

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет имени
К.И. Сатпаева

Институт геологии и нефтегазового дела имени К. Турысова

Кафедра геологической съемки, поисков и разведки месторождений
полезных ископаемых

УДК 550.83

На правах рукописи

Айхожаев Бахытбек Съезбаевич

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

На соискание академической степени магистра

Название диссертации «Геолого-литологические особенности прохождения
сернокислотного ПВ в недрах месторождений Заречное и их решения»
Направление подготовки «7М07218 – Геология и разведка месторождений
твердых полезных ископаемых»

Научный руководитель
доктор PhD, лектор



А.О. Байсалова

«21» июнь 2022 г.

Рецензент

Зав.лабораторией редких
и редкоземельных металлов,
ИГН им К.И. Сатпаева



Тогизов К.С.

«21»июня 2022 г.

Нормоконтролер
Магистр тех.н., лектор



М.Н. Коккузова

«22» июня 2022 г.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Зав. кафедрой ГСПиРМПИ
доктор PhD, ассоц. профессор



А.А. Бекботаева

«22» июня 2022 г.

Алматы 2022

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет имени
К.И. Сатпаева

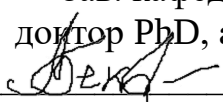
Институт геологии и нефтегазового дела имени К.Турысова

Кафедра геологической съемки, поисков и разведки месторождений
полезных ископаемых

7М07218 – «Геология и разведка месторождений твердых полезных
ископаемых»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой ГСПиРМПИ
доктор PhD, ассоц. профессор

 А.А. Бекботаева
«22» июня 2022 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение магистерской диссертации

Магистранту *Айхожаеву Бахытбек Съезбаевичу*

Тема магистерской диссертации *«Геолого-литологические особенности
прохождения сернокислотного ПВ в недрах месторождений Заречное и их
решения»*

Утверждена приказом руководителя университета № 2028-М от 03.11.2020 г.

Срок сдачи законченной работы *«23» июня 2022г.*

Перечень подлежащих разработке в магистерской диссертации вопросов или
краткое содержание:

а) Геологическое строение месторождения Заречное

*б) Исследования керновых проб из скважин контрольного бурения на
эксплуатационных блоках.*

Рекомендуемая основная литература:

1. Бровин К.Г., Грабовников В.А., Шумилин М.В., Язиков В.Г. Прогноз,
поиски, разведка и промышленная оценка месторождений урана для
отработки подземным выщелачиванием. Алматы, «Гылым», 1997;

2. Рогов Е.И. Справочник по геотехнологии урана. М.: Энергоатомиздат,
1997. – 672 с.

3. Язиков В.Г. и др. Геотехнология урана на месторождениях Казахстана.
Алматы, 2001. – 442 с

4. Комплексы подземного выщелачивания. Под редакцией Кедровского
О.Л.М.,Недра,1992;

5. «Рабочий проект на промышленную добычу урана на месторождений Заречное на 2010-2016г.», разработчик ТОО «Два Кей», г. Алматы, 2009 г.

6. Контракт на проведение разведки и добычи урана на месторождений Заречное, расположенном в ЮКО РК, рег. № 1797 от 8 июля 2005 года, согласован Министерством энергетики и минеральных ресурсов РК.

ГРАФИК
подготовки магистерской диссертации

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Введение	3.02.2022	-
Общие сведения района	5.02.2022	-
Геологическая характеристика района	10.04.2022	-
Рудоносность месторождения Заречное	18.04.2022	-
Типоморфные особенности минералов месторождения	22.04.2022	-
Заключение	18.05.2022	-

Подписи

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

Раздел	Консультант (уч. степень, звание)	Сроки	Подпись
Введение	Научный руководитель доктор PhD, лектор А.О. Байсалова	3.02.2022	
Общие сведения района		5.02.2022	
Геологическая характеристика района		10.04.2022	
Рудоносность месторождения Заречное		18.04.2022	
Типоморфные особенности минералов месторождения		22.04.2022	
Заключение		18.05.2022	
Нормоконтролер	Коккузова М.Н., магистр технических наук, лектор	22.06.2022	

Научный руководитель _____  /А.О. Байсалова /
(подпись)

Задание принял к исполнению магистрант _____  Б.С. Айхожаев /
(подпись)

Дата «22» июня 2022 г.

АННОТАЦИЯ

Месторождение Заречное является типичным представителем месторождений гидрогенного типа, характеризующихся уникальными запасами легкорастворимых форм урана. В отличие от месторождений Шу-Сарыссуиской провинции, залегающих к югу от поднятия Каратау, инфильтрационное комплексное урановое месторождение Заречное находится на левобережье реки Сырдарья, в северном обрамлении горст-антиклинального поднятия Карактау. Рудные залежи приурочены к 4-м рудовмещающим горизонтам обводненных песчаных отложений сантонского, кампанского и маастрихтского ярусов верхнего мела.

АНДАТПА

Заречное кенорны уранның жеңіл еритін түрінен тұратын, мол қорымен сипатталатын гидрогенді кенорындардың айқын көрінісі. Қаратау көтерілімінен оңтүстікке қарай орналасқан Шу-Сарысу провинциясының кенорындарынан, инфильтрациялық кешенді Заречное уран кенорыны Қаратау горст-антиклинальді көтерілімінің солтүстік қапталында Сырдария өзенінің солтүстік жағалауында орналасуымен ерекшеленеді. Кен денелері жоғарғы бордың сантон, кампан және маастрих ярустарының сулы құмтас түзілімдерінің 4 кен сыйыстырушы горизонттарында шоғырланған.

ANNOTATION

The Zarechnoye Deposit is a typical representative of hydrogenated deposits characterized by unique reserves of easily soluble forms of uranium. In contrast to the deposits of Shu-Sarysu province, which lie to the South of the Karatau uplift, the Zarechnoye infiltration complex uranium Deposit is located on the left Bank of the Syr Darya river, in the Northern frame of the Gorst-anticline uplift of the Karaktau. The ore deposits are confined to the 4th ore-bearing horizons of the watered sand deposits of the Santonian, Campanian, and Maastricht tiers of the upper Cretaceous.

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	11
1	Географо-экономическая характеристика и геолого-геофизическая изученность района месторождения	12
1.1	Географо-экономическая характеристика района	12
1.2	Геолого-геофизическая изученность района	13
2	Геологическое строение месторождения Заречное	17
2.1	Стратиграфия	18
2.1.1	Домезозойские образования	18
2.1.2	Мезозойские отложения	18
2.1.2.1	Юрская система	18
2.1.2.2	Меловая система	19
2.1.3	Кайнозойские отложения	24
2.1.3.1	Палеогеновая система	24
2.1.3.2	Неогеновая система	25
2.1.3.3	Четвертичная система	26
2.2	Геологическая позиция месторождения и структурные условия	26
2.3	История геологического развития в мезокайнозойское время	31
3	Рудоносность месторождения Заречное	35
3.1	Минералого-геохимическая характеристика и эпигенетические изменения рудовмещающих отложений	35
4	Типоморфные особенности месторождения	44
5	Методы исследований	47
5.1	Результаты минералого-геохимических исследований	52
5.2	Представительность отбора минералогических проб	53
5.3	Изучение вещественного состава руд и вмещающих пород	56
5.3.1	Аналитические исследования	56
	Заключение	62
	Список использованной литературы	63

СОКРАЩЕНИЕ И УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

ПСВ – подземное скважинное выщелачивание;
ОПВ – опытно промышленное выщелачивание;
РТ – рудное тело;
ЗЛРТ – зона локализации рудного тела;
ГРМ – горнорудная масса;
ЗАДР – зона активного движения растворов;
ФК – фильтровая колонна;
ЗС – закачная скважина;
ОС – откачная скважина;
ВР – выщелачивающий раствор;
ПР – продуктивный раствор;
ТР – технологический раствор;
РВР – ремонтно-восстановительные работы;
 V_{ϕ} – скорость фильтрации;
 K_{ϕ} – коэффициент фильтрации;
ЗПО – зона пластового окисления;
МКСА – микрокристаллоскопический анализ;

Введение

Казахстан – мировой лидер по добыче урана. По данным Всемирной ядерной ассоциации, более двух третей объема подземной добычи урана приходится на долю Казахстана, Канады и Австралии. В 2020 году Казахстан поставил 41% от всего урана, добытого подземным способом, Австралия – 13%, Канада – 8%.

Месторождение Заречное является типичным представителем месторождений гидрогенного типа, характеризующихся уникальными запасами легкорастворимых форм урана. В отличие от месторождений Шу-Сарыссульской провинции, залегающих к югу от поднятия Каратау, инфильтрационное комплексное урановое месторождение Заречное находится на левобережье реки Сырдарья, в северном обрамлении горст-антиклинального поднятия Карактау. Рудные залежи приурочены к 4-м рудовмещающим горизонтам обводненных песчаных отложений сантонского, кампанского и маастрихтского ярусов верхнего мела.

1.1 Географо-экономическая характеристика района

[illegible]

Крупных населенных пунктов в районе месторождения нет. Ближайший поселок – центральная усадьба совхоза Шаульдер находится в 50 км к востоку от месторождения на левом берегу р. Сырдарья. На территории месторождения расположены две электрифицированные фермы – Табакбулак и Жосалы, с отводом 10 кВ от ЛЭП–220, проходящей по левобережью р. Сырдарья в направлении Арыс-Туркестан. По левому же берегу реки Сырдарья, в 50км от месторождения, проходит асфальтированное шоссе, от которого, в районе колодца Божбан, проложена насыпная дорога с

улучшенным покрытием, идущая до фермы Табакбулак и до центральной части месторождения.

В районе п. Коксарай через р.Сырдарья имеется автомобильный железобетонный мост, такой же мост расположен южнее, в районе п.Байркум, в 55км от железнодорожной станции Арысь.

Ближайшая железнодорожная станция Тимур находится на правом берегу реки Сырдарья, в 90км от месторождения Заречное. Сообщение – автомобильное по асфальту – 40км и 50км – по дороге с гудронным покрытием. Поверхность площади месторождения представляет собой плоскую, слабонаклонную в северном направлении аллювиальную равнину, покрытую на 50% ячеистыми и грядовыми барханными песками, с высотой гряд от 2 до 10м, в связи с чем передвижение по площади возможно лишь транспортом повышенной проходимости.

Абсолютные отметки высот измеряются в интервале +200 – +190м над уровнем моря. Постоянные поверхностные водотоки и водоемы на площади месторождения отсутствуют. Артезианские пресные воды верхнесенонского водоносного комплекса могут быть использованы как источник питьевого и технического водоснабжения, а также для поливного земледелия и животноводства.

Наиболее хорошо территория района изучена в отношении урана и его спутников.

Кроме месторождения Заречное, в обрамлении поднятия Карактау известны и с различной степенью детальности изучены:

на юго–востоке - уран–ванадиевое месторождение Жауткан (поисково–оценочная стадия), рудопроявление урана Южное (мелкомасштабные оценочные работы);

на северо-востоке от поднятия – месторождение урана и ППК Асарчик (закончена оценочная стадия) [1];

к югу, юго-западу (в опущенном блоке) – урановое месторождение Южное Заречное (поисково–оценочные работы).

Все эти объекты в совокупности создают фундамент минерально–сырьевой базы района с ориентацией на добычу урана способом подземного выщелачивания.

1.2 Геолого-геофизическая изученность района

Восточные Кызылкумы левобережья р. Сырдарья, где располагается месторождение Заречное, в связи с большой закрытостью территории, относительной труднодоступностью и отсутствием значительных запасов полезных ископаемых характеризуется относительно слабой изученностью.

Первые геологические съемки района поднятия Карактау и соседней возвышенности Торткудук-Нурасы проводились в 1939 году Маркеловым Г.М. и Иванициным М.М., впервые описавшими разрез меловых отложений

этих структур. Последующие геологические съемки Восточных Кызылкумов относятся к 1956 году в связи с началом планомерных исследований нефтегазоносности района. К этому периоду относятся геологические съемки Карактаусского поднятия масштаба 1:200 000, а несколько позже и 1:50 000, проведенные Ситниковым В.И. В основу стратиграфического расчленения мелового разреза была положена схема Иваницина М.М. [6], относившего красноцветные отложения ядра Карактаусского поднятия к сеноманскому горизонту.

В период поисковых работ на нефть и газ, проведенных в 1960 году Южно-Казахстанской нефтеразведочной экспедицией, одна из скважин №15с глубиной 1200 м, с выходом керна до 65 %, пройдена на Карактаусском поднятии. Скважина на глубине 1165 м вскрыла сероцветные отложения юрского возраста, в целом же был получен ценный материал для литолого-стратиграфического расчленения мелового разреза.

В 1961-62 гг. Южно-Казахстанским геологическим управлением (Быкадоров В.А.) [1] проводилась геологическая съемка масштаба 1:200 000 непосредственно района поднятия Карактау – лист К-42-XIV.

Гидрогеологическое изучение мезокайнозойского обрамления хр. Карактау и Восточных Кызылкумов началось в 50-е годы. В период 1956-59 гг. Теуш Р.Н., Островским А.А. и др. в центральной части Восточных Кызылкумов проводилась комплексная геолого-гидрогеологическая съемка масштаба 1:500 000. Силами Казахского гидрогеологического треста были составлены гидрогеологические карты масштаба 1:500 000 для листов J-42-B; K-42-A и K-42-B, а также дано описание условий формирования и динамики подземных вод региона. Результаты этих работ до настоящего времени содержат ценные сведения о стратиграфии, геоморфологии и гидрогеологии Восточных Кызылкумов.

Планомерные геофизические исследования в Сырдарьинской впадине и Восточных Кызылкумах начались в 1960 году силами Турланской геофизической экспедиции Казахского геофизического треста в связи с геологическими съемками масштаба 1:200 000 и изучения структур, перспективных на обнаружение нефтегазоносных проявлений. В районе поднятия Карактау в 1960-61 гг. проведена площадная гравиметрическая съемка масштаба 1:200 000 и сейсморазведка методом КМПВ масштаба 1:500 000 и МОВ масштаба 1:50 000 (Кунин Н.И., Смелянец А.П., Семин Ю.А. и др.) [1]. В дальнейшем работы по структурной геофизике на левобережье р. Сыр-Дарьи проводились с целью более детального изучения перспективных структур – до 1969 года включительно. Обширный материал, полученный в результате гравиметрических и сейсморазведочных работ за эти годы, позволил построить структурные карты изогипс для опорного горизонта «В» - кровля гипсов дат-палеоцена и кровли палеозойского фундамента в масштабе 1:500 000 по Средне-Сырдарьинской впадине в целом (Кунин Н.Я.) для листов

съёмки масштаба 1:200 000 и более детальные – 1:100 000 и 1:50 000 по отдельным структурам.

В 1965 году силами геофизической партии №65 Краснохолмской экспедиции (Русецкий В.Б.) на западном и южном обрамлении поднятия Карактау в небольшом объеме были проведены сейсморазведочные работы, позволившие уточнить характер погружения меловых отложений.

Изучение перспектив ураноносности Сырдарьинской впадины проводится с начала 50-х годов разными исследователями и организациями как по линии массовых поисков, так и по линии специальных тематических и поисковых работ с бурением (Краснохолмская и Волковская экспедиции, ВСЕГЕИ, ВИМС).

Далее, в результате обширных тематических исследований Центральной геологической партии Краснохолмской экспедиции (Трушкин Н.А.) и группы ВСЕГЕИ под руководством Грушевого Г.В., проведенных в период с 1962 по 1965 гг., было рекомендовано несколько площадей под поиски промышленного уранового оруденения. В частности, рекомендовалась Восточно-Кызылкумская площадь с развитием области выклинивания кислородных урансодержащих вод,двигающихся с хр. Каратау и предгорий Тянь-Шаня. В эту площадь входил и район поднятия Карактау.

Предварительная оценка перспектив ураноносности этого района бурением в масштабе 1:200 000 проводилась в 1966 году Карактауской партией №47 Краснохолмской экспедиции (Эммануилов Е.А.) [4]. В результате этих работ заслуживающих внимание аномалий и рудопроявлений выявлено не было. Несмотря на редкую сеть скважин, несоизмеримую, как выяснилось впоследствии, с линейными размерами уранового оруденения, а главным образом из-за больших по тому времени глубин залегания перспективных отложений верхнего сенона – более 500 м, площадь была оценена отрицательно, хотя и было высказано предположение о перспективности сопредельных площадей.

В последующие годы работы по оценке перспектив ураноносности мезокайнозойских отложений региона проводились силами Центральной геологической партии №3 Краснохолмской экспедиции (Тараборин Г.В., Демина Г.И. – 1977 г.; Гольдштейн Р.И., Натальченко Б.И. и др. – 1979 г.), ВСЕГЕИ – 1970 г. (Шор Г.И.), ВИМСа – 1973 г. (Головин В.П.), а также производственными партиями Краснохолмской экспедиции (Шитов В. Л., Эммануилов Е.А., Загоскин В.А., Конкин В.А. и др.) [8]. Все эти исследования позволили по-новому подойти к оценке перспектив ураноносности региона в целом и Карактауской площади в частности.

