально-экономического развития, которые определяются его удаленностью от развитых производственно-культурных центров и материально-технических баз, суровыми природно-климатическими условиями. С другой стороны, месторождение находится в благоприятных условиях для добычи урана способом ПСВ – минерализация пластовых вод продуктивных горизонтов составляет 2-5 г/л. На месторождении отсутствуют земли пригодные для сельскохозяйственных угодий, все это снижает проблемы и затраты по природно-охранным мероприятиям при освоении месторождения.

1.2 Изученность месторождения Инкай

Топографическая изученность

Площадь месторождения Инкай располагается в пределах планшетов государственной разграфки масштаба 1:200 000: L-42-XX, XXVI.

К настоящему времени на всю территорию Инкайского района имеются топографические карты масштабов от 1:1000000 до 1:50000. Площадь месторождения охвачена топосъемкой масштаба 1:10000, выполненной по заказу Волковского ПГО, предприятием № 6 ГУГК. В ходе разведки месторождения разбита аналитическая сеть 1 разряда.

На всю территорию месторождения имеется высококачественная космофотооснова масштаба 1:200 000 в 14 спектрах.

Геологические работы общего плана

Вплоть до 50-х годов прошлого столетия изучение юго-западной части ШСД носило мелкомасштабный характер. Работы выполнялись различными геологическими организациями с незначительными объемами бурения.

Геологические съемки и тематические литолого-стратиграфические исследования этих лет были обобщены в геологической карте центрального и южного Казахстана в масштабе 1:500 000, изданной в 1956 году под редакцией Д.В.Наливкина.

В 1963-64гг. на всю территорию района месторождения Инкай составлена государственная геологическая карта масштаба 1:200 000 геологами Южно-Казахстанского и Центрально-Казахстанского геологических управлений (Е.А.Никитин, Т.И.Дорохова и др.). По результатам работ была проведена оценка территории на ряд полезных ископаемых, главнейшими из которых являются нефть, газ, бокситы, соль, вода, строительные материалы. Съемка сопровождалась бурением скважин в мезозойско-кайнозойском чехле. Однако, из-за низкого выхода керна возникли затруднения при увязке водопроницаемых отложений, и в определении их фациально-литологического состава и геохимического облика, что является недостатком литолого-геохимических карт.

Начиная с 1961г., в пределах депрессии проводит бурение глубоких скважин Южно-Казахстанская нефтеразведочная экспедиция. Этими работами выявлен ряд перспективных газоносных структур (Айракты, Придорожная, Амангельдинская и др.), кроме этого, получена информация для решения задач, связанных с глубинным картированием слаболитифицированного палеозойского промежуточного структурного этажа.

В 1989-1995гг. в центральной части ШСД проведены работы по глубинному геологическому картированию мезозойско-кайнозойского чехла в масштабе 1:200000. Работы выполнены производственными подразделениями Волковского ПГО (АО «Волковгеология»). В результате был составлен комплект погоризонтных литолого-геохимических карт по всем горизонтам верхнемеловых и палеоцен-эоценовых отложений, целая серия региональных литолого-геохимических разрезов, геологическая карта домезозойских образований, структурно-тектоническая карта мезозой-кайнозойского чехла. Была создана, по сути, объемная модель геологического строения верхней, мезозой-кайнозойской части (до глубин 600-800 м) разреза земной коры. Дополненная другими картами, она служит достаточно надежной основой для решения следующих задач:

- прогнозирования и поисков рудных полезных ископаемых, в первую очередь урана, редкоземельных элементов и цветных металлов;
- народнохозяйственного водоснабжения;
- радиоэкологии водоносных комплексов;
- уточнения палеогеографии, палеотектоники, мезозой-кайнозойской истории развития и условий уранового рудообразования.

Из последних картосоставительных работ следует отметить составление геологической карты Казахстана и карты полезных ископаемых РК в масштабе 1:1 000 000 (Г.Р. Бекжанов, И.И. Никитченко и др.).

Гидрогеологическая изученность

До середины 50-х годов в районе месторождения проводились тематические поисково-рекогносцировочные работы и гидрогеологическая съемка в масштабе не крупнее 1:500000, сопровождавшиеся бурением редких и неглубоких гидрогеологических скважин. В результате этих работ были выявлены основные артезианские бассейны и получены предварительные данные о гидродинамических параметрах подземных вод.

В 1957-58 гг. проведена государственная гидрогеологическая съемка масштаба 1:200 000, при которой установлены и откартированы водоносные комплексы и горизонты, оконтурены артезианские бассейны, изучена гидродинамика и химический состав подземных вод.

С 1965 года широко начали проводиться гидрогеологические исследования с целью сельскохозяйственного водоснабжения. Результаты этих работ могут быть использованы при построении фациально-палеогеографических карт.

Существенный вклад в изучение гидродинамики, радиогидрохимии подземных вод ШСД внесли сотрудники ВСЕГЕИ под руководством Г.М.Шора, которые использовали данные многочисленных гидрогеологических скважин, пробуренных различными организациями.

Начиная с 1969 года составлено несколько вариантов радиогидродинамических карт масштаба 1:2 000 000 до 1:1 000 000 на большей части ШСД (включая Мынкудукский рудный район), изучен солевой, газовый, радиогидрохимический состав палеоцен-эоценового и позднемелового водоносных комплексов, проведено гидрогеологическое районирование территории.

Геофизическая изученность

На всю площадь Мынкудукского рудного района имеются гравиметрические карты масштаба 1:200 000.

На отдельных участках за пределами месторождения проведена детальная гравиразведка (1:25 000-1:50 000) с целью выявления в средне-позднепалеозойском структурном этаже локальных антиклинальных структур, перспективных на нефть и газ.

Сейсморазведка методом КМПВ поставлена на всей площади района по системе редких профилей. В 1975 году она была дополнена меридиональным региональным профилем ГСЗ.

Магнитное поле ШСД и района месторождения изучено в масштабе 1:100 000-1:500 000.

Геолого-тематические и поисково-разведочные работы на уран.

Геолого-тематические работы на уран охватывали всю Шу-Сарысуйскую урановорудную провинцию, частью которой является описываемая территория. Они были направлены на оценку перспектив ураноносности мезозой-кайнозойских отложений и выделение перспективных площадей для поисков промышленных месторождений урана на основе составления разномасштабных прогнозных карт (1:1 000 000-1:1500 000).

В процессе этих работ был решен целый комплекс вопросов, связанных с выявлением закономерностей локализации уранового оруденения, преимущественно в мезозой-кайнозойском чехле, разработкой критериев и признаков промышленного уранового оруденения, изучением вещественного состава руд, наличием и условиями локализации сопутствующих урану компонентов и пр. Все это вместе взятое позволило выделить перспективные области, эффективно провести поисковые работы, выявить в мезозой-кайнозойских отложениях целую группу промышленных урановых месторождений, в том числе, крупных и уникальных, пригодных для отработки методом ПСВ, ныне объединенных в уникальную по запасам урана Шу-Сарысуйскую провинцию.

Начало планомерных поисковых работ на уран в Шу-Сарысуйской депрессии относится к 1961-1962 гг. Специализированные работы на уран проводились полевыми подразделениями Волковской экспедиции.

К концу 70-х годов по результатам поисковых работ, на основе анализа гидрохимических и литолого-фациальных особенностей водопроницаемых отложений мела и палеогена, оценивается потенциальная рудоносность ШСД. Урановое оруденение связывается с развитием региональных зон пластового окисления в проницаемых мел-палеогеновых отложениях с осаждением урана на геохимическом барьере.

Результаты поисковых и разведочных работ на уран обобщены экспедициями № 27, 39 Волковского объединения и ВСЕГЕИ, на основе чего составлены специализированные литолого-фациальные карты масштаба 1:200 000 и 1:500 000. В пределах рудного поля месторождения Инкай, составлены литолого-фациальные и литолого-геохимические карты продуктивных горизонтов масштаба 1:50 000 и крупнее по состоянию работ на 01.01.91 г.

Месторождение Инкай открыто в 1978 г. партией № 27 Волковской экспедиции. К этому времени в результате планомерных поисково-разведочных работ были выявлены и в различной степени разведаны месторождения Уванас, Жалпак, Канжуган и Мынкудук, которые сформировали в Шу-Сарысуйской депрессии (ШСД) новую крупную урановорудную провинцию.

В 1979 году в составе уже ГРЭ-27 для производства поисково-разведочных работ была образована «Западная» партия (с 1985 г. ГРЭ-7) с базовым поселком Тайконур, расположенном в 80 км на юго-запад от базового поселка Аппак (ГРЭ-27).

В этот же год открывается многолетнее задание 27-12 (1979-1984 гг.) на предварительную разведку месторождения Инкай с выявлением запасов урана по категории C_2 и поиски на его флангах, которые позволили оценить масштабы месторождения как одного из крупнейших в мире урановорудных объектов. В 1984 году открывается многолетнее задание 27-16 + 7-17 (1984-1991 гг.) на проведение детальной разведки участка № 1 и частично участка № 2 (раскрой месторождения на участки по очередности их разведки и

промышленного освоения принят в 1988г. при составлении ТЭО постоянных кондиций). На рис.1.2 приведена схема рудоносности месторождения Инкай с разбивкой на участки.

В 1991 году был составлен общий отчет по заданиям 27-12, 27-16, 7-17 и 7-19 с подсчетом запасов и ресурсов урана по всему месторождению, включая участок 4, который прошел предварительную экспертизу в ГКЗ Российской Федерации, а затем был рассмотрен ЦКЗ Министерства геологии и охраны недр Республики Казахстан.

В 1989 году в соответствии с «Протоколом Межведомственного совещания Минсредмаша СССР и ГлавПУ «Геологоразведка» Мингео СССР от 06.06.1989г.» открывается геологическое задание 7-22 на проведение предварительной разведки флангов месторождения (1991-1997гг.). Работы по заданию проводились на участках 2 и 4 до 1995г., и в связи с прекращением госбюджетного финансирования были остановлены в 1996г.

В пределах участка 4 предварительная разведка проводилась на залежах 3 и 4, локализованных в мынкудукском горизонте верхнего мела (K_2t_1).

В течение всего периода предварительной разведки (1991-1995гг) в соответствии с существующими на то время требованиями устанавливались ежегодные приросты запасов урана категорий C_1 и C_2 в соответствии с объемами геологоразведочных работ, которые оформлялись в виде отчетов с оперативным подсчетом запасов. Материалы отчетов рассматривались сначала в ЦКЗ, а затем в ГКЗ Республики Казахстан, и оформлялись соответствующими протоколами.

Всего за период предварительной разведки было составлено 2 отчета с оперативным подсчетом запасов урана по категории C_2 . Состояние запасов и ресурсов урана на участке 4 на 01.01.1994г. приведено в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Состояние запасов и ресурсов урана на участке 4 на 01.01.1994г.

