

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Направление подготовки 05.03.01 Геология

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

Минералогия марганцевых руд месторождения Жезды  
(Центральный Казахстан)

Студентки 4 курса

Кузнецовой Марины Александровны

Степень образования:

Бакалавриат

Заведующий кафедрой:

д. г.-м.н, профессор Брусницын А.И.

Научный руководитель:

к.г.-м.н. доцент Перова Е.Н.

Санкт-Петербург

2020 год

## Содержание

Введение	3
Глава 1. Геологическая позиция месторождения Жезды	6
1.1. Физико-географический очерк района исследования	6
1.2. Геологическая позиция района исследования	7
1.3. Геологическое строение месторождения Жезды	8
Глава 2. Минеральная ассоциация вмещающих пород	13
Глава 3. Минеральная ассоциация марганцевых руд	26
Глава 4. Взаимоотношения минеральных фаз вмещающих пород	36
Глава 5. Взаимоотношения минеральных фаз марганцевых руд	40
Заключение и итоги работы	44
Список литературы и интернет-ресурсов	45

## Введение

Систематические геологические исследования Казахстана начались в послереволюционное время. На первых порах они касались главным образом месторождений полезных ископаемых. Геология и полезные ископаемые (месторождения меди, железа, марганца, бурого угля) Джезказганского и Карсакпайского районов описаны И. С. Яговкиным.

Во время индустриализации резко возросло комплексное геологическое изучение рудных районов в том числе и Джезказганского; огромная роль в этих исследованиях принадлежит К. И. Сатпаеву

Великая Отечественная война сосредоточила все усилия геологов на обеспечение страны стратегическим сырьем. Под руководством акад. А. Д. Архангельского и активном непосредственном участии К. И. Сатпаева была проведена решающая для того времени работа по вовлечению в эксплуатацию марганцевых руд на месторождениях Казахстана, явившихся главными поставщиками этого сырья на металлургические заводы Урала и Сибири [1].

Жездинское месторождение открыто в 1941 году. В 1942 году вблизи месторождения возник одноименный посёлок Жезды.

Разработка Жездинского месторождения имела принципиальное значение для СССР в годы Великой Отечественной войны, поскольку к 1942 году в результате немецкого наступления был потерян Никопольский марганцеворудный бассейн и нарушена железнодорожная связь с расположенным на Кавказе Чиатурским месторождением. В годы войны Жездинское месторождение выдавало более 70 % всех марганцевых руд страны. [2]

В настоящее время Жездинское месторождение законсервировано и является резервным месторождением марганцевых руд Казахстана. И хотя месторождение вводилось в промышленную эксплуатацию, исследовательских работ по составу марганцевых пород крайне мало. В целом, уточнение минерального состава марганцевых руд, может внести существенный вклад в технологию обогащения руд в процессе ввода в эксплуатацию этого месторождения.

**Целью** исследования является определение минерального состава марганцевых руд месторождения Жезды, расположенного в Центральной части респ. Казахстан.

**Задачи:**

- Сбор литературных данных о генезисе и минералогии месторождения
- Исследования минерального состава руд и вмещающих пород при помощи ряда современных методов
- Обработка и сравнение полученных результатов с имеющимися данными

Для наиболее комплексного изучения состава образцов использованы следующие **методы:**

- Оптическая микроскопия в проходящем и отраженном свете

Оборудование: оптический микроскоп «Leica»

- Рентгенофазовый анализ

Ресурсный центр «Рентгенодифракционные методы исследования» при СПбГУ

Оборудование: порошковый дифрактометр «Rigaku Miniflex - II»

Программное обеспечение: Аналитическая база данных «PDXL-2»

Условия съемки:

Элемент Co-II

Начальный угол съемки: 3° Конечный угол съемки: 120°

Шаг съемки: 0,020

Скорость счетчика: 3,0

kV = 30, mA = 15

- Электронный энергодисперсионный рентгеноспектральный микроанализ

Ресурсный центр «Геомодель» при СПбГУ

Электронный микроскоп «Hitachi» Ресурсный центр «Геомодель» при СПбГУ

**Актуальность исследования** определяется устаревшими данными о минеральном составе руд месторождения. Последние публикации по данной теме выпущены более 30-ти лет назад. За это время технологии продвинулись далеко вперед, поэтому изучение этого объекта при помощи современного оборудования предоставит гораздо более точные данные, и, возможно, ранее неизвестные.

Выражаю благодарность за помощь в подготовке ВКР своему научному руководителю – к.г.-м.н. доценту Перовой Е.Н., а также ресурсным центрам СПбГУ «Рентгенодифракционные методы исследования» и «Геомодель» за предоставление оборудования для проведения практических исследований.

1.1. Физико-географический очерк района исследования

Площадь Центрального Казахстана составляет около 800 тыс. кв. км.

Рельеф центральной части Казахстана достаточно вариативен. Отечественные исследователи выделяют среди них участки среднегорья и низкогорья, а также мелкосопочник и равнинные территории. Существенно ниже по абсолютной высоте находящаяся в этом районе Тениз-Кургальджинская впадина.

Среднегорный рельеф занимает юго-восточную часть территории. К нему относят хр. Тарбагатай. Наибольшая абсолютная высота среднегорья 2991 м – г. Джалаулы. Относительные превышения около 1200 м. Склоны хребта скалистые, но ледников на его территории практически нет.

К низкогорью относят участки низких гор, проступающие среди монотонной области мелкосопочника. На той же юго-восточной области оно представлено протяженным сильно расчлененным Чингизским хребтом с абсолютной высотой 1301 м. А также, горы Балхаш-Иртышского водораздела, высотами колеблющиеся 1340 м – 1559 м. На крайнем юго-западе – протяженная цепь гор Жаксы-Арганаты, Улутау и Кыштау (макс. абс. высота 1195 м). На крайнем северо-востоке расположены Баянаульские горы, а чуть западнее них - Еременские горы. Абсолютные высоты их не превышают тысячи метров. В северной части Центрального Казахстана располагается Кокчетавский низкогорный массив с максимальной отметкой на г. Синюха (877 м). Горный рельеф в исследуемом районе весьма различен – сопки, линейные и дугообразные гряды, амфитеатры.

Мелкосопочник занимает большую площадь территории, находясь на высоте 700-800 метров. Здесь наиболее широко представлены увалы и куполовидные сопки, реже – гряды.

Долинный и равнинный рельеф области также распространен и слагает южный и северный склоны Ишим-Балхашского водораздела, оба сильно расчлененные долинами протекающих рек. Весь север Центрального Казахстана занимает Северо-Казахская равнина, сливающаяся с Тургайской столовой страной без каких-либо перепадов высот. На крайнем юге поверхность равнин лежит на отметке 220 м над уровнем моря, а на севере опускается до 120 м.

Внушительная Тениз-Кургаджильская впадина занимает всю центральную часть западной половины Центрального Казахстана. Она протянута с востока на запад более чем

на 200 км, она занята множеством озер. Выше всего (503 м.) впадина на юге, а к северу её отметки снижаются до 300-350 м.

Речная сеть в Центральном Казахстане развита достаточно слабо, распределена по четырем бассейнам: р. Иртыш, Аральского моря, оз. Балхаш и озер в Тениз-Кургаджильской впадине. Большая часть озер на территории Центрального Казахстана располагается в пределах зон равнинного рельефа на Северо-Казахской равнине. Но также есть озера степные и горные. Питание озер в основном родниковое, не считая озер впадины – они питаются от р. Куланутпес и р. Нуры. Самый крупный озерный бассейн района – оз. Балхаш.

В целом, климат территории Центрального Казахстана из-за его глубокого положения внутри материка – более континентальный, чем на тех же широтах Русской равнины. Главные особенности климата – засушливость, малоснежная и холодная зима, короткое и жаркое лето. Малое количество атмосферных осадков в сумме с очень сильным испарением, а также сильные ветры тоже характерны для исследуемого района. Годовые температуры слегка возрастают с севера на юг. Сильные колебания температур в данной местности происходят не только по сезонам года, но и в течение суток. Наиболее холодные месяцы – январь и февраль со средними температурами -15 до -19 С, а в период прихода арктических воздушных масс достигает -42 до -50 С. Максимальные положительные температуры наблюдаются в июле – около 24 С, в особо жаркие дни – до 34-36 С.

Почвенно-растительный покров Центрального Казахстана довольно разнообразен. Типы почв сменяются по широтной зональности. Степные зоны покрыты плодородными черноземами. Значительное распространение на равнинах имеют солонцы, солончаки и лугово-болотные почвы. В Прииртышье наиболее характерны темно-каштановые почвы. В большинстве случаев, почвы пригодны для пахотных работ.

Степи и лесостепи Северо-Казахской равнины характеризуются сменой лиственных лесов и луговых степей. Ровные участки богаты разнотравьем типчаково-ковыльных степей. Выделяются среди почв лишь низкогорные области, где распространены грубые скелетные почвы под сосновыми лесами. Долины рек заняты злаково-разнотравной растительностью, кустарниками и тальником [1].

## 1.2. Геологическая позиция района исследования

С геологической точки зрения, исследуемая территория почти полностью находится в пределах Казахского щита эпигерцинской Урало-Сибирской платформы. Частично лежит на окраинах Туранской и Западно-Сибирской плит.[1]

Месторождение располагается на территории Казахского Мелкосопочника («Сары-Арка» или Центрально-Казахстанский палеозойский массив). Эта территория сложена разноориентированными блоково-складчатыми структурами и имеет мозаичное строение. Наиболее древние образования датируются 1100-2700 млн.лет (AR-PR). Это гнейсы, кристаллические сланцы, амфиболиты и кварциты, которые слагают ряд крупных антиклинорных блоков (Кокшетау, Улытау, Ерейментау).

Около половины территории исследуемого района занимают каледониды, объединяемые в Кокшетау – Северо-Тянь-Шаньскую складчатую систему. На западе и юго-западе они имеют дугообразную форму, а в центральной и северо-западной частях – разноориентированы. Терригенные, красноцветные, карбонатные осадки, а также кислые и иногда основные вулканиты девонского возраста, залегают полого. Отложения карбона и перми слагают карбонатно-терригенные (иногда угленосные) наложенные мульды.

Южную часть территории занимают герциниды Джунгаро-Балхашской складчатой системы, где преобладают кислые и средние вулканиты, образующие два крупных вулканических пояса – девонский Центрально-Казахстанский и верхнепалеозойский Прибалхашско-Илийский.

Антиклинории сложены нижнепалеозойскими кремнисто-терригенными отложениями, основными вулканитами, а синклинии – вулканогенными и карбонатно-терригенными породами девона и карбона

К палеозоидам Мелкосопочника и Джунгарского Алатау с востока присоединяются каледонские отложения Чингиз-Тарбагатайского мегаклинория, сложенного кремнистыми терригенно-вулканогенными формациями нижнепротерозойского возраста [3].

### 1.3. Геологическое строение месторождения Жезды

Месторождение Жезды приурочено к красноцветным девонским отложениям на территории Казахского Мелкосопочника.

Долгое время оно считалось единственным месторождением подобного типа, но позднее было открыто месторождение Жаксы-Котр, аналогичное Жездинскому.

Континентальные толщи, в которых располагаются рудные тела месторождения, в центральной части Казахстана подразделяются на нижнюю вулканогенно-осадочную и верхнюю красноцветную. Красноцветная толща залегает как согласно с другими породами, трансгрессивно, сменяясь вверх по разрезу породами уйтасской свиты.

Возраст красноцветной толщи принимается франским ярусом.

Вулканогенно-осадочная толща наиболее изучена в горах Кыштау, севернее Карсакпайского поднятия, в верховьях р. Улькен-Джезды, и к югу от Улутаю.

Толща слагается разногалечными, реже валунными конгломератами, аркозовыми и полимиктовыми песчаниками, алевролитами. Наиболее распространены красноцветные обломочные породы. Песчаники и алевролиты часто характеризуются косой слоистостью.

В разрезах этой толщи на окраинах Карсакпайского поднятия часто присутствуют миндалекаменные андезито-базальтовые порфириды.

Мощность вулканогенно-осадочной толщи варьирует от 3200 до 3600 м., наибольших значений достигает в окрестностях гор Улутаю. К югу мощность существенно уменьшается.

Красноцветная толща наиболее изучена в пределах Эскулинского купола и на северном погружении Карсакпайского поднятия. Она подразделяется на две самостоятельные пачки – конгломерато-песчаниковую и аркозовую. Аркозовая располагается выше по разрезу.

В более полных разрезах конгломерато-песчаниковая пачка залегает согласно вулканогенной толще и постепенно сменяется аркозовой.

Перекрывается красноцветная толща уйтаской свитой песчаников, алевролитов, аргиллитов фаменского яруса.

Конгломерато-песчаниковая пачка слагается красноцветными валунными и крупногалечными конгломератами, гравелитами и песчаниками. В подчиненном количестве алевролитами и аргиллитами. Мощность этой пачки меняется от 300 до 1300 м. Наибольшая мощность в Шагырлинском прогибе.

Аркозовая пачка состоит из гравелитов и разнозернистых аркозовых песчаников, часто содержащих линзы и прослойки галечных конгломератов. Аркозовая пачка начинается пластом мелкозернистых кварцевых песчаников, иногда залегающих трансгрессивно на всех более древних образованиях. Её мощность от первых метров до 780 м.

Как и нижележащая конгломерато-песчаниковая пачка, аркозовая пачка обладает наибольшими мощностями в Шагырлинском прогибе, а минимальными – на склонах Эскулинского купола и Карсакпайского поднятия. На месторождениях Жезды и Жаксы-Котр к основанию этой пачки приурочены пластовые залежи марганцевых руд.

Большая часть марганцевых рудопроявлений в Джезказганском районе также приурочена к аркозовой пачке.

Главная рудная залежь месторождения Жезды имеет пластообразный характер, вытянута в северо-западном направлении на 5 км. Ширина её до 1,8 км. Залежь приурочена к ядру

Жездинской антиклинали, образованной красноцветной толщей и гранитоидами ордовикского возраста. Крылья антиклинали обрываются продольными Жездинским и Агадырским сбросами.

В юго-восточной части месторождения находится изолированная изометричная пластовая залежь участка Промежуточный. К востоку располагается секущее жильное тело, приуроченное к продолжению Агадырского сброса, но оно относится уже к железо-марганцевому месторождению Найзатас. Хотя подобные этому рудные тела железо-марганцевого состава есть и на территории месторождения Жезды, в его западной части (участок Надеждинский), и связаны с разрывными нарушениями.

Пластовые рудные тела месторождения Жезды залегают в основании аркозовой пачки, полого и горизонтально. В юго-западной части территории рудный пласт залегают на гранитоидах, а в центральной – подстилается возрастающей по мощности конгломератово-песчаниковой пачкой. Стоит отметить, что рудные залежи располагаются как на более низких горизонтах красноцветной толщи, так и на гранитоидах. Это свидетельствует об их приуроченности именно к трансгрессивной аркозовой пачке.