В 1977 году Геологоразведочной партией №81 Краснохолмской экспедиции были возобновлены поисковые работы на Карактауской площади и в октябре этого же года, в процессе бурения масштаба 1:100 000 было выявлено месторождение Заречное.

В последующие годы, в результате поисковых работ бурением масштаба 1:200 000 – 1:100 000 в отложениях верхнего сенона были выявлены урановые рудопроявления Жауткан и Южное (1982г.), Асарчик и Южное Заречное (1984 г.) [1].

Начиная с 1978 года все тематические прогнозно-геологические и поисковые работы в районе деятельности партии №81 сопровождалась и предварялись структурными геофизическими исследованиями: сейсморазведка МОВ, электроразведка ВЭЗ, гравиразведка и автомагнитная съемка, выполнявшимися Геофизической партией №65 Краснохолмского ПГО (Ибрагимов В.Г., Сухов Г.А., Макаров Л.В., Заленский Л.В.) [8] Работы проводились, в основном, в масштабе 1:100 000 с целью уточнения глубины залегания перспективных отложений и изучения структурного плана площадей, готовящихся к опосредованному. В 1978-79 гг. в не большом объеме были проведены комплекс геофизических работ был проведен собственно на месторождении Заречное с целью уточнения его структурных особенностей.

Параллельно со структурно-геофизическим изучением района в 1978-81 гг. на месторождении Заречное и Южно-Карактаусской площади силами ЦГЭ №3 (Превозчиков Г.В., Чешейко А.М.) проводились опытно-производственные атмогеохимические исследования, которые подтвердили эффективность использования метода на стадии прогнозно-геологических работ и мелкомасштабной оценки перспективных площадей.

2. Геологическое строение месторождения Заречное

Геологическое строение месторождения Заречное определяется его положением в южной части Сырдарьинской депрессии, сложно-построенной артезианской структуры в суборогенной зоне, примыкающей к Тяньшаньской эпиплатформенной орогенной области (Рис. 2). В строении района месторождения принимают участие два структурных этажа: 1) сложнодислоцированные образования домезозойского фундамента (нижний) и 2) слаболитифицированные отложения мезокайнозойского осадочного покрова (верхний), включающего структурно-формационные комплексы чехла молодой платформы (мел-палеогеновый) и эпиплатформенной орогенной области (неогеново-четвертичный). В основании чехла платформы в приразломных прогибах распространены юрские отложения.

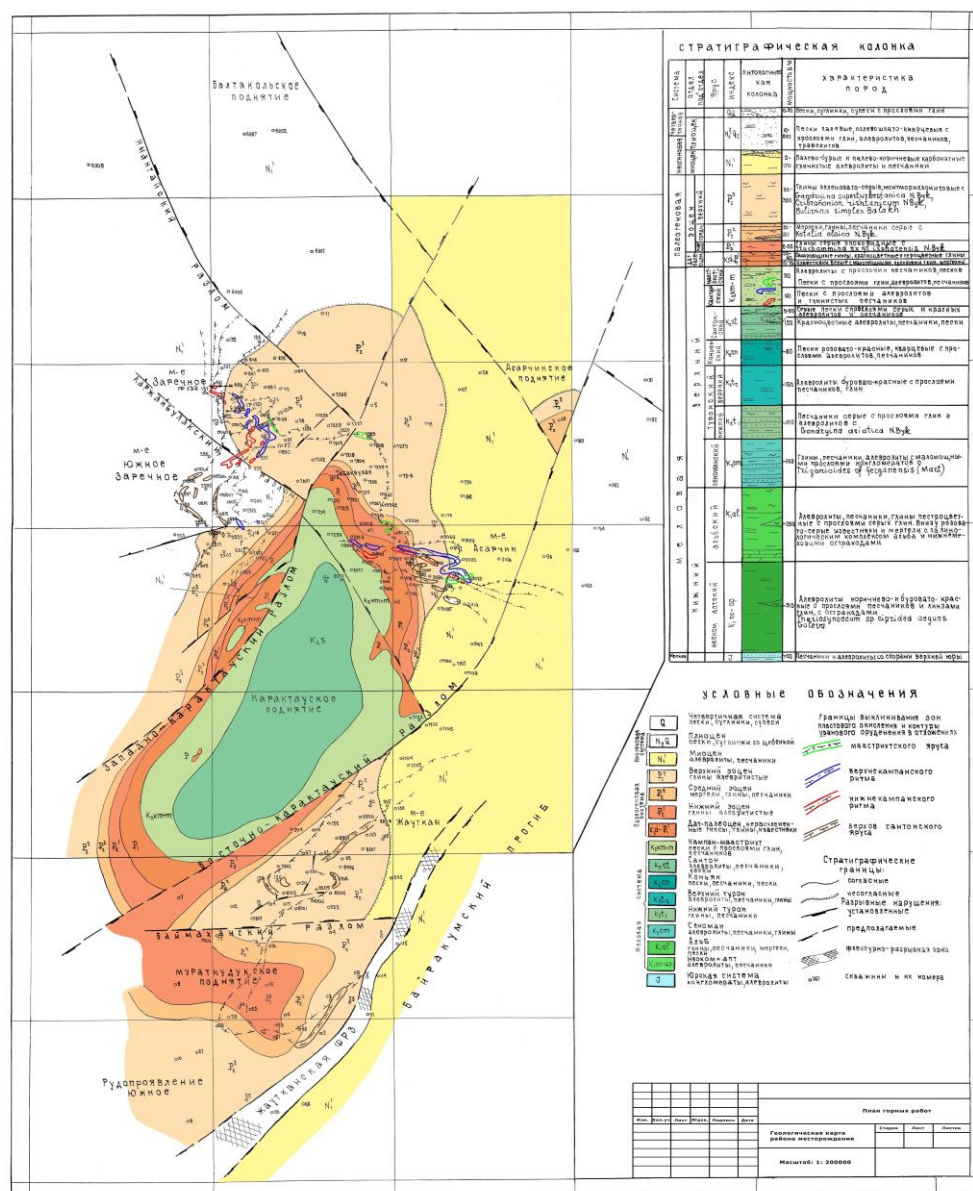


Рисунок 2 – Геологическая карта района

Породы домезозойского фундамента в районе не имеют выходов на дневную поверхность и залегают на глубинах свыше 1,3 км. Выходы мела и палеогена приурочены к сводовой части расположенного к югу от месторождения горст-антиклинального поднятия Карактау. Весь район месторождения перекрыт комплексом осадков неоген-четвертичного возраста мощностью от первых десятков до 200 м.

2.1 Стратиграфия

Сведения о стратиграфии района месторождения Заречное приводятся по результатам обобщения фондовых материалов, главным образом, по данным государственных геологических съемок масштаба 1:200000 (В.А. Быкадоров, О.А. Федоренко) /1ф/ с уточнениями и дополнениями по работам ЦГЭ №3, ГРЭ № 23, и ГРП №81 Краснохолмского ПГО (Г.В. Тараборин – 1975, Р.И. Гольдштейн, В.П. Купченко, В.Л. Шитов, В.А. Загоскин) [2].

Отложения, не являющиеся объектом изучения и не вскрывавшиеся скважинами в процессе поисковых и разведочных работ на месторождении, в настоящем отчете описаны в краткой форме. Перспективные и рудовмещающие отложения верхнего сенона характеризуются более детально.

2.1.1 Домезозойские образования

Состав домезозойского фундамента в районе месторождения Заречное в связи с большими глубинами залегания изучен крайне слабо и неясен. С учетом сведений по прилегающим районам, где эти образования слагают горные сооружения или вскрыты глубокими структурными скважинами, он представлен метаморфизованными, преимущественно терригенно-карбонатными осадками среднего и верхнего палеозоя (силур-карбон), прорванными серией верхнепалеозойских интрузий гранитоидного состава.

2.1.2. Мезозойские отложения

В районе поднятия Карактау отложения мезозоя общей мощностью более 1 км представлены осадками юры и мела. Продукты триасовой коры выветривания, отмечающиеся в прилегающих районах, в рассматриваемом неизвестны и разрез мезозоя начинается с юры.

2.1.2.1. Юрская система – J

Отложения юры вскрыты в купольной части поднятия Карактау структурной скважиной № 15с в интервале глубин 1100-1163 м (не полная мощность). Они представлены темно-серой некарбонатной горизонтально-слоистой пачкой пород озерного происхождения. Это тонкое переслаивание

мелкозернистых глинистых песчаников, алевролитов и алевролитовых глин, содержащих многочисленные обуглероженные обрывки растений.

Углы падения пород составляют 26° , в то время как вышележащих меловых отложений не превышает $4 - 6^{\circ}$.

В рассматриваемых отложениях выделен небогатый споро-пыльцевой комплекс, характерный для верхнеюрских отложений того же литологического состава хребта Каратау.

2.1.2.2. Меловая система – К

Меловые отложения представлены нижним и верхним отделами.

Нижний мел – K_1

Неоком-аптский ярусы нерасчлененные – K_1 (пс-ар)

На юрских отложениях с угловым несогласием залегает толща красноцветных алевролитов с прослоями песчаников и линзами песчанистых алевролитов. Эти отложения в свою очередь с постепенным переходом перекрываются сильно известковыми алевролитами и мергелями альбского возраста. В красноцветных алевролитах и песчаниках отмечается тонкая косая слоистость. Возраст толщи как неоком-аптский ограничивается по результатам определения найденных в ней остракод. Для минералогического состава неоком-аптских отложений характерно преобладание полевых шпатов над кварцем или равное их количество.

Альбский ярус – K_{1al}

По литологическому составу альбские отложения снизу-вверх подразделяются на три пачки: известково-мергелистую (78 м), глинисто-алевролитовую карбонатную (41 м) и алевроито-песчано-глинистую некарбонатную (135 м). В нижней пачке преобладают серые, серовато-фиолетовые и коричневые окраски пород. Известняки местами изобилуют раковинами остракод. Отмечается обугленный растительный детрит. Средняя пачка характеризуется преобладанием пестроцветных алевролитов и глин (до 60%) с прослоями темно-серых и серых глин, реже известняков. Темно-серые глины тонкодисперсные, слабо песчанистые, сильно известковистые с многочисленным обуглероженным растительным детритом, отмечаются раковины пресноводных остракод и морских фораминифер. Эта пачка дала сравнительно богатый палеонтологический материал. Альбский возраст отложений подтверждается многообразным спорово-пыльцевым комплексом.

Завершается разрез альба алевроито-песчано-глинистой пачкой, характеризующейся интенсивным ожелезнением и красными, вишневыми и коричневыми окрасками пород. Из включений отмечается растительный детрит и редко обломки раковин остракод.

Для минералогического состава альбских отложений характерно резкое преобладание кварца над полевыми шпатами. Суммарная мощность отложений составляет 254 м (по скв. №15с)

Верхний мел – K₂

Отложения верхнего мела выходят на дневную поверхность в сводовой части поднятия Карактау.

Сеноманский ярус – K_{2с}

В предгорных районах отложения сеномана с размывом перекрывают разные горизонты нижнего мела, залегая так же на породах палеозойского фундамента. В Арысской впадине и Восточных Кызылкумах разрез сеномана представляет собой переслаивание равнинно-руслowych, существенно красноцветных песчаников, гравелитов и пойменных алевролитов с углистой органикой.

По скважине №15 нижняя граница сеномана проведена условно по появлению в разрезе первого прослоя конгломератов и известковых пород, а также по ряду минералогических признаков. Верхняя граница фиксируется четко по смене красноцветного сеномана сероцветными морскими песчаниками и глинами нижнего турона. Мощность сеноманских отложений по скв. №15 составляет 162 м.

Важным признаком сеноманских отложений является их повышенная карбонатность. Верхи разреза альба и низы турона практически не содержат карбонатов. Органическими остатками сеноман беден. Встречаются редкие обуглероженные остатки растений, плохой сохранности створки пелеципод и остракод, осгонии харовых водорослей.

Туронский ярус – K_{2t}

Отложения турона подразделяются на подъярусы нижнего и верхнего турона.

Нижний турон – K_{2t1}

Отложения нижнего турона, вскрытые скважиной №15, представлены толщей светлосерых и зеленоватосерых морских глин с прослоями мелкозернистых песчаников общей мощностью 103 м. Возраст отложений установлен по сопоставлению с соседними районами (Центральные Кызылкумы, Чули), где в них установлен богатый устричный комплекс, по находкам фораминифер и споро-пыльцевому комплексу.

Верхний турон – K_{2t2}

Осадки этого возраста выделяются условно по стратиграфическому положению между фаунистически охарактеризованными отложениями нижнего турона и континентальными отложениями, содержащими нижнесенонскую фауну (за пределами Карактауской площади). В Восточных Кызылкумах отложения верхнего турона выделяются своей красноцветной окраской. Литологически они сложены равнинно-озерными алевролитами, перемежающимися с русловыми песками. В этой толще органических остатков кроме харовых водорослей не обнаружено. Мощность верхнего турона в районе месторождения около 150 м.

Сенонский надъярус – K_2sn

Сенонская толща путем региональных биоритмостратиграфических построений (Г.В. Тараборин, Т.Я. Дёмина – 1975) подразделена на три ритма первого порядка, поддающихся корреляции на всей территории Сырдарьинской впадины. В ритмах первого порядка выделяется до 5-ти и более ритмов высших порядков, обычно трудно между собой увязывающихся. Нижний ритм первого порядка коррелируется с отложениями коньяка, средний – сантона, верхний – кампана и маастрихта.

Коньякский ярус – K_2cp

Отложения коньяка на подстилающих осадках турона залегают с размывом. Они накапливались в условиях аллювиально-озерной равнины. В Восточных Кызылкумах разрез коньяка сложен преимущественно красноцветными алевролитами, песчаниками и песками общей мощностью в районе поднятия Карактау около 80 м.

Сантонский ярус – K_2s

Палеогеографическая обстановка в сантоне остается аналогичной предыдущему веку. Разрез сантона сложен гравийно-песчаными и алевроитовыми осадками, с размывом покрывающие отложения коньяка, имеют те же текстурные и структурные признаки. Окраска их розовая, малиновая, кирпично-красная. Мощность отложений сантона – 120 м. Рудовмещающей является преимущественно сероцветная пачка пород в верхней части разреза, залегающая между континентальных красноцветов нижнего сантона и подводно-надводно-дельтовых осадков кампана.

Отложения пачки представлены русловыми песками с подчиненным количеством пойменных и озерно-болотных алевролитов суммарной мощностью около 30м. Пески крупно-мелкозернистые с малым количеством глинисто-алевритистой фракции, неслоистые, реже косо- и горизонтальнослоистые. Содержание органики в песках достигает первых долей процента, карбонатность 0,3–0,5%, достигая первых процентов в

прослоях, обогащенных гороховидными карбонатными стяжениями. Мелкоземы – озерно-болотные и пойменные алевролиты, тонкозернистые песчаники внутри горизонта не выдержаны по мощности и по простираению, зачастую линзуются. Наиболее выдержан как в плане, так и в разрезе кровельный водоупор сантонского горизонта, проявленный практически на всей площади месторождения, при мощности от первых метров до 10 и более. Лишь в южной части площади отмечается фациальное замещение мелкоземов в кровле сантона тонкозернистыми песками.

Отложения кампана и маастрихта широкой полосой выходят на поверхность по периферии Карактауского поднятия, залегая несогласно на подстилающих красноцветах сантона. Стратиграфическое расчленение этих осадков вызывает большие затруднения. В районе месторождения Заречное эти отложения отчетливо подразделяются на две пачки: нижнюю – глинисто-песчаную и верхнюю – глинисто-карбонатную. Нижняя пачка общей мощностью от 130 м до 180 м представляет собой единый трансгрессивный ритм осадков: от надводно-дельтовых (на восточных флангах месторождения и в низах разреза) к подводно-дельтовым и прибрежно-морским (на западных флангах месторождения и в верхах разреза). Смещение береговой линии субмеридионального простираения в этот период происходило с запада на восток в условиях пологого побережья и внутреннего шельфа. Смена фациальных обстановок в плане весьма постепенная.

Глинисто-песчаная пачка по богатым палеологическим комплексам датируется как сенонская.

В верхней глинисто-карбонатной пачке определено большое количество пеллеципод, в том числе и рудистов, указывающих на кампан-маастрихтский возраст отложений.

В результате изучения разреза верхнего сенона в процессе поисково-оценочных и разведочных работ на месторождении Заречное с учетом данных сопоставлений разрезов по Сырдарьинской депрессии и мелко масштабных фациально-палеогеографических построений (Г.В. Тараборин – 1975, В.П. Купченко – 1980)[2] разрез нижней глинисто-песчаной пачки удалось подразделить на две, примерно равные по мощности, свиты, характеризующиеся существенными отличиями как в строении разреза, так и в литолого-фациальном его составе.

В подошве верхней свиты в подавляющем большинстве случаев картируется маломощный (несколько десятков сантиметров) базальный горизонт, содержащий глинистые окатыши, гравий кварца и кремнистых пород, обломки створок раковин, реже древесины и костей позвоночных. Этот высокоомный по электрическому сопротивлению горизонт и глинистая кровля нижней свиты мощностью до нескольких метров практически на всей площади месторождения коррелируется на графиках стандартного электрокаротажа (КС) характерными аномалиями.

