



МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ И ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОЛЯНЫХ ТОЛЩ КАК ОТРАЖЕНИЕ УСЛОВИЙ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

Шамситдинов Р.А. ¹[0009-0009-7221-6269], **Давлатова В.Д.** ²[0009-0002-3081-3822],
Курбонов А.В. ³[0009-0009-9617-6150], **Шарипов Ш.Ф.** ⁴[0009-0000-0585-3780].

¹АО «Узбекгеологоразведка», техник-геолог,
E-mail: raxmatulloshamsiddinov1998@gmail.com

²“British school” НОУ, учитель, E-mail: davlatovavazira9@gmail.com

³Докторант Навоийского отделения Академии наук республики Узбекистан,
E-mail: akmal_kurbanov_1997@mail.ru

⁴Начальник отдела Навоийского отделения Академии наук республики Узбекистан,
E-mail: Geologist_Uzbekistan@mail.uz

Annotatsiya. Ushbu maqolada Tyubegatan konidagi tuz qatlamlarining mineralogik va petrografik xususiyatlari hamda ularning hosil