Показатели	Категория C_2	Категория P_1
Утверждено ЦКЗ РК по состоянию на 01.07.1991г. (протокол № 26 от 14.07.92г.)		
Залежь 3		
Запасы руды, тыс.т	14154	-
Содержание урана, %	0,043	-
Запасы урана, т	6123	-
Утверждено ЦКЗ РК по состоянию на 01.01.1994г (протоколы: № 52 от 18.01.1993г.и № 22-ПЗ от 23.12.1993г.)		
Залежь 4		
Запасы руды, тыс.т	18555	-
Содержание урана, %	0,043	-

Запасы урана, т	7945	-
Всего по участку 4		
Запасы руды, тыс.т	32709	-
Содержание урана, %	0,043	-
Запасы урана, т	14068	78000

В 2006 году составлен отчет о результатах предварительной разведки участка 4 за период 1991-1995гг. с подсчетом запасов урана категории С2 по состоянию на 01.07 2006г. (табл. 1.2)

Таблица 1.2 - Состояние запасов урана участка 4 на 01.01.2006 г.
Утверждено ГКЗ РК (протокол №535 – 06 – А от 02. 10. 2006г.)

Показатели	Единицы измерения	Категория С ₂
Всего по участку 4		
Запасы руды	тыс. т	57701
Содержание урана, %	%	0,041
Запасы урана, т	т	23873
Залежь 3		
Запасы руды, тыс.т	тыс. т	14154
Содержание урана, %	%	0,043
Запасы урана, т	т	6123
Залежь 4		
Запасы руды, тыс.т	тыс. т	43547
Содержание урана, %	%	0,041
Запасы урана, т	т	17750

С учетом проведенного подсчета запасов урана по категории С2 в отчете 2006 года прогнозные ресурсы категории Р1 на участке 4 составляют:

- мынкудукский горизонт – 14000 т.
- инкудукский горизонт – 54000 т.

В 2006 – 2008гг на части залежи 4 участка 4 в границах от профиля 120 до профиля 80 проведена детальная разведка по сети 200 х 50 с подсчетом запасов по категории С1.

Данные по результатам детальной разведки с подсчетом запасов приведены в настоящем отчете.

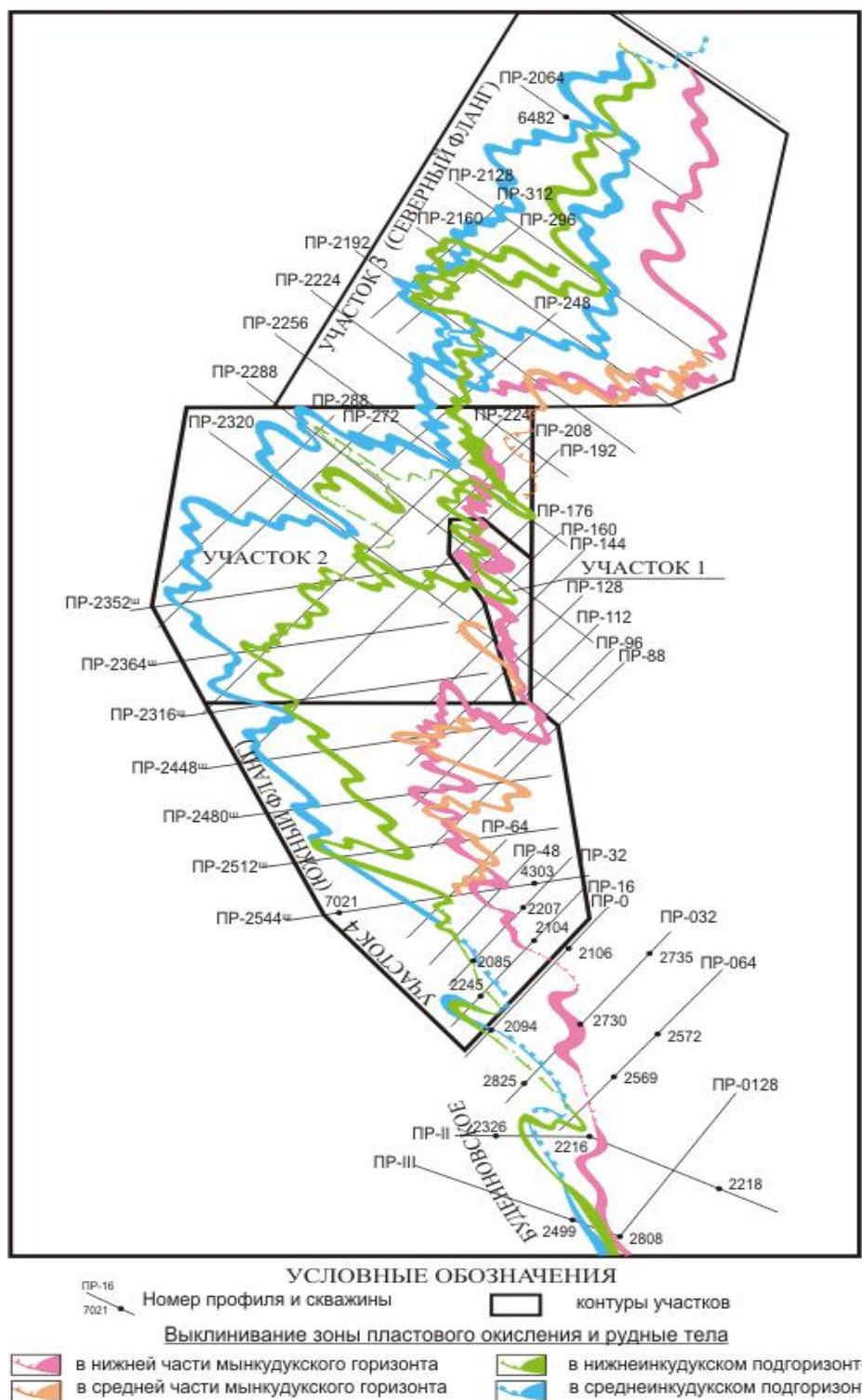


Рисунок 1.2 - Месторождение Инкай. Схема рудоносности с разбивкой на участки

2. Геологическое строение района месторождения

Месторождение Инкай расположено на западе Мынкудукского урановорудного района Кенце-Буденновской металлогенической зоны, где

оно контролируется передовой частью гигантской дуги, которую образуют региональные рудоконтролирующие фронты пластового окисления в проницаемых отложениях верхнего мела. Рудоносные зоны месторождения прослеживаются с северо-востока на юг на расстояние около 55 км при их общей ширине от 7 до 17 км.

В региональном тектоническом плане рудное поле месторождения Инкай расположено в северной части Сузакской впадины на стыке с Сарысуйской моноклизой, полого наклоненной на юго-запад, в сторону Каратауского горст-антиклинория (рис.2.1). На этом стыке, в районе Центральной антиклинальной структуры месторождение Инкай отделяется от месторождения Мынкудук перерывом рудоносной полосы. Сузакская впадина (прогиб) северо-западной ориентировки представляет собой наиболее погруженную часть Шу-Сарысуйской депрессии, где глубина залегания домезозойских образований составляет 700-850 м. Строение впадины асимметричное: уклон слоев северо-восточного борта не превышает 20°, тогда как юго-западный борт характеризуется крутыми углами падения мезозойско-кайнозойских отложений, достигающими в зоне Главного Каратауского разлома 50-60°. Особенно активно Сузакская впадина развивалась в позднеальпийское время, что подчеркивается значительной мощностью неогеновых отложений.

2.1 История геологического развития района в мезозое-кайнозое

Заложение Шу-Сарысуйской эпикаледонской впадины относится к началу каледонского орогенеза

В триас-юрское время осадкообразование происходило лишь за пределами района месторождения – в Леонтьевском и Турланском грабенах (хр.Б.Каратау). Остальные площади в обрамлении ШСД и в самой депрессии в это время имели вид приподнятого денудационного плато, где в условиях гумидного климата протекали процессы интенсивного химического и физического выветривания домезойских пород. Эти процессы привели к дезинтеграции этих образований с высвобождением ряда элементов и минералов и переводу их в миграционноспособные формы. Помимо урана, это относится к таким элементам, как TR, Sc, Re, Y, Li и др.

В начале раннего мела активизационный режим сменяется платформенным. В неокоме, апте, альбе центры седиментации по-прежнему остаются за пределами района. В литологически благоприятных сероцветных породах накапливаются спорадические концентрации урана сорбулакского типа. В сеномане в понижениях рельефа зарождаются центры позднемеловой седиментации (пестроцветные песчано-глинистые отложения с гравием и галькой).

Особенностью раннетуронского этапа развития является устойчивое расширение области осадконакопления. Территория района была занята приморской озерно-аллювиальной равниной с накоплением гравийно-

песчаных и пестроцветных глинистых отложений мынкудукского горизонта. К этому времени относится зарождение и активизация деятельности рек палео-Чу, палео-Сарысу и их притоков. Осадкообразование происходило в условиях влажного и теплого климата. Каратау, Итмурунская ступень представляли собой приподнятые участки с резко ограниченным осадконакоплением.

После короткого периода тектонического покоя в конце турона произошло обширное воздымание окружающих депрессию поднятий, что привело к накоплению грубообломочных высокопроницаемых галечно-гравийных отложений инкудукского горизонта. Структурный план развития района в целом унаследован с раннего турона, но активность аллювиальной деятельности в инкудукское время была выше. Преобладание в разрезе горизонта зеленоцветных и пестроцветных отложений свидетельствуют о некоторой аридизации климата в это время.

В конце сенона и раннем палеоцене вся депрессия и район работ явились ареной глубокого развития процессов регионального выравнивания и выветривания в окислительных средах с формированием мощной зоны грунтового окисления.

Отложения раннего-позднего палеоцена (уванасский горизонт) накопились в условиях фаций низовий рек, надводной и подводной дельты, заболоченных озерных бассейнов морского побережья.

В конце палеоцена - начале эоцена начался длительный период морских трансгрессий, в течение которого море трижды наступало на район. Поздний эоцен является временем максимальной за весь мезозойско-кайнозойский этап морской трансгрессии. Район обрамления депрессии представлял в эоцене приподнятую холмистую равнину с богатой субтропической растительностью.

По-видимому, уже к концу позднего эоцена относится регрессия морского бассейна и начало длительного (не менее 9 млн. лет) стратиграфического перерыва.

Олигоценная эпоха в районе отмечена разрастанием областей поднятий – начался активизационный период неотектогенеза, возникновение которого связывается с бактыкаринской тектонической фазой (25-30 млн. лет назад). Для этого времени характерен вид приподнятой денудационной страны, где господствовали процессы выветривания и корообразования в окислительных условиях.