Кампанский ярус – K₂cp

Отложения кампанского яруса подразделяются на два ритма до 30 м. каждый и представлены сероцветными песками с относительно маломощными прослоями алевролитов и песчаников на глинисто-алевритовом цементе. Оба ритма трансгрессивного типа и, как правило, завершаются красноцветными пойменными и сероцветными озерно-болотными мелкозернистыми мощностью 0,5–5,0, до 10 и более метров. Промежуточные водоупоры, венчающие ритмы осадконакопления более высоких порядков, широким площадным распространением не пользуются. Для них характерна небольшая протяженность в плане (50–150 м) и малая, нестабильная мощность (0,2–0,5 м, реже 2–3 м). В разрезе каждого рудовмещающего подгоризонта (ритма) кампана водоупоры составляют в сумме от 10 до 20%, т.е. 3–6 м. Пески, слагающие разрез кампана, серые, тонко-мелкозернистые, неслоистые, горизонтально- и косослоистые, хорошо сортированные, полевошпат-кварцевые, со слюдой и обрывками алевролитов и песчаников. Содержание растительной органики не превышает 2%, составляя в среднем 0,1% (в алевролитах – 0,5–0,8%), карбонатность в среднем – менее 1%, достигает первых процентов в песчаниках на карбонатном и смешанном цементах и в прослоях песков с гороховидными кальцит-доломитовыми стяжениями.

Содержание глинисто-алевритистой фракции в песках не превышает 20%.

Маастрихтский ярус – K₂m

Отложения кампана с небольшим размывом, но согласно перекрываются подводно-дельтовыми, прибрежно-морскими осадками маастрихта. Разрез маастрихта отчетливо подразделяется на две пачки: нижнюю – песчано-глинистую (50–120 м) и верхнюю – глинисто-карбонатную (14–16 м). Эти пачки условно отнесены соответственно к нижнему и верхнему отделам маастрихта.

Ритмичность в строении разреза маастрихта практически отсутствует. Очевидно, в более глубоководных условиях на достаточном удалении от побережья, нестабильность трансгрессивного режима седиментации, отчетливо отобразившаяся в строении разреза кампана, в разрезе маастрихта не проявляется. Нижняя половина разреза нижнего маастрихта сложена преимущественно (до 90–95%) песками с маломощными прослоями алевролитов, глин и песчаников. Для песчаной части разреза маастрихта характерно довольно широкое развитие маломощных (первые десятки сантиметров) линз и простоев крепких песчаников на карбонатном цементе.

Пески маастрихта мелко- и тонкозернистые палевошпат-кварцевые, часто глауконитовые с зернами фосфоритов, неслоистые и горизонтально слоистые. Содержание растительной органики и карбонатов имеет тот же порядок, что и в разрезе кампана.

Верхи разреза нижнего маастрихта (15-40 м) сложены преимущественно осадками переходной и иловой фациальных зон подводной дельты. Это серые алевроитистые глины и алевролиты (реже тонкозернистые песчаники) неслоистые и горизонтальнослоистые, обычно запесоченные глауконитовым песком.

Глинисто-карбонатная пачка, относимая в верхнему маастрихту, сложена лагунными белыми, иногда меловидными, глинистыми известняками с маломощными линзами и прослоями серовато-белёых мергелистых глин и мергелей.

Отложения маастрихта повсеместно без видимого несогласия перекрываются красноцветными алевроитистыми глина низов разреза дат-палеоцена.

2.1.3. Кайнозойские отложения

2.1.3.1. Палеогеновая система – Р

Палеогеновые отложения повсеместно развиты на площади месторождения и смыты в сводовой части поднятия Карактау. Подразделяются на дат-палеоценовые и эоценовые.

Датский ярус – палеоцен нерасчлененные – $K_2d - P_1$

К осадкам этого возраста относится пачка сульфатно-карбонатно-глинистых, преимущественно красноцветных пород, представляющих фации озерно-лагунного типа. Они повсеместно без видимого несогласия залегают на известняках верхнего маастрихта и перекрываются морскими осадками эоцена. Разрез сложен красноцветными и сероцветными глинами, часто мергелистыми или сильно известняковыми, гипсами светлосерыми или с бурокоричневым оттенком, с прослоями белесо-серых иногда окварцованных известняков. Мощность пачки 30-40 м.

Эоцен – P_2

Нижний эоцен – P_2^1

Отложения нижнего эоцена согласно залегают на дат-палеоценовых. Представлены глинами серыми и светлосерыми, алевроитистыми с редкими прослоями песчаников на глинистом цементе. Нижнеэоценовый возраст отложений установлен по споро-пыльцевым комплексам и фораминиферам. Мощность – 15-20 м.

Средний эоцен – P_2^2

Отложения этого возраста согласно залегают на нижнеэоценовых и по литологическому составу подразделяются на две пачки: нижнюю – песчано-глинистую, и верхнюю – мергелистую. Встречаются прослой, обогащенные кремнистыми и фосфоритовыми зернами и фосфатизированными костными остатками рыб. Возраст отложений устанавливается определениями фораминифер и палинологических комплексов. Мощность отложений среднего эоцена в районе месторождения 30-45 м.

Верхний эоцен – P_2^1

На мергелях среднего эоцена согласно залегает монотонная толща морских зеленовато-серых алевролитистых глин. Возраст этих отложений доказывається большим количеством определений пелеципод, гастропод, фораминифер, радиолярий, диатомовых водорослей, спор и пыльцы. Мощность верхнего эоцена в районе измеряется в широких пределах в связи с различной величиной в различных блоках преднеогенового размыва. На площади месторождения она изменяется в интервале 70-250 м.

2.1.3.2. Неогеновая система – N

На морских глинах верхнего эоцена с глубоким размывом и угловым несогласием, залегает толща красноцветных осадков неогена.

Миоцен – N_1

Отложения нижнего миоцена представлены палево-бурыми и палево-коричневыми карбонатными глинистыми алевролитами и песчаниками кварцевого состава с примесью кварцевого и кремнисто-сланцевого гравия. Для всех пород характерна повышенная гипсоносность и карбонатность. В низах разреза отмечается маломощные прослой серых глин с фауной пелеципод. Песчаники и гравелиты обычно граувакковые или полимиктовые с глинисто-карбонатно-гипсовым цементом.

Возраст рассматриваемых отложений подтверждается находками остракод, спор и пыльцы и отчасти пелеципод.

Эти отложения в районе развиты весьма широко. На поднятии же Карактау и его обрамлении они смыты в предверхнеплиоценовое время. На площади месторождения отложения миоцена отмечаются лишь на его южном и западном флангах мощностью от 0 до 90 м.

Плиоцен – четвертичные отложения – $N_2 - Q$

Нерасчлененный комплекс осадков плиоцена и низов четвертичной системы с размывом и угловым несогласием залегает на отложениях миоцена и палеогена. Это преимущественно аллювиально-пролювиальные мелкоземы

(пески, песчаники с прослоями алевролитов и гравелитов), представляющие собой продукты выравнивания и заполнения пологих обширных впадин предверхнеплиоценового рельефа. Окраски пород палевые и серо-бурые.

Возраст этих отложений устанавливается довольно условно по редким находкам пресноводных остракод и литологическим признакам по сопоставлению с аналогичными аккумуляциями, широко развитыми в Кызылкумах. Мощность этих отложений на площади месторождения Заречное изменяется от 40 до 170 м.

2.1.3.3. Четвертичная система – Q

Нерасчлененные отложения четвертичного периода покрывают всю площадь месторождения. Они представлены двумя генетическими комплексами осадков: аллювиальным и эоловым. Нижняя часть разреза (5-10 м) представлена равнинно-русовыми фациями Палеосырдарьи. Это преимущественно среднезернистые косослоистые пески буроватого цвета с маломощными прослоями светлосерых глин и алевролитов.

Верхняя часть разреза сложена рыхлыми, слабоизвестковистыми грязно-желтыми песками, лессовидными суглинками и современными эоловыми песками. Мощность 10-30 м.

2.2. Геологическая позиция месторождения и структурные условия

Месторождение Заречное входит в группу месторождений Карактауского урановорудного района Сырдарьинской урановорудной провинции, основной структурной единицей которой является Сырдарьинская депрессия – один из элементов Каратауского артезианского бассейна. Восточный борт депрессии осложнен Байркумским прогибом и горст-антиклинальным поднятием Карактау, в северо-западном обрамлении которого расположено месторождение Заречное.

Урановое оруденение локализовано в отложениях верхнего мела, выходящих на дневную поверхность в сводовой части и в обрамлении поднятия, в структурном плане представляющих собой пологую моноклираль, погружающуюся в северо-западном направлении под углом 2–5°. В этом же направлении возрастает глубина залегания рудовмещающих отложений: от 250 м - на восточном фланге месторождения и до 600 и более метров - на западном и северо-западном. На общем моноклиральном фоне прослеживаются две пересекающиеся системы крутопадающих нарушений северо-западных и северо-восточных простираний.

Характер нарушений – сбросовый, с амплитудами вертикальных перемещений в первые десятки метров, наиболее отчетливо фиксируются в сводовой части поднятия Карактау и его ближайшем обрамлении. При удалении от поднятия, с увеличением мощности пластичных осадков мела и

палеогена, нарушения модифицируются в неявные флексуроподобные структуры высших порядков, затухают и амплитуды перемещений. Непосредственно на площади месторождения бурением подтвержден Каржанбулакский разлом северо–западного простирания, с вертикальной амплитудой смещения слоев до 50м.

Породы, слагающие подрудную, рудовмещающую и надрудную части разреза, представлены слаболитифицированными образованиями мезозойско–кайнозойского возраста. Оруденение, располагающееся в проницаемых песчаных отложениях, генетически, пространственно и морфологически связано с зоной пластового окисления (ЗПО), развивающейся в верхнесенонском водоносном комплексе от отрогов северного Тянь-Шаня к Аральскому морю в напорных условиях.

Модель экзогенного пластово-инфильтрационного рудообразования, разработанная на основе изучения месторождений урана Центрально-Кызылкумской, Сырдарьинской и Шу-Сарысуйской урановорудных провинций, заключается в следующем [1]:

Инфильтрующиеся подземные воды, содержащие в растворённом виде атмосферный кислород и способные по пути продвижения выщелачивать уран из вмещающих пород, формируют в водоносных горизонтах артезианских бассейнов зоны пластового окисления, на замыкании которых в первично-сероцветных или эпигенетически-восстановленных породах формируется пластово-инфильтрационное урановое оруденение. По мере движения вод по проницаемым пластам от областей питания к области разгрузки растворённый кислород расходуется на окисление органического вещества и минералов закисного железа, содержащихся в сероцветных породах. Непосредственно за границей выклинивания зон пластовой лимонитизации, при наличии в неокисленных породах органического вещества и острого дефицита свободного кислорода, развивается анаэробная сульфатредуцирующая микрофлора, обуславливающая образование газообразных восстановителей – метана, водорода и сероводорода. Это в свою очередь приводит к снижению Ен пластовых вод до низких отрицательных значений и, как следствие, к переводу урана, мигрировавшего в воде в виде уранил – карбонатных анионов в нерастворимую 4-х валентную форму, с образованием коффинит – настурановой минерализации.

Поступление новых порций ураноносных кислородсодержащих пластовых вод из областей питания приводит к разрушению тыловых частей формируемых рудных залежей и наращиванию передовых, то есть происходит последовательное перемещение оруденения по направлению потока пластовых вод, с увеличением его масштабов.

Количество урана в руде находится в прямой зависимости от содержания его в рудоформирующих пластовых водах, длительности пластово – окислительного процесса и контрастности восстановительного геохимического барьера, водопроницаемости пород и величины

пъезометрического уклона водоносных горизонтов, состава пород. Контрастность восстановительного барьера определяется количеством углистого органического вещества во вмещающих породах или присутствием эффективных эпигенетических потенциал-понижителей, таких как термальные глубинные растворы, углеводороды, сероводород, водород, сульфиды железа.

В качестве источника урана при пластово-инфильтрационном рудообразовании рассматриваются как породы вмещающих водоносных горизонтов, так и породы областей питания, такие как углеродисто – кремнистые сланцы, магматические породы кислого состава, обогащённые ураном и коры их выветривания, а также восходящие растворы глубинной циркуляции, содержащие растворённый уран.

Исходя из предлагаемой модели рудообразования, на территории Сырдарьинской урановорудной провинции выделены зоны пластового окисления двух типов: региональные, более древние, начавшие развиваться в миоцене со стороны отрогов Тянь – Шаня, где фундамент был выведен на поверхность на раннем этапе тектонической активизации и которые сформировали большую часть месторождений, в том числе и Карактаускую группу (Заречное, Асарчик, Жауткан и др.);

Локальные (местные) зоны пластового окисления – более молодые, датируемые поздним плиоцен – антропогенном, формирование которых связано с водопитающей ролью Каратаусского хребта, к которым приурочены месторождения урана Чаян, Лунное, Кызылколь.

Все пластово-инфильтрационные месторождения Казахстана, в их числе Заречное, сформированы кислородсодержащими пластовыми водами Сырдарьинского и Шу-Сарысуйского артезианских бассейнов в сероцветных проницаемых породах осадочного чехла. Для них характерна латеральная окислительная рудоконтролирующая эпигенетическая зональность, детально изученная специалистами различного профиля – геологами, минералогами, гидрогеологами, геохимиками, микробиологами. В основу её выделения и расчленения положено поведение двух типоморфных элементов: железа, особенности геохимии которого определяет визуально наблюдаемая смена окраски пород, и урана – легко устанавливаемого изменением радиоактивности пород.

В строении зональности по направлению движения рудоформирующих пластовых вод от области питания – к областям разгрузки выделяются зоны: 1- пластового окисления, 2- уранового оруденения, 3- эпигенетически неизменных, безрудных по урану пород. Внутри каждой из зон выделяются следующие подзоны:

1.1 - подзона полного окисления, породы в которой находятся в физико – химическом равновесии с исходными кислородными пластовыми водами; минералы двухвалентного железа практически полностью замещены гидроксидами и оксидами группы гётита или гематита, что обуславливает

сплошную буровато – жёлтую, либо розовато – красную окраску пород различной интенсивности (Заречное, Асарчик).

1.2 – подзона неполного окисления, где разрушению и замещению гидроксидами трёхвалентного железа подвергаются главным образом легко окисляемые минералы-дисульфиды (пирит, марказит) и карбонаты (анкерит, сидерит), а также углистое органическое вещество. Трудноразлагаемые алюмосиликаты и гидроалюмосиликаты (биотит, глауконит, хлорит) окислены лишь частично.

1.3 – подзона частичного окисления фиксирующаяся буровато – жёлтой крапчатой окраской, с практически неизменёнными первичными минералами. Окислены лишь дисульфиды и карбонаты 2-х валентного железа (в первую очередь их мелкие выделения) и мелкий углистый детрит. Гидроксиды 3-х валентного железа образуют здесь чёткие псевдоморфозы по зёрнам пирита, обуславливая пятнистость пород.

1.4 – подзона опережающего выноса урана без окисления железосодержащих компонентов – характеризуется светло-серой и белёсо-серой окраской песчаных пород. Дисульфиды и карбонаты 2-х валентного железа не имеют признаков видимых изменений, однако уран окислен и выщелочен, что фиксируется резким сдвигом радиоактивного равновесия в сторону избытка радия.

Ширина выделенных подзон варьирует в значительных пределах в зависимости от особенностей литологической среды и интенсивности пластово – окислительного процесса и составляет на месторождении Заречное от первых десятков – до первых сотен метров.

Зона 2 - уранового оруденения характеризуется последовательным убыванием концентраций урана от границы с пластово – окисленными породами в направлении серых неизменённых пород.

2.1 – подзона богатых упорных руд древнего возраста минералообразования, где породы имеют тёмно-серую окраску в связи с их пропиткой новообразованными оксидами 4-х валентного урана, преимущественно коффинита, в ассоциации с дисульфидами 2-х валентного железа.

2.2 – подзона бедных и убогих руд по цвету практически неотличима от исходных сероцветных пород и урановая минерализация среднего возраста, представленная настураном и сорбированным ураном, устанавливается только с привлечением электронной микроскопии. Для обеих подзон (2.1 и 2.2) характерно смещение радиоактивного равновесия в сторону урана до 55 – 70 % и изотопное соотношение $U-234/U-238 > 1$.

2.3 – подзона ореола рассеяния урана визуально не отличается от безрудных сероцветных пород, но содержание в ней урана превышает фоновые, а радиоактивное равновесие здесь вновь сдвигается в сторону избытка радия (в связи с явлением опережающей диффузии этого металла), хотя и не столь резко, как в передовой части зоны пластового окисления.

3 – зона первичных, эпигенетически неизменённых пород, с фоновыми содержаниями урана и радия, незатронутыми эпигенезом минералами железа.

Окислительно – восстановительный потенциал (Eh) пластовых вод закономерно снижается по мере расхода свободного кислорода от подзоны полного окисления, где он характеризуется величинами порядка +600 - +400 мВ, к фронтальной части подзоны частичного окисления (границе выклинивания ЗПО) где значения Eh со стороны окисления имеют следующие значения:

при pH=6 - +171 мВ, при pH=7 - +121 мВ, при pH=8 - +53 мВ и при pH=9 значения потенциала Eh снижается до 0 и до – 64 мВ.