Это также подтверждает стратиграфическая характеристика более северных районов, где рудные горизонты постепенно сменяются мелкозернистыми кварцевыми песчаниками.

Пластовые марганцевые руды характеризуются оруденением цементирующего типа и слоистой макротектурой, т.е. оруденелые слои чередуются с безрудными или бедными марганцем слоями. Мощность рудных залежей варьирует вкрест простирания.

Самые богатые руды залегают в юго-западной части месторождения. Мощность этих сплошных марганцевых руд достигает 1 метра на периферии, и 4-6 м в главном теле.

В центральной части территории, отделенной сбросами, мощность рудных залежей возрастает, иногда достигая 25-30 м. Однако, к периферии они, как правило, расщепляются и выклиниваются.

Важнейшая особенность месторождения Жезды – наличие жильных и жилообразных рудных тел. Крупные жилообразные тела массивных марганцевых руд мощностью до 30 м сосредоточены в зоне Жездинского и Карсакпайского сбросов. Амплитуда смещения по ним доходит до нескольких метров.

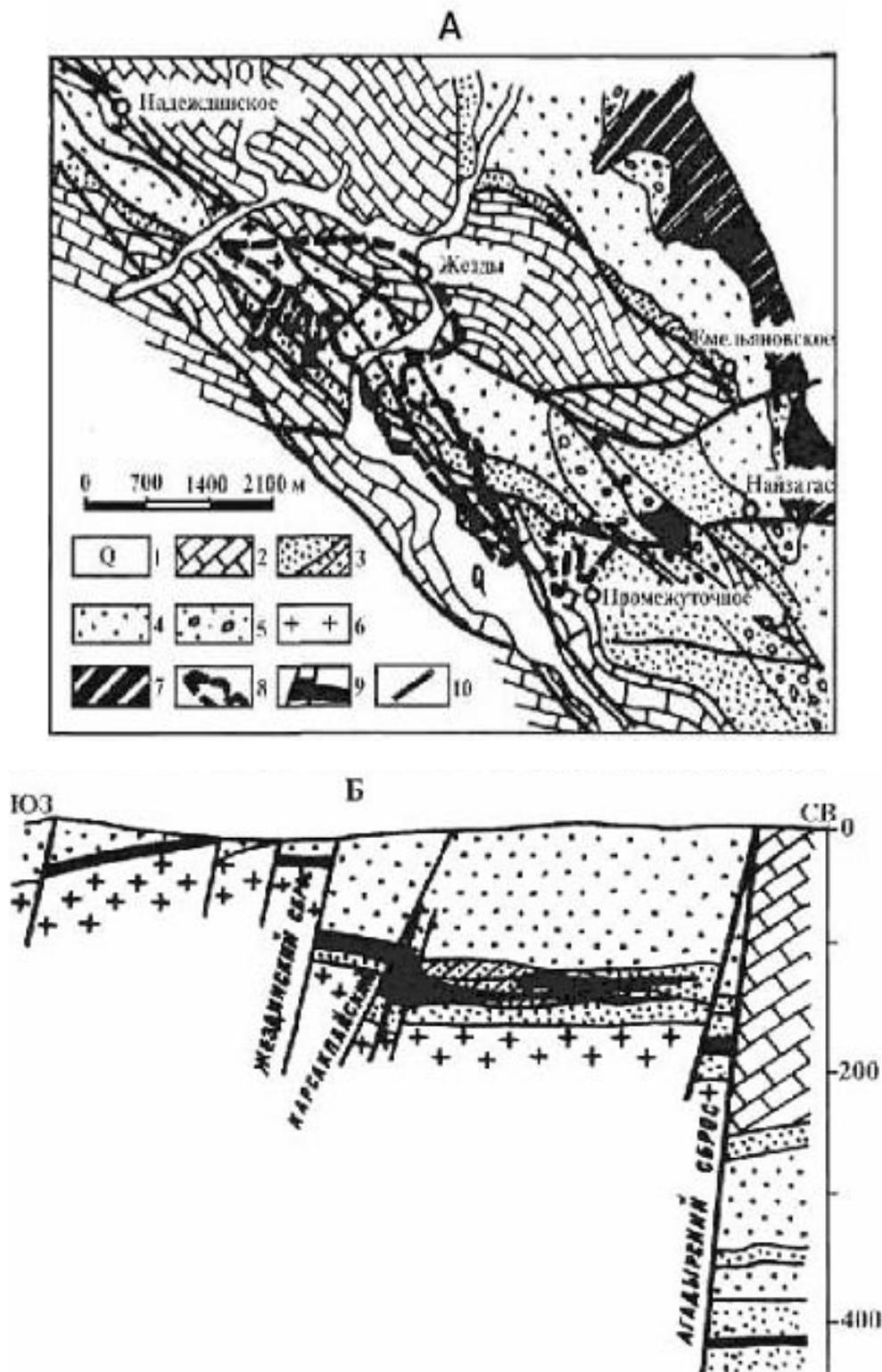


Рис. 1. Месторождение Жезды. По Ю.А. Зайцеву и др.(1967).

А – план, Б – разрез с ЮЗ на СВ.

1 – четвертичные отложения, 2 – карбонатная толща турнейского и фаменского яруса, 3 – песчаники, алевролиты, аргиллиты фамена (уйтасская свита), 4 – аркозвая пачка верхнего девона (уйтасская свита), 5 – конгломераты жездинской свиты, 6 – граниты, 7 – выступы древнего фундамента (граниты), 8 – контур рудной залежи, 9 – марганцевые руды, 10 – разрывные нарушения.

Ввиду близости месторождения Найзатас с железо-марганцевым оруденением, встречаются жилы барит-гематитового состава и жилы с коломорфным гематитом. Глубина проникновения жил составляет 30-40 м, а отдельные прожилки встречены и на 70 метров.

Положение рудных тел на месторождении Жезды приурочено к разрывным нарушениям, где контактируют конгломератово-песчаниковая пачка с породами докембрия и гранитоидами. Однако, известны случаи, когда жильные секущие тела располагаются в породах аркозовой пачки (участок Надеждинский, юго-западная часть месторождения). Но приурочены пластовые тела только к основанию этой пачки [4].

Месторождение Жезды детально разведывалось советскими геологами.

И.С. Яговкин и его единомышленники: К.И. Сатпаев, М.П. Русаков, Ф.В. Чухров, И.Н. Богданчиков, С.Ш. Сайяуллин; считали оруденение месторождения гидротермальным. А ряд других ученых, среди которых были А.С. Богатырев, А.Г. Бетехтин, А.А. Топорков, Е.А. Немов, В.Я. Ушаков и др. – защищали осадочное происхождение месторождения.

А.А. Максимов высказал предположение об инфильтрационном генезисе марганцевого оруденения на данной территории, и даже предложил выделить его в отдельный «жездинский» тип оруденения.

Стоит упомянуть, что в зависимости от главенствующих представлений на происхождение марганцевого оруденения – по-разному оценивались общие перспективы и направление поисковых работ на марганец на всей территории Центрального Казахстана [4].

## Минеральная ассоциация вмещающих пород

Вмещающие породы представлены красноцветными слабосцементированными аркозовыми песчаниками. Зерна полевых шпатов и барита являются самыми крупными компонентами размером до 2 - 2,5 мм. Порода разномзернистая, с заметной пористостью, иногда включающая в себя слабое оруденение среди обломочного материала, что обусловлено строением рудных залежей месторождения Жезды.

Главные слагающие компоненты вмещающих пород – калиевые полевые шпаты, барит, кварц, слюды, а также обломки кварцевых и полевошпатовых пород. Второстепенные - циркон, рутил. Акцессорные – монацит и апатит.

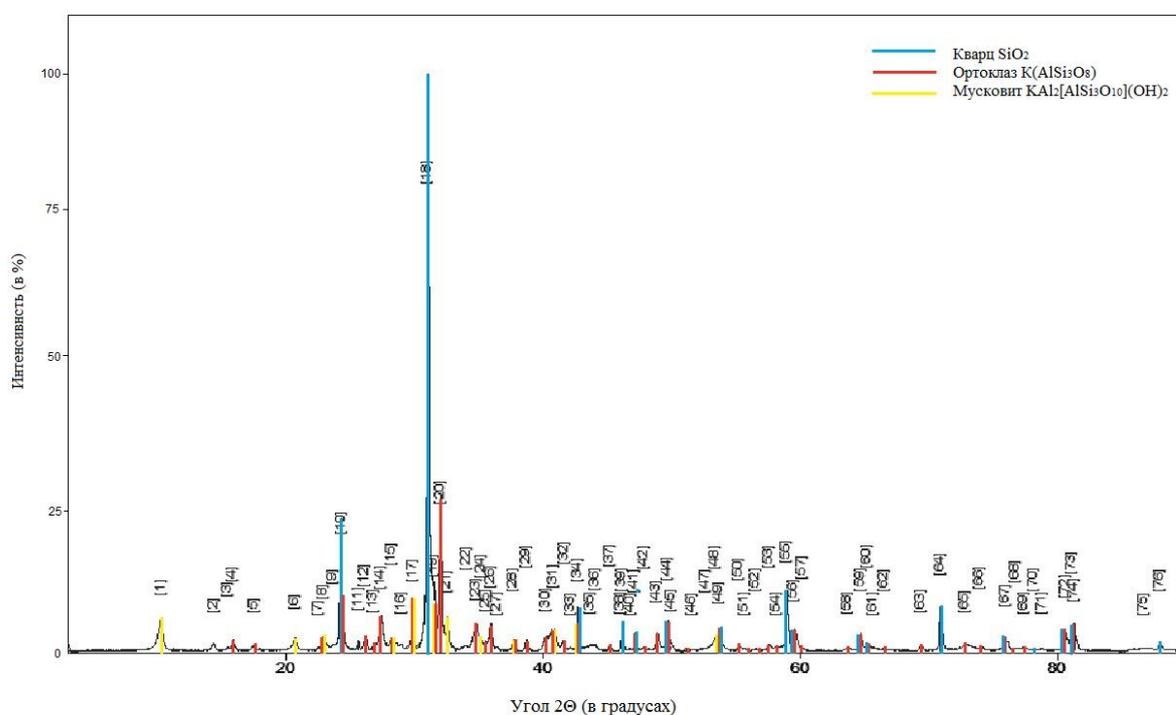


Рис. 2. Рентгенограмма образцов вмещающих пород

### Полевые шпаты

Самые крупные по размерам среди зерен вмещающих пород. Оптическая микроскопия и рентгенофазовый анализ подтвердили наличие микроклина и ортоклаза.

Красный цвет толщи аркозовых песчаников связан с микроскопическими включениями гематита в микроклине.

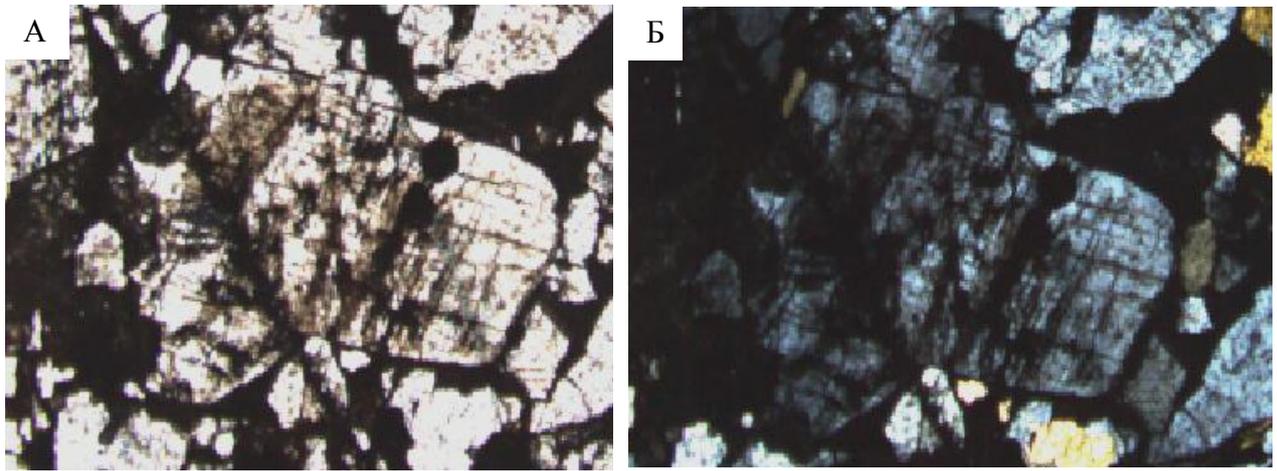


Рис. 3. Зерно микроклина во вмещающей породе в проходящем (а) и поляризованном (б) свете

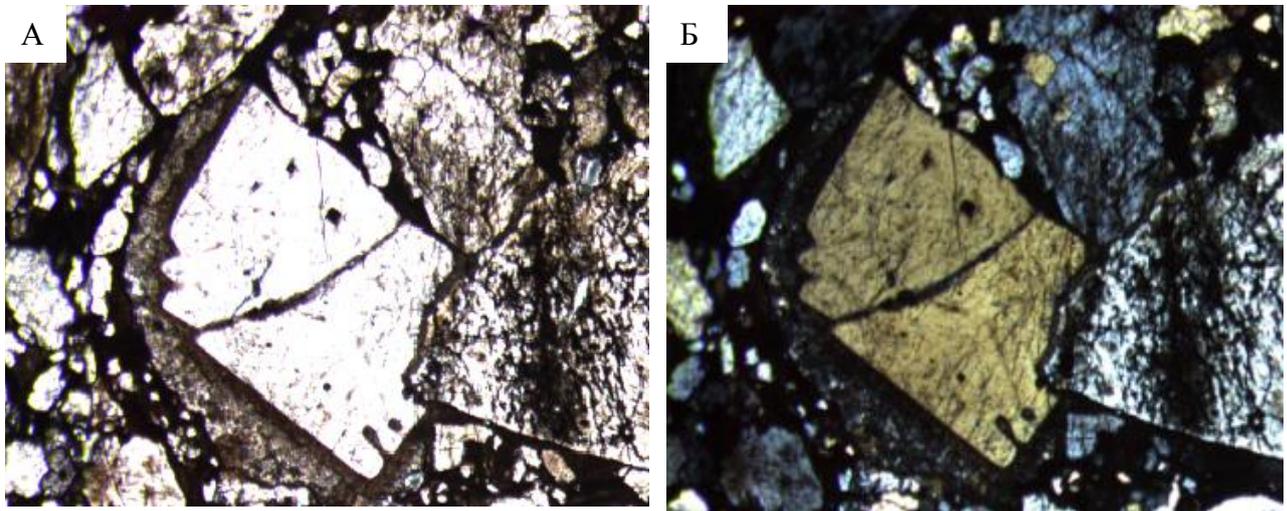


Рис. 4. Зерно ортоклаза во вмещающей породе в проходящем (а) и поляризованном (б) свете

Таблица 1.