В позднем олигоцене следует новое воздымание областей обрамления ШСД, с которыми связывается начало развития региональных ЗПО в отложениях верхнего мела, палеоцена и эоцена. Эти процессы сопровождаются накоплением преимущественно красноцветных слабокарбонатных образований бетпакдалинской свиты. Длительный суборогенный период неотектогенеза (P_3^2 - N_2^2), в которой была сформирована главная часть региональных ЗПО, контролирующего урановое оруденение, завершается в позднем плиоцене.

В конце позднего плиоцена резкая активизация глыбово-блоковых движений привела к формированию высокогорных сооружений в орогенных областях Ю.Казахстана. В предгорных областях, в межгорных впадинах отложения этого возраста представлены мощными грубообломочными молассами, которые с удалением от предгорий сменяются мелкообломочными и глинистыми образованиями. На территории района месторождения они проявлены спорадически. Тем не менее, орогенические процессы, развивающиеся за пределами района, определяют гидрогеологический режим региона. Интенсификация гидродинамических процессов в Шу-Сарысуйском артезианском бассейне вызвала на многих участках довольно резкие перемещения ранее сформировавшихся ЗПО и связанного с ними уранового оруденения.

2.2 Стратиграфия

Месторождения Инкай, характеризуется трехъярусным строением. В его вертикальном разрезе выделяются:

- 1) складчатый фундамент, сложенный дислоцированными протерозойскими и раннепалеозойскими геосинклинальными образованиями;
- 2) промежуточный структурный этаж (ПСЭ) или литифицированный осадочный слой, образованный средне-позднепалеозойскими формациями.
- 3) платформенный чехол, представленный нелитифицированными мезозойско-кайнозойскими отложениями, вмещающими промышленное урановое оруденение гидрогенного типа.

Нижний структурный этаж

Представления о геологическом строении фундамента базируются на данных структурной геофизики, редких глубоких скважин, а также на материалах геологических съемок, проведенных на выходах складчатых образований в обрамлении депрессии (хребет Большой Каратау в 80 км от месторождения).

В районе участка 4 месторождения Инкай фундамент залегает на глубине до 2 км и только в отдельных тектонических блоках, взброшенных по зонам глубинных разломов, кристаллические образования могут встречаться непосредственно под отложениями чехла, на глубине около 600 метров.

Магматические образования в фундаменте участка 4 не установлены. Они проявлены далеко за пределами его границы: на площади Мынкудукского района, Итмурунского выступа, вдоль Жуан-Тобинского разлома.

Наиболее древние образования фундамента, предположительно раннепротерозойского (рифейского) возраста, представлены двуслюдистыми полевошпат-кварцевыми сланцами. Помимо них, в составе складчатого фундамента распространены кембрийские и ранне-среднеордовикские

терригенные образования, представленные песчаниками, гравелитами, алевролитами.

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.

Средний ("промежуточный") структурный этаж

Промежуточный структурный этаж (ПСЭ) представлен комплексом слабодислоцированных субплатформенных осадочных формаций.

В основании его разреза выделяется локально проявленная фаменская терригенно-галоге́нная красноцветная формация, которая перекрывается повсеместно распространенными отложениями раннекаменноугольной морской терригенно-карбонатной формации.

В её составе преобладают сероцветные, нередко битуминозные известняки, песчаники, алевролиты и аргиллиты. На эти отложения с угловым несогласием наложена континентальная серия осадков общей мощностью до 1500 м. Она подразделяется на две свиты: нижнюю – джезказганскую ($C_{2-3}dg$) и верхнюю – жиделисайскую (P_1gd). В составе обеих свит доминируют красноцветные осадочные отложения. Жиделисайская свита отделяется от джезказганской условно, по преобладанию в разрезе алевролитов и аргиллитов над песчаниками, гравелитами и конгломератами.

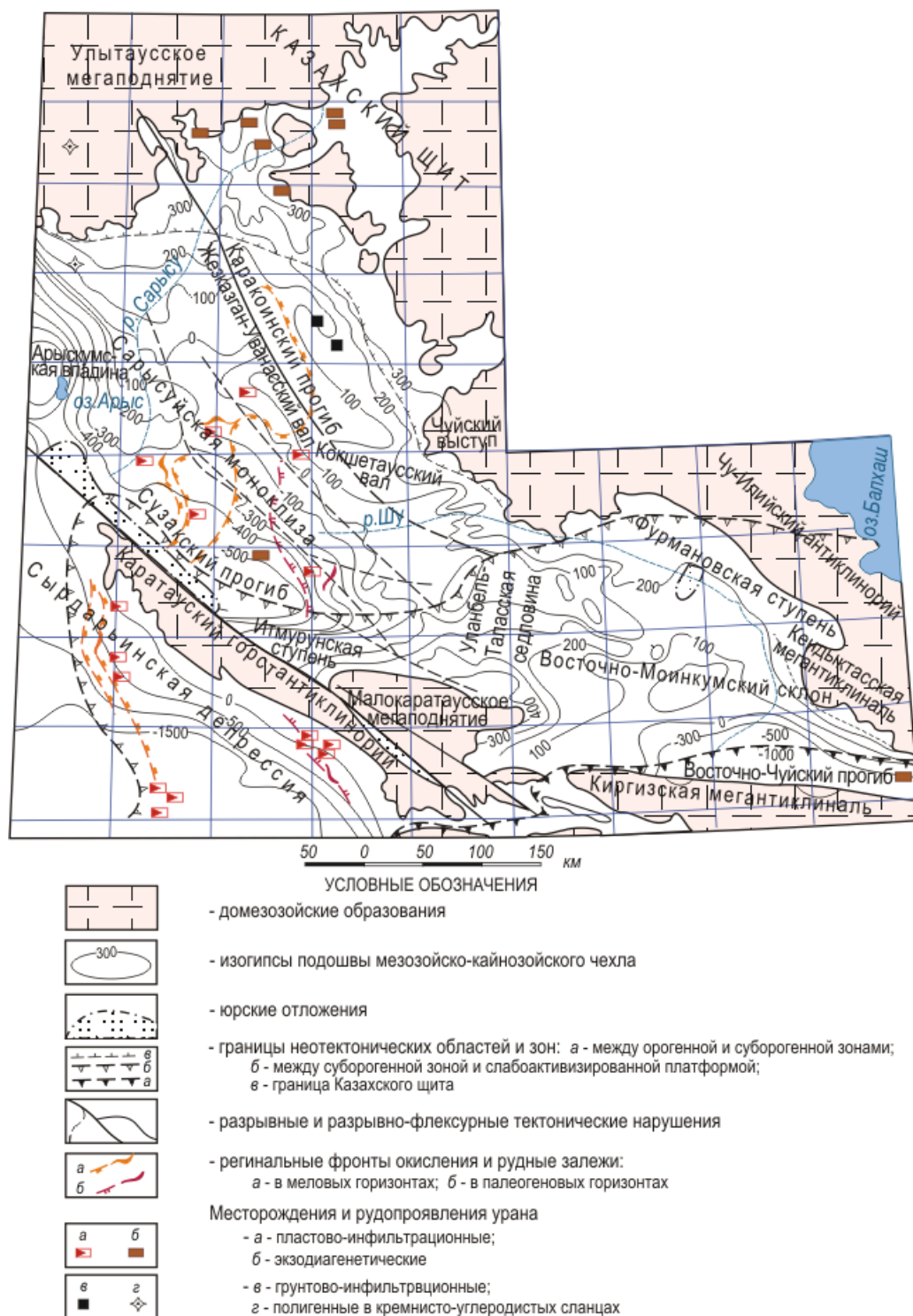


Рисунок 2.1 - Структура мезозойско-кайнозойского чехла Шу-Сарысуьской депрессии с расположением ураноносных фронтов пластового окисления

Из отложений ПСЭ на участке 4 большим количеством скважин вскрыты образования жиделисайской свиты (P_{1gd}).

Породы представлены красноцветными алевролитами с подчиненным количеством песчаника. На отдельных участках установлен фациально-геохимический переход красноцветных образований в сероцветные. Это, как правило, локальные по площади линзы светло-серых, серых алевролитов.

Верхний структурный этаж

Мезозойско-кайнозойские отложения разделяются на три комплекса: юрский – предплатформенный, мел-палеогеновый – платформенный и неоген-четвертичный – платформенно-суборогенный (рис.2.2).

Отложения юрского предплатформенного комплекса на территории участка не установлены, но известны в прибортовых частях депрессии, где заключены в грабенах среди пород ПСЭ и имеют единую с ними поверхность выравнивания, так что в структурном отношении они скорее относятся к рассмотренному выше промежуточному структурному этажу. Представлены сложным пролювиально-озерно-аллювиальным комплексом пород, угленосных в нижней части разреза. Общая мощность юрских отложений в Нижнесарысуйском грабене свыше 400 м.

Мел-палеогеновый платформенный комплекс представлен континентальными терригенными образованиями позднего мела и континентальными и морскими терригенными образованиями палеоцена и эоцена.

Поздний мел. Позднемеловые отложения в районе несогласно залегают на глубоко размытой поверхности ПСЭ и представлены только континентальными образованиями.

В основании разреза, в понижениях поверхности среднепалеозойских пород, по данным бурения, выделяются сохранившиеся от размыва реликты красноцветных плотных глин с включением гальки и гравия кварца и кремнистых пород, с прослоями разнозернистых глинистых песчаников. Их мощность обычно не превышает 10-15 м. По аналогии с подобными образованиями в Кызылкумах они условно отнесены к сеноману (K_2cm).

Вышележащие позднемеловые отложения (Н.Н.Петров, ВСЕГЕИ, 1980г.) подразделяются на три самостоятельных горизонта: мынкудукский (ранний турон), инкудукский (поздний турон-коньяк-сантон) и жалпакский (кампан-маастрихт до раннего палеоцена).

Каждый из названных горизонтов образует крупный ритмо-стратиграфический цикл, построенный по близкому плану: в нижней части преобладают грубозернистые песчаные и галечно-гравийно-песчаные преимущественно сероцветные отложения, в верхней части главное место занимают относительно мелкозернистые, нередко глинистые, первично красноцветные (как правило, вторично восстановленные) образования.