Дальнейший характер изменения окислительно – восстановительного потенциала зависит от минералого-геохимических особенностей неокисленных пород. В случае, если эти породы обеднены восстановителями (белоцветный, белёсоцветный, зеленоцветный геохимические типы) величина Eh стабилизируется на уровне +100 – 0 мВ. В породах содержащих сингенетические восстановители и имеющих низкую степень карбонатизации – отложения сероцветного первичного геохимического типа (Заречное), Eh пластовых вод в зоне уранового оруденения имеет значения от -100 до – 300 мВ. При удалении от ураноносных подзон в сторону эпигенетически неизменённых безрудных пород величина Eh пластовых вод повышается до + 50 - +100 мВ, что объясняется ослаблением деятельности анаэробных микроорганизмов.

В настоящее время в профиле эпигенетической зональности установлено накопление селена, рения, ванадия, скандия и других элементов.

Уран в кислородных пластовых водах мигрирует преимущественно в форме уранил-карбонатных анионов $\text{UO}_2(\text{CO}_2)_2^{2-}$ и $\text{UO}_2(\text{CO}_3)_3^{4-}$. При валовой концентрации уголекислоты порядка $10^{-2,5}$ моль/кг H_2O , свойственной аридноклиматическим поясам, первый из этих компонентов преобладает при pH =6,0-8,2, второй – при pH более 8,2. Эти воды, обладая высокими положительными значениями окислительно-восстановительного потенциала, как правило резко недонасыщены ураном. Поэтому он активно выщелачивается из любых пород областей питания инфильтрующихся пластовых вод, где его концентрации в среднем составляя 5×10^{-5} г/л, могут достигать $10^{-3} - 10^{-2}$ г/л.

В крупных артезианских бассейнах типа Сырдарьинского, где области питания значительно удалены от границ выклинивания ЗПО, а сам пластово – окислительный процесс имеет значительную продолжительность (первые десятки миллионов лет), роль ведущего источника урана принадлежит рудовмещающим отложениям чехла. Здесь в породах подзон полного и неполного окисления отчётливо фиксируется дефицит урана относительно сероцветных зарудных пород (1-2 г/т и менее против 3-5 г/т).

При детальном изучении концентраций урана в породах и поровых растворах так же, как и при анализе пластовых вод установлен рост

содержаний урана в поровых растворах и снижение его концентраций в породах по направлению к геохимическому барьеру. Так, в скважинах, находящихся глубоко в тыловой части ЗПО на расстоянии порядка 8-10 км от геохимического барьера, содержание урана в породе составило 1-3 г/т, в поровых растворах – 0,01-0,06 г/т породы, т.е. с учётом влажности 20% несколько более 1% от содержания урана в породе. В скважинах в передовой части зоны пластового окисления содержание урана в поровых растворах достигает первых десятых долей г/т породы (3-4% от его содержания в породе). В зоне геохимического барьера содержание урана в поровых растворах достигает 3 – 6 г/т и более, причём ореол повышенной концентрации урана развивается от геохимического барьера в сторону серых пород на расстояние до одного километра. На расстоянии 2,5 – 5 и более км от границы выклинивания ЗПО в серых безрудных породах содержание урана в поровых растворах не превышало 0,01 г/т.

2.3. История геологического развития в мезокайнозойское время

В заключительные фазы складчатости герцинского тектогенеза проявляется тенденция к общему поднятию территории. Средне-верхнепалеозойские отложения дислоцируются с образованием пологих пликативных структур, разрывов, выведением их на дневную поверхность и последующим выравниванием.

В пределах Сырдарьинской депрессии отложения триаса отсутствуют. В это время здесь существовал приподнятый пенеплен, варисские горные сооружения были сnivelированы. Сырдарьинская впадина в то время в рельефе территории не выражалась. Область аккумуляции находилась в Северо-восточном Приаралье и современном Джусалинском поднятии.

В предюрское время подвижки в зоне главного Карактауского разлома привели к образованию узких грабенообразных впадин (Леонтьевской, Даутской, Арысской, Карактауской), заполнявшихся угленосными отложениями юры. Накопление юрских отложений в прогибах Карактауской зоны разломов позволяет предполагать существование поздней мобильной области на месте Таласо-Ферганской зоны разломов с наличием валоподобных или свободных поднятий, разграничивающих локально развитые участки юрской седиментации. Интенсивность тектонических движений, довольно резко возросшая в конце триасового и начала юрского периодов, столь же быстро начала затухать.

К началу мелового времени современное пространство Сырдарьинской впадины и прилегающих территорий Центральных Кызылкумов, Джусалинского поднятия, Приташкенских Чулей представляло собой эпигерцинскую платформу. Начиная с нижнего мела, эта обширная площадь испытывает погружение с накоплением осадков в нижнемеловое время общей мощностью до 800-1000 м. Накопление их происходило в условиях

замкнутого опресненного озерного водоема, на что указывает наличие остракод, хорошая сортированность обломочного материала.

В альбе усиление нисходящих движений привело к значительной трансгрессии морского бассейна в Восточные Кызылкумы. Район Карактау представлял собой периферическую часть этого бассейна, где происходило накопление известняков и мергелей с пресноводными остракодами, с прослоями серых и темно-серых глин с морской фауной фораминифер. В позднем альбе морской бассейн отступает и возобновляется накопление континентальных красноцветов.

В течение всего этого времени поставщиками обломочного материала, заполняющего впадину, являлись окружающие ее низкорослые возвышенности, существовавшие на месте современных хр. Каратау, Чаткало-Кураминских гор, Северного Нуратау, Тамдытау, Букантау. Возвышенности были покрыты раннемезозойской корой выветривания, в значительной мере уничтоженной последующей эрозией. Влажный климат начала мелового периода был благоприятен для образования бокситов в валанжинской коре – промышленных залежей в районах Приташкентских Чулей и юго-западного погружения хр. Каратау.

В верхнемеловое время территория характеризуется значительным разнообразием палеогеографических условий и связанных с ними литолого-фациальных комплексов. Дважды за этот период (в нижнем туроне и кампане-маастрихте) практически вся территория покрывалась морем. Отдельные языки морских трансгрессий устанавливаются в Восточном Приаралье и на Джусалинском поднятии в сеномане и коньяке. Области денудации значительно расширились.

В начале сеномана на рассматриваемой территории отмечается оживление тектонических движений, подъем суши и расчленение ее рельефа. Современные Каратауское и Чаткало-Кураминское горные сооружения окаймлялись шлейфом щебнисто-гравийных красноцветных накоплений, сменявшихся на удалении от гор веерно-мелкоземистыми мусорными, преимущественно алевролитовыми, осадками с линзами разнозернистых песчаников. Стекавшими с поднятий временными водными потоками закладываются аллювиальные долины палеорек Арысь и Келес. Реки текли в западном и юго-западном направлениях. В районе современного поднятия Карактау существовал медленно прогибающийся пресноводный внутриконтинентальный бассейн (фауна тригонионид и остракод), заполнявшийся грубопесчаным и гравийно-галечным материалом.

Формирование нижнетуронских отложений связано с трансгрессией моря, самой крупной для региона в меловое время. Морской бассейн был устойчивым и сравнительно глубоководным. Придонные слои воды были заражены сероводородом (пирит, серый цвет). Накапливались преимущественно тонкие глинисто-алевритовые осадки с глауконитом, планктонными фораминиферами, обуглероженным растительным детритом.

Несмотря на широкое распространение нижнетуранского моря, продолжают существовать Карактауское, Каржантауское и Северо-Нуратинское поднятия, вдоль которых накапливались пестроцветные мелкоземистые осадки с маломощными линзовидными прослоями гравийно-галечных пород, содержащих устричную и пелециподово-гастроподовую фауну, фосфориты, глауконит, зубы акул. Суша была невысокой, интенсивность эрозионных процессов незначительной, климат теплый и влажный.

Накопление осадков верхнего турона происходило на фоне длительной регрессии, начавшейся в конце нижнего турона, сначала в условиях мелкого моря, озер, заливов, а после ухода моря осадконакопление продолжалось в депрессионных зонах на дне озерных водоемов и в руслах блуждающих рек.

Отложения коньяка накапливались в условиях аллювиально-озерной равнины с довольно крупными палеодолинами, заполнявшимися красноцветными и сероцветными песками, алевролитами, глинами. Область накопления мелководных волноприбойных осадков находилась в Восточном Приаралье.

Палеографическая обстановка в сантоне остается аналогичной предыдущему веку. Распределение осадков в разрезе и на площади контролируется структурными условиями, которые во многом унаследованы от условий коньякской седиментации.

В кампане-маастрихте море еще раз заливает значительную часть рассматриваемой территории. Оно занимает восточное побережье Аральского моря и всю центральную и южную часть Сырдарьинской впадины. Сравнительно однообразный состав переслаивающихся песчано-глинистых осадков свидетельствуют о стабильности условий и мелководном характере морского бассейна, в который с северо-востока в районе поднятия Карактау впадала Палео-Арысь. В дельте этой реки существовала обширная сеть болотных и заболачивающихся озерных водоемов. В этих водоемах и разделяющих их русловых протоках накапливалась основная масса растительной органики.

Максимальное развитие моря приходится на маастрихтское время.

В конце сеноне и дат-палеоценовое время начинается медленная регрессия моря из района Сырдарьинской впадины. На его месте остается усыхающая замкнутая лагуна, окруженная выровненной сушей. Западная часть лагуны имела более высокую соленость, восточная опреснялась водами рек, стекающих с Каратауского и Каржантауского поднятий.

Для большей части территории, в том числе для района поднятия Карактау, характерно двучленное строение разрезов: нижняя часть — красноцветные и пестроцветные карбонатные глины и алевролиты, верхняя — белые ангидриты, гипсы, доломиты.

Палеогеновое время на всей территории характеризуется новой мощной трансгрессией, в результате которой повсеместно происходит накопление

преимущественно глубоководных морских осадков и только в среднеэоценовое время на площади юго-западных предгорий хр. Каратау в результате незначительных его поднятий – прибрежно-морских песчано-глинистых отложений. Широкое развитие в последних карбонатных осадков указывает на потепление моря. Климат был субтропический, полусухой.

В неогеновое время начинается общее поднятие всего региона, включая хр. Каратау. Морской бассейн полностью исчезает и осадки палеогена с разрывом перекрываются красноцветными алевроитистыми глинами и алевролитами миоцена. Климат становится сухим и жарким. В конце плиоцена – начале древне-четвертичного времени в регионе проявляется основная, самая мощная фаза альпийского орогенеза, вызвавшая последнее интенсивное поднятие и разрушение горных сооружений и, предположительно, погружение впадин.

В четвертичное время вся территория подвергалась тектоническим подвижкам дифференцированного характера. К концу четвертичного периода в районе проявилась очередная фаза орогенеза, приведшая к площадному эрозионно-денудационному расчленению территории и формированию современного ландшафта.

В этом историческом контексте развития региона из-за довольно слабой его изученности трудно проследить развитие Карактауской структуры на каждом отдельном этапе. Однако анализ мел-палеогеновых отложений и региональных фациально-палеогеографических построений свидетельствует о следующем.

Карактауский горст, начиная с юрского и до туронского времени включительно, существовал как структура отрицательная, т.е. имел противоположный по сравнению с более поздним знак движения. Это подтверждается сохранившимися юрскими отложениями только в пределах Карактауского грабена, а в более позднее время (до турона включительно) повышенными (в 1,5 раза) мощностями нижнего и низов верхнего мела, чем на прилегающих площадях.

Начиная с сенонского времени Карактауская структура начинает испытывать поднятие и развивается до альпийского тектогенеза как конседиментационная структура, о чем свидетельствует уменьшение мощностей сенона и палеогена в ее присводовой части. В процессе альпийского тектогенеза движения происходят как по крупным разломам по периферии горста, так и возникают новые разломы северо-западного простирания, разбивая структуру на ряд более мелких блоков.

3 Рудоносность месторождения Заречное

В результате проведенных на месторождении Заречное геологоразведочных работ установлено наличие промышленного уранового оруденения в четырех ритмах верхнесенонского водоносного комплекса – маастрихтском, верхне- и нижнекампанском, верхнесантонском. (Рис. 3)

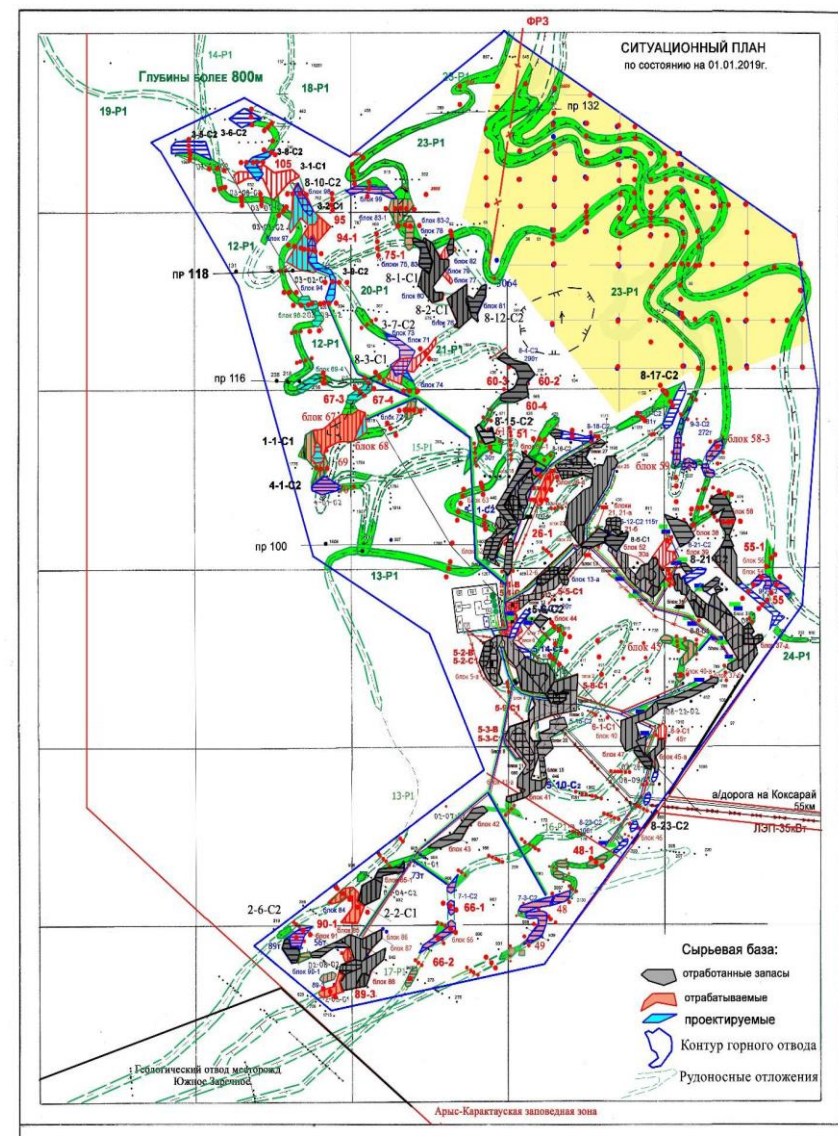


Рисунок 3 - Схема рудоносности

3.1 Минералого-геохимическая характеристика и эпигенетические изменения рудовмещающих отложений

В геологическом разрезе на месторождении Заречное от подстилающих продуктивные горизонты отложений нижнего сантона до современных

включительно установлено три основных геохимических типа пород, не подвергнутых наложенным преобразованиям:

- а) первично-красноцветные и пестроцветные породы;
- б) первично-сероцветные диагенетически восстановленные песчано-глинистые породы с углефицированной растительной органикой и сульфидами железа;
- в) карбонатные породы.

Первый геохимический тип представлен алевропелитовыми, песчаными и гравийно-песчаными образованиями сантона, повсеместно подстилающими на месторождении рудовмещающие отложения кампана. К этому же типу принадлежит пачка красноцветных глин дата и континентальная пестроцветная толща неоген-четвертичного комплекса.

Ко второму геохимическому типу на месторождении принадлежат преимущественно песчаные дельтовые отложения верхов сантона, кампанского и маастрихтского ярусов, а также морские глины и алевролиты палеогена. В дельтовых сероцветных отложениях кампана отмечаются линзующиеся прослои мощностью до нескольких метров, красноцветных алевролитов пойменного типа, являющихся результатом неустойчивости режима седиментации и обычно завершающих разрезы трансгрессивных ритмопачек. Во многих случаях эти красноцветы частично или полностью восстановлены до сероцветного и зеленовато-сероцветного состояния.

В верхах разреза маастрихта сероцветные песчаные породы иногда имеют зеленовато-серые окраски за счет присутствия глауконита.

Карбонатный геохимический тип пород представлен глинисто-карбонатной пачкой (14-16 м) верхнего маастрихта, сложенной лагунными известняками с прослоями мергелистых глин и мергелей.