Результаты расчета рентгенограммы ортоклаза

No	d, Å	(h,k,l)	Отн. интенсивность, %
3	6.663	(1,1,0)	3,95
4	6.499	(0,2,0)	7,30
5	5.890	(1,1,-1)	5,79
7	4.598	(0,2,1)	0,87
12	3.964	(1,1,1)	9,44
13	3.864	(2,0,0)	1,91
14	3.789	(1,3,0)	33,81
15	3.676	(1,3,-1)	21,36
17	3.477	(1,1,-2)	28,49
20	3.243	(0,4,0)	100

Таблица 2.

## Результаты расчета рентгенограммы микроклина

No	d, Å	(h,k,l)	Отн. Интенсивность, %
12	3.241	(0,4,0)	41,92
15	2.902	(0,4,1)	9,64
18	2.569	(2,2,1)	12,02

Электронный рентгеноспектральный анализ выявил наличие зерен альбита (анализы 5 и 7 в Таблице 3.).

Таблица 3.

## Химический состав полевых шпатов из вмещающих пород

Компонент	Номер анализа						
	1 (784)	2 (809)	3 (925)	4 (944)	5 (857)	6 (779)	7 (974)
Масс. %							
SiO <sub>2</sub>	64,06	66,16	63,48	65,11	63,74	69,73	66,12
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,03	19,28	18,05	18,53	17,98	19,17	18,25
Na <sub>2</sub> O	–	–	–	–	0,60	12,25	11,51
K <sub>2</sub> O	15,54	15,76	15,10	15,72	15,56	–	–
BaO	1,96	1,80	1,84	1,18	–	–	–
Сумма	100,59	103,01	98,92	100,53	97,88	100,31	95,87
Формульные единицы							
Si	2,97	2,99	2,99	3,00	3,00	3,00	3,01
Al	1,04	1,03	1,03	1,01	0,97	1,00	0,98
Сумма	3,01	4,02	4,02	4,01	3,97	4,00	3,99
Na	–	–	–	–	1,02	0,05	1,02
K	0,92	0,91	0,91	0,92	–	0,94	–
Ba	0,04	0,03	0,03	0,02	–	–	–
Сумма	0,96	0,94	0,94	0,94	1,02	0,99	1,02

*Примечание.* Формульные единицы рассчитаны для 8 атомов кислорода.

**Барит**

Зерна барита во вмещающей породе образуют таблитчатые выделения, их размер доходит до 2-3 мм. Диагностика барита подтверждена рентгенофазовым анализом.

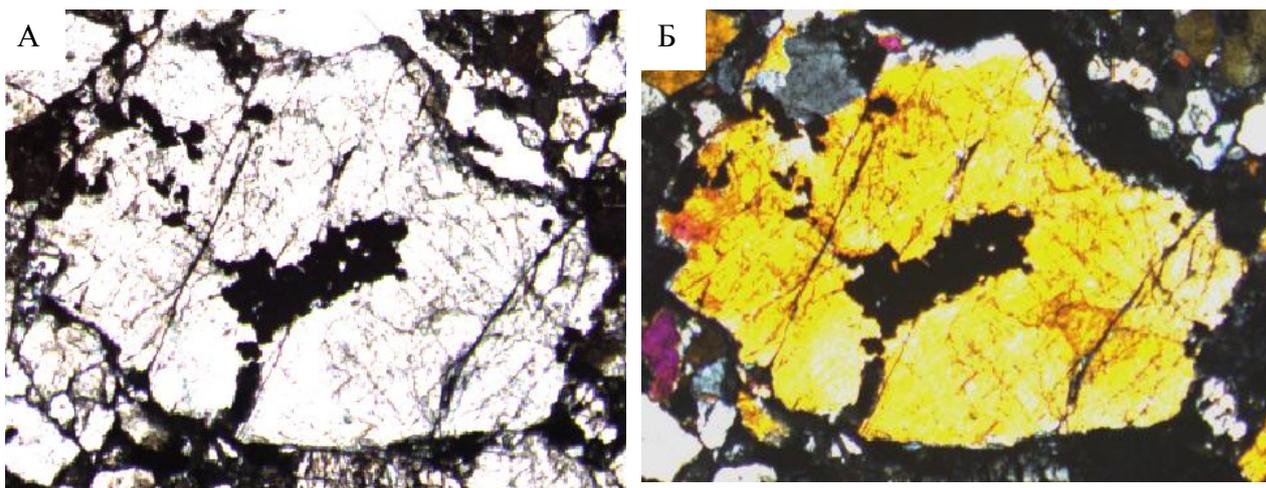


Рис. 5. Зерно барита во вмещающей породе в проходящем (а) и поляризованном (б) свете

Таблица 4.

Результаты расчета рентгенограммы барита

No.	d, Å	(h,k,l)	Отн. интенсивность, %
3	4.347	(0,1,1)	10,72
5	3.899	(1,1,1)	36,94
6	3.779	(2,0,1)	20,69
7	3.576	(0,0,2)	18,94
9	3.440	(2,1,0)	69,86
14	3.102	(2,1,1)	100,00
27	1.859	(3,0,3)	13,60

Таблица 5.

Химический состав барита из вмещающих пород мест. Жезды

Компонент	Номер анализа						
	1 (776)	2 (793)	3 (819)	4 (848)	5 (963)	6 (990)	7 (1015)
	Масс. %						
MnO	–	–	1,54	–	–	–	–
BaO	64,99	66,69	64,82	64,79	66,57	61,7	60,57
SrO	0,42	0,93	1,47	–	0,31	3,34	3,45
SO <sub>3</sub>	34,95	34,63	37,04	34,70	35,3	35,98	34,29
Сумма	100,35	102,25	104,87	99,49	102,18	101,02	98,32

Формульные единицы							
Mn <sup>2+</sup>	–	–	0,05	–	–	–	–
Ba	0,98	1,00	0,92	0,98	0,99	0,90	0,92
Sr	0,01	0,02	0,03	–	0,01	0,07	0,08
Сумма	0,99	1,02	0,95	0,98	1,00	0,97	1,00
S	1,00	0,99	1,00	1,01	1,00	1,01	1,00

*Примечание.* Формульные единицы рассчитаны для 8 зарядов.

### Минералы группы слюд

Слюды являются типичным минералом аркозовых песчаников. В образцах вмещающих пород они не менее распространены, чем полевые шпаты и барит. Диагностируются всеми методами исследования.

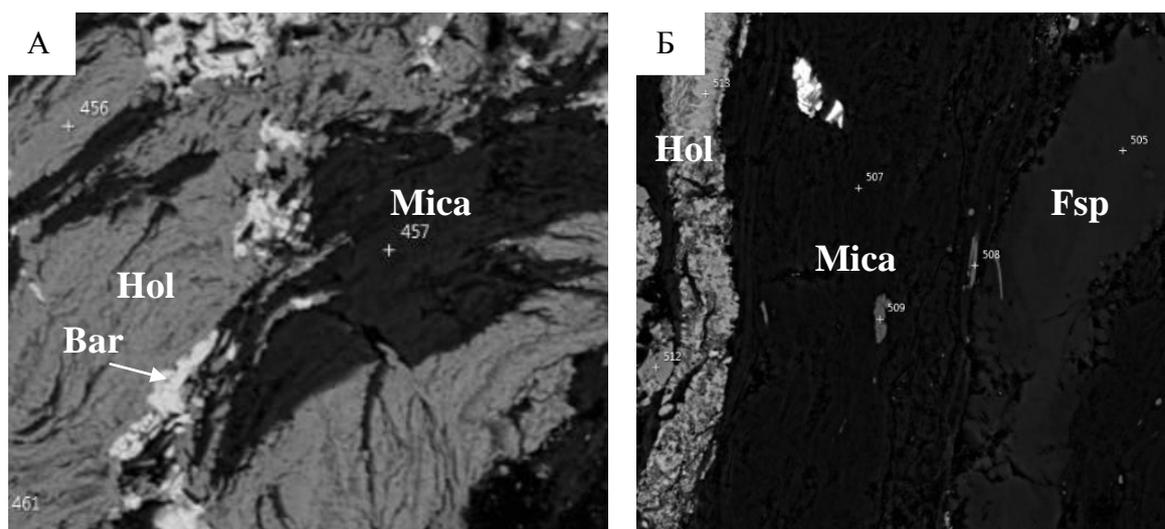


Рис. 6. Слоистые агрегаты мусковита в голландите с баритом (а) и голландит в мусковите (б). Обратные электроны.  
Mica – слюды, Fsp – пол.шпаты, Bar – барит, Hol - голландит

Что касается химического состава слюд – преобладает мусковит, но состав слюд месторождения Жезды вариативен, и почти всегда осложнен примесями магния и железа.

Таблица 6.

Результаты расчета рентгенограммы слюд

No.	d, Å	(h,k,l)	Отн. интенсивность, %
-----	------	---------	-----------------------

1	10.011	(0,0,2)	100,00
6	4.988	(0,0,4)	33,68
8	4.512	(1,1,0)	30,91
21	3.196	(1,1,4)	40,26
24	2.965	(0,2,5)	20,44
28	2.772	(1,1,-6)	14,41
48	1.991	(0,0,10)	50,52

Таблица 7. Химический состав слюд из вмещающих пород мест. Жезды

Компонент	Номер анализа					
	1 (436)	2 (470)	3 (496)	4 (527)	5 (540)	6 (559)
Масс. %						
SiO <sub>2</sub>	48,37	47,34	47,43	50,64	49,81	48,79
TiO <sub>2</sub>	0,47	0,45	–	0,28	–	–
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	27,7	24,66	30,06	24,71	25,75	24,85
FeO	3,77	3,35	1,13	3,54	2,30	3,12
MnO	1,07	1,40	1,09	0,49	0,44	0,72
MgO	1,94	2,76	1,69	3,00	2,45	2,94
CaO	–	–	–	0,27	–	–
Na <sub>2</sub> O	0,40	–	–	–	–	–
K <sub>2</sub> O	9,45	9,20	8,81	10,71	10,16	9,82
BaO	–	–	–	0,20	–	–
Сумма	93,18	89,16	90,21	93,86	90,91	90,24
Формульные единицы						
K	0,83	0,84	0,78	0,94	0,90	0,89
Na	0,05	–	–	–	–	–
Ca	–	–	–	0,02	–	–
Ba	–	–	–	0,01	–	–
Сумма	0,88	0,84	0,78	0,97	0,90	0,89
Al (VI)	1,58	1,50	1,77	1,47	1,60	1,52
Ti	0,02	0,02	–	0,01	–	–
Mn	0,06	0,09	0,06	0,03	0,03	0,04
Mg	0,20	0,30	0,18	0,31	0,25	0,31
Fe <sup>2+</sup>	0,22	0,20	0,07	0,20	0,13	0,18

Сумма	2,08	2,11	2,08	2,02	2,01	2,05
Al (IV)	0,67	0,59	0,70	0,53	0,52	0,55
Si	3,33	3,41	3,30	3,47	3,48	3,45
Сумма	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00

*Примечание.* Формульные единицы рассчитаны для 22 зарядов.

Более наглядно состав слюд месторождения Жезды можно изобразить на треугольной диаграмме распределения.

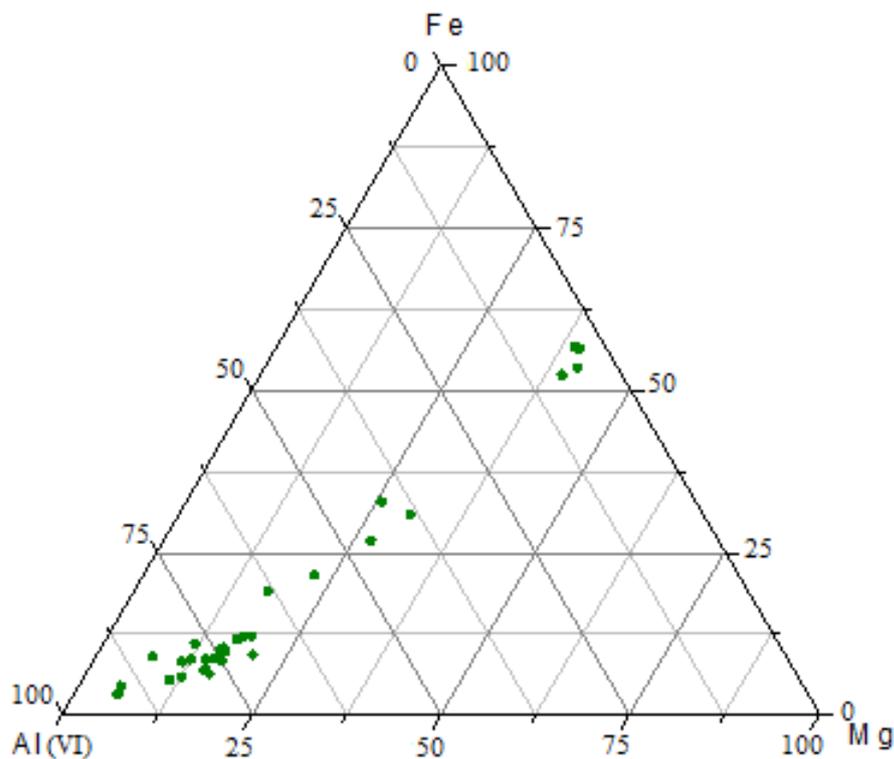


Рис 7. Треугольная диаграмма распределения минералов группы слюд по Al(VI)-Fe-Mg

### Кварц

Зерна кварца меньше по размерам, чем зерна барита и полевых шпатов, однако их процент от объема всей породы достаточно велик.

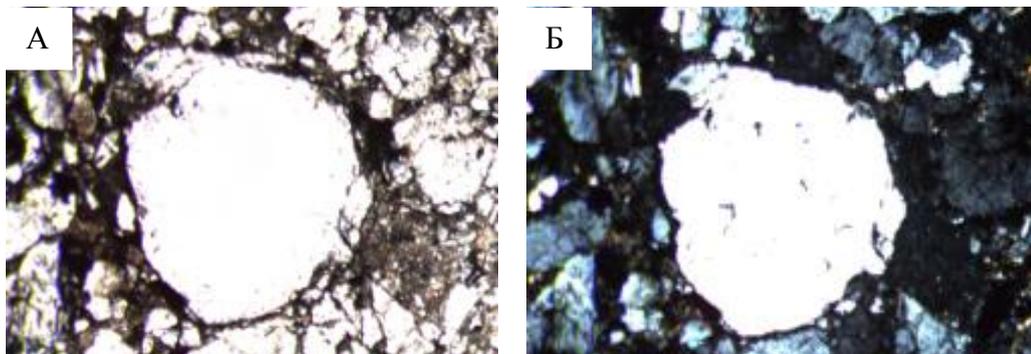


Рис. 8. Зерно кварца во вмещающей породе в проходящем (а) и поляризованном (б) свете

Таблица 8.