[illegible]

Рисунок 2.2 - Стратиграфическая колонка мезозойско-кайнозойских отложений центральной части Шу-Сарысуйской депрессии

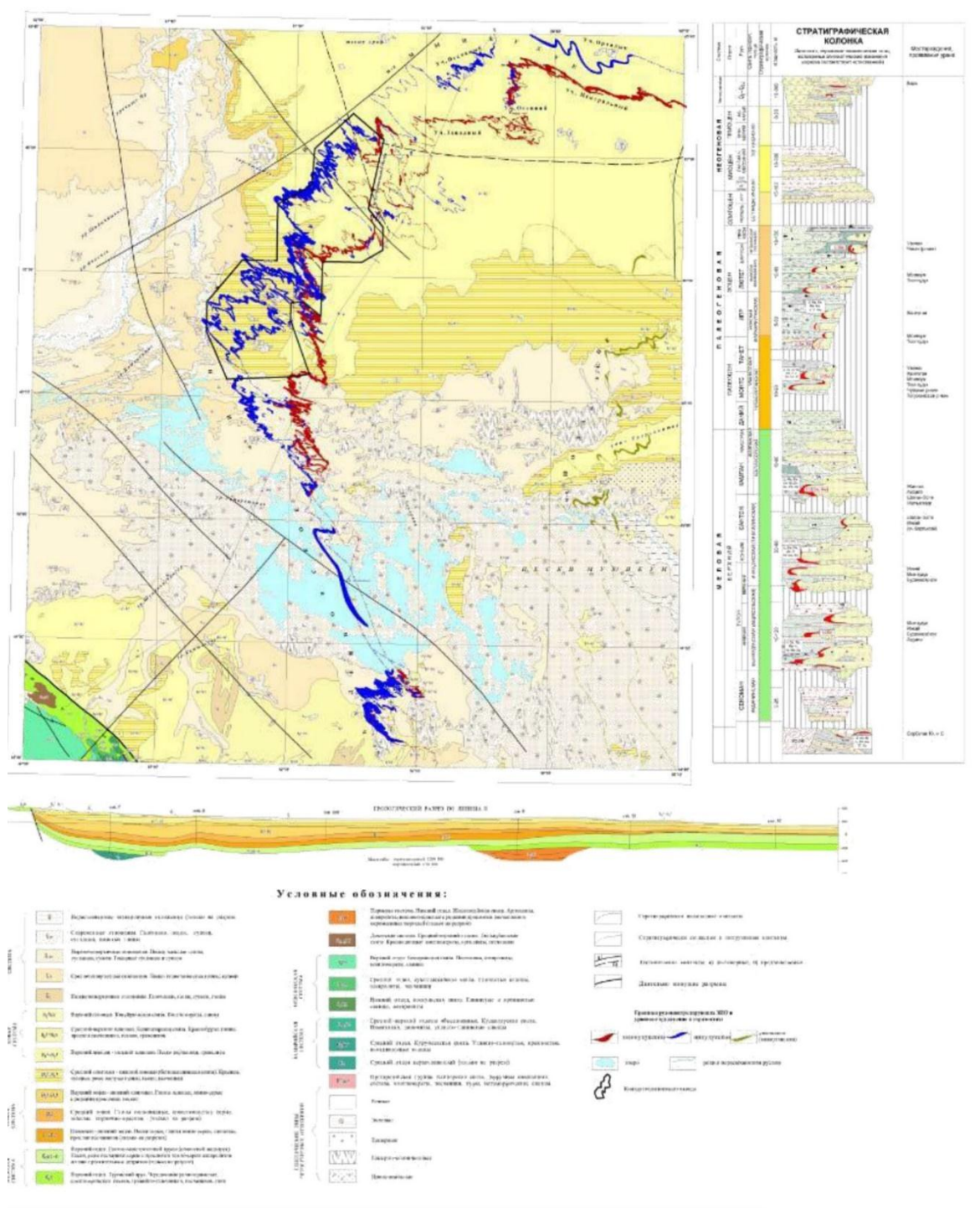


Рисунок 2.3 - Геологическая карта месторождения Инкай

Возраст горизонтов определен, главным образом, на основании спорово-пыльцевых определений, с использованием геолого-стратиграфических корреляционных разрезов месторождения Мынкудук.

Мынкудукский горизонт (K_2t_{1mk}). Выделен в 1973 году на одноименном месторождении. На территории района представлен пачкой сероцветных и пестроцветных аллювиальных и озерно-аллювиальных

отложений, накопленных в условиях туронской речной системы, ориентированной, в целом, с юго-востока на северо-запад. В вертикальном разрезе горизонта хорошо проявлена закономерность смены литолого-фациальных обстановок снизу вверх:

- стрежнево-русловые, разномеристые пески с гравием и галькой;
- пойменные отложения средномеристых песков;
- средне-мелкомеристые пески с прослоями глин пойменно-старичных фаций.

Мощность мынкудукского горизонта на участке - 70-90м, и он является основным рудовмещающим горизонтом на месторождении и участке 4.

Инкудукский горизонт (K_2t_2 -st in). С отчетливой границей размыва залегает на отложениях турона. Отличается грубомеристым составом и низкой степенью сортировки материала. В его разрезе выделяются три подгоризонта (цикла), которые начинаются гравийно-галечными отложениями и завершаются мелко-средномеристыми песками с прослоями и линзами глин.

Средняя мощность нижнего подгоризонта 30-35 м, среднего 55-60 м, верхнего 25-35 м.

Отложения нижнего подгоризонта представлены серыми, зеленовато-серыми гравийно-галечниковыми разностями, закономерно переходящими выше по разрезу в более сортированные разно-средномеристые пески.

В основании среднего подгоризонта также преобладают зеленовато-серые разномеристые пески с гравием и галькой, переходящие в средне-мелкомеристые пески с прослоями глин.

Отложения верхнего подгоризонта имеют более сортированный литологический состав, в основном это пески средномеристые с незначительной долей разномеристых – разномеристых с гравием разностей (до 10% от мощности). По отношению к двум нижним подгоризонтам в нем доминируют первичные сероцветные тона.

Породы инкудукского горизонта подвергнуты региональному «глеевому» восстановлению, благодаря чему среди его отложений отмечается резкое преобладание зеленоцветных проницаемых пород, в которых обнаруживаются реликтовые пестроцветные окраски, характерные для глинистых прослоев. Роль сероцветных пород в составе горизонта возрастает в юго-западном направлении. В этом же направлении увеличивается и общая мощность горизонта до 130-150 м в осевой части Сузакского прогиба.

Инкудукский горизонт является рудоносным на участке.

Жалпакский горизонт ($K_2km-P_1^1gp$). Залегает на инкудукском с незначительным перерывом. Расчленяется на два подгоризонта нижний-сероцветный и верхний-пестроцветный. Граница между пестроцветной и сероцветной частями горизонта – геохимическая, соответствует уровню стояния грунтовых вод дат-ранне-палеоценового времени.

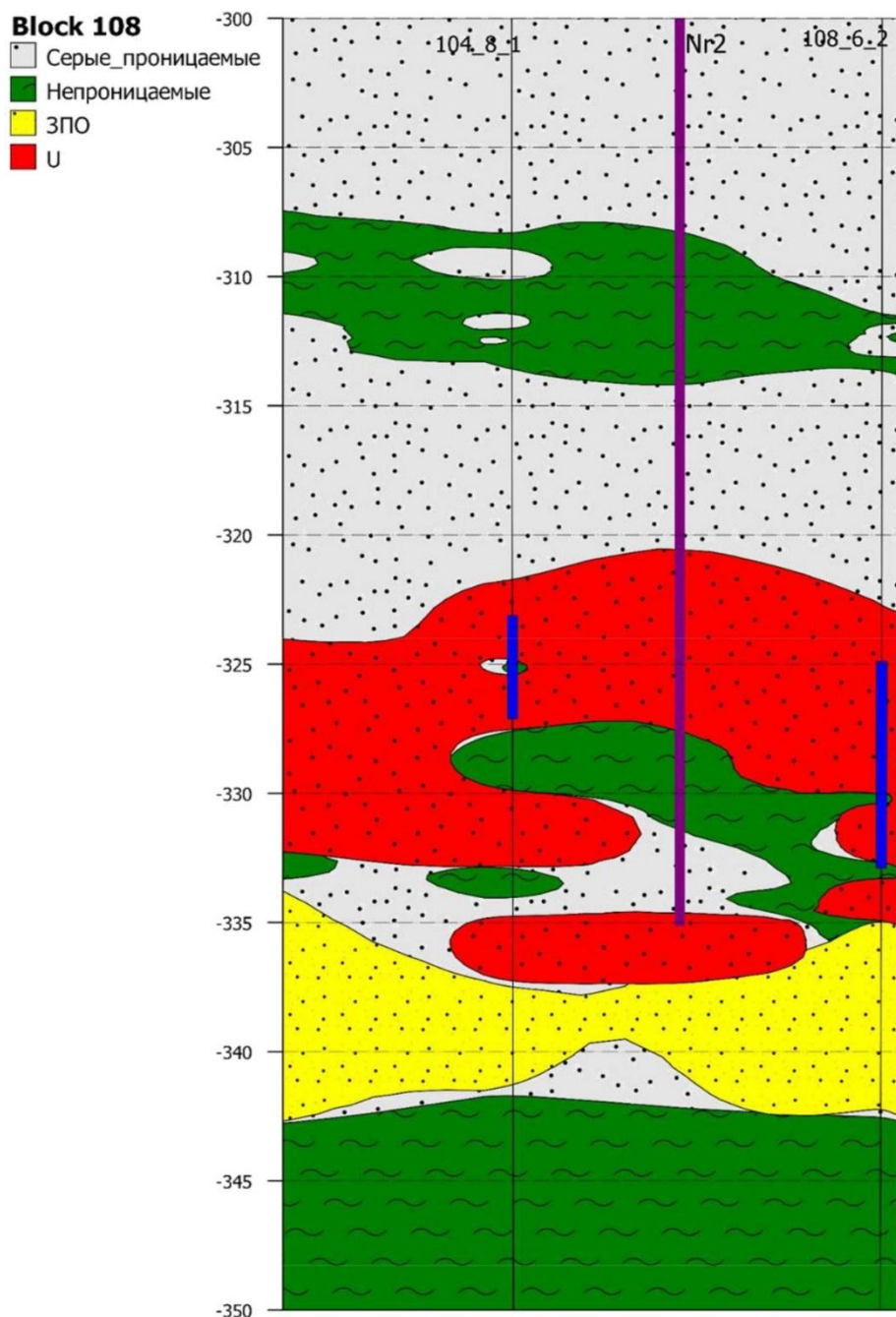


Рисунок 2.4 - Геологический разрез месторождения Инкай

Отложения пестроцветной части горизонта представлены преимущественно песками средне-мелкозернистыми зеленовато-желтовато-буро-красных тонов и оттенков. Верхняя часть подгоризонта сложена красновато-бурыми глинами с реликтовыми зелеными пятнами. Глины карбонатизированы и являются региональной границей разделения соленых вод мелового комплекса от пресных палеогеновых вод. Мощность «пестрого» горизонта порядка 20-60 м.

В сероцветной части горизонта развиты серые среднезернистые косослоистые полевошпат-кварцевые пески с примесью гальки и гравия. Нередко в них присутствует углефицированный детрит. Сероцветные породы

сменяются по простиранию зеленоватыми, эпигенетически восстановленными. Мощность этой части горизонта 10-20 метров.

Палеогеновые отложения представлены континентальными (палеоцен) и морскими (эоцен) образованиями.

В разрезе палеогена выделены четыре горизонта (снизу вверх): уванасский, уюкский, иканский и интымакский.

Уванасский горизонт (P_1^{2uv}). Установлен на одноименном месторождении в 1970 году, где он является рудовмещающим. Распространен по всей площади Инкайского месторождения.