На этом геохимическом фоне в результате геолого-разведочных работ на месторождении Заречное установлен ряд наложенных процессов, обусловивших комплекс эпигенетических изменений пород. Этот комплекс включает:

1. Ранние изменения окислительной направленности.
 - а) Предверхнеплиоценовое поверхностное окисление.
 - б) Преднеогеновое поверхностное окисление.
 - в) Преддатская зона лимонитизации за счет поверхностного окисления и фациального взаимодействия (желтая зона с омарганцеванием пород красноцветами дата).
 - г) Экзодиагенетическое окисление за счет неустойчивости режима седиментации (желтая зона под прослоями красноцветов в первично-сероцветном разрезе кампана).
2. Постседиментационные изменения раннего типа. Регионально развитое зеленоцветное, преимущественно глеевое восстановление первично-красноцветных накоплений – монтмориллонитово – гидрослюдистая

минеральная ассоциация бессульфидная, либо с незначительным количеством сульфидов.

3. Контрастные изменения очагового типа.

4. Поздняя зона пластового окисления в первично сероцветных диагенетически восстановленных отложениях кампана и маастрихта.

Весь этот набор эпигенетических процессов, характерный для Сырдарьинской депрессии в целом, был установлен и детально охарактеризован в 70-х годах в результате тематических исследований группы ЦГП №3 – Г.В. Тараборин, Т.Я. Дёмина[11].

Ранние изменения окислительной направленности в отношении селено-урановой минерализации стерильны. Контрастные изменения очагового типа не имеют широкого распространения и их связь с рудообразованием на месторождении не устанавливается. В нескольких единичных случаях в рудовмещающих отложениях кампана отмечена кальцит-пиритовая и гематит-кремнистая минерализация в виде послойных прожилков (1-2 см) или цемента гравийных прослоек такой же мощности.

Основным и единственным рудоформирующим процессом на месторождении Заречное установлена зона пластового окисления. Селеновое и урановое оруденение генетически с ней связано и контролируется областью ее выклинивания в сероцветных диагенетически восстановленных отложениях. Селеновая и урановая рудные зоны являются закономерными составными элементами эпигенетической геохимической зональности окислительного ряда, формирующейся на окислительно-восстановительном барьере.

В ряду окислительной зональности по потоку кислород-содержащих пластовых вод последовательно выделяются:

а) зона пластового окисления с подзонами неполного и частичного окисления;

б) рудная зона с подзонами ореола рассеяния, урановых, уран-селеновых и селеновых руд;

в) зона сероцветных неизменных пород.

Минералого-геохимическая характеристика этой зональности приводится в обратном порядке, т.е. начиная с сероцветных неизменных пород, являющихся фоном, на котором происходит развитие эпигенетического рудообразующего процесса. Окислительная зональность в рудовмещающих отложениях кампана и маастрихта по своим минералого-геохимическим особенностям не имеют существенных отличий. В связи с этим приводится единое общее ее описание.

Зона неизменных безрудных пород. Наиболее распространенным литологическим типом пород рудовмещающих горизонтов являются пески с прослоями и линзами песчаников на глинистом реже карбонатном цементе, алевролитов и глин. Пески и песчаники серые, светло-серые, белесо-серые, реже зеленовато-серые. Для алевролитов и глин характерна зеленовато-серая,

серая, темно-серая и первично-красноцветная окраска. Зеленый и более темный на сером фоне оттенок пород обусловлен неравномерно распределенными глинистым материалом и тонкораспыленной органикой.

Пески и песчаники—массивные или горизонтально- и косослоистые, тонко- и мелкозернистые, реже среднезернистые, хорошо сортированные, часто с обрывками и окатышами алевролитов и глин, иногда с примесью гравийных зерен. По составу они олигомиктовые. Кварц в них преобладает и составляет 65-80%, обломки пород – 5-12%, каолинизированные полевые шпаты встречаются в количестве 5-10%. В подчиненном количестве присутствуют хлорит, биотит, мусковит. Акцессорные минералы представлены комплексом минералов тяжелой фракции (0,0п – 1%от веса породы).

Сероцветные породы содержат углефицированные растительные остатки. Распределены они в рудовмещающих горизонтах неравномерно. Отдельные участки не содержат растительного детрита, в других он образует тонкие скопления по слоистости пород и линзовидные прослои бурых углей мощностью до 10-20 см. Содержание урана в обуглероженных растительных остатках до 0,006% селена – 0,0055%.

Цемент песчаников в разрезе кампана преимущественно глинистый, реже карбонатный (дельтовые отложения). Разрез маастрихта характеризуется большим развитием маломощных прослоев песчаников, цемент которых преимущественно карбонатный (подводно-дельтовые и прибрежно-морские осадки). Глинистый материал относительно равномерно распределяется в породах и представлен смесью гидрослюда, монтмориллонита и каолинита. Для пород кампана характерны гидрослюда (преобладает) и монтмориллонит. Каолинит в породах маастрихта и кампана присутствует в подчиненном количестве.

Карбонаты в песках и песчаниках сложены тонко- и мелкозернистыми кристаллическими агрегатами кальцита (преобладает) и доломита.

Цемент пород поровый или базально-поровый, кристаллически зернистый (характерен для карбонатного материала). Содержание марганца в карбонатных породах варьирует в интервале 0,2-2,0%.

Таблица 1 - Минералогический состав песчаных рудовмещающих пород и руд месторождения Заречное

Породообразующие и акцессорные минералы	Содержание в %		Диагенетическое и эпигенетические минералы	Содержание в %	
	В отложениях маастрихта	В отложениях кампана, сантона		В отложениях маастрихта	В отложениях кампана, сантона
1	2	3	4	5	6
Породообразующие			Диагенетические		

Кварц	70-80	65-75	Пирит	0,1-0,5	0,1-0,7
Полевые шпаты	5-7	5-10	Сфалерит	ед. з	до 0,5
Обломки пород	10-12	5-7	Галенит	ед. з	
Гирослюда	1,5-5,0 редко до 20	2-5 редко до 15-20	Кальцит	0,5-1,0 редко до 20	0,5-1,5 редко до 20
Монтмориллонит			Доломит	0,0-1,0	0,0-1,0
Каолинит			Фосфорит	0,5-1,5	0,0-1,5
Мусковит	3-5	2-3	Глауконит	1-3	0,0-1
Хлорит			Барит	-----	ед. з
Биотит					
Растительный детрит	1,0-2,0	1-3			
Акцессорные			Эпигенетические		
Турмалин	0,0п-1-2	0,0п-1-2	Коффинит	0,0п-0,1-0,2	0,0п-0,1-0,2
Ильменит			Настуран		

1	2	3	4	5	6
Лейкоксен					
Ставролит			Самородный селен	0,0п-0,п	0,0п-0,п
Гранат					
Эпидот					
Циозит			Селениды железа, никеля	ед. з	ед. з
Циркон					
Анатин					
Рутил					
Дистен			Гидроокислы железа	0,5-1,0	0,5-1,5
Пироксен					
Магнетит					
Титаномагнетит			Гидроокислы марганца	-----	до 0,5
Гидрогематит					
Лимонит					

В песках и песчаниках встречаются выделения фосфоритов в виде мелких и крупных неправильной формы обломков костей древних животных коричневого, серого и черного цвета, в которых фосфатное вещество замещает костную ткань, сохраняя клеточное строение. Реже отмечается в виде фосфатизированных зубов рыб, обломков створок раковин, выделений

округлой формы и материала, цементирующего обломочные зерна породы. Иногда замещается пиритом.

Содержание P_2O_5 в породах различных эпигенетических зон относительно равномерное. Оно меняется от 0,00 до 0,28%, редко до 0,89%, составляя в среднем 0,3-0,06%. По данным рентгеноструктурного анализа в фосфоритах устанавливается структура апатита. Содержание урана в фосфоритах составляет $(11-82) \times 10^{-4}\%$; селена – $(29-48) \times 10^{-4}\%$. Спектральными анализами в фосфоритах устанавливаются в повышенных количествах церий, лантан, иттрий, итербий, гадолиний, бериллий, марганец, никель, кобальт, стронций, медь, свинец и др[1].

Дисульфиды железа являются одним из наиболее распространенных минералов. Они представлены пиритом. Пирит образует относительно равномерную тонкую (0,01-0,1 мм) вкрапленность в породах и рудах месторождения. Встречается в виде кристаллически-зернистых агрегатов, обособленных ксеноморфных и шаровидных выделений, корочек на зернах кварца и катунах глин и псевдоморфоз по растительным остаткам и фосфоритам. Иногда пирит цементирует и корродирует зерна породообразующих минералов. По данным спектральных анализов из элементов примесей в пиритах устанавливаются никель, кобальт, медь, свинец, мышьяк (редко до 0,3%), реже молибден, цинк, серебро.

Редко в породах рудовмещающих горизонтов устанавливаются галенит, сфалерит, глауконит.

Количество железа в сероцветных песках невелико (в среднем 0,07-0,77%), повышается в ассоциации с растительным детритом до 1,87-4,20%, в песчаниках до 1,15-1,69%, в алевролитах и глинах до 2,70%. Преобладает в породах железо в двухвалентной форме, а в песках, обогащенных растительным детритом – в сульфидной.

Содержания Сорг в песках так же низкие (в среднем 0,10%), повышаются в алевролитах и глинах в среднем до 0,44-0,78%.

Содержания CO_2 для некарбонатных пород (пески, алевролиты и глины) не высокие – в большинстве случаев не превышают 0,5%; повышаются в карбонатных глинах и алевролитах до 4,18-7,35% и в карбонатных песчаниках до 14-17%[1].

По данным спектральных анализов во вмещающих породах и рудах месторождения отмечается довольно однообразный состав элементов, слагающих породообразующие, глинистые и акцессорные минералы. Содержание элементов зависит от содержания их минералов в породах и рудах. Так в карбонатных породах устанавливается повышенное содержание марганца (до 0,3-0,6%), а в рудах – урана и селена.

Концентрация урана в сероцветных безрудных породах ниже и на уровне кларковых. В близкларковых количествах присутствуют селен и молибден.

В тяжелых фракциях, в составе которых присутствуют ильменит, лейкоксен, турмалин, циркон, апатит и другие минералы, повышенные содержания марганца, хрома, ниобия и др. обусловлены примесями этих элементов в ильмените и лейкоксене. Повышенные содержания мышьяка и свинца характерны для пирита. Гафний изоморфно замещает цирконий в цирконах, фосфор присутствует в апатите и фосфоритах, бор – в турмалине, стронций и барий – в барите.

Рудная зона объединяет сероцветные породы с содержаниями урана в тысячные доли процента (ореол рассеяния) и от 0,01% и выше (подзона уранового оруденения), а также зону уран-селеновых и селеновых руд (зона выноса урана).

Урановая минерализация локализуется во всех литологических разностях рудовмещающего разреза: в песках, песчаниках на глинистом и карбонатном цементе, алевролитах и глинах.

По внешнему виду и минералогическому составу обломочного материала и цемента породы ореола рассеяния и руды не отличаются от безрудных вмещающих пород. Руды с содержаниями урана выше 0,1% визуально отличаются от вмещающих пород несколько более темной окраской, обусловленной урановой минерализацией. По содержаниям урана и селена руды месторождения Заречное рядовые и бедные.

Ореол рассеяния повсеместно окаймляет подзону урановых руд. В разрезе его мощность, обычно, не превышает нескольких десятков сантиметров; в плане достигает нескольких десятков метров. В ореоле по сравнению с предыдущей зоной несколько увеличивается содержание урана. Железо и селен остаются в количествах на уровне неизмененных пород.

Урановые и селеновые руды занимают закономерное место в рудоконтролирующей эпигенетической зональности и отличаются от безрудных сероцветных пород присутствием в межзерновом пространстве урановой и селеновой минерализации. Типоморфными минералами в рудной зоне являются настуран, коффинит и самородный селен. По содержанию железа урановые и уран-селеновые руды характеризуются по отношению к сероцветным безрудным породам значениями (0,60-0,72%), или содержание железа в них несколько повышается (0,80-1,21%) за счет формирования эпигенетических дисульфидов железа (характерно для уран-селеновых руд в тыловой части рудной зоны) [6].

В подзоне урановых руд содержанием Сорг выше, чем в безрудных породах, вероятно, в связи с избирательной локализацией урана в участках с более высокими содержаниями растительного детрита.

Зона выноса урана, приуроченная к участкам локализации селенового оруденения, развивается в сероцветных породах и фиксируется в разрезе и плане между зоной урановых руд и зоной пластового окисления. По минералогическому составу обломочного и глинистого материала она не отличается от безрудных сероцветных пород и подзоны урановых руд. Однако

окраска пород становится более светлой, белесой, в них уменьшается содержание железа и органического углерода за счет кислотного выщелачивания.

Для подзоны выноса урана характерны высокие содержания селена (до нескольких процентов), высокие значения коэффициента радиоактивного равновесия, достигающие сотен и тысяч процентов (остаточный радиевый ореол), и низкие содержания урана $(23-39) \cdot 10^{-4}\%$.

Ванадиевое оруденение так же приближено к урану в ряду окислительной зональности, но занимает зеркальную по отношению к селену позицию, располагаясь в области выклинивания ЗПО со стороны серых пород и, как и селеновое, не образует обособленных рудных залежей, а телескопирует урановые. Средние мощности ванадиевых руд, оконтуренных по бортовому содержанию 0,01%, составляют первые метры, при средних содержаниях пятиокси ванадия 0,027-0,048%[3].

Рениевое оруденение располагается в базальных горизонтах в кровле трансгрессивных микроритмов, т.е. положение его в разрезе случайно и видимой связи с урановым оруденением не имеет.

Мощности рудных интервалов не превышают 1 метра, содержания рения составляют первые граммы на тонну. Линейные параметры пласто- и линзообразных рудных тел незначительны и обусловлены морфологией рудоконтролирующих отложений.

Скандиевое и иттриевое оруденения связи с эпигенетическими окислительно-восстановительными процессами не имеют, довольно равномерно распределены в разрезе рудовмещающих отложений в сероцветной и окисленной частях и природа их, по-видимому, сингенетична.

Проведенными исследованиями удалось установить, что содержание этих элементов в породе является функцией содержания глинисто-алевролитовой фракции песков, которое, в свою очередь, определяет коэффициенты фильтрации рудовмещающих отложений.

Методами математической статистики установлена корреляционная зависимость содержаний скандия и иттрия от величины коэффициента фильтрации, описываемая уравнениями регрессии:

для скандия – $0,317 \times \text{КФ} + 9,116$;

для иттрия – $0,555 \times \text{КФ} + 24,141$.

Линейные параметры оруденения в плане и разрезе, отвечают параметрам оконтуренных урановых блоков и залежей. Содержания скандия изменяются в пределах от 1 до 25г/т, иттрия – от 2 до 20г/т, достигая в отдельных пробах 80–90г/т.

Зона пластового окисления. В ней породы окрашены в желтые, реже буро-желтые цвета разной интенсивности. Преобладают желто-белесые, белесо-желтые и желтые окраски, что обусловлено довольно низкими содержаниями пирита в окисляющихся сероцветных породах. Наиболее

интенсивно в бурые цвета окрашены породы в участках скопления дисульфидов железа и растительного детрита.

Типоморфными минералами в зоне окисления являются гидроокислы железа (гетит-гидрогетит) и коллоиды гидроокислов железа. Они образуют примазки, корочки, пленки, налеты и порошковатые скопления на обломочных зернах и пропитывают глинистый и карбонатно-глинистый цемент, встречаются в виде псевдоморфоз по пириту. Обрывки и окатыши серых глин в песчаных породах сохраняют серую окраску и в зоне пластового окисления оконтуриваются ярко-желтой или бурой каймой гетит-гидрогетита.

Биотит, хлорит и гидрослюды в зоне окисления изменены слабо. Углистый детрит псевдоморфно замещается бурыми гидроокислами железа.

Присутствие в лимонитизированных породах дисульфидов железа, железа в двухвалентной форме, органического углерода и сероцветных окатышей и обрывков алевролитов и глин указывает на то, что в пределах изученной части месторождения не установлено полностью окисленных пород.

Таким образом, в пределах месторождения установлены лишь подзоны частичного и неполного окисления.

Содержание железа в лимонитизированных породах, наиболее удаленных от выклинивания зоны окисления, несколько уменьшается до 0,61-0,62% в песках, до 0,70-0,76% в песчаниках и до 2,00-2,50% в алевролитах и глинах по сравнению с сероцветными неизмененными породами. Уменьшается в них содержание железа в сульфидной и двухвалентной форме, органического углерода. Содержание урана и селена, а также CO_2 и P_2O_5 , в зоне окисления на удалении от ее выклинивания сопоставимы с содержанием в неизмененных безрудных породах. Колебания в содержаниях железа и других компонентов находятся в прямой зависимости от содержания и распределения в породах глинистого и карбонатного материала, растительного дендрита и пирита и интенсивности их изменения.