Результаты расчета рентгенограммы кварца

No.	d, Å	(h,k,l)	Отн. интенсивность, %
10	4.262	(1,0,0)	27.56
18	3.348	(0,1,1)	100.00
34	2.458	(1,1,0)	7.02
39	2.283	(1,0,2)	4.15
41	2.238	(1,1,1)	2.62
44	2.129	(2,0,0)	5.81
49	1.981	(2,0,1)	2.00
55	1.819	(1,1,2)	10.69
56	1.803	(0,0,3)	7.95
59	1.672	(0,2,2)	4.23
60	1.660	(0,1,3)	1.64
64	1.542	(1,2,1)	8.86

## Циркон

Зерна цирконов встречаются довольно часто, имеют геометрически правильную форму. Встречаются, как во вмещающих породах, так и в рудах, так как в них всегда присутствует доля от обломочной части аркозовых песчаников. По химическому составу достаточно чистые, захватывают малую долю примесей минералов, в которых кристаллизованы.

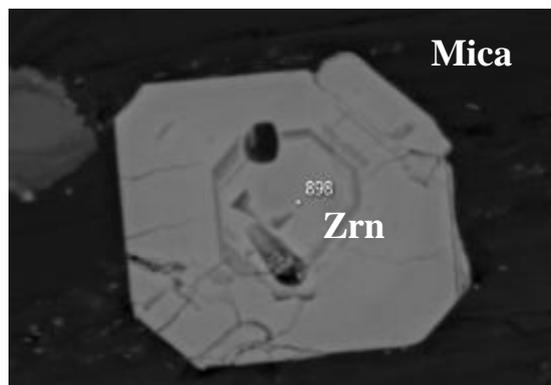
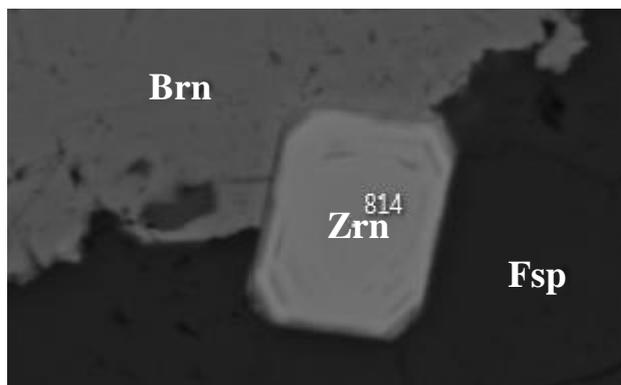


Рис. 9. Зерна циркона в породе. Обратные электроны.  
Zrn - циркон, Fsp – пол.шпаты, Миса – слюды, Brn - браунит

Таблица 9.

Химический состав цирконов из вмещающих пород мест. Жезды

Компонент	Номер анализа						
	1 (814)	2 (841)	3 (875)	4 (923)	5 (930)	6 (951)	7 (977)
Масс. %							
SiO <sub>2</sub>	33,23	32,28	32,34	32,57	32,99	32,74	31,45
TiO <sub>2</sub>	–	–	–	–	–	–	0,87
FeO	–	0,65	0,73	–	–	–	–
MnO	0,63	–	–	–	–	–	–
CaO	–	–	–	–	–	0,26	–
ZrO <sub>2</sub>	64,83	62,92	62,77	64,75	65,01	63,62	61,78
Сумма	99,66	97,40	96,99	98,25	99,31	97,54	94,95
Формульные единицы							
Zr	0,97	0,97	0,97	0,98	0,98	0,97	0,97
Ti	–	–	–	–	–	–	0,02
Fe	–	0,02	0,02	–	–	–	–
Mn	0,02	–	–	–	–	–	–
Ca	–	–	–	–	–	0,01	–
Сумма	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98	0,99
Si	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,01

*Примечание.* Формульные единицы рассчитаны для 8 зарядов.

### Рутил

Микроскопически включения рутила приурочены к сплошным массам слюд, вклиниваясь между слойками. В оптике, ввиду размера, не определяются. Являются

сопутствующими минералами-вкрапленниками почти в каждом выделении слюды вмещающих пород.

Химический состав рутила из месторождения Жезды достаточно однороден, примечательны небольшие примеси ниобия, который на месторождении встречается только в этом минерале.

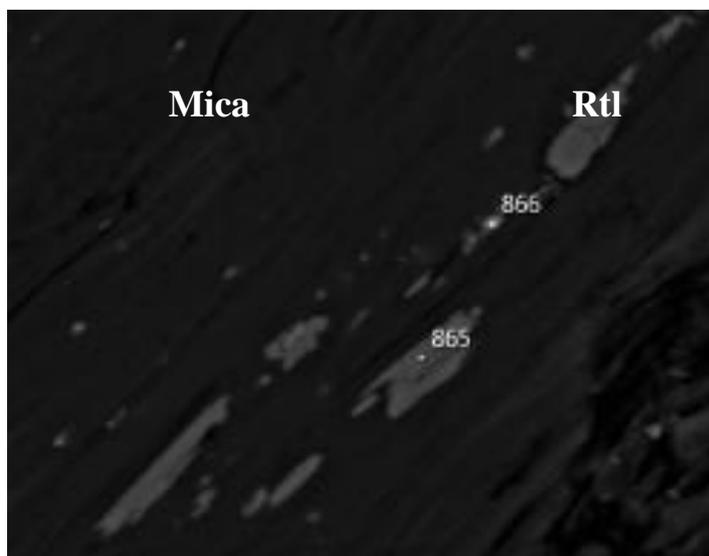


Рис. 10. Вкрапления рутила в слюдяном матриксе. Обратные электроны.

Таблица 10. Химический состав рутила из вмещающих пород мест. Жезды

Компонент	Номер анализа						
	1 (799)	2 (867)	3 (904)	4 (924)	5 (948)	6 (954)	7 (976)
Масс. %							
TiO <sub>2</sub>	93,79	94,44	84,23	97,02	98,64	94,58	97,79
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	–	–	2,55	–	–	–	–
FeO	4,45	1,54	7,57	2,57	–	–	–
MnO	–	0,55	–	–	–	–	–
MgO	–	–	0,39	–	–	–	–
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,15	1,38	–	0,53	0,60	–	–
Сумма	99,39	97,90	94,74	100,11	99,24	94,58	97,79
Формульные единицы							
Ti	0,94	0,95	0,80	0,95	0,99	0,96	1,00
Al	–	–	0,04	–	–	–	–
Fe <sup>2+</sup>	0,05	0,02	0,08	0,03	–	–	–
Mn <sup>2+</sup>	–	0,01	–	–	–	–	–

Mg	–	–	0,01	–	–	–	–
Nb	0,01	0,01	–	–	–	–	–
Сумма	1,00	0,99	0,93	0,98	0,99	0,96	1,00

*Примечание.* Формульные единицы рассчитаны для 4 зарядов.

### Монацит

Зерна монацита очень малы по размерам, но легко диагностируются электронным рентгеноспектральным анализом, за счёт большой атомной массы элементов и примесей, входящих в его состав.

Россыпи округлых зерен монацита (иногда до изометричных) располагаются на границах слюдяных масс и минералов марганца. Но они не приурочены именно к границам минералов.

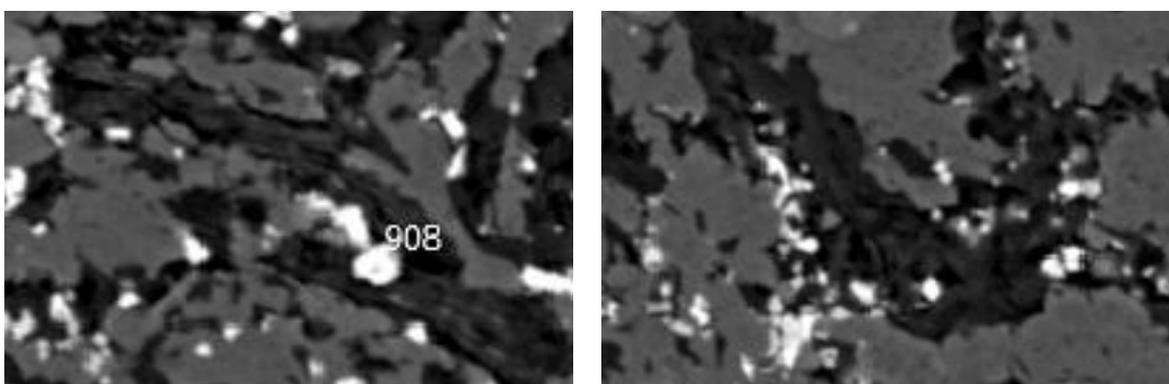


Рис. 11. Россыпи зерен монацита (белые) вокруг контактов слюдяных масс (темные) и голландита. Отраженные электроны.

По химическому составу (табл.) изученный монацит относится к монациту-(Ce), характеризуется высокими содержаниями La, а также богатым набором других редких элементов-примесей – торий, иттрий, неодим, празеодим и диспрозий.

Таблица 11.

Химический состав монацитов из вмещающих пород мест. Жезды

Компонент	Номера анализа					
	1 (908)	2 (913)	3 (914)	4 (933)	5 (950)	6 (952)
Масс. %						
SiO <sub>2</sub>	2,15	3,18	9,69	9,97	1,03	0,78
TiO <sub>2</sub>	2,88	1,43	2,83	–	–	–
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	29,69	29,2	23,21	27,24	30,24	29,55
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	–	10,65	–	–	–	–

La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,71	11,33	11,71	15,81	16,82	13,46
CeO <sub>2</sub>	31,16	22	23,17	29,09	32,08	30,58
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,98	1,41	2,33	2,24	2,46	3,16
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,9	8,01	9,16	9,42	12,05	11,39
Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	–	1,53	–	–	–	–
ThO <sub>2</sub>	1,2	0,84	0,41	0,94	0,41	2
SO <sub>3</sub>	–	1,14	1,08	–	–	–
Сумма	96,66	90,73	83,57	94,71	95,10	90,84
Формульные единицы						
Ce	0,39	0,27	0,28	0,34	0,42	0,42
La	0,21	0,15	0,15	0,19	0,23	0,19
Th	0,01	0,01	–	0,01	–	0,02
Y	–	0,20	–	–	–	–
Nd	0,14	0,10	0,11	0,11	0,16	0,16
Pr	0,04	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04
Dy	–	0,02	–	–	–	–
Сумма	0,79	0,77	0,57	0,68	0,84	0,83
P	0,90	0,88	0,68	0,77	0,97	0,97
Ti	0,08	0,04	0,07	–	–	–
Si	0,08	0,11	0,34	0,33	0,04	0,03
Сумма	1,06	1,03	1,09	1,10	1,01	1,01

*Примечание.* Формульные единицы рассчитаны для 8 зарядов.

### Апатит

Апатит является аксессуарным минералом вмещающих пород. Оптически не определяется, ввиду малых размеров его зерен в породе. Диагностирован электронным рентгеноспектральным микроанализом.

Апатиты из месторождения Жезды – преимущественно фтористые. Часто захватывают кремний и металлы из рудной части в качестве примесей.

Таблица 12.

Химический состав апатитов из вмещающих пород мест. Жезды

Компонент	Номер анализа						
	1 (791)	2 (797)	3 (802)	4 (813)	5 (817)	6 (978)	7 (979)
Масс. %							

SiO <sub>2</sub>	0,8	1,18	0,62	0,76	0,54	0,47	–
TiO <sub>2</sub>	–	–	–	–	–	0,96	–
MnO	–	–	1,58	2,11	0,74	–	–
CaO	56,02	55,35	55,08	56,05	56,13	53,45	52,94
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	43,56	43,69	42,9	43,82	44,39	42	41,91
Сумма	100,39	100,23	100,18	102,75	101,79	96,88	94,85
F	3,8	4,33	3,9	4,44	4,16	3,71	3,84
Формульные единицы							
Mn <sup>2+</sup>	–	–	0,11	0,14	0,05	–	–
Ca	4,88	4,81	4,84	4,81	4,83	4,82	4,88
Сумма	4,88	4,81	4,95	4,95	4,88	4,82	4,88
P	3,00	3,00	2,98	2,97	3,02	2,99	3,05
Si	0,07	0,10	0,05	0,06	0,04	0,04	–
Ti	–	–	–	–	–	0,06	–
Сумма	3,07	3,10	3,03	3,03	3,06	3,09	3,05
F	0,98	1,11	1,01	1,12	1,06	0,99	1,04

*Примечание.* Формульные единицы рассчитаны для 25 зарядов.

## Минеральная ассоциация марганцевых руд

## Тектурные и стр.особенности

Слои, богатые марганцевыми минералами в образцах перемежаются с более бедными слоями, но в обоих случаях рудная часть обязательно присутствует. Как правило, она является цементирующей основой обломочной части. Наиболее богатые рудные слои представляют собой сплошные массы черного цвета с небольшой долей терригенного материала вмещающих пород.

Главный рудный минерал марганца в образцах – браунит. Диагностированы минералы изоморфного ряда гоацит – горсейксит, а также голландит и гематит. Эти минералы являются второстепенными.

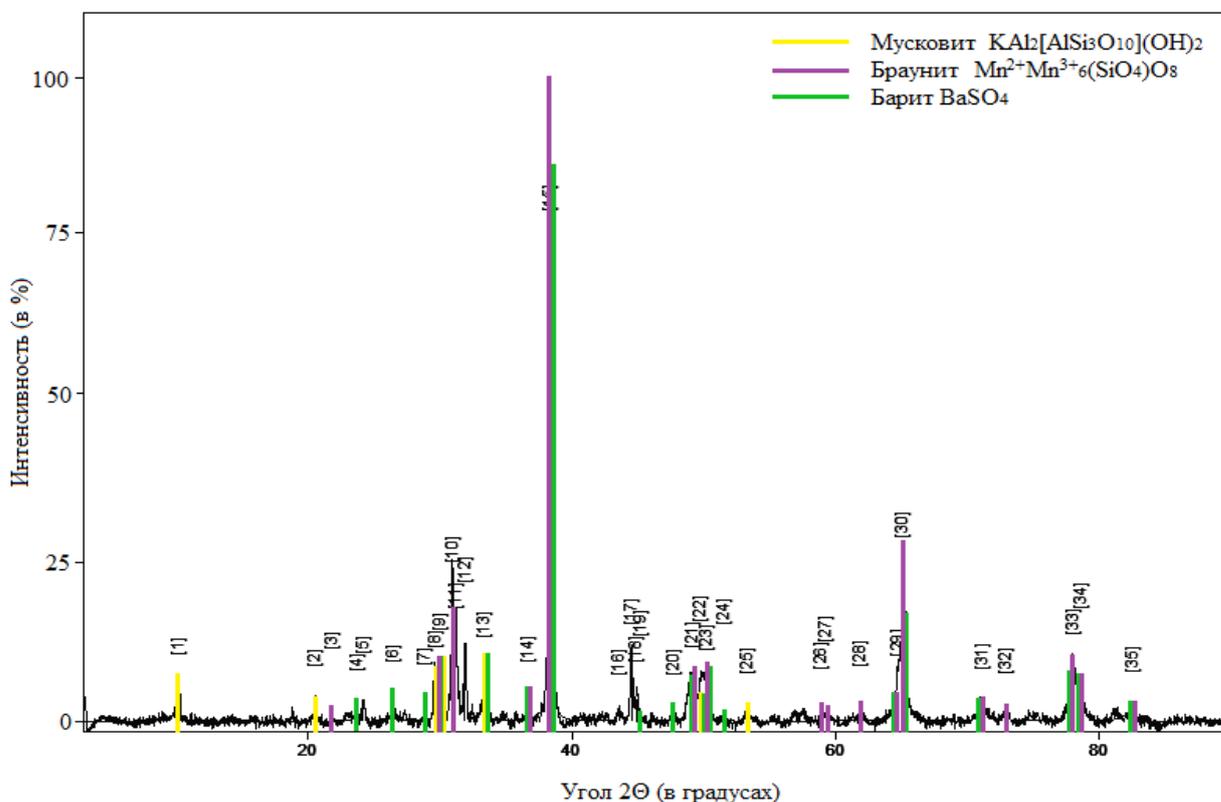


Рис 12. Рентгенограмма образцов марганцевых руд

**Браунит**

Браунит - основной минерал руд месторождения Жезды, и главный источник марганца. В богатых рудных прослоях он составляет до 70% от общей массы. Определяется всеми методами анализа.