На месторождении Уванас отложения уванасского горизонта залегают на глубинах 85-120 м, на месторождении Мынкудук он вскрыт на глубинах 130-175 м, на Инкайском месторождении на глубинах 170-300 м, а в Сузакском прогибе, на месторождении Буденновское, залегает на глубине около 450 м. В этом же направлении возрастает и его мощность – от первых метров до 70-80 м.

На большей части района в составе горизонта выделяются три подгоризонта. В нижнем преобладают сероцветные разнотерные пески с прослоями темно-серых гумусированных глин и алевролитов. Средний характеризуется преобладанием осветленных среднетерных песков, верхний – зеленых и пестротерных глин.

Уюкский горизонт ($P_1^2-P_2^1uk$). Его отложения распространены повсеместно и представлены, главным образом, глинами. Прибрежно-морские песчаные образования сохранились от предтасаранской эрозии лишь в южной части района, где в составе горизонта обычно выделяются два подгоризонта: нижний, кызылчинский представленный морскими светло-коричневыми («шоколадными») глинами, и верхний, в составе которого преобладают прерывисто-слоистые серые и зеленовато-серые глины. Мощность уюкского горизонта измеряется от первых метров до 50-60 метров.

Иканский горизонт (P_2^2ik). Распространен совместно с уюкским горизонтом и по составу отложений (серовато-зеленые глины, иногда опоквидные) почти не отличается от него, поэтому в разрезе разделить эти два горизонта часто не представляется возможным. В осевых частях Сузакского прогиба, где мощность иканского горизонта достигает 40-50 м, в его составе появляются мелкозернистые водоносные пески. Отложения уюкского и иканского горизонтов являются рудоносными на месторождениях Канжуган и Моинкум.

Интымакский горизонт (P_2^{2-3im}). Представлен морскими глинами, зеленовато-серыми, голубовато-зелеными, прерывисто-слоистыми, реже массивными. Мощность меняется от 80 до 150 м.

Интымакский горизонт является региональным верхним водоупором для эоцен-позднемиоценового водоносного комплекса.

В составе позднемиоценово-четвертичного комплекса, залегающего на отложениях позднего эоцена с размывом и с угловым несогласием,

выделяются три подкомплекса: суборогенный позднеолигоценово-раннемиоценовый, собственно орогенный позднеплиоценово-четвертичный и платформенный четвертичный.

Позднеолигоценово-четвертичный комплекс характеризуется сложным формационным составом и частыми перерывами в осадконакоплении, с которыми связано развитие рудоконтролирующих инфильтрационных процессов в мел-палеогеновых формациях.

Позднеолигоценово-раннеплиоценовый суборогенный комплекс представлен бетпакдалинской и тогускенской свитами. Среди отложений бетпакдалинской свиты ($P_3^3-N_1^1bt$) выделяются две пачки: нижняя – красноцветная и верхняя – пестроцветная. Нижняя пачка залегает с размывом на палеогеновых и меловых отложениях, сложена кирпично-красными и красно-бурыми карбонатными глинами, алевроитами, розовыми и бурыми песками. Верхняя пачка отличается от нижней неоднородным литологическим составом пород (глины, пески, гравий), пестрыми окрасками грязно-желтых, бурых и палевых тонов, плохой окатанностью и сортировкой материала. Общая мощность миоценовых пород в Сузакском прогибе достигает 180-200 м, а к северу уменьшается до полного выклинивания отложений.

Тогускенская свита ($N_1^2-N_2^1tg$), с неглубоким размывом залегающая на нижележащих отложениях, представлена повсеместно окисленными желтыми, ржаво-бурыми разнотекстурными кварцевыми песками с прослоями гравелитов, песчаников, глин. На плато Бетпак-Дала её мощность обычно не превышает 10-12 м. Свита образована в условиях речной системы с истоками в пределах Казахской складчатой области.

Позднеплиоценовый-четвертичный собственно орогенный комплекс (N_2+Q) представлен галечно-гравийными отложениями, гравелитами и конгломератами предгорного шлейфа хр.Каратау. Их мощность - от первых метров до 30-40 метров.

Платформенный четвертичный подкомплекс сложен всеми отделами. Его отложения образуют маломощный покров на плато Бетпак-Дала, выполняют долины рек Сарысу и Чу, сухих лугов, такырные и солончаковые котловины, слагают песчаные массивы Муюнкул, Самень-Кум и др. Среди них наибольшим распространением пользуются аллювиальные пески, супеси, суглинки, гравийники, золые пески, алевроиты и глины. Мощность отложений - от долей метра до 10-20 метров.

2.3 Тектоника

Современный структурный план депрессии и района месторождения Инкай сформировался на границе плиоцена и четвертичного времени в результате резкого воздымания обрамляющих горстовых сооружений. В связи с возникновением Каратауского горстантиклинория произошло

отделение Шу-Сарысуйской депрессии от соседней Сырдарьинской, и в дальнейшем она развивалась как самостоятельная структура.

Район месторождения Инкай приурочен к крупной структуре второго порядка – Сарысуйской впадине. С севера и востока последняя окаймляется Казахским щитом, на юго-западе ограничивается Каратауским горстантиклинорием, а на юго-востоке Уланбель-Таласской седловиной отделяется от Восточно-Моинкумского склона. Северная граница Сарысуйской впадины не имеет четкого выражения. Впадина характеризуется пологим региональным погружением отложений чехла в юго-западном направлении при среднем наклоне слоев около 15'. В этой же ее части выделяется Сузакский прогиб, где общая мощность чехла достигает 800 м. Юго-западный борт прогиба, обращенный к Каратаусскому антиклинорию значительно круче, чем северо-восточный: углы падения пород достигают здесь нескольких градусов, в зоне Главного Каратауского разлома – нескольких десятков градусов. Южная граница месторождения захватывает северо-восточный борт Сузакского прогиба и в северном направлении переходит на Бугуджильское поднятие, где отложения ПСЭ вскрываются на глубинах – 410м.

Площадь месторождения сопряжена с районом, где проявлены главнейшие разрывные нарушения глубинного заложения каледонского возраста. Это разломы северо-западного направления: Главный Каратауский, Аксумбинский, Джувантюбинский и их северо-восточные оперяющие ветви. В мезозойско-кайнозойском чехле унаследовано проявлены только наиболее крупные разрывные нарушения складчатого фундамента и ПСЭ. В течение мела, палеогена, миоцена большинство из них развивалось конседиментационно, что подтверждается в изменении мощности отложений в разделяемых разломами блоково-пликативных структурах.

Чаще всего нарушения в чехле проявлены флексурообразными перегибами слоев, затухающими вверх по разрезу. Особенно отчетливо перегибы выражены в основании мезозойско-кайнозойского чехла, в мынкудукском горизонте, где в зонах разломов не исключаются и разрывы слоев со смещением, незначительным по амплитуде. Выше по разрезу они выполаживаются, Над зонами разломов в породах нередко фиксируются зеркала скольжения, трещиноватость.

В целом рудовмещающие и их перекрывающие горизонты на месторождении и участке 4 залегают практически горизонтально.

2.4 Характеристика уранового оруденения

Месторождения Инкай относящегося к урановым месторождениям гидрогенного типа, связанным с развитием в проницаемых водоносных горизонтах пластовой окислительной рудоконтролирующей эпигенетической зональности.

Основным рудовмещающим горизонтом на месторождении является мынкудукский горизонт (K₂t₁mk) в котором расположены 4 залежь и часть 3 залежи. Суммарная мощность отложений мынкудукского горизонта на участке – 70-90 м.

Отложения мынкудукского горизонта представляют собой аллювиальный цикл первого порядка, где разнозернистые и грубозернистые отложения нижней части горизонта последовательно сменяются относительно мелкозернистыми песками в его средней и верхней части.

3 Литолого-геохимические особенности продуктивных горизонтов

Изучение пластово-инфильтрационных месторождений показало, что урановое оруденение в них приурочено к водоносным проницаемым песчаным отложениям темноцветного и сероцветного (в крайнем случае, зеленоцветного) геохимическим типам, способным создавать при эпигенетическом рудообразовании достаточно контрастные восстановительные барьеры, обеспечивающие высаживание поливалентных элементов урана, рения, молибдена, селена, ванадия.

На месторождении Инкай, рудовмещающими являются мынкудукский и инкудукский горизонты.

Отложения мынкудукского горизонта представляют собой в вертикальном разрезе аллювиальный цикл первого порядка, в котором выделяются несколько (до 8-10) элементарных циклов мощностью от 1-2 до нескольких метров. Каждый из них начинается относительно грубозернистыми, плохо сортированными отложениями – гравий, иногда с примесью гальки - и заканчивается мелко- или тонкообломочными породами, реже маломощными (до 10-20 см) прослоями плотных песчаников с карбонатным цементом. Большинство элементарных циклов не завершено или размыто в ходе осадконакопления.

В нижней части горизонта выделяется 3-5 элементарных циклов. Для них характерен пестрый литологический состав слоев, преобладание грубозернистых разновидностей пород, плохая сортировка материала, светло-серые и серые окраски пород, обусловленные присутствием углефицированного растительного детрита. На отдельных участках месторождения в нижней части мынкудукского горизонта распространены пестроцветные песчанистые глины и алевропелиты пойменных фаций.

В верхней части мынкудукского горизонта число элементарных циклов меньше, в их составе отмечается преобладание мелкозернистых частей циклов и глин над грубозернистыми. Преобладающая окраска пород светлая, серовато-зеленая, пестрая.

Закономерная смена в вертикальном разрезе русловых отложений на пойменные – характерна и в горизонтальном направлении, когда первично пестрые и зеленоцветные песчано-глинистые образования пойменных фаций сменяются русловыми грубообломочными сероцветными отложениями.

Соотношение и взаимоположение этих проницаемых и непроницаемых отложений оказывают решающее влияние на характер выклинивания рудоконтролирующего пластового окисления, морфологию уранового оруденения.

На участке выделяется четыре геохимических типа пород. К первому относятся диагенетически восстановленные сероцветные пески и глины, содержащие углефицированные растительные остатки. Ко второму – зелено-серые пески и глины, восстановленные как диагенетически так и эпигенетически, глеевыми процессами. К третьему – невосстановленные первично пестроцветные отложения. К четвертому типу относятся породы эпигенетически пластово-окисленные. Первый тип песков чаще встречается в

русловых отложениях, третий – в пойменных. Второй геохимический тип песков – промежуточный.

Наибольшую распространенность на участке 4 и месторождении в целом имеет промежуточный геохимический тип пород – зелено-серых, серо-зеленых. Породы данного геохимического типа восстановлены как диагенетически, так и эпигенетически глеевыми процессами и являются менее благоприятными для процесса рудоотложения, чем диагенетически восстановленные сероцветные пески и гравийники русловых фаций.