4 Типоморфные особенности месторождения

Изученные типоморфные особенности месторождения (тектонические, лито-стратиграфические, геологические, геохимические, гидрогеологические), так и геотехнологические условия залегания рудных залежей и вмещающих их горизонтов позволили подтвердить благоприятные условия для сернокислотного метода отработки месторождения путем ПСВ. Основными показателями среди них являются: мощность и глубина залегания рудных тел и вмещающих оруденение проницаемых водоносных пород и их соотношение; морфология рудных тел и их связь с зонами пластового, меж- и внутрипластового окисления пород, содержание урана (полезного компонента) в рудах; литолого-фильтрационная характеристика пород, минеральный и химический состав руд и рудовмещающих пород; проницаемость руд и вмещающих пород; наличие и качество ограничивающих водоупоров; химический состав подземных вод. Однако, уже с начала ввода рудника Заречное в эксплуатацию, при соблюдении проектных условий, предусмотренных календарным графиком отработки месторождения, горно-подготовительными работами и последовательным вводом в эксплуатацию рудных залежей в пределах контуров утвержденных ГКЗ РК запасов (горного отвода) по утвержденной схеме вскрытия, геологи и технологи предприятия столкнулись с определенными трудностями, главные из которых связаны с неравномерностью работы геотехнологических полей скважин на разных участках месторождения.

Несмотря на детальную изученность месторождения и геотехнологических особенностей многоярусных руд роллового типа и вмещающих их пород, этих данных порой недостаточно для того, чтобы объяснить причину низких темпов отработки и вялого проведения процесса ПВ на отдельных эксплуатационных блоках. Для выявления этих причин наиболее актуальным является проведение геологического контроля или геологического сопровождения за текущим процессом добычи урана на руднике Заречное с помощью контрольного бурения. Результатом контрольного бурения служит достоверный подъем керна (не менее 75%) с последующим отбором и целевым анализом проб из рудных интервалов заданных глубин, отбиваемых по данным гамма-каротажа (ГК) [1].

Практика показывает, что геологическая и геотехнологическая обстановка на месторождении неоднородна и способна меняться от одного участка к другому, что может отражаться на работе технологических блоков. Именно по этой причине было бы эффективно проводить предварительную или опережающую оценку геотехнологических особенностей вводимых в

эксплуатацию геотехнологических блоков. Основным способом для этого должен служить план опробования, который позволит:

- оценивать каждый отрабатываемый горизонт по пробам воды и керна на стадии бурения и строительства технологических скважин в пределах нужного блока;

- оценить работу того же технологического блока по извлекаемым продуктивным растворам;

- оценить работу того же технологического блока при условии его переработки на заводе (отбор проб из технологических растворов и маточника сорбции).

Отобранные пробы в равной степени позволят изучить или определить смену литологических, гидрогеологических, геохимических, морфологических, минералогических, биологических и технологических особенностей руд, вмещающих пород и их окружение по глубинам залегания и по площади их распространения в пределах технологического блока. Безусловно, что изучение вещественного состава руд и его морфологических особенностей связаны с большим объемом отбора и анализа проб, по результатам анализа которых можно следить за ходом добычи, своевременным выявлением проблемных участков, а в случае изменения первоначального состояния геотехнологических показателей применить дополнительные виды исследований.

Для выяснения данных обстоятельств, а также для выявления изменений в вещественном составе урановых руд, появлении техногенных новообразований урана и ванадия, в том числе присутствие в них других полезных попутных компонентов и вредных примесей не только в рудах, но и в технологических растворах, были выполнены следующие работы:

- выявлены проблемные участки;
- проанализированы сведения о работе технологических скважин, ячеек и блоков, а также технологической цепочки переработки продуктивных урановых растворов;
- поднята геологическая информация из результатов разведки прошлых лет, современной доразведки и эксплоразведке, проводимой для уточнения недостающей геологической информации на новых участках;
- пробурены контрольные скважины для отбора представительных проб керна рудного материала с разных литологических разностей из проблемных закисленных участков ГТП, находящихся в отработке;
- выполнен комплекс ГИС в контрольных и технологических скважинах на проблемных участках, проведено сравнение результатов между каротажными лентами начального и фактического этапа работ;

- проведены опытные откачки и отобраны пробы пластовых вод для оценки стабильности или изменения гидрогеологических условий;
- отобраны и проанализированы химическим путем пробы выщелачивающих продуктивных растворов, промежуточных продуктов сорбционного передела и маточников сорбции.

Цель и задачи исследований предусматривали:

1. Проведение лабораторных исследований керновых проб из скважин контрольного бурения на эксплуатационных блоках с низкими темпами отработки и вялым прохождением процесса ПВ в недрах
2. Изучение вещественного состава урановых руд на предмет присутствия в них полезных попутных компонентов и вредных примесей, техногенных новообразований урана и ванадия в условиях месторождения «Заречное» (минералогические исследования).
3. Изучение химического состава пластовых вод, выщелачивающих продуктивных растворов, промежуточных продуктов сорбционного передела и маточников сорбции. Лабораторные исследования водных растворов.
4. Оценку влияния ванадия на процесс сернокислотного подземного выщелачивания урана из недр и возможностей их совместной отработки.
5. Обобщение результатов исследований проб руд и вмещающих их пород, технологических растворов (добычных ПР и маточников сорбции) о наличии попутных полезных компонентов и их возможном влиянии на экономическую ценность месторождения, о выявлении вредных примесей, их возможном влиянии на процесс ПВ в недрах и возможности совместной отработки.
6. Применение метода прямого сравнения химического анализа проб с паспортом типового химического состава руд месторождения Заречное для количественной оценки содержания минералов (в условиях отсутствия возможности проведения минералогического анализа проб).

5 Методы исследований

Стандартным набором исследований для урановых руд, выполняемым в единственной для уранщиков лаборатории филиала ЦОМЭ АО «Волковгеология», являются:

а) *для проб керна*: содержание U, Ra с расчетом коэффициента радиоактивного равновесия (Kpp), гранулометрический анализ, определение Сорг, CO₂, влажность и удельный вес руд/пород (на монолитах), в случае производственной необходимости содержание железа (Fe +2, Fe +3, Fe общ), серы (S общ, S сульф.), содержание попутных и/или редкоземельных элементов, числящихся на балансе ГКЗ (Se, сумма РЗЭ);

б) *для проб воды* (пластовых вод и/или вод, образующихся при освоении технологических скважин и пр.): сокращенный и/или полный химический анализ (СХА и ПАХ, соответственно), анализ на радиоактивность и бактериальность [1].

Дополнительным набором исследований проб керна для урановых руд являются: метод микрокристаллоскопического исследования (МКСА), атомно-эмиссионный спектрометрический (ICP) и гамма - спектрометрический анализы (лаборатория ЦОМЭ) и ренгтенофлуорес-центный энергодисперсионный анализ порошковых проб (лаборатория ТОО «Два Кей»).

Исходный материал для исследований. Для проведения исследований были задокументированы и опробованы: *три контрольные скважины*: №3418К и 3419К технологического блока 19 и скважина 3469К технологического блока 25; *три разведочных скважины* - № 3401, № 3461 и №. 3452 и 1 наблюдательная скважина №84Н на технологическом блоке 81. В целом было отобрано:

1. 43 минералого-технологические пробы на площади контрольного бурения:

- скважина 3418К - 11 проб (Табл.1);
- скважина 3419К - 11 проб;
- скважина 3469К - 14 проб;
- скважина 84Н - 7 проб.

2. 24 минералого-геохимические пробы, отобранные из керна разведочных скважин на территории разведки:

- скважина 3401 - 8 проб;
- скважина 3461 - 11 проб;
- скважина 3452 - 5 проб.

Таблица 2 - Описание литологического состава интервалов отбора проб по скважине 3418К Технологический блок 19

№ п/п	Номер геологической пробы	Интервал отбора проб (по ГИС), м	Номер минералогической пробы	Название породы
1	M3418K01	516,2-516,3	3418-516	Конгломерат полигенный известково-глинистый, катунный, с конкрециями фосфоритов, с обломками углефицированного
2	M3418K02	516,45-516,65	3418-516,5	Конгломерат полигенный глинисто-известковый, катунный, с конкрециями фосфоритов, с обломками углефицированного
3	M3418K03	516,9-517,	3418-517	Пески м/з, серые с катунными глин, с участками уплотнения (30 %), закисленные
4	M3419K04	519,0-519,	3418-519	Пески с/з, серые с катунными глин, с линзовидными участками уплотнения (до 15-
5	M3418K05	520,4-520,5	3418-520	Алеврит зеленый с корочкой окисления на поверхности, с присыпкой плотного ржавого сцементированного песка
6	M3418K06	525,05-	3418-525	Пески м/з желтые с катунными глин, закисленные
7	M3418K07	534,9-	3418-535	Пески с/з желтые с катунными глин, закисленные
8	M3418K08	535,7-	3418-536	Пески с/з желтые с катунными глин, закисленные
9	M3418K09	536,6-536,	3418-537	Пески м/з, сцементированные (уплотненные), пятнисто окисленные и (или)
10	M3418K10	543,05-543,2	3418-543	Песок серый м/з (543,05-543,15) переходит в алеврит запесоченный. Алеврит
11	M3418K11	545,5-545,8	3418-545	Песок серый средне-мелкозернистый, с обломками углефицированного
	Итого: 11	проб		

Таблица 3 - Описание интервалов отбора по скважине 3419 К
Технологический блок 19

№ п/п	Номер пробы	Интервал отбора проб (по ГИС), м	Название породы
1	M3419K01	517,2-517,4	Пески серые, закисленные
2	M3419K02	518,5-518,7	Песок серый, слюдистый с углефицированным углистым детритом (УРД)
3	M3419K03	522,65-522,85	Песок желтоватый, закисленный
4	M3419K04	523,45-523,75	Песок окисленный
5	M3419K05	525,15-525,65	Песок желтый закисленный
6	M3419K06	527,75-528,45	Песок желтоватый
7	M3419K07	529,85-530,15	Алевролит темно-серый
8	M3419K08	529,85-530,15	Песок желтоватый
9	M3419K09	530,75-531,05	Пески закисленные
10	M3419K10	534,95-535,15	Песок желтоватый закисленный
11	M3419K11	537,95-538,05	Песчаники на карбонатном цементе
	Итого: 11 проб		

Таблица 4 - Описание интервалов отбора проб по скважине 3469К
Технологический блок 25

№ п/п	Номер пробы	Интервал отбора проб (по ГИС), м	Название породы
1	3469-01	437,2-438,1	Пески серые
2	3469-02	440 - 440,2	Известняк
3	3469-03	440,2-441,4	Пески желтые, окисленные
4	3469-04	442,4 - 442,5	Алевролит
5	3469-05	443,1 -443,3	Алевролит зеленый с ракушкой
6	3469-06	443,7 - 444,0	Пески охристо-желто-коричневые, ожелезненные
7	3469-07	444,5 - 445,0	Пески светлые тускло-желтые,

8	3469-08	449,5 - 450,0	Пески светлые тускло-желтые закисленные
9	3469-09	451,6-452,1	Пески тускло-желтые закисленные
10	3469-10	452,2 - 452,5	Пески тускло-желтые
11	3469-11	454,5 - 455	Пески темно-серые с прослоями угля
12	3469-12	456,4 - 456,7	Пески светло-серые
13	3469-13	457,8 - 458,0	Прослой унифицированного растительного детрита (УРД)
14	3469-14	461,8-462,2	Пески серые
	Итого: 14	проб	

Таблица 5 - Опись минералого-технологических проб по скважине 84Н
Технологический блок 81

п/п	Номер пробы геологический	Интервал отбора проб (по ГИС), м	Название породы
1	M84H01	526,5-527,7	Серые пески
2	M84H02	527,7-529,7	Алевролит
3	M84H03	529,7-530,7	Желтые пески
4	M84H04	531,4-531,8	Серые пески
5	M84H05	531,8-532,5	Серые пески
6	M84H06	532,75-533,8	Желтые пески
7	M84H07	533,8-535,2	Алевролит
	Итого: 7 проб		

Таблица 6 - Опись минералого-геохимических проб по разведочной
скважине 3401

п/п	Номер пробы геологический	Интервал отбора проб (по ГИС), м	Название породы
1	M340101	377,7-377,85	Песок, темно-серый, м/з
2	M340102	380,15-380,35	Песок, темно-серый, м/з
3	M340103	382,5-382,7	Песок, темно-серый, м/з
4	M340104	384,2-384,3	Песок, темно-серый, м/з
5	M340105	385,4-385,5	Алевролит

6	М340106	386,9-387,0	Песок, темно-серый, м/з
7	М340107	387,0-387,1	Алевролит
8	М340108	389,5-389,7	Песок, м/з, окисленный
	Итого: 8 пр		

Таблица 7 - Описание минералого-геохимических проб по разведочной скважине 3461

№ п/п	Номер пробы	Интервал отбора проб (по ГИС), м	Название породы
1	М346101	591,0-591,5	Пески серые, м/з
2	М346102	592,5-592,8	Пески серые м/з
3	М346103	594,85-595,0	Прослой м/з песков, обогащенных унифицированным
4	М346104	595,6-596,0	Пески серые м/з
5	М346105	596,5-596,95	Пески серые м/з
6	М346106	597,45-597,95	Пески серые м/з
7	М346107	599,9-600,0	Алевролит
8	М346108	600,0-600,3	Пески желтые м/з
9	М346109	600,9-601,1	Пески желтые м/з
10	М346110	601,5-601,75	Пески желтые м/з
11	М346111	602,65-602,85	Пески желтые м/з

Таблица 8 - Описание минералого-геохимических проб по разведочной скважине 3452

№ п/п	Номер пробы	Интервал отбора проб (по ГИС), м	Название породы
1	М345201	373,8-374,1	Пески серые
2	М345202	374,6-375,1	Пески желтые
3	М346103	378,8-379,2	Пески серые

4	M345204	384,9-385,2	Пески серые
5	M345205	391,45-391,75	Пески желтые

5.1 Результаты минералого-геохимических исследований

Минералого-технологических пробы в количестве 11 проб по скважине 3418К анализировались в камеральных лабораторных условиях.

Макроскопические исследования проб на начальном этапе изучения сопровождались качественным радиометрическим контролем за уровнем радиоактивности каждой пробы и ее составных компонентов (участки уплотнения, катуны глин, прослой алевритов, обломки углефицированного растительного детрита и другое) с помощью высокочувствительной радиометрической аппаратуры (ДП-100 с пересчетным устройством ПП-16).

В перечень макроскопических характеристик керновых проб под МБС (бинокулярного стереоскопического микроскопа) были включены микрохимические исследования в виде чувствительных химических качественных реакций на установление карбонатности, а также на присутствие минералов таких элементов как U, Mo, P, Fe^{3+} , Fe^{2+} , Si и других. Но основным микрохимическим исследованием являлось испытание на установление факта сернокислотного закисления при процессе скважинного выщелачивания урана. Известно, что наличие процесса сернокислотного закисления породы легко обнаруживается качественной реакцией раствора железистосинеродистого калия $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ по появлению ярко-синего окрашивания после добавления 1-2 капель реактива к керновым пробам. При полевом микрохимическом опробовании керна скважины 3418К было установлен факт сернокислотного закисления пород. Степень закисления характеризовалась, как умеренная.

Рентгенодифрактометрические анализы проб по скважине 3418К проведены на автоматизированном дифрактометре ДРОН-3 с $\text{Cu}_{\text{K}\alpha}$ - излучением, β -фильтр. Условия съемки дифрактограмм: U=35 кВ; I=20 мА; съемка 0-20; детектор 2 град/мин. Рентгенофазовый анализ на полуколичественной основе выполнен по дифрактограммам порошковых проб с применением метода равных навесок и искусственных смесей. Определялись количественные соотношения кристаллических фаз. Интерпретация дифрактограмм проводилась с использованием данных картотеки ICDD: база порошковых дифрактометрических данных PDF2 (Powder Diffraction File) и дифрактограмм чистых от примесей минералов.

5.2 Представительность отбора минералогических проб

Контрольная скважина 3418К пробурена примерно на половине расстояния между закачной скважиной 19-15-1 и откачной - 19-2-2.

Породы в литологическом разрезе скважины 3418 образуют рыхлую песчаную толщу, вскрытая мощность керна интервала 510-540 м (40 м) с редкими маломощными прослоями плотных песчаных алевритов и конгломератов на карбонатном цементе. Рудные интервалы по данным ГИС соответствуют глубинам (в м): 516,5 - 519,5; 520,3 - 520,8; 543,4 - 543,9; 545,6 - 546,4.

Схематичный рисунок литологического разреза по контрольной скважине 3418К с гистограммой содержания урана по данным рентгеноспектрального флуоресцентного анализа (РСФА) приведен на рисунке 4, условные обозначения на рисунке 5.

Нижняя песчаная толща сформирована ураноносными серыми, темно-серыми песками с включениями псаммитового по размерности углефицированного растительного дендрита (УРД) (минералогическая проба с геологическим номером М3418К11 или с минералогическим номером 3418-545 (номер по глубине отбора). В структурном отношении урановые пески пробы 3418-545 относятся к нижнему крылу урановорудного ролла. Пески пробы 3418-545 закислены, что позволяет относить их к категории технологических проб - проб-кеков при процессе серноокислотного скважинного выщелачивания (ПСВ) урана.