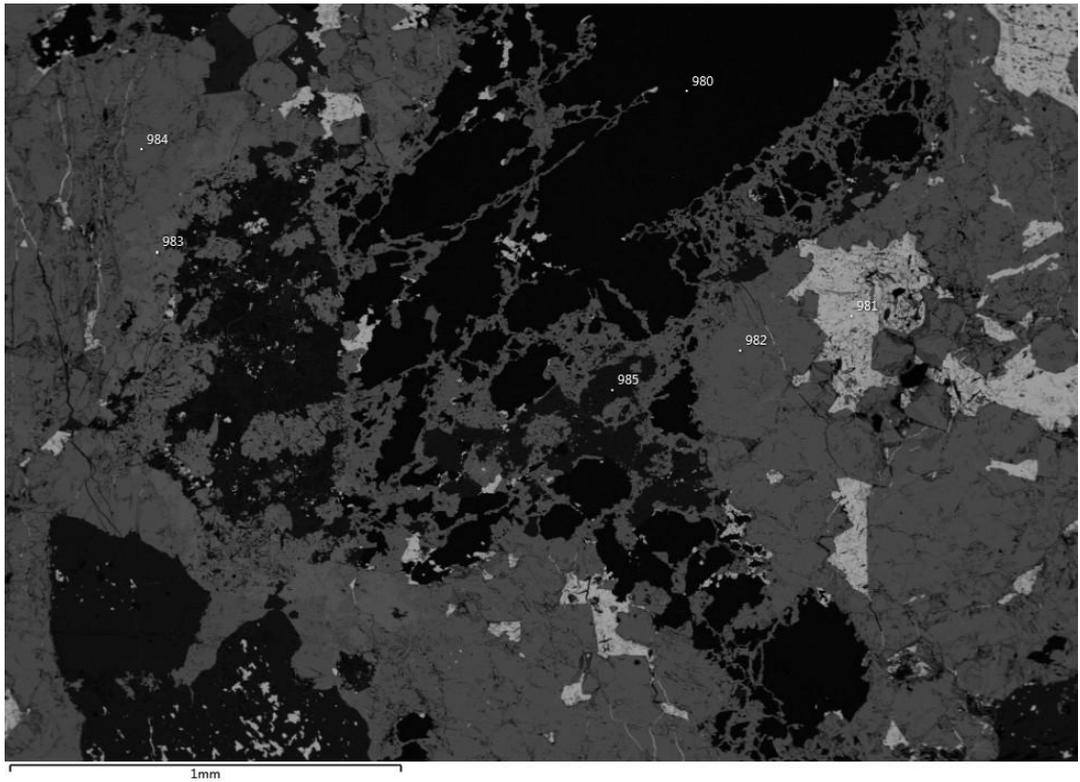


Рис. 13. Наиболее богатые рудные прослои. Браунитовый матрикс, объединяющий обломочные зерна кварца (черный), полевого шпата (темно-серый) и барита (светлый).  
Отраженные электроны

Таблица 13.

Результаты расчета рентгенограммы браунита

No.	d, Å	(h,k,l)	Отн. интенсивность, %
3	4.736	(2,0,0)	1,02
8	3.501	(2,1,3)	7,61
11	3.330	(2,2,0)	17,05
14	2.844	(3,1,2)	4,19
15	2.722	(2,2,4)	100,00
16	2.409	(3,2,3)	2,38
17	2.361	(4,0,0)	8,26
18	2.341	(0,0,8)	4,00
21	2.151	(3,3,2)	19,01
23	2.109	(4,2,0)	12,86
26	1.821	(5,1,2)	2,73
27	1.808	(4,3,3)	1,70
28	1.740	(2,0,10)	2,83

29	1.672	(4,4,0)	6,79
30	1.662	(4,0,8)	41,91
31	1.539	(4,3,7)	8,76
32	1.504	(6,1,3)	2,45
33	1.421	(6,2,4)	17,31
34	1.413	(2,2,12)	10,63
35	1.356	(4,4,8)	6,86

Таблица 14.

Химический состав браунита из марганцевых руд мест. Жезды

Компонент	Номер анализа					
	1 (775)	2 (800)	4 (984)	5 (991)	6 (1017)	7 (1030)
Масс. %						
SiO <sub>2</sub>	10,46	10,63	10,24	9,94	9,99	10,26
TiO <sub>2</sub>	–	–	–	–	–	0,74
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,59	0,68	1,17	0,91	0,91	1,00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	–	4,37	–	–	1,89	1,72
MnO <sub>(общ)</sub>	79,08	76,65	79,22	76,05	75,87	75,58
CaO	1,82	0,92	1,7	1,48	1,32	1,35
BaO	–	–	0,82	–	–	–
Сумма	91,95	93,25	93,14	88,37	89,98	90,65
Формульные единицы						
Mn <sup>2+</sup> <sub>(расч)</sub>	0,85	0,59	0,84	0,87	0,88	0,95
Ca	0,19	0,10	0,18	0,16	0,14	0,15
Сумма	1,04	0,69	1,02	1,03	1,02	1,10
Mn <sup>3+</sup> <sub>(расч)</sub>	5,84	5,46	5,84	5,82	5,69	5,54
Ti	–	–	–	–	–	0,06
Al	0,07	0,08	0,14	0,11	0,11	0,12
Fe <sup>3+</sup>	–	0,36	–	–	0,16	0,15
Сумма	5,91	5,90	5,98	5,93	5,96	5,86
Si	1,04	1,05	1,02	1,03	1,02	1,04

Примечание. Формульные единицы рассчитаны для 8 катионов.

## Голландит

Голландит достаточно широко распространен в рудах месторождения, пусть и составляет меньшую долю, чем браунит. Определяется электронным рентгеноспектральным анализом.

В химическом составе голландита стронций иногда замещает некоторое количество бария, но эти колебания незначительны.

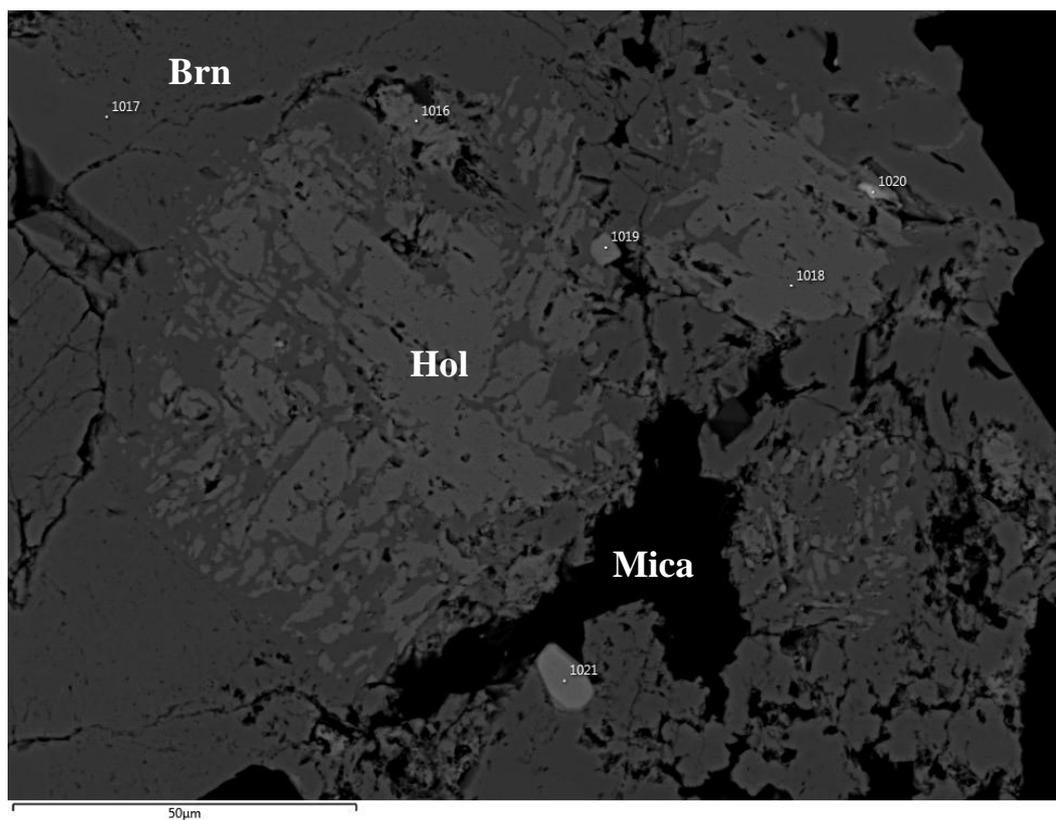


Рис. 14. Голландит (светлый) в брауните, в слюдяном матриксе (черный).  
Отраженные электроны.

Таблица 15.

Химический состав голландита из марганцевых руд мест. Жезды

Компонент	Номер анализа						
	1 (821)	2 (971)	3 (993)	4 (995)	5 (1009)	6 (1012)	7 (1027)
Масс. %							
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,37	—	1,78	1,62	3,37	0,71	2,05
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (общ.)	60,27	57,75	66,98	60,44	52,04	65,13	57,97
CaO	—	—	—	—	0,12	—	—

K <sub>2</sub> O	0,93	–	3,03	0,58	1,41	1,55	0,79
SrO	0,91	–	–	–	–	–	–
BaO	13,88	15,17	6,84	15,08	12,8	11,40	14,00
PbO	–	–	–	–	0,32	–	–
Сумма	78,36	72,92	78,63	77,72	70,06	78,79	74,81
Формульные единицы							
Si	0,67	–	0,11	0,12	0,83	–	0,24
Al	0,41	–	0,31	0,31	0,64	0,13	0,39
Mn <sup>4+</sup> <sub>(расч)</sub>	5,23	5,80	6,44	5,86	5,59	6,07	5,80
Mn <sup>3+</sup> <sub>(расч)</sub>	1,53	2,01	1,16	1,54	0,80	1,67	1,41
Ca	–	–	–	–	0,02	–	–
K	0,17	–	0,58	0,12	0,29	0,31	0,16
Sr	0,08	–	–	–	–	–	–
Ba	0,80	1,06	0,40	0,95	0,81	0,70	0,90
Pb	–	–	–	–	0,01	–	–

*Примечание.* Формульные единицы рассчитаны для 9 катионов.

### Гояцит – Горсейксит

Минералы ряда гояцит-горсейксит раньше не были диагностированы в рудах этого месторождения. Это комплексные фосфаты стронция и бария, относящиеся к группе плюмбогумита.

Определены электронным рентгеноспектральным анализом.

В химическом составе этих минералов варьируют доли Sr и Ba, что отражается во множестве смешанных составов, среди которых есть как крайние члены ряда, так и те, где оба элемента имеют почти равную долю. Зависимость от распределения Sr-Ba выражается в зональности зерен этих минералов. +Чередование

В минералах этого ряда есть примеси Ca, но их недостаточно, чтобы выделить третью минеральную фазу. Вариации состава отражены на треугольной диаграмме.

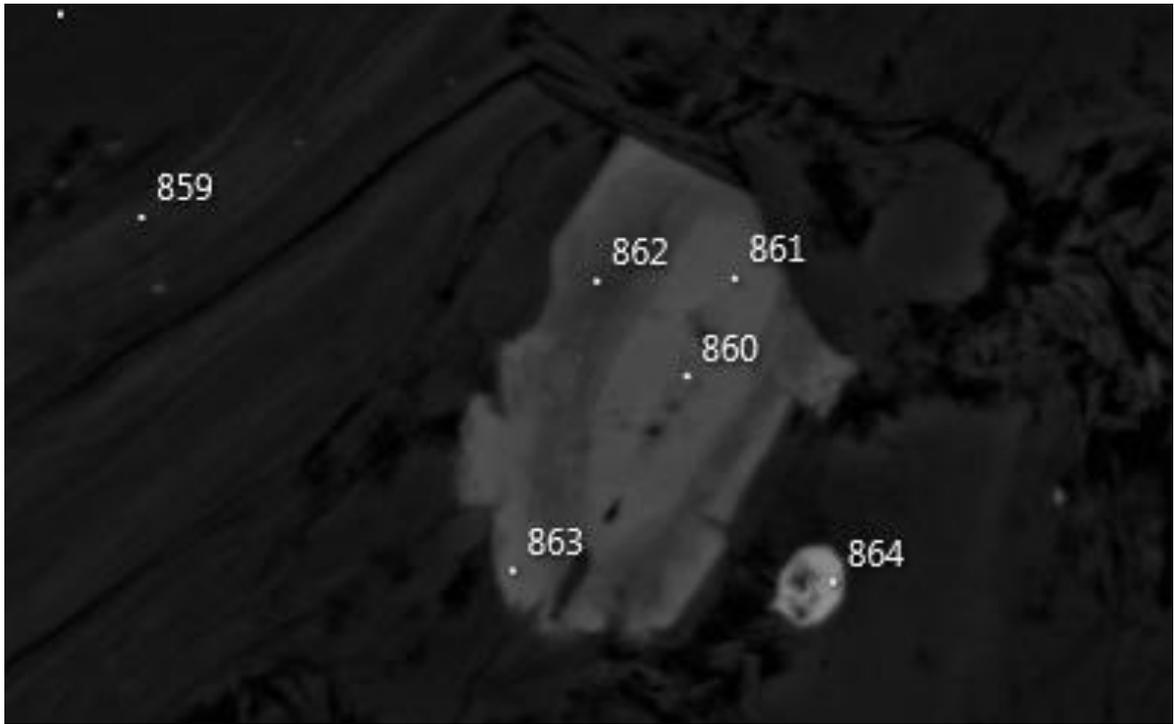


Рис. 15. Зональное зерно минерала ряда гоацит-горсейксит с цирконом в слюдяном матриксе. Отраженные электроны.