Таким образом, учитывая подчиненное присутствие особо благоприятных для рудоформирования геохимических типов песков, можно утверждать, что весьма крупные масштабы эпигенетических руд месторождения Инкай в целом обусловлены значительной мощностью, высокой проницаемостью рудовмещающих горизонтов, выдержанностью их состава на многие десятки километров, достаточно длительно протекающим процессом рудоформирования.

4 Закономерности размещения и морфология уранового оруденения

Рудные залежи на месторождении Инкай пространственно тяготеют к границе выклинивания ЗПО, а их контуры в плане и разрезе определены по данным гамма-каротажа – по заданным кондициями бортовому содержанию урана – 0,01% и минимальному бортовому метропроценту – 0,0400.

Каждая из выявленных залежей располагается в пределах одного рудовмещающего горизонта, причем в большинстве случаев соответствует одному гипсометрическому уровню, тем самым, характеризуя устойчивую приуроченность к коррелируемым по разрезам частям продуктивной толщи и представляет собой определенный структурный элемент рудного поля.

Залежи состоят из нескольких морфологических элементов – главного ролла с хорошо выраженными мешковыми частями и крыльями, соразмерность которых меняется от равновеликих величин до преобладания той или иной морфологической части в 5-10 раз. Кроме того, широко развиты сопряженные мешково-крыльевые элементы рудного тела («крылатые мешки»), мощность которых достигает 20-25 м. В процессе развития рудоконтролирующего окисления возникают сателлитные и останцовые тела. Они, как правило, располагаются в «тылу» основных роллов, отделяясь от них незначительным (десятки и сотни метров) интервалом безрудных пород.

В плане все рудные залежи имеют облик извилистых лент, различающихся между собой лишь протяженностью, шириной и пространственно взаимосвязаны с основными структурно-морфологическими типами выклинивания ЗПО в плане, где типизация последних основана на положении границы выклинивания ЗПО, относительно направления движения региональных кислородсодержащих пластовых вод. С этой позиции на месторождении выделяется несколько структурно-морфологических типов выклинивания ЗПО в плане.

I тип – западные протяженные крылья СЗ-ЮВ простирания со «скользящим» контактом выклинивания зоны окисления.

II тип – фронтальные «мешковые» выклинивания с межкрыльевой амплитудой 3-10 км.

III тип – восточные крылья СЗ-ЮВ направления с преобладанием субфронтального выклинивания.

IV тип – западные крылья СЗ-ЮВ простирания с участками субфронтального выклинивания за счет локального смещения вектора потока в западном направлении.

В поперечных разрезах морфологический облик залежей имеет многообразное сочетание элементов ролла, и в общих чертах представляет собой форму неправильных роллов, обычно асимметричных, деформированных и расслоенных или комбинацию нескольких сближенных роллов в сочетании с останцовыми и сателлитными телами. Конкретная совокупность морфоэлементов определяется литолого-структурным планом участка, его фациально-геохимическими особенностями, гидродинамическими характеристиками рудовмещающих горизонтов.

Основная часть рудных тел расположена на палеозойском фундаменте, который является нижним водоупором.

Рудовмещающие породы представлены среднезернистыми песками, разномзернистыми песками с примесью гравия и гальки.

Ниже приводится краткое описание рудных залежей участка 4.

Залежь 3. На севере она примыкает к залежи 1 (в районе ПР 446), далее проходит через весь участок 1 и продолжается на участке 4 от середины между ПР 110 и 104 до стыка с залежью 4 по ПР 128. Общая ее длина по магистрали – 12 км при ширине от 50 до 1150 м.

Урановые рудные тела связаны с выклиниванием в плане ЗПО I, IV структурно-морфологического типа (СМТ) и преобладающие морфологические элементы залежи приходятся на лентообразные полосы северо-западного простирания.

Продуктивный мынкудукский горизонт на участках залежи 3 имеет типичное строение: разномзернистые и грубозернистые отложения в нижней части горизонта, последовательно сменяются на относительно мелкозернистые пески в его средней и верхних частях. Кроме этого в направлении с севера на юг в целом для мынкудукского горизонта происходит смещение кумулятивной кривой в сторону мелкозернистых песков.

Рудные тела в разрезе в большей степени тяготеют к нижней части горизонта в пределах глубин 480 – 515 м. Это в свою очередь определяет наличие для большей части залежи нижнего палеозойского водоупора.

Параметры руд меняются в широких пределах; содержание от 0,010 до 0,490 %, мощность от первых метров до 25 м.

Залежь 4. На севере граничит с залежью 3, далее в субмеридиональном направлении проходит через весь участок 4 и на юге по ПР 0 граничит с месторождением Буденновское. Протяженность залежи по магистрали составляет 15 км при ширине от 50 до 1100 м.

Урановорудные тела связаны с выклиниванием зоны пластового окисления IV структурно-морфологического типа и преобладающие морфологические элементы залежи приходятся на лентообразные полосы северо-западного простирания шириной до 300 м и участки субфронтального выклинивания ЗПО со сложной «гофрировкой» шириной до 1100 м.

Мынкудукский продуктивный горизонт между профилями 2480ш и 2512ш в своей средней части сложен мощной пачкой глин озерного происхождения, расщепляющейся по краям на отдельные линзы и прослои на различных гипсометрических уровнях, что привело к послойно-ступенчатому характеру выклинивания ЗПО по всей мощности горизонта с образованием рудных тел на 3 гипсометрических уровнях. Наиболее широкие и протяженные рудные тела приурочены к нижней части горизонта в непосредственной близости от палеозойских (водоупорных) образований.

Параметры уранового оруденения меняются в широких пределах: содержание урана от 0,013 до 0,150% при средней 0,042%, мощность от 0,30 до 14,80м при средней 5,70м.

5 Вещественно-минералогический состав руд

Минералого-петрографическая характеристика руд

Урановое оруденение на месторождении развито во всех литологических разностях пород. Но преобладают среднезернистые и мелкозернистые пески. В таблице приведен средний гранулометрический состав руд участка.

Таблица 5.1 - Средний гранулометрический состав руд участка 4

Горизонт, залежь	Гранулометрические классы, %						
	>2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	<0,05
Залежь 3	4,4	2,2	2,6	36,5	23,3	7,8	23,2
Залежь 4	6,9	3,4	6	26,8	30,9	7,9	18,1
Мынкудукский	6,3	3,2	5,2	29	29,2	7,9	19,2

Таблица 5.2 - Химический состав руд участка 4

Si O ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	FeO	Na ₂ O	CaO	TiO ₂	MgO	P ₂ O ₅	ПП П	Fe ₂ O 3	Mn O	Сум- ма, %
88, 48	5,22	1,87	3,49	0,28	0,38	0,12	0,13	0,03	-	-	0	100, 0

Рудовмещающие отложения от безрудных визуально не отличаются и представлены полевошпат-кварцевыми, реже слюдисто-полевошпат-кварцевыми песками.

Обломочный материал, как в рудных, так и в нерудных песчаных и гравийно-песчаных отложениях - разной степени окатанности представлен кварцем, полевыми шпатами, обломками кремнистых и кислых вулканических пород, небольшим количеством слюды (мусковит, биотит), фрагментами обугленного растительного детрита. Средний минеральный состав руд месторождения приведен в таблице 2.3.

От суммы всего обломочного материала кварц в среднем составляет 50-70%. Содержания обломков кремнистых и кислых вулканических пород изменяются от 3 до 30%. Для I, II литолого-фильтрационных типов характерно более высокое содержание кремнистых и кислых обломков, которые представлены микрокварцитами, микрогранитами, кремнистыми и серицит-кремнистыми сланцами. Полевые шпаты составляют 5-25% в зависимости от литолого-фильтрационного типа и представлены ортоклазом, микроклином, плагиоклазом.

Средние содержания слюдистых минералов (мусковит и биотит) варьируют от 0 до 1,8%. Обугленный растительный детрит в виде мелких

фрагментов растений, стеблей, листьев составляет 0,01-0,11% и выражен гелифицированной структурной (ксилен, ксиловитрен) и бесструктурной тканью.

Акцессорные минералы для всех литолого-фильтрационных типов пород одинаковы и представлены: ильменитом, лейкоксенизированным ильменитом, турмалином, ставролитом, гранатом, эпидотом, андалузитом, апатитом, дистеном, цирконом, рутилом. От общей массы породы тяжелая

Аутигенная минерализация выполнена пиритом (марказитом), кальцитом, сидеритом, гетитом, гидрогетитом, самородным селеном, сфалеритом, хлоритом; в оруденелых песках, кроме перечисленных минералов, присутствуют настуран и коффинит.

Цементация рудных песков слабая, в воде они легко размокают. Поровый заполнитель как в рудных, так и в нерудных отложениях сложен глинисто-алевритовым материалом полимиктового состава; он составляет 11-27% от общей массы породы.

Вместе с глинистыми минералами во фракции < 0,05 мм присутствуют неокатанные зерна кварца, полевые шпаты, чешуйки слюды (мусковит, биотит), обрывки обугленного растительного детрита, акцессорные и аутигенные минералы.

По степени распределения и количеству цемент можно охарактеризовать как поровый, неравномерно пятнистый; по степени кристалличности – пленочный, крустификационный. Поровое пространство между алевритовыми частицами заполнено глинистыми минералами – монтмориллонитом, гидрослюдой, каолинитом и составляет от общей массы породы 5-16%.

Таблица 5.3 - Средний минеральный состав руд мынкудукского горизонта участка 4

Минералы	Содержание, в %
А. Нерастворимые	
Кварц	61,30
Обломки кремнистых пород	12,10
Акцессорные	0,42
ИТОГО:	73,82
Б. Труднорастворимые	
Полевые шпаты	17,20
Каолинит	3,82
Монтмориллонит	3,04
Гидрослюды	0,98
Мусковит	0,27

Биотит	0
Органическое вещество	0,04
ИТОГО:	25,35
В. Растворимые	
Лимонит	0,58
Карбонаты	0,10
Сульфиды	0,10
Урановые минералы	0,05
ИТОГО:	0,83

Распределение урана в рудах, их структурно-текстурные особенности

Урановая минерализация в песчаных и гравийно-песчаных породах накапливается в межзерновом, поровом пространстве, заполняя мезопоры глинисто-алевритового заполнителя, а также используя для осаждения поверхности обломочных зерен как алевритовой, так и песчаной фракций.

При дезинтеграции и отмучивании глинистых частиц в дистиллированной воде (объем воды 1 л на 100 г навески рудной пробы) часть металла переходит в водную вытяжку, а часть обогащает алеврит-глинистые классы, вследствие высокой дисперсности и отсутствия прочных связей рудных минералов с терригенным цементирующим материалом оруденелых песков.