Выше серых песков разрез скважины в интервале 543,25 - 525,05 м характеризуется зоной развития «желтых» песков, то есть зоной окисления песчаных пород.

По данным ГИС в этом интервале устанавливается мощный промежуток закисленных «желтых» песков. При обсуждении создавшейся ситуации было сделано предположение, что сюда «пришла» кислота из соседних блоков.

Для минералогического изучения закисленных «желтых» песков, установления возможно переотложенного урана продуктивными растворами из соседних блоков и ряда других вопросов, были отобраны 5 проб - М3418К10 (минералогический номер 3418-543), М3418К09 (минералогический номер 3418-537), М3418К08 (минералогический номер 3418-536), М3418К7 (минералогический номер 3418-535) и М3418К6 (минералогический номер 3418-525). В интервале 520,4-520,5 была отобрана проба перекрывающих «желтые пески» алевритов проба М341805 (минералогическая проба 3418-520). И, наконец, из верхнего крыла уранового ролла, для минералогического изучения было отобрано две пробы урановых серых песков - проба М3418К04 (минералогический номер 3418-519) и проба М3418К03 (минералогический номер 3418-517). В завершении опробования разреза, вскрытого скважиной 3418К, проведено опробование верхнего водоупора, представленного конгломератами с отбором двух проб:

- М3418К02 (минералогический номер 3418-516,5)
- М3418К01 (минералогический номер 3418-516).

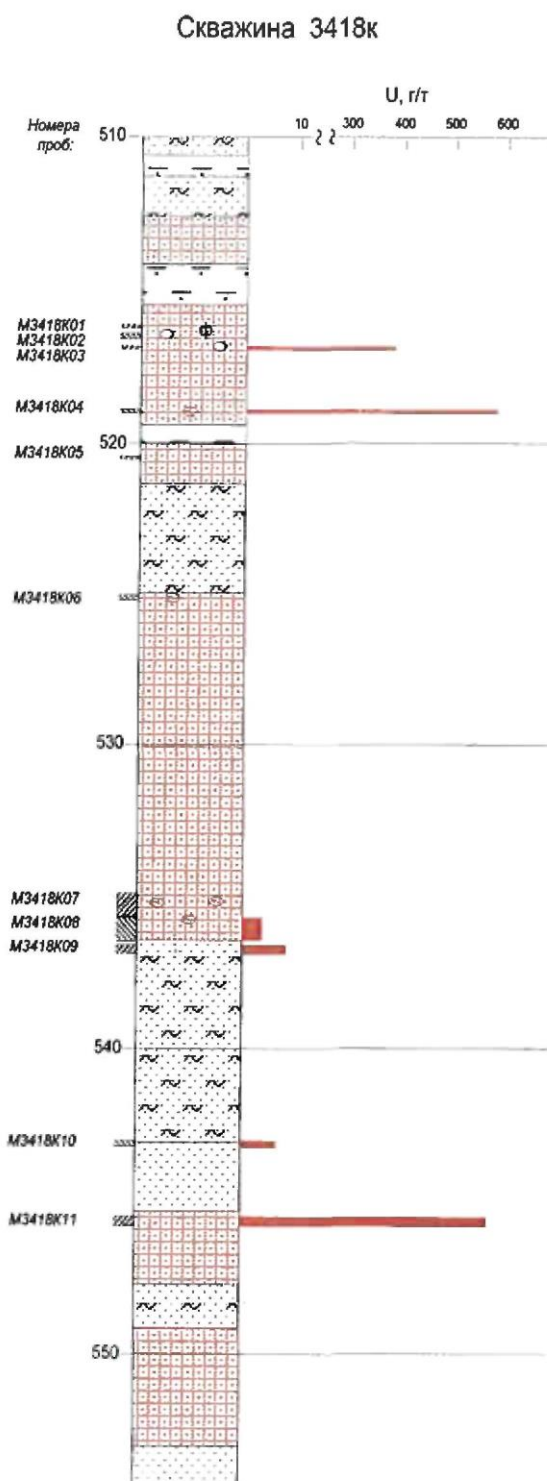


Рисунок 4 - Схема литологического разреза по контрольной скважине 3418 К технологического блока 19 месторождения Заречное с гистограммой содержаний урана в г/т по данным РСФА и интервалами закисления по данным ГИС.

Условные обозначения:



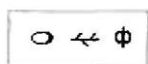
1. Пески среднезернистые.



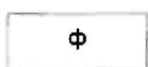
2. Пески мелкозернистые.



3. Алеврит песчаный.



4. Конгломерат полигенный катунный, с конкрециями фосфоритов, с обломками углефицированного растительного детрита (УРД).



5. Конкреции фосфоритов.



6. Признаки окисления пород (гипергенного и (или) техногенного): окислы железа, белесовость и др.



7. Катуны глин каолинит-монтмориллонитового состава.



8. Закисленные интервалы.

Рисунок 5 - Условные обозначения к рисунку 4.

5.3 Изучение вещественного состава руд и вмещающих пород

Описание минералого-технологических проб по скважине 3418К представлено снизу-вверх по разрезу. В основании разреза скважины 3418К залегают ураново-рудные пески - проба 3418-545 (М3418К011)

Проба 3418-545 (М3418К011)

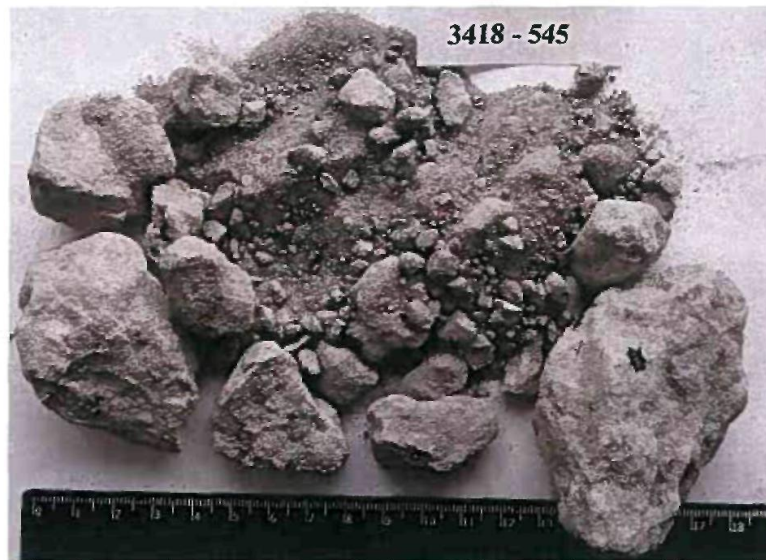


Рисунок 6. Проба 3418-545. Песок серый средне-мелкозернистый, с обломками углефицированного растительного детрита (УРД)

Пески пробы 3418-545 серые средне-мелкозернистые, с содержанием фракции 0,25-0,1 мм - 42,63 %, фракции 0,1-0,05 мм - 26,09 %, заглинизированные. Содержание тонких фракций алевритоглинистой размерности повышенное - в сумме 20,03 %. Минеральный состав фракции грубого алеврита по данным ДРОН-3 характеризуется повышенной долей монтмориллонита (30,05 %), с подчиненным количеством каолинита (3,3 %), доломита - 2,4 % (таблица 9). Для ПСВ урана содержание тонких фракций наполнителя песка в количестве 20,03 % относится к технологическому забалансу. Учитывая также, что в составе глинистых минералов преобладает монтмориллонит, пески пробы 3418-545 относятся к весьма слабо проницаемым.

5.3.1 Аналитические исследования

Результаты рентгеноспектрального флуоресцентного анализа пр. 3418-545 (г/м):

U- 565,9; Fe- 9040; Mn- 143,7; P- 530; S- 5540; V- 55; Ba- 345; Si-225310; Ca- 6430; Ti- 1966; Al- 49000; K- 40060; O 27,1; Pb- <3; Zn- <2; Cu- <3; Ni- 7,1; Sr- 112,56; Ga- 11,8; Rb- 82,1; Y- 21,96; Zr- 138,73; Nb- 7,29; Th-12,2; Br-4,78.

Результаты химического анализа (%): $S_{\text{общая}}$ - <0,1; $S_{\text{сульфатная}}$ < 0,20; CO_2 - <0,10; $C_{\text{орг}}$ - 0,014; $\text{Fe}_{\text{общ}}$ - 1,20; $\text{Fe}_{\text{закис}}$ -071; $\text{Fe}_{\text{окис}}$ -049

Таблица 8 - Результаты полуколичественного рентгенофазового анализа (РФА) кристаллических фаз фракции грубого алевроита - пр.3418-545

Минерал	Формула	Содержание, %
Кварц	SiO_2	52,4
Монтмориллонит (смактит)	$(\text{Na}, \text{Ca})_{0,3}(\text{Al}, \text{Mg})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$	30,5
Плагиоклаз (альбит)	$\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$	5,8
КПШ	KAlSi_3O_8	5,1
Слюда	$\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$	3,5
Каолинит	$\text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_5)(\text{OH})_4$	3,3
Доломит	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	2,4
Хлорит	$(\text{Mg}, \text{Fe})_5\text{Al}(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	2,6

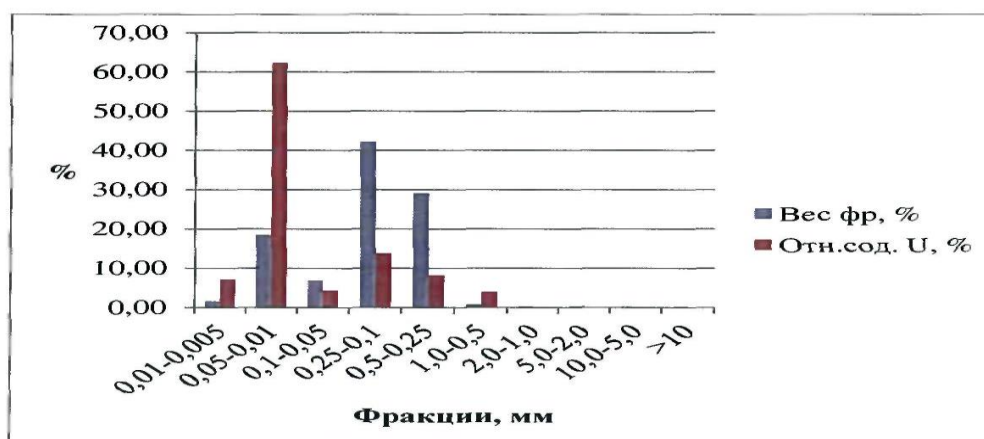


Рисунок 7 - Диаграмма распределения относительного содержания урана по гранулометрическим классам в пробе 3418-545. Содержание урана в пробе 3418-545 по данным РФА 565,9 г/т.

Пески пробы 3418-545 подвергнуты воздействию серноокислотных растворов. В интервале отбора пробы - 545,5-545,8 м

аналитически и с помощью оптической микроскопии установлены признаки сернокислотного воздействия.

По результатам СХА воды гранулометрического анализа пробы 3418-545 концентрации растворимого катиона кальция (Ca^{2+}) - 117 мг/л и сульфат-аниона (SO_4^{2-}) - 394 мг/дм³, что говорит о повышенных их содержаниях по отношению к среднефоновым содержаниям в пластовых водах месторождения (Ca^{2+} - 33 мг/дм³, SO_4^{2-} - 102 мг/дм³).

По данным хим. анализа наличие сульфат-аниона SO_4^{2-} - менее 0,20 % при содержании общей серы - 0,26 %. В солевом составе плотного остатка пробы 3418-545 в количестве 0,140% сульфатная минеральная фаза также играет основную роль (% на 100 г) (Na^+ - 0,014; K^+ - 0,00848; Ca^{2+} - 0,0110; Mg^{2+} - 0,00451; SO_4^{2-} - 0,0596; Cl^- - 0,00532) [1].

Водородный показатель плотного остатка pH=8,51 соответствует щелочной обстановке.

Содержание урана в воде гран. анализа пробы 3418-545 - 0,62 мг/дм.

Микроскопически в оптических препаратах воды при Ж:Т=6:1 наблюдается наличие водорастворимых гипсов, образование которых может быть связано только с процессами сернокислотного техногенеза. Микроскопически наблюдается повышенная роль в составе растворимых компонентов пробы 3418-545 органических веществ. Среди водорастворимых органических веществ отмечены повышенные содержания фульво- и гуминовых кислот. Следует отметить, что по данным ГИС интервал отбора пробы 3418-545 интерпретируется как закисленный.

Содержание урана в пробе 3418-545 по данным РСФА 565,9 г/т. Содержания радия в эквиваленте к урану (Ra % ЭРУ) по данным комплексного анализа – 510 г/т. Коэффициент радиоактивного равновесия рудной пробы 3418-545 равен 0,969. Руды с $K_{rp}=0,969$ относятся к равновесным урановым рудам.

Пески из интервала отбора пробы 545,5 – 545,8 м были отнесены к категории закисленных при ПСВ урана, предположительно, за счёт растекания выщелачивающих растворов из соседних технологических блоков. Основанием к принятию таких выводов послужило наблюдаемое при МКСА воды гранулометрического анализа развитие агрегатов гипса в довольно заметные количества.

Проба 3418-543 (М3418К010) представлена

Песок серый мелкозернистый с уплотнениями, заглинизированный
Пески пробы 3418-543 серые мелкозернистые, с содержанием фракции 0,25-0,1 мм - 58,99 %, фракции 0,1-0,05 мм - 15,56 %, заглинизированные. Содержание тонких фракций алевритоглинистой размерности повышенное - в сумме 20,16 %. Минеральный состав фракции грубого алеврита по данным ДРОН-3 характеризуется повышенной долей монтмориллонита (26,7 %), с подчиненным количеством каолинита (3,3 %), доломита - 2,4 % (таблица 10). Для ПСВ урана содержание тонких фракций наполнителя песка в количестве

20,16 % относится к технологическому забалансу. Учитывая также, что в составе глинистых минералов преобладает монтмориллонит, пески пробы 3418-543 относятся к весьма слабо проницаемым.

Пески пробы 3418-543 воздействию серноокислотных растворов не подвергались, то есть породы в интервале отбора пробы – 543,05-543,25 м не закислены.

Выводы подтверждаются аналитическими данными и оптическими наблюдениями методом микроскопического анализа.

В валовой пробе 3418-543 сера общая и сера сульфатная находятся в количествах ниже пороговых значений анализов, то есть соответственно, Собщая < 0,1; Ссульфатная < 0,20. Плотный остаток – 0,070 %. рН=9,20.

Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ пробы 3418-543 (г/т):

U- 6,7; Fe- 10967; Mn- 128,2; P- 520; S- 510; V- 56; Ba- 314; Si- 20692; Ca- 4310; Ti- 2213; Al- 48600; K- 42810; O 25,4; Pb- <3; Zn- 7,6; Cu- <3; Ni- 9,7; Sr- 131,98; Ga- 11,6; Rb- 94,22; Y- 15,53; Zr- 182,5; Nb- 6,63; Th- 4,5; Br- 5,8.

По результатам химического анализа %): -

S_{общая} - <0,1; S_{сульфатная} < 0,20; CO₂ - <0,10; C_{орг} - 0,014; ; Fe_{общ} - 1,20; Fe_{закис}-071; Fe_{окис}-049

Таблица 9 - Результаты полуколичественного рентгенофазового анализа (РФА)

Минерал	Формула	Содержание, %
Кварц	SiO ₂	40,7
Монтмориллонит (сметит)	(Na,Ca) _{0.3} (Al,Mg) ₂ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₁ xH ₂ O	26,7
Плагиоклаз (альбит)	Na(AlSi ₃ O ₈)	14,6
КПШ	KAlSi ₃ O ₈	5,6
Слюда	KAl ₂ (AlSi ₃ O ₁₀)(OH) ₂	5,0
Каолинит	Al ₂ (Si ₂ O ₅)(OH) ₄	3,3
Доломит	CaMg(CO ₃) ₂	2,4
Хлорит	(Mg,Fe) ₅ Al(Si ₃ Al)O ₁₀ (OH) ₈	1,7

Количество урана в воде грананализа пробы 3418-543 - 0,04 мг/дм.

Пески пробы 3418-543 воздействию серноокислотных растворов не подвергались, то есть породы в интервале отбора пробы - 543,05-543,25 м не закислены.

Выводы подтверждаются аналитическими данными и оптическими наблюдениями методом микроскопического анализа.

Проба 3418-543 (М3418К010)



Рисунок 8. Проба 3418-543.

Песок серый мелкозернистый с уплотнениями, заглинизированный

Содержание урана в пробе 3418-543 по данным РСФА 6,7 г/т. Характер распределения урана по гранулометрическим классам представлен на диаграмме рисунка 9. Основное количество урана сосредоточено в трех фракциях - в мелкозернистой фракции (0,25-0,1 мм) - 43 %, во фракции грубого алеврита (32 %) и во фракции мелкозернистого песка (0,1 - 0,05 мм) - 12 %.