Таблица 16.

Химический состав минералов ряда гоацит – горсейксит  
в марганцевых рудах

Компонент	Номер анализа						
	1 (831)	2 (834)	3 (861)	4 (863)	5 (862)	6 (878)	7 (888)
Масс. %							
SiO <sub>2</sub>	0,51	0,68	0,72	3,75	0,84	0,70	0,59
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	27,49	28,36	27,19	27,39	28,7	26,81	26,88
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,47	0,23	0,55	0,64	0,32	1,65	3,17
MnO	0,37	0,32	0,20	0,38	0,52	0,44	0,48
CaO	0,60	1,56	0,47	0,50	2,37	1,89	0,52
K <sub>2</sub> O	0,17	0,26	0,23	0,63	0,26	0,31	0,08
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	29,12	28,53	28,17	26,88	30,26	27,93	28,04
SrO	1,87	7,84	2,10	2,19	11,59	7,00	3,58
BaO	23,92	12,73	23,41	22,58	6,63	12,25	21,04
SO <sub>3</sub>	–	–	–	–	0,63	–	–
Сумма	85,5	80,51	83,03	84,94	82,13	78,97	84,39
F	3,61	3,21	3,27	3,69	2,54	2,64	3,26

Формульные единицы							
Si	0,04	0,06	0,06	0,32	0,07	0,06	0,05
Al	2,73	2,84	2,78	2,71	2,72	2,74	2,71
Fe <sup>3+</sup>	0,09	0,01	0,04	0,04	0,02	0,11	0,20
Mn <sup>2+</sup>	0,03	0,02	0,01	0,03	0,04	0,03	0,03
Ca	0,05	0,14	0,04	0,05	0,20	0,18	0,05
K	0,02	0,03	0,03	0,07	0,03	0,03	0,01
P	2,08	2,05	2,07	1,91	2,06	2,05	2,03
Sr	0,09	0,39	0,11	0,11	0,54	0,35	0,18
Ba	0,79	0,42	0,80	0,74	0,21	0,42	0,70
S	–	–	–	–	0,04	–	–
Сумма катионов	5,93	5,96	5,94	5,97	5,91	5,96	5,96
F	0,96	0,86	0,90	0,98	0,65	0,72	0,88

Примечание. Формульные единицы рассчитаны для 21 заряда.

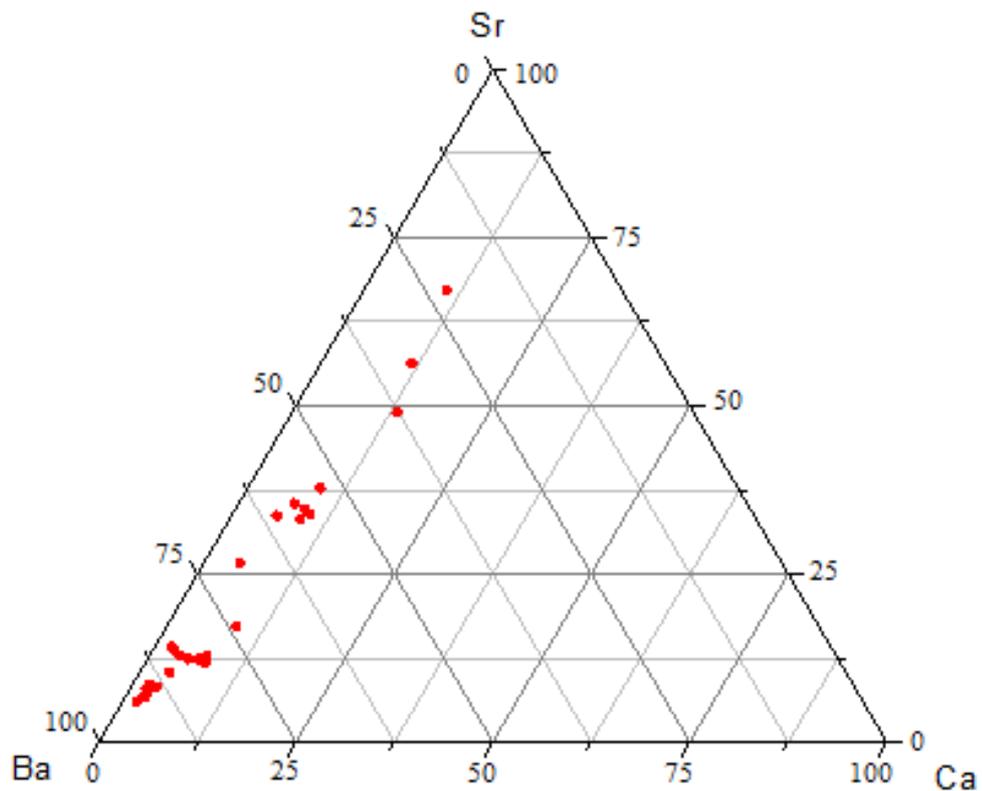


Рис 16. Треугольная диаграмма распределения минералов ряда гояцит-горсейксит по Ba-Sr-Ca

## Гематит

Гематит представлен микроскопическими вкрапленными выделениями, как во вмещающих породах, так и в марганцевой руде. Размер вкраплений небольшой, но встречаются они повсеместно. Его присутствие обуславливается близостью территории месторождения Найзатас [4] с железо-марганцевым оруденением. Диагностируется рудной микроскопией и при помощи электронного рентгеноспектрального исследования.

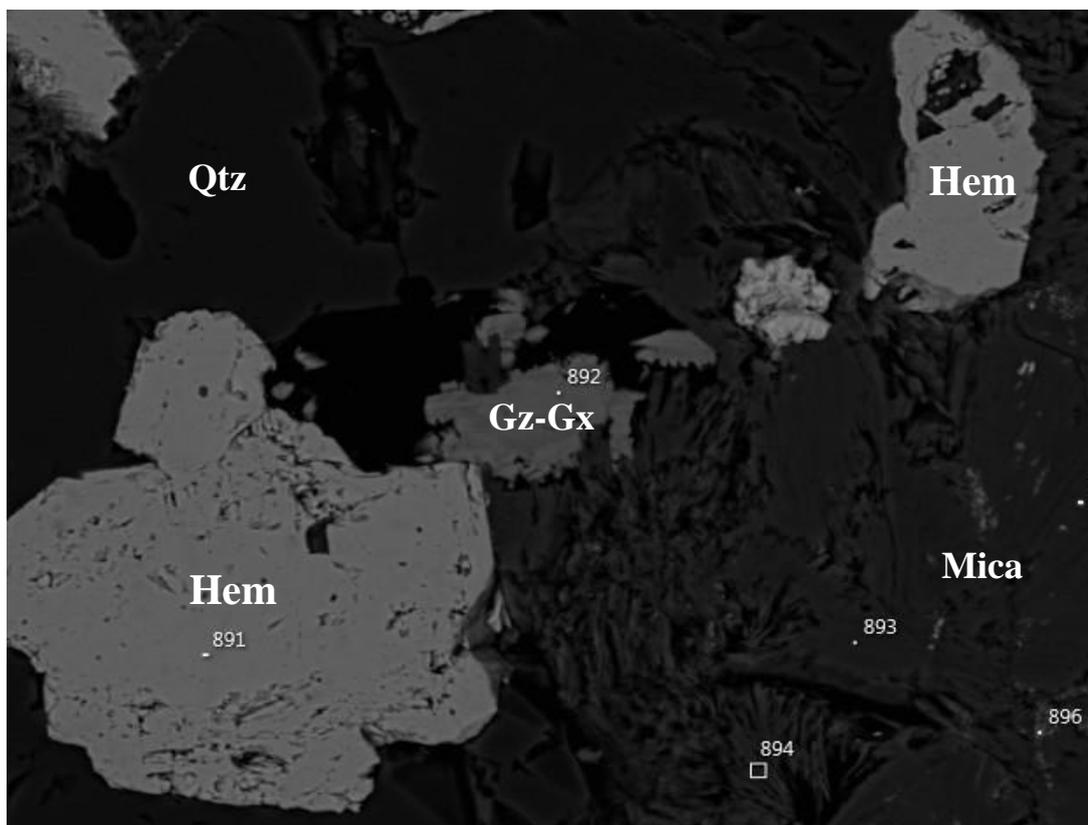


Рис. 17. Зерна гематита со слюдой и кварцем. Обратные электроны.

Таблица 17. Химический состав гематита из марганцевых руд мест. Жезды

Компонент	Номер анализа						
	1 (789)	2 (801)	3 (823)	4 (833)	5 (879)	6 (953)	7 (1004)
Масс. %							
TiO <sub>2</sub>	1,23	–	–	2,28	–	0,99	1,94
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	86,06	85,85	86,84	83	84,91	87,14	85,93
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,87	3,46	0,86	0,7	–	–	0,6
Сумма	88,80	89,32	87,70	85,98	84,91	88,13	88,47
Формульные единицы							
Si	0,01	–	–	–	–	–	–

Ti	0,03	–	–	0,05	–	0,02	0,04
Fe <sup>3+</sup>	1,93	1,92	1,98	1,93	2,00	1,98	1,94
Mn <sup>3+</sup>	0,02	0,08	0,02	0,02	–	–	0,01
K	0,01	–	–	–	–	–	–

*Примечание.* Формульные единицы рассчитаны для 2 катионов.

### Ильменит

Чаще всего ильменит в рудах месторождения Жезды встречается в виде вытянутых кристаллических включений в сплошных массах слюд. Но иногда он представляет собой оформленные агрегаты. Минерал диагностирован при помощи электронного рентгеноспектрального исследования.

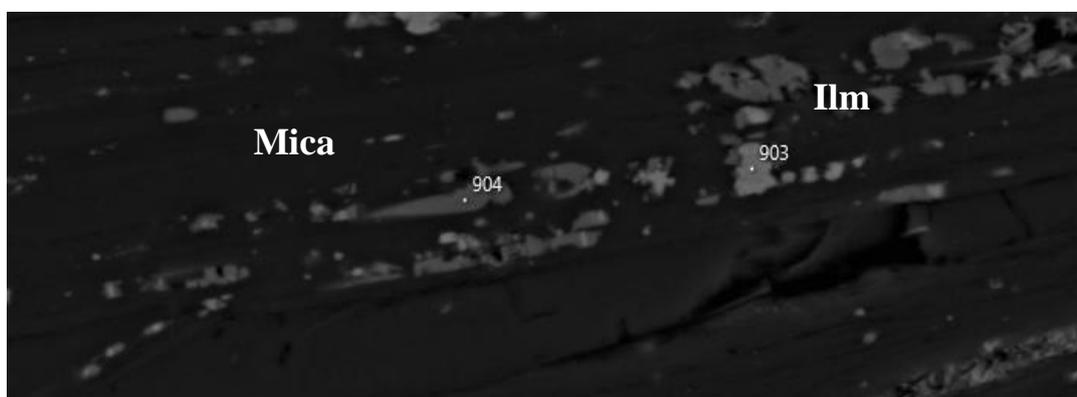


Рис. 18. Вытянутые зерна ильменита в слюдяном матриксе. Обратные электроны.

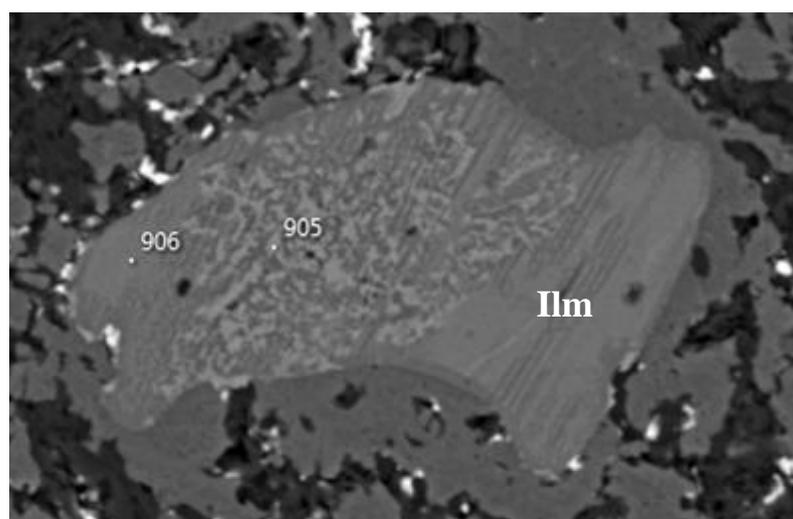


Рис.19 . Зерна ильменита с распадом тв.раствора в слюдяном матриксе (темный). Обратные электроны.

На периферии зерна ильменита однородны. Однако, в центральной части виден распад твердого раствора с характерными структурами. Более железистые составы на электронном изображении окрашены в более светлые цвета.

Таблица 18. Химический состав ильменита из марганцевых руд

Компонент	Номера анализа					
	1 (838)	2 (903)	3 (905)	4 (911)	5 (906)	6 (910)
Масс. %						
TiO <sub>2</sub>	26,15	11,74	22,55	10,45	55,46	55,43
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	–	1,22	–	3,26	–	–
FeO	61,51	72,8	71,79	72,87	37,01	36,89
MnO	0,7	0,95	–	–	–	–
MgO	–	–	–	0,5	–	–
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	–	–	–	0,86	–	–
Сумма	88,36	87,61	94,34	88,48	92,47	92,32

## Взаимоотношения минеральных фаз вмещающих пород

В исследовании минералогии вмещающих пород данного месторождения, следует уделить больше внимания характерам проявления минеральных фаз.

Для слюд месторождения Жезды характерны сплошные, микрозернистые массы, цементирующие обломочную часть (рис. 20.). Слюды играют главную цементирующую роль в структуре аркозовых песчаников.