Незначительная часть урана концентрируется в виде псевдоморфоз по обугленному растительному детриту на зернах ильменитов и лейкоксенов, а также в кавернах, микротрещинах и микропорах песчаных, гравийных зерен и галек, в межслоевых промежутках слюд. Таким образом, руды участка 4 и в целом всего месторождения Инкай характеризуются дисперсной и тонковкрапленной текстурой, интерстиционной структурой.

Урановая и сопутствующая минерализация

Урановая минерализация на участке 4 месторождения Инкай представлена настураном и коффиномитом. Соотношения окисла и силиката урана по месторождению показаны в таблице 2.4

Настуран – окись урана – дифракционная картина аналогична кубической решетке флюоритового типа. Параметры кристаллической ячейки изменяются от 5,36 до $5,42 \pm 0,02 \text{ \AA}$. Макроскопически это черный, темно-серый, сажистый минерал, образующий дисперсную вкрапленность и мелкие скопления в глинисто-алевритовом заполнителе рудных песков, налеты и корочки на обломочных зернах, тонкую вкрапленность во фрагментах обугленного растительного детрита. Редко настуран высаживается на поверхности зерен пирита или лейкоксенов и может образовывать псевдоморфозы по последнему.

В проходящем свете урановые минералы неотличимы от обугленного растительного детрита. В отраженном свете они имеют серый цвет и выше, чем у кварца и органики, отражательную способность.

Коффинит – силикат урана – так же, как и настуран, диагностируется рентгенофазовым анализом, как и настуран, присутствует в виде тонкорассеянной черной вкрапленности в поровом глинисто-алевритовом заполнителе песков.

Таблица 5.4 - Баланс урановых минералов

Горизонт	Настуран (%)	Коффинит (%)
Инкудукский	77	23
Мынкудукский	87	13
В целом по месторождению	82	18

Кристаллические индивиды минералов имеют размеры порядка 0,1-0,01 мкм и представлены микроглобулями и веретеновидными образованиями, которые в результате срастания и частичной перекристаллизации вещества образуют почковидные сферокристаллические агрегаты с концентрически зональными и радиально-лучистыми трещинами отдельности размером 5-10 мкм. Поверхность веретеновидных почек у коффинита относительно гладкая и мелкобугорчатая у глобулей настурана.

Часто глобули настурана покрыты микрокристаллитами, легко извлекаемыми на реплику.

Таким образом, убогие и богатые руды отличаются не составом урановых минералов, а характером их распределения – убогие руды более дисперсные, чем богатые.

Аутигенная минерализация представлена пиритом (марказитом), сидеритом, кальцитом, самородным селеном, хлоритом, сфалеритом, апатитом.

Пирит встречается в алеврит-глинистом заполнителе песков в виде отдельных кристаллов и их сростков, правильных сферических агрегатов (биогенный пирит). Часто в обугленном растительном детрите пирит образует гнездовую и тонкорассеянную вкрапленность вплоть до полного замещения растительной ткани.

Карбонатные минералы представлены сидеритом, кальцитом, неравномерно распределенными в алеврит-глинистом заполнителе песков, нередко образующих с терригенным материалом стяжения, желваки. Общее содержание карбонатных минералов не превышает 0,10% от массы породы.

Сидерит – диагенетический в виде плотных тонкозернистых агрегатов бурого цвета, эпигенетический в виде ромбоэдрических кристаллов нарастает на агрегаты диагенетического сидерита.

Кальцит – встречается чаще в виде мелких молочных кристаллов в алеврит-глинистом заполнителе песков.

Селен самородный – образует листоватые игольчатые кристаллы черного цвета с сильным металлическим блеском, часто полые с округлым сечением.

Хлорит в дисперсной форме находится в алеврит-глинистом заполнителе песков, в межслоевых плоскостях биотита.

Сфалерит встречается в тяжелой фракции песков в единичных знаках, в виде угловатых буро-коричневых кристаллов.

Сопутствующие элементы представлены рением, скандием, селеном, молибденом, редкими землями и иттрием, содержание которых как в урановорудной массе, так и во вмещающих породах находится на уровне кларков для района месторождения Инкай.

В таблице 5.5 приведены результаты анализов на сопутствующие элементы по данным частных проб.

Таблица 5.5 - Результаты анализов частных проб на сопутствующие элементы

Типы пород	К-во проб	Мощность интервала опробования	Элементы					
			Рений г/т	Скандий, г/т	Селен, %	Молибден, г/т	Иттрий г/т	$\Sigma TR+Y$ г/т
Рудные пески	95	42,10	0	3,8	0,002	-	-	-
Безрудные пески	39	74,40	0,009	3,9	0,003	-	-	-
Окисленные пески	112	124,10	0	3,1	0,003	-	-	-
Глины	34	19,30	0,027	18,4	0,005	-	-	-
Рудные пески	88	231,10	-	-	-	22,7	23,3	106,4
Безрудные пески	10	28,10	-	-	-	14,9	23,5	108,1
Окисленные пески	30	89,50	-	-	-	10,5	21,3	103,6
Глины	14	12,30	-	-	-	17,9	23,8	196,4

Содержание в руде Сорг., валового и закисного железа по классам содержаний урана приведены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 - Зависимость геохимических параметров рудных песков мынкудукского горизонта

Геохимические параметры	Содержания урана в пробах (%)				
	0,01-0,03	0,031-0,050	0,051-0,070	0,071-0,100	более 0,100
Сорг. (%)	<u>0,035</u> 80	<u>0,039</u> 57	<u>0,038</u> 40	<u>0,045</u> 33	<u>0,049</u> 32
Fe ² (%)	<u>0,39</u> 67	<u>0,43</u> 57	<u>0,49</u> 40	<u>0,50</u> 33	<u>0,71</u> 32
(Fe ² +Fe ³) %	<u>0,86</u> 67	<u>0,79</u> 57	<u>1,10</u> 40	<u>1,10</u> 33	<u>1,48</u> 32
$\frac{Fe^2}{(Fe^2+Fe^3)}$	<u>45</u> 67	<u>54</u> 57	<u>44,5</u> 40	<u>45</u> 33	<u>48</u> 32

Примечание: числитель – значение; знаменатель – число проб

5.1 Рудоконтролирующая эпигенетическая зональность, ее геохимические особенности

На месторождении Инкай фронт пластового окисления развивается в пределах диагенетически и эпигенетически восстановленных проницаемых аллювиальных отложений.

Развивается ЗПО на месторождении с юго-востока на северо-запад и состоит из двух подзон.

Подзона полного окисления характеризует участки, на которых процессы окисления проявлены на всю мощность горизонта; сидерит, пирит, биотит, хлорит разложены, замещены гидроокислами железа.

По сравнению с восстановленными породами подзона характеризуется пониженным содержанием общего железа, С_{орг.}, преобладанием окисного железа над закисным.

Для пород подзоны характерны желтые, охристо-желтые окраски, в глубоком тылу ЗПО – желто-розовые. В пределах такой "розовой" ЗПО в повышенных концентрациях по сравнению с другими подзонами присутствуют марганец, ванадий, никель, редкие земли; в пониженных – иттрий, молибден

Таблица 5.7 - Эпигенетическая зональность

Элементы, определяющие зональность	Зоны
------------------------------------	------

Железо	Пластового окисления		Восстанов- ления	Неизмененных пород		
	подзона полного окисления	подзона внутри- слойного окисления (радиевого обогащения)				
Уран	Зона миграции		Зона уранонакопления			Фоновые концентра- ции
	Подзона полного выноса	Подзона релик- товых руд	Крылья ролла	Мешок	ореол рассе- яния	

Подзона внутрислойного окисления характеризуется наличием как окисленных, так и восстановленных пород; прослеживается на всем протяжении границ выклинивания ЗПО. Окраска окисленных пород от бледно-желтой до ржаво-бурой. Первично сероцветные породы окрашены при этом в желтые, ржаво-бурые тона, зеленоцветные – в светлые тона. Граница выклинивания ЗПО имеет в разрезе ступенчатую форму. Многоярусность оруденения часто определяет наличие в одном пересечении нескольких геохимических подзон. Подзона характеризуется по сравнению с предыдущей повышенным содержанием $C_{орг.}$, железа валового, накоплением селена, возрастает удельный вес закисного железа; для подзоны характерно обогащение радием.

Зона восстановления граничит с пластово-окисленными породами, представляет собой геохимический барьер, на котором происходит накопление ряда элементов (уран, селен, рений, молибден). Зона делится на несколько подзон.

Непосредственно на границе с окисленными породами, обогащенными радием, и в рудном теле, в сероцветных песках, также прослеживается подзона радиевого обогащения (выноса урана). Существование такой подзоны обусловлено, по всей вероятности, различной способностью к миграции (окислению) и восстановлению урана по сравнению с железом, селеном. Мощность подзоны, как правило, первые десятки сантиметров.

Для данной подзоны как для рудного тела, так и для прилегающих окисленных песков, характерно накопление селена; содержание урана по данным опробования 0,001-0,01%, радия – 0,01-0,05%. В разрезе ролла подзона отмечается не всегда и характерна для крыльевых частей.

В зоне восстановленных пород, кроме того последовательно выделяются подзоны уранового обогащения, рудообразования, ореола рассеяния урановых руд. Каждая из них характеризуется своими классами содержания урана, своими средними коэффициентами радиоактивного равновесия, своим положением в разрезе ролла.

Неизмененные породы в ряду пород геохимической зональности визуально неотличимы от неокисленных рудных, и характеризуются

обычным минеральным составом и естественным (серым, серо-зеленым) цветом.

Местный геохимический фон для урана, молибдена, меди, марганца, олова, никеля и др. в неизмененных породах в несколько раз выше, чем кларковый. Силикатный состав рудных и неизмененных пород на месторождении однороден.

6 Генезис урановых руд

Месторождение урана Инкай – эпигенетическое пластово-инфильтрационное; его руды пространственно и генетически связаны с границей выклинивания региональной зоны пластового окисления в

проницаемых горизонтах верхнего мела. Рудовмещающая толща представлена континентальной пестроцветной аллювиальной формацией. Наиболее благоприятны для рудоотложения – сероцветные гравийно-песчаные образования русловых фаций. Распространение фаций контролируется конседиментационными структурами. Литолого-фациальный контроль более отчетливо выражен для руд нижнего, мынкудукского горизонта, а в вышележащей, инкудукской, толще он почти не проявлен.

Можно утверждать, что весьма крупные масштабы руд месторождения Инкай обусловлены значительной мощностью, высокой проницаемостью рудовмещающих горизонтов, выдержанностью их литологического состава на десятки и сотни километров, и достаточно длительным по времени процессом уранонакопления.

Невысокие параметры основных восстановителей – Сорг, железа валового, серы сульфидной определили неконтрастность геохимического барьера; это не позволило накопиться здесь в промышленных масштабах сопутствующим урану элементам.