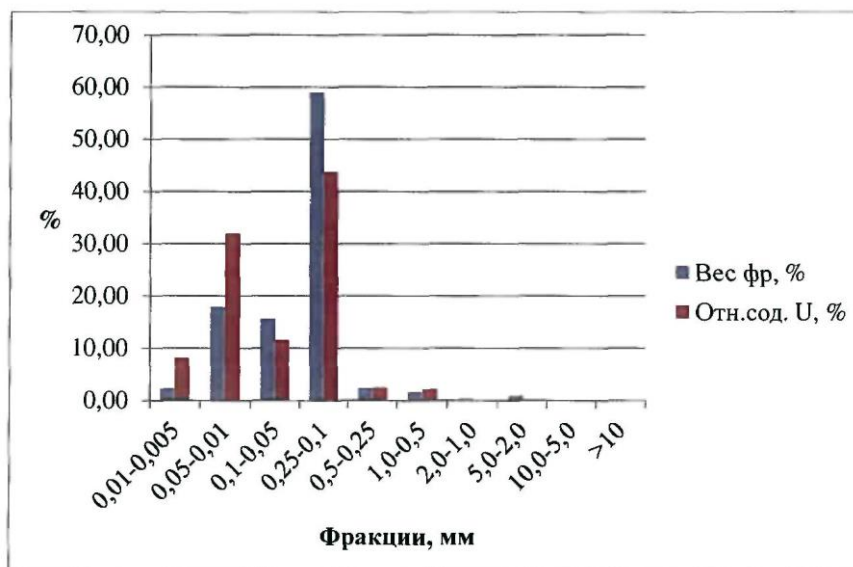


Рисунок 9. Диаграмма распределения относительного содержания урана по гранулометрическим классам в пробе 3418-543.

В валовой пробе 3418-543 сера общая и сера сульфатная находятся в количествах ниже пороговых значений анализов, то есть соответственно, $S_{\text{общая}} < 0,1$; $S_{\text{сульфатная}} < 0,20$.

По результатам СХА воды гранулометрического анализа пробы 3418-543 концентрации растворимого катиона кальция (Ca^{2+}) - 15 мг/л и сульфат-аниона (SO_4^{2-}) - 15 мг/л, что говорит об их резко низких содержаниях (ниже среднефоновых пластовых вод месторождения - Ca - 33 мг/дм³, SO_4^{2-} - 102 мг/дм³) и, соответственно, об отсутствии основных признаков сернокислотного закисления.

МКС А в водной суспензии пробы 3418-543 при Ж:Т=6:1 агрегатов гипса в воднорастворимой фракции не устанавливает. Микроскопически наблюдается повышенное количество неструктурированной водорастворимой гелеподобной органики.

Проба 3418-537 (М3418К09)

Пески пробы 3418-537 белесово-сероватые, мелкозернистые, с содержанием фракции 0,25-0,1 мм - 58,56 %, фракции 0,1-0,05 мм - 12,75 %, заглинизированные. Содержание тонких фракций алевроглинистой размерности повышенное - 22,8 %. Минеральный состав фракции грубого алевролита по данным ДРОН-3 характеризуется повышенной долей монтмориллонита (37,1 %), с подчиненным количеством каолинита (5,5 %) (таблица 11). Для ПСВ урана содержание тонких фракций наполнителя песка в количестве 22,8 % относится к технологическому забалансу. Учитывая также, что в составе глинистых минералов преобладает монтмориллонит, пески пробы 3418-537 относятся к слабо проницаемым (или непроницаемым).

Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ пробы 3418-537 (г/т):

U- 8,6; Fe- 8038; Mn- 106,6; P- 930; S- 6360; V- 65; Ba- 341; Si- 189170; Ca- 8450; Ti- 2964; Al- 47700; K- 35940; Cr- 26,8; Pb- <3; Zn- 8,7; Cu- 7,5; Ni- 11,7; Sr- 145,2; Ga- 12,3; Rb- 89,4; Y- 14,32; Zr- 188,9; Nb- 7,14; Th- 4,5; Br- 5,73.

Комплексный анализ определения Ra (% ЭРУ): Ra – 0,0043.

Химические анализы (%):

$S_{\text{общая}}$ - <0,1; $S_{\text{сульфатная}}$ < 0,20; CO_2 – 0,26; $C_{\text{орг}}$ – 0,008; ; $\text{Fe}_{\text{общ}}$ – 1,60; $\text{Fe}_{\text{закис}}$ – 0,43; $\text{Fe}_{\text{окис}}$ – 0,43.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Минералогические исследования, проведенные для керновых проб скважины контрольного бурения 3418К Технологического блока 19 с целью оценки выявления причин вялого прохождения процесса сернокислотного выщелачивания урана, позволили сделать ниже следующие выводы:

1. Руды скважины 3418К располагаются в крыльевых интервалах урановорудного ролла нижнего и верхнего горизонтов. Руды верхнего интервала – интервала закисления, представлены пробами 3418-517 с содержанием урана РСА $U=0,0387\%$ ($K_{pp}=0,2553$) – и 3418-519 - РСА $U=0,0582\%$ ($K_{pp}=0,2$). Руды нижнего крыла – проба 3418-545, незакисленные с содержанием урана - РСА $U=0,0565\%$, равновесные с радием, $K_{pp}=0,969$.

2. Проведена оценка основных факторов упорности руд. Карбонатность руд весьма незначительная, CO_2 менее $0,1\%$. Содержание алевритоглинистой составляющей (АГ) рудных песков различается – проба 3418-517 содержит повышенное количество АГ= $14,5\%$; проба 3418-519 – характеризуется низким количеством АГ – $3,78\%$, проба 3418-545 по содержанию АГ в количестве 20% близка к забалансовым рудам.

3. Установлена низкая степень сернокислотного воздействия выщелачивающих растворов на породы интервала «серых» и «желтых» песков методом «Плотного остатка». Для серых песков – в пробе 3418-517 плотный остаток = $0,0954\%$ на $100г$ породы при $pH=5,53$; в пробе 3418-519 плотный остаток = $1,1168\%$ при $pH=4,91$; для незакисленной пробы 3418-445 - плотный остаток = $0,140\%$ при $pH=8,51$. Для желтых песков – в пробе 3418-525 – плотный остаток – $0,212\%$, $pH=5,18$; в пробе 3418-535 – плотный остаток – $0,638\%$ при $pH=5,15$; в пробе 3418-536 – плотный остаток – $0,650\%$ при $pH=5,39$.

4. В практике минералогических исследований пород скважины 3418К применен метод оптических исследований – микрокристаллоскопический анализ (МКСА) водных проб, жидкостей и растворов различного происхождения, в том числе растворов – ПР и ВР и других растворов технологического передела при сернокислотном выщелачивании урана. Метод МКСА – авторский метод исследования минералогии растворов, определения компонентов минерально-солевого состава, а также установления водорастворимых органических веществ после высухания раствора. Установлена и применена практически высокая информативность метода МКСА при ПСВ урана для всех стадий геологоразведочных и геотехнологических работ.

5. Результаты оптических исследований по данным МКСА воды гранулометрического анализа проб скважины 3418К:

- Несмотря на достаточно высокие содержания урана в рудах верхнего крыла, следует отметить два фактора вялого протекания добычи урана – с одной стороны – низкий уровень сернокислотного закисления пород, с другой стороны - почти полное отсутствие геохимически активного уранконцентрирующего органического вещества.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Отчёт о результатах детальной разведки участка «Центральный» месторождения «Мынкудук» с подсчётом запасов урана (Том I-II), - 789 с.
2. Отчет о результатах работ «Разработка методики определения степени проработанности рудовмещающих пород и оценки качества выщелачивания урана при ПСВ» (Книга 1-2), стр 377.
3. Язиков В.Г., Рогов Е.И., Забазнов В.Л., Рогов А.Е. Геотехнология металлов. – Алматы: ТОО «Fortess», 2005. -394 с
4. Калабин А.И. Добыча полезного ископаемого выщелачиванием и другими геотехнологическими методами. – М.: Атомиздат, 1981. -145 с
5. Грабовников В.А. Геотехнологические исследования при разведке металлов. М.: Недра, 1983.
6. Инструкция по применению Классификации запасов к гидрогенным месторождениям урана (Дополнение к Инструкции по применению классификации запасов к месторождениям радиоактивных руд), ГКЗ РК, Астана, 2008, -296 с.
7. Мамилов В.А. Добыча урана методом подземного выщелачивания. М.: Атомиздат, 1980, - 240 с.
8. Белецкий В.И., Богатков Л.К., Волков Н.И. и др. Справочник по геотехнологии урана. //под ред. Скороварова Д.И.-М.:Энергоатомиздат, 1997
9. Глазунов И.С, Определение рациональных сеток рабочих скважин на участках ПВ по трехрядной системе. М.: ЦНИИ Атоминформ, 1974
10. Новик-Качан В.П., Губкин Н.В., Десятников Д.Т. и др. Добыча металлов способом выщелачивания. М.: Цветметинформация, 1970.
11. Шулика В.П., Вильнянский А.С., Глазунов И.С. Современное состояние подземного выщелачивания урана в капиталистических странах //Атомная техника за рубежом. 1983. № 3 С 9— 13.
12. К.Г., Грабовников В.А., Шумилин М.В., Язиков В.Г. Прогноз, поиски, разведка и промышленная оценка месторождений урана для отработки подземным выщелачиванием. Алматы» Гылым», 1997;
13. Викентьев В.А. и др. Экспертиза подсчётов запасов рудных месторождений. М.,1988;
14. Гольдштейн Р.И., Бровин К.Г., Натальченко Б.И., Шмариович Е.М. Экологическое состояние пластовых вод на инфильтрационных месторождениях урана, предназначенных для отработки подземным выщелачиванием.М.,1990;
15. Гольдштейн Р.И., Бровин К.Г., Каримов Х.К., Натальченко Б.И., Султанходжаев А.Н., Шмариович Е.М. Металлогения артезианских бассейнов Средней Азии. Ташкент, «Фан»,1992;
16. Грабовников В.А. Геотехнологические исследования при разведке металлов. М., Недра. 1983;
17. Иванов К.Е. Разработка и внедрение комплекса геофизических методов и интерпретация результатов для месторождений, отрабатываемых подземным выщелачиванием. М., 1982;

18. Иванов К.Е. Разработка геофизических методов определения фильтрационных характеристик пород и руд гидрогенных месторождений и контроля процесса ПВ. М., 1988;
19. Инструкция о содержании, оформлении и порядке предоставления отчётов в ГКЗ СССР;
20. Инструкция по гамма – каротажу при поисках и разведке урановых месторождений. М., 1987;
21. Инструкция по применению классификации запасов месторождений радиоактивных руд. ГКЗ СССР. М., 1986;
22. Каждан А.В. Методологические основы разведки полезных ископаемых. М., 1974;
23. Коган И.Д. Подсчёт запасов и геолого – промышленная оценка рудных месторождений. М., 1974;
24. Комплексы подземного выщелачивания. Под редакцией Кедровского О.Л. М., Недра, 1992;
25. Методические рекомендации по геолого – экономической оценке месторождений твёрдых полезных ископаемых. Министерство геологии и охраны недр РК, ГКЗ РК. Алматы, 1994;
26. Мамилов В.А. Добыча урана методом подземного выщелачивания. Москва. Атомиздат., 1980;
27. ОСТ 41-01-19-89. М., 1974;
28. Погребницкий Е.О. Геолого – экономическая оценка рудных месторождений. М., 1974;

ОТЗЫВ
НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ
на магистерскую диссертацию

Айхожаева Бахытбека Съезбаевича

**7M07218 – «Геология и разведка месторождений твердых полезных
ископаемых»**

На тему: «Геолого-литологические особенности прохождения сернокислотного ПВ в недрах месторождений Заречное и решения».

Тема диссертации магистранта является достаточно актуальной. В настоящее время ситуация, касающаяся добычи урана, сталкивается с различными проблемами в технологическом процессе. В работе представлены и рассмотрены причины касательно затруднения прохождения сернокислотных растворов через рудовмещающие породы. Исследовались керновые пробы из скважин контрольного бурения намеченные и выбранные на эксплуатационных блоках с низким и медленными показателями по отработке.

В основу диссертации положен богатый фактический материал по месторождению Заречное, собранный магистрантом так как сам автор является работником в данной предприятии.

Значимость диссертации заключается в выявлении вышеуказанных причин так как с данными проблемами могут столкнуться и в схожих предприятиях по добыче природного урана.

В диссертационной работе автор показал знания в части анализа керновых материалов, поиска проблем и пути их решения, продемонстрировал умение работать с научной литературой,

Работа отвечает всем требованиям, предъявляемым к магистерским диссертациям. Магистерская диссертация рекомендуется к защите и заслуживает положительной оценки, а ее автор присуждения квалификации магистра по направлению «7M07218 – Геология и разведка месторождений полезных ископаемых»

Научный руководитель
доктор PhD, лектор



(подпись)

Байсалова А.О

«22» июня 2022 г.

РЕЦЕНЗИЯ

на магистерскую диссертацию

Айхожаева Бахытбека Съезбаевича

Специальность: 7М07218 – «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых»

Магистерская диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, список использованной литературы из 28 наименований и содержит 65 страниц машинописного текста, 9 рисунков и 9 таблиц.

Тема магистерской диссертаций: Геолого-литологические особенности прохождения сернокислотного ПВ в недрах месторождений Заречное и их решения.

ЗАМЕЧАНИЯ ПО МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

Магистерская работа Айхожаева Бахытбека Съезбаевича посвящена теме подземного выщелачивания урана, исследованию керновых проб из скважин контрольного бурения на эксплуатационных блоках и проблемам вялого прохождения процесса выщелачивания. Изучение данной проблемы является актуальным вопросом при отработке урановых залежей и в будущем возможно к применению на схожих предприятиях при проявлении данных проблем на отрабатываемых блоках. В связи с чем, исследование имеет практическое и производственное обоснование. В диссертационной работе отмечены цели, задачи, применяемые методы, описаны основная часть работы и заключение. Объектом исследования было выбрано месторождение «Заречное», находящееся в Туркестанской области в которой непосредственно работает сам автор.

Есть замечание:

Согласно теме диссертаций «Геолого-литологические особенности прохождения сернокислотного ПВ в недрах месторождений Заречное и их решения» разделы посвященные к литологическим особенностям и решениям проблем с вялостью прохождения процессов выщелачивания можно было представить более развернуто.

ОЦЕНКА ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

В целом, магистерская диссертация написана грамотно, на достаточно профессиональном уровне, с четким описанием каждого раздела, освещающими все необходимые аспекты. На основании анализа данных автор сформировал выводы и предложил наиболее оптимальный вариант проведения доработки проблемных блоков со слабой отработкой.

Рецензент считает, что диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к магистерским диссертациям, приведенные выводы подтверждены соответствующими данными, а Айхожаев Бахытбек Съезбаевич заслуживает присвоения степени «магистра техники и технологий». Диссертация оценивается в 92 %.

Рецензент

Заведующий лабораторией редких и редкоземельных металлов,
Института геологических наук им. К.И. Сатпаева,
PhD

Тогизов Куаныш Серикханович

«21» июня 2022 г.

Ф КазНУТУ 706-17: Рецензия

Протокол
о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Айхожаев Бахытбек Съезбаевич

Тип работы: Магистерская диссертация

Название: Геолого-литологические особенности прохождения сернокислотного ПВ в недрах месторождений Заречное и их решения

Координатор: Байсалова А.О.

Коэффициент подобия 1: 4.38

Коэффициент подобия 2: 1.04

Замена букв: 44

Интервалы: 0

Микропробелы: 7

Белые знаки: 0

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

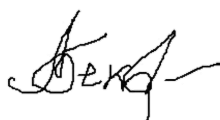
☒ обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;

☐ 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: Плагиата не обнаружено, заимствования добросовестные

17.06.2022
Дата



Подпись заведующего кафедрой

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

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

Автор: Айхожаев Бахытбек Съезбаевич

Название: Геолого-литологические особенности прохождения сернокислотного ПВ в недрах месторождений Заречное и их решения

Координатор: Байсалова А.О.

Коэффициент подобия 1: 4.38

Коэффициент подобия 2: 1.04

Коэффициент центрирования: 0

Замена букв: 44

Интервалы: 0

Микропробелы: 7

Белые знаки: 0

После анализа Отчета подобия 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.

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.

25.05.2022
Дата



Подпись Научного руководителя

СПИСОК НАУЧНЫХ ТРУДОВ
Айхожаев Бахытбек Съезбаевич

Магистранта, специальности «Геология и разведка месторождений твердых полезных ископаемых», кафедры ГСПиРМПИ, Института Геологии и Нефтегазового дела им. К. Турысова Казахского Национального Исследовательского Технического Университета им. К.И. Сатпаева

№ по п/п	Наименование	Форма работы	Выходные данные	Объем	Соавторы
1	2	3	4	5	6
Публикации в научных журналах, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки					
1	Геологические особенности урановой минерализации на месторождении Заречное	Статья	«САТПАЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ-2021» Секция «Повышение геологической изученности территории и восполнение минерально-сырьевого комплекса республики Казахстан»	3 страницы	Научный руководитель доктор PhD, лектор Байсалова А.О.

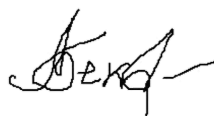
«26» мая 2022 года

Автор



Айхожаев Б.С.

Заведующий кафедрой ГСПиРМПИ



Бекботаева А.А.