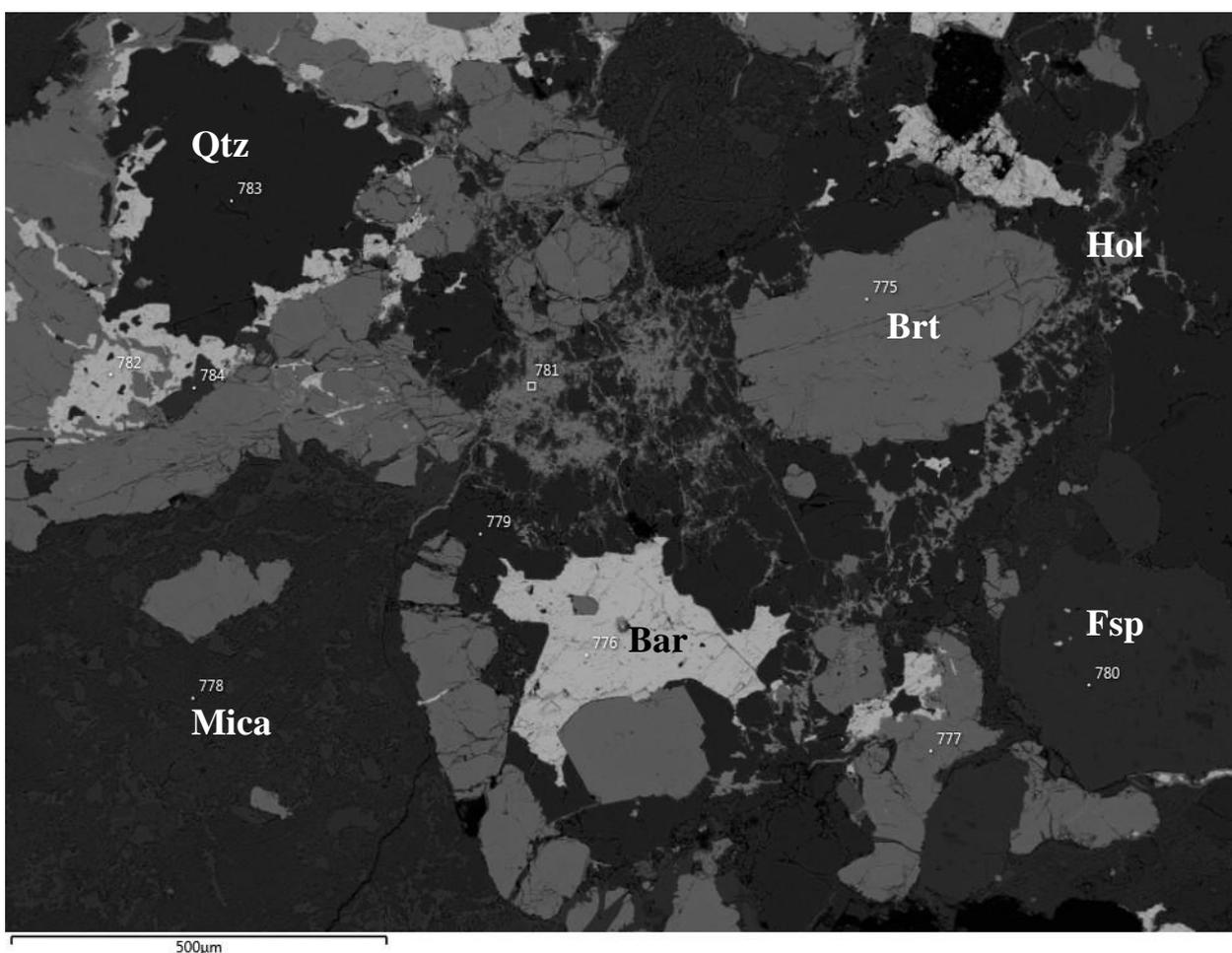


Рис. 20. Зерна барита, браунита и полевого шпата в слюдяном матриксе. Обратные электроны.

Роль связующего вещества могут сыграть не только слюды, но и, реже, полевые шпаты (рис. 21.). На электронном изображении сплошной матрикс из полевого шпата вмещает в себя большой перечень вкрапленников – барита, апатита, гематита, слюд и рутила.

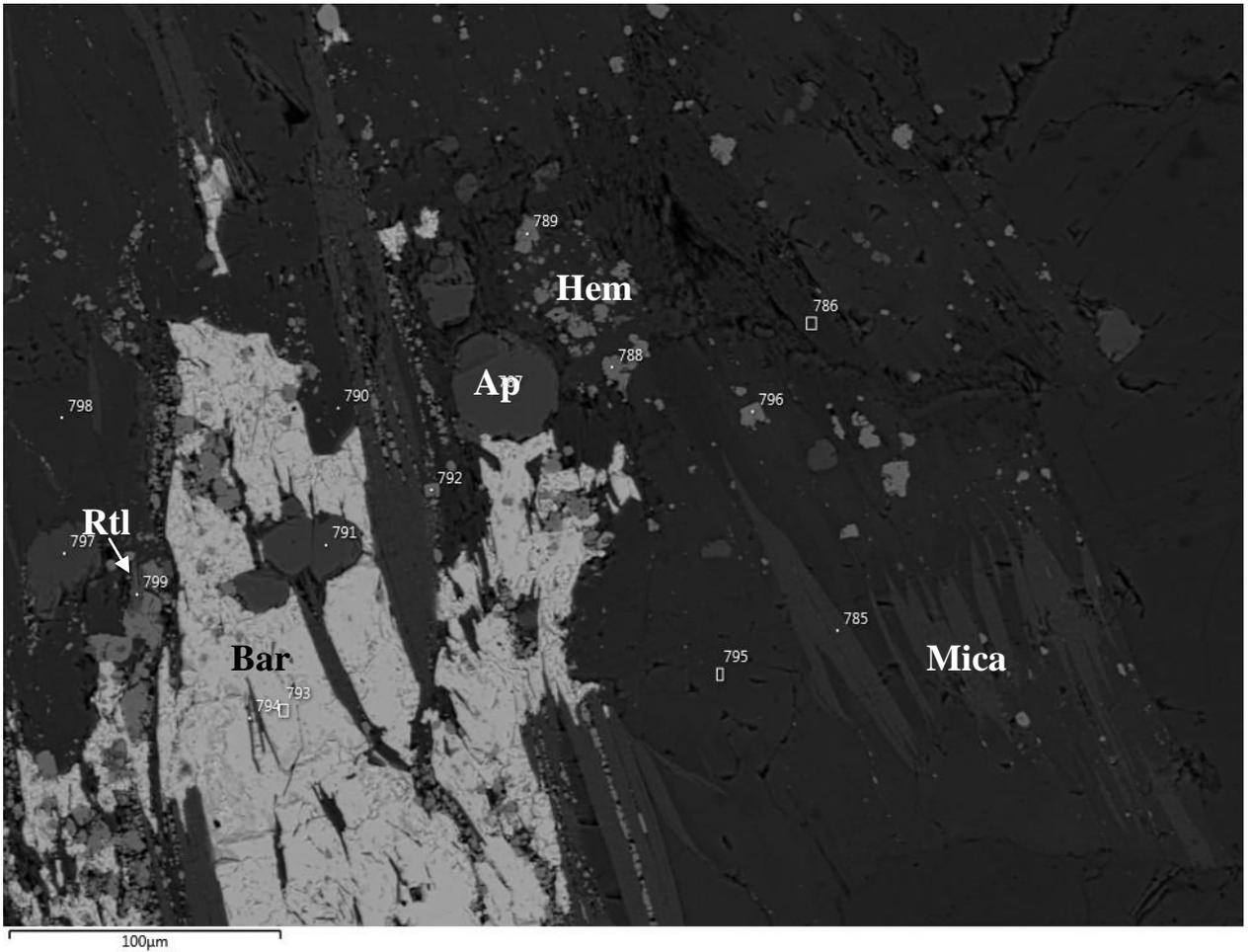


Рис. 21. Минералы обломочной части в матрице полевых шпатов. Обратные электроны.

Слюды встречается и в виде оформленных расслоенных зерен (рис. 22.), но значительно реже.

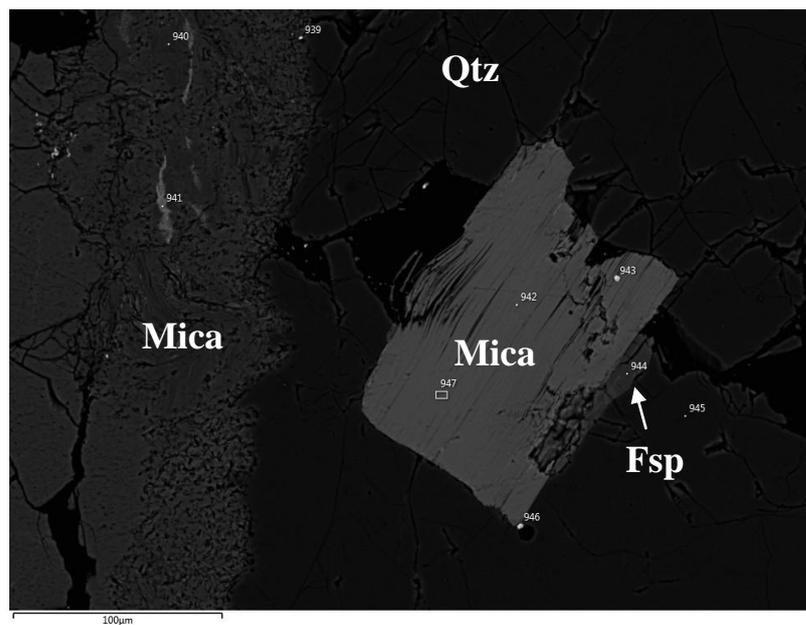


Рис. 22. Идиоморфное зерно слюды в кварце. Обратные электроны.

При исследовании вмещающих пород также были обнаружены сложные зерна, концентрирующие в себе монацит (рис. 23-24.)

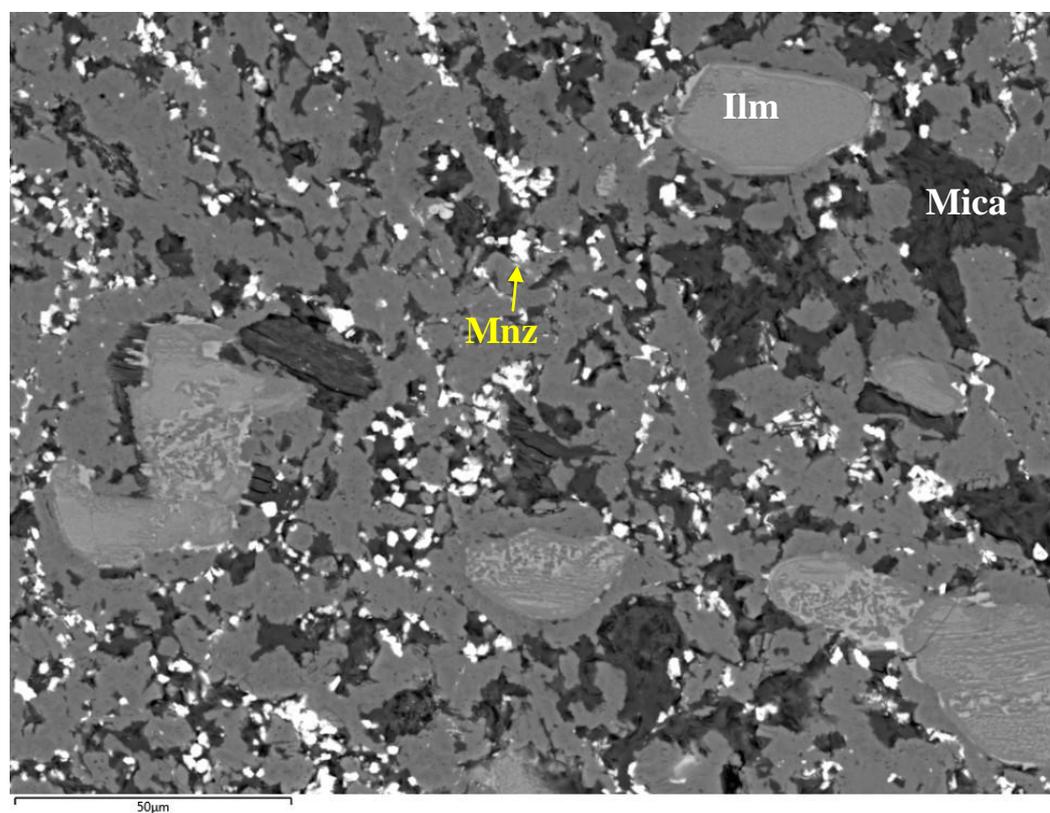
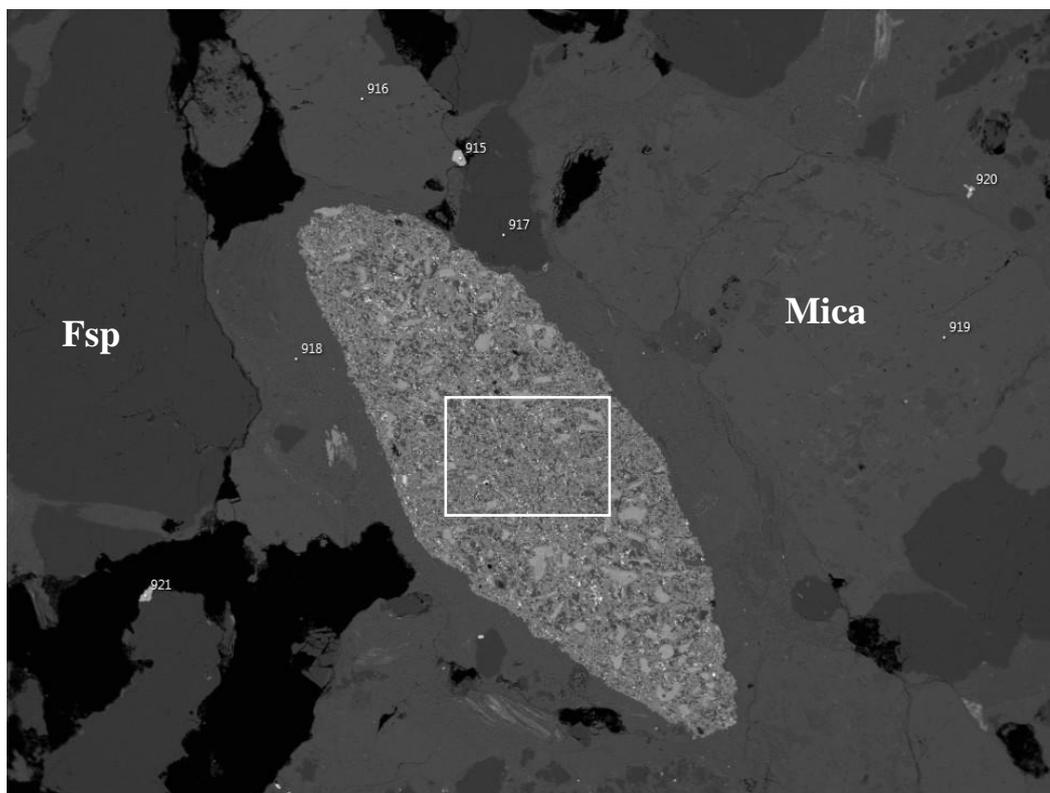


Рис. 23-24. Зерна, концентрирующие монациты.

Общий вид и увеличение. Обратные электроны.

Fsp – пол.шпаты , Mica - слюды, Ilm - ильменит, Mnz - монацит

Минеральная ассоциация зерен включает в себя:

- округлые выделения ильменита с распадами твердых растворов в центральной части
- вкрапления слюды
- монациты, приуроченные к слюдам

Говоря о порядке кристаллизации внутри зерен-концентраторов монацитов:

Первичные - идиоморфные зерна ильменита, после них образовались зерна монацита. Ксеносорфные вкрапления слюд – самые поздние, заполнили оставшиеся пустоты.

Порядок кристаллизации вмещающих пород:

Первичные – терригенный обломочный материал, включающий кварц, барит, часть полевых шпатов, малую часть слюд, цирконы. Их зерна характеризуются крупными размерами и идиоморфностью. Предположительно, зерна-концентраторы тоже были привнесены извне.

Следующим образован акцессорный апатит. Его мелкие зерна слегка деформированы. Зерна браунита кристаллизовались на этом же этапе. Они панидиоморфны, облекают зерна минералов обломочной части.

На последнем этапе кристаллизованы некоторые полевые шпаты, играющие роль матрикса в локальных участках, и большая часть слюд. Слюдистые массы микрозернистые и плотно цементируют обломочную часть. Кристаллы рутила вклиниваются между слоями слюд и деформированы ими. Предположительно, образовывались в одном временном отрезке.

По сути, марганцевые руды являются той же массой, что и вмещающие их аркозовые песчаники. Но отдельные слои сильно пропитаны рудными минералами. В первую очередь, браунитом. Их и считают «пластовыми рудами».

Рудная компонента сильно варьирует, из-за чего слои делят на богатые, где доля браунита может достигать 70%, и бедные, где его содержание менее 15%, всё остальное приходится на обломочную часть из вмещающих пород.

По этой причине необходимо уделить большее внимание минералам марганца и их взаимоотношениям в богатых рудных прослоях.

У браунита присутствует три формы выделения:

- Браунит-1 – в качестве связующего цемента (рис. 25.)
- Браунит-2 – в виде крупных идиоморфных зерен
- Браунит-3 – в виде дендритовидных вкраплений (рис. 26.).

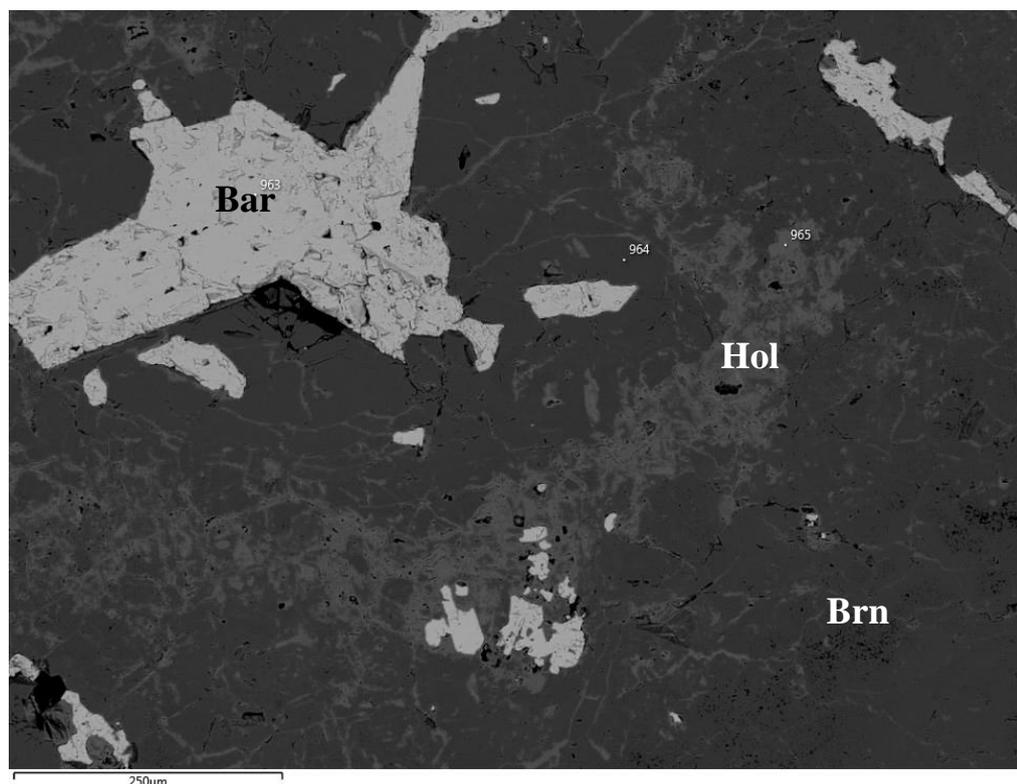


Рис. 25. Наиболее богатые рудные прослои. Зерна барита (светлое) и тонкие прорастания голландита в сплошном браунитовом матриксе. Отраженные электроны.

Bar - барит , Brn - браунит, Hol - голландит.

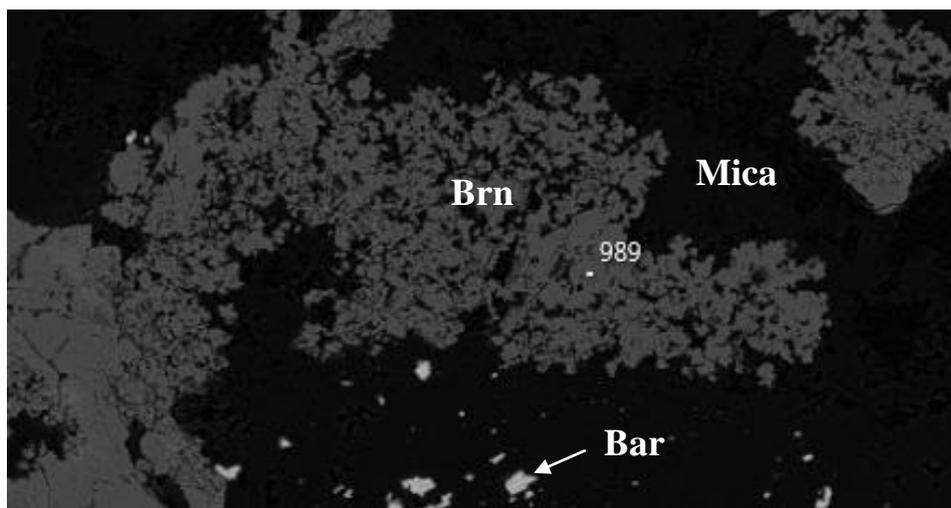


Рис. 26. Дендритовидные выделения браунита в слюдяном матриксе с баритом.  
Отраженные электроны.

Голландит является вторичным минералом руд, развивается по брауниту. Ксеноморфен. Его выделения извилистые и нитевидные.

Являясь цементом, браунит связывает множество вкраплений. В том числе и сложные (рис. 27.).

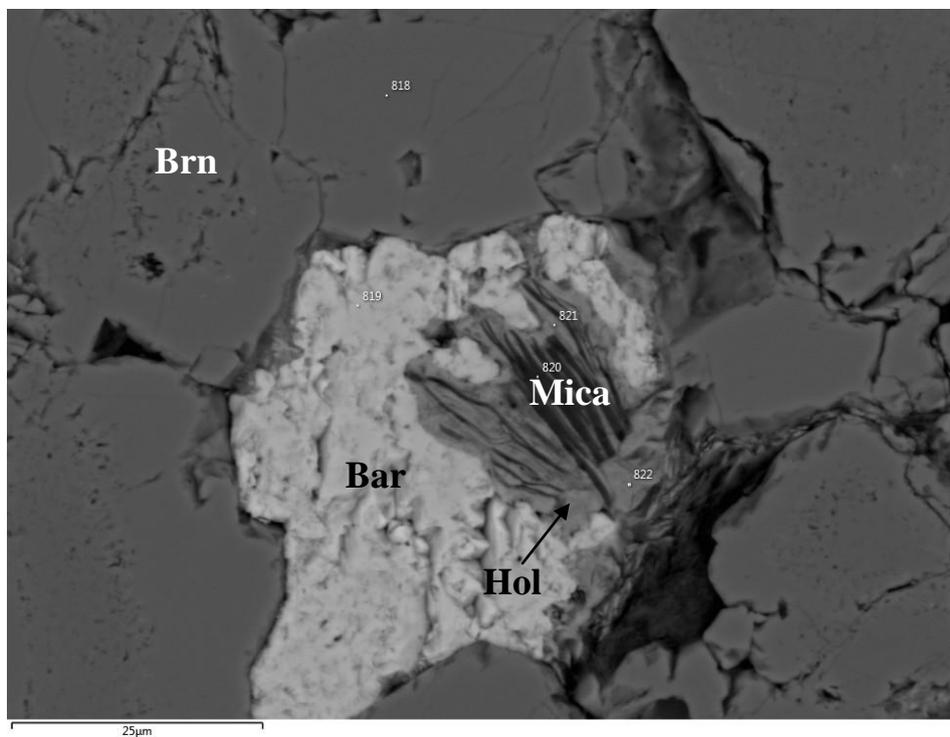


Рис. 27. Многоступенчатое срастание минералов в браунитовом матриксе.  
Обратные электроны.

Порядок образования этого вкрапления можно описать как захваченные браунитом слои слюды из вмещающих пород. Затем, это включение, вероятно, вновь переместилось в обстановку минералообразования вмещающих пород, где образовался барит. А далее попало в качестве вкрапленника вновь в рудные браунитовые прослои. С течением времени, по всему брауниту внутри барита развился голландит.

Минералы ряда гоацит-горсейксит более ксеноморфны, чем зерна гематита в руде, а значит - более поздние. Это видно из электронного изображения, где они охватывают зерно гематита в форме оторочки. Светлые вкрапления – мелкие зерна барита и рутила.

Даже в оторочке зерен их зональность в зависимости от доли стронция и бария в составе остается заметной (рис. 28.).

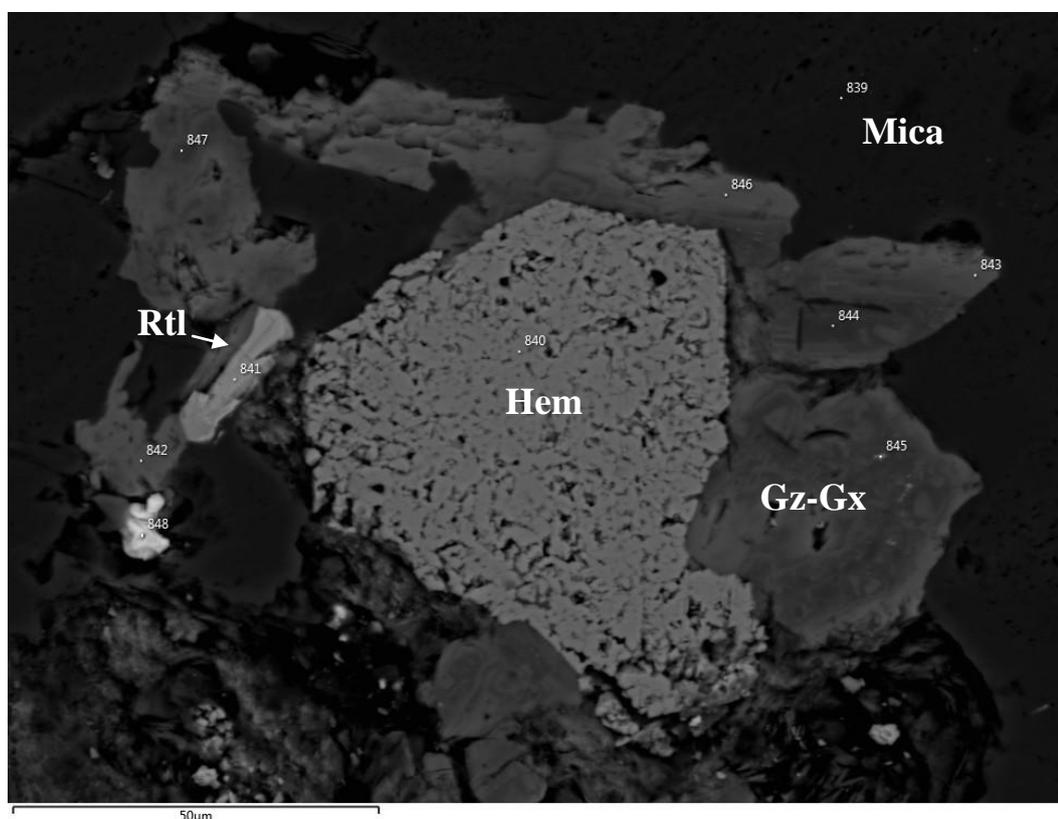


Рис. 28. Зерно гематита в оторочке из минералов ряда гоацит-горсейксит в полевошпатовом матриксе. Обратные электроны

Таким образом, порядок кристаллизации марганцевых руд можно описать так: Первичными являются обломочные минералы из вмещающих пород, а также гематит, скорее всего привнесенный из месторождения Найзатас [4]. Следом произошло образование браунита, сцементировавшего компоненты. Мелкие пустоты заполнены ещё более поздними фосфатами гоацитом и горсейкситом. Голландит развивается по брауниту, как вторичный минерал.

Таблица 19

Минералы марганцевых руд	
Браунит	главный
Гематит	второстепенный
Ильменит	второстепенный
Гояцит	второстепенный
Горсейксит	второстепенный
Голландит	вторичный по брауниту

## Заключение и итоги работы

Таким образом, в работе исследован минеральный состав пород с месторождения Жезды в Центральном Казахстане.

Вмещающими породами месторождения являются толщи красноцветных аркозовых песчаников. Главные минералы вмещающих пород: полевые шпаты, барит, кварц, слюды. Второстепенные – циркон и рутил. Акцессорные – монацит и апатит.

Большая доля монацита сосредоточена в сложных зернах-концентраторах, содержащих также слюды и ильменит. В ильмените этих зерен происходит распад твердого раствора.

Полевые шпаты по большей части калиевые – ортоклаз и микроклин, очень редки зерна альбита. Из группы слюд больше всего распространен мусковит, но небольшая часть составов отвечает и биотиту.

Марганцевые руды, по своей сути, являются той же массой, что и аркозовые песчаники. Но отдельные слои сильно пропитаны рудными минералами марганца.

Главный рудный минерал марганца – браунит.

Выделено три морфологические модификации браунита, но химически он однороден. Второстепенные минералы – гематит и ильменит.

Впервые диагностированы на этом месторождении минералы ряда гояцит-горсейксит из группы плюмбогумита, супергруппы алунита, также являющиеся второстепенными.

Голландит развивается по брауниту, как вторичный минерал.

## Список литературы и интернет-ресурсов

1. Геология СССР, том 20, книга 1, Центральный Казахстан, изд. Недра, Москва 1972 г.
2. С. Г. Самыгин, Т. Н. Хераскова, Геологическое строение и этапы тектонической эволюции палеозойд Казахстана, Литосфера, образовательный онлайн-журнал, 2019, том 19, №3, с. 347-371
3. Казахская советская энциклопедия, под. ред. Р. Н. Нургалиева, 1988 г., т. 2., с. 8.
4. Ю.А. Зайцев, В.А. Голубовский, А.З. Петренко, Ю.И. Марьенко, Геологическая позиция марганцевого оруденения в красноцветных девонский отложениях Джезказганского района (Центральный Казахстан), Вестник Московского Университета, №2, 1967 г, с. 23
5. База данных о минералах и их месторождениях / [www.mindat.org](http://www.mindat.org)
6. Открытая база данных о минералах /[www.webmineral.ru](http://www.webmineral.ru)