Накопление урановых руд на восстановительном барьере происходило в результате длительного многоэтапного развития, тесно связанного с этапами формирования депрессионной структуры, важнейшими из которых являются:

- 1) домезозойский, с широким проявлением процессов, приведших к образованию группы формаций, специализированных на уран;
- 2) триас-юрский, в течение которого, в областях, окружавших зоны орогенеза и седиментации, развивались процессы гумидного выветривания с переработкой и дезинтеграцией домезозойских пород;
- 3) мел-палеогеновый, когда происходило накопление проницаемых сероцветных горизонтов, регионального глинистого водоупора.

Формирование ЗПО и уранонакопление связаны с позднеолигоценными и миоценовыми этапами суборогенного тектогенеза. В позднеплиоценово-четвертичное время, в период позднеальпийского тектогенеза, произошло переотложение олигоцен-миоценового оруденения. Рудные залежи месторождения располагаются в настоящее время в зоне наиболее активного современного потока подземных вод артезианского бассейна.

Источники крупномасштабного уранового оруденения региональные. Ими являются как вмещающие породы, подвергавшиеся воздействию кислородсодержащих вод в течение долгого времени, так и коры выветривания и породы, обрамляющих депрессию горных сооружений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эпигенетические урановые месторождения региональных зон пластового окисления, сформировавшиеся при циркуляции кислородных атмосферных вод, выщелачивающих уран из горных пород областей питания, транзита и сбрасывания его на геохимических барьерах на пути следования к

областям разгрузки позволяют применять метод подземного скважинного выщелачивания в условиях естественной проницаемости пород. Подобные месторождения встречаются в особых геологических обстановках, обычно перекрыты толщами безрудных пород и слабо проявлены или совсем не проявлены на поверхности.

В диссертационной работе подготовлено решение актуальной проблемы повышения эффективности отработки запасов месторождения. В результате проведённых исследований разработано следующее заключение:

- ураносодержащие минералы легко разрушаются под действием рабочих растворов с небольшой концентрацией выщелачивающего реагента с последующим переходом урана в раствор;

- минералы вмещающих оруденение пород сильно влияют на добычу, так как при взаимодействии с раствором они уменьшают силу выщелачивания урана;

- необходимо проводить детальные исследования литологии пород, чтобы выработать оптимальную технологию добычи, что скажется на увеличении добытого урана.

Поскольку при отработке месторождения Инкай большинство скважин проходится без отбора керна, геофизические исследования скважин (ГИС) являются основными, а зачастую и единственными методами получения наиболее полной информации об особенностях геологического разреза и характеристики уранового оруденения по каждой скважине.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геологическое строение и ураноносность Чу-Сарысуйской провинции (под ред. Г.В. Грушевого). Л., ВСЕГЕИ, 1980.
Прошляков Б.К., Кузнецов В.Г. Литология. М. 1991
2. Справочник по литологии. М. 1983
3. Уран Казахстана. Алматы. 2008
4. Крановые месторождения Казахстана (экзогенные). Алматы. 2008
5. Гидрогенные месторождения урана (Основы теории рудообразования) (под ред. А.И. Перельмана). М., Атомиздат, 1980
6. Материалы по геол. уран. местор. Вып. 109. М., ВИМС, 1987
7. Материалы по геол. уран. местор. Вып. 95, М., ВИМС, 1985.
8. Шмариович Е.М., Натальченко Б.И., Бровин К.Г. Условия формирования комплексного пластово-инфильтрационного оруденения. Сов. геология, №8, 1988.
9. Металлогения урана Урало-Монгольского пояса. Л., 1986.
10. Петров Н.Н., Язиков В.Г., Аубакиров Х.Б. и др. Урановые месторождения Казахстана. Алматы, Гылым, 1995
11. Сырдарьинская урановорудная провинция (под ред. Е.М. Шмариовича) М., ВИМС, 1985.
12. Месторождения урана Казахстана. Справочник. Алматы. 2015.
13. Инструкция по каротажу мгновенных нейтронов деления при подготовке к эксплуатации и эксплуатации пластово-инфильтрационных
14. Инструкция по каротажу методом мгновенных нейтронов деления при изучении урановых месторождений гидрогенного типа. НПО
15. Геология месторождений полезных ископаемых. Учебник. Байбатша А.Б. - КазНТУ, Алматы, 2008 г., 368 стр.
16. Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию текстового и графического материала. СТ КазНТУ – 09 – 2017. Издание официальное

НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на магистерскую диссертацию Куатбековой Гулмарал

Специальность 6М070600 - Геология и разведка месторождений
полезных ископаемых

Тема: «Литологические особенности залежей урана на месторождении
Инкай и их влияние на повышение эффективности отработки»

Цель данной магистерской диссертации заключается в детальном изучении литологии рудовмещающих пород с использованием современных методов исследований на основе которого разработаны научно-обоснованные рекомендации для повышения отработки урановой минерализации.

Куатбекова Гулмарал в своей диссертационной работе полностью разобралась в сути решения актуальной проблемы повышения эффективности отработки запасов месторождения.

В результате проведенных исследований диссертантом сделано следующее заключение:

-минералы вмещающих оруденение пород сильно влияют на добычу, так как при взаимодействии с раствором они уменьшают силу выщелачивания урана;

-необходимо проводить детальные исследования литологии пород, чтобы выработать оптимальную технологию добычи, что скажется на увеличении добытого урана.

Все поставленные перед диссертантом задачи были выполнены своевременно, добросовестно и с большой ответственностью.

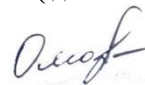
Диссертант работает на исследуемом месторождении, что дало ей возможность принимать активное участие в решении поставленных задач, с чем она справилась на отлично.

Магистерская диссертация Куатбековой Гулмарал может быть рекомендована к защите с заслуженной высокой оценкой, с присвоением ей академической степени магистра технических наук по специальности 6М070600 – Геология и разведка месторождений полезных ископаемых.

Научный руководитель:

Лектор, доктор PhD,

(должность, уч. степень, звание)



Омарова Г.М.

«25»__ мая__ 2021 г.

РЕЦЕНЗИЯ

на магистерскую диссертацию

Куатбековой Гүлмарал

Специальность 6М070600 – «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых».

Магистерская диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, список используемой литературы из 13 наименований и содержит 47 страниц машинописного текста, 6 рисунков, 9 таблиц.

Тема магистерской диссертации «Литологические особенности залежей урана на месторождениях Инкай и их влияние на повышение эффективности отработки».

Исследования в данной диссертации «Литологические особенности залежей месторождения Инкай и их влияние на повышение эффективности отработки» нацелены на выявление и анализ основных геологических и геотехнологических показателей уранового оруденения на данном месторождении. Изучение роли этих параметров имеет большое значение для правильного понимания особенностей уранового оруденения на месторождении и интерпретации полевых данных геологами и геофизиками при отработке методом подземного скважинного выщелачивания и для наращивания запасов урановых руд. Даны общие сведения об изученности урановорудного месторождения, краткое описание геологической и гидрогеологической обстановки района работ. Приведены факторы рудоносности и дается развернутая информация по вещественному составу руд.

Цель исследования заключается в изучении литологических особенностей залежей урана месторождения Инкай и их влияние на повышение эффективности отработки.

Научная новизна и практическая значимость работы достаточно обоснованы и не вызывают сомнений.

Замечания к диссертационной работе:

Согласно теме диссертации «Литологические особенности залежей месторождения Инкай и их влияние на повышение эффективности отработки», разделы посвященные литолого-геохимическим особенностям продуктивных горизонтов и закономерности размещения и морфология уранового оруденения можно было бы представить шире и более развернуто.

Оценка магистерской диссертации

Из представленной магистерской диссертации видно, что задачи, поставленные перед автором, полностью решены.

В целом, рассматриваемая диссертационная работа «Литологические особенности залежей месторождения Инкай и их влияние на повышение эффективности отработки» в результате обобщения и анализа огромного материала по месторождению выполнена на высоком научном уровне и имеет несомненную практическую значимость. Ее автор – Куатбекова Гүлмарал – заслуживает присвоения академической степени магистра техники и технологии.

Рецензент

Баратов Рефат Талхатович,
Доктор Phd, Старший научный сотрудник Института геологических наук им. К.И. Сатпаева


(подпись)

« 16 » июля 2021 г.



Протокол анализа Отчета подобию Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобию, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Куатбекова Гулмарал

Название: Литологические особенности залежей урана на месторождении Инкай и их влияние на повышение эффективности отработки.doc

Координатор: Гульнара Омарова

Коэффициент подобию 1: 1,9

Коэффициент подобию 2: 0

Замена букв: 0

Интервалы: 0

Микропробелы: 1

Белые знаки: 0

После анализа Отчета подобию констатирую следующее:

- ☒ обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование: Работа выполнена самостоятельно и не несет элементов плагиата. Обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными. В связи с этим, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите перед государственной комиссией

Дата
17.06.2021

Подпись



Научного
руководителя

**Протокол анализа Отчета подобия
заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения**

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился (-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Куатбекова Гулмарал

Название: Литологические особенности залежей урана на месторождении Инкай и их влияние на повышение эффективности отработки.doc

Координатор: Гульнара Омарова

Коэффициент подобия 1: 1,9

Коэффициент подобия 2: 0

Замена букв: 0

Интервалы: 0

Микропробелы: 1

Белые знаки: 0

После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:

- ☒ обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

Обоснование: Работа выполнена самостоятельно и не несет элементов плагиата. В связи с этим, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите перед государственной комиссией.

17.06.2021

Дата

Подпись заведующего кафедрой

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

Диссертация допущена к защите

17.06.2021

Дата

Подпись заведующего кафедрой

СПИСОК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

КУАТБЕКОВОЙ ГҮЛМАРАЛ АМАНГЕЛДІҚЫЗЫ

**ОБУЧАЮЩЕЙСЯ ПО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ ПРОФИЛЬНОЙ МАГИСТРАТУРЫ
«ГЕОЛОГИЯ И РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ»,
КАФЕДРЫ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СЪЕМКА, ПОИСК И РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, Института Геологии, Нефти и Горного Дела им.
К.Турысова
КАЗАХСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА им. К.И. САТПАЕВА**

№ ПО	НАИМЕНОВАНИЕ	ФОРМА РАБОТЫ	ВЫХОДНЫЕ ДАнные	ОБЪЕМ	СОАВТОР Ы
1	2	3		5	6
1	Литологические особенности залежей урана на месторождении Инкай и их влияние на повышение эффективности отработки	доклад	«САТПАЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ -2020» Секция: «Научные исследования и инновации в геологоразведке — ключ к эффективному восполнению минерально- сырьевой базы РК»	4 СТРАНИ ЦЫ	Научный руководи тель доктор PhD, лектор кафедры ГСПиРМ ПИ Г.М. Омарова

«12» АПРЕЛЯ 2020 ГОДА

АВТОР

КУАТБЕКОВА Г.А.

ЗАВЕРЯЮ:
НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ

ОМАРОВА Г.М.

ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ ГСПиРМПИ

БЕКБОТАЕВА А.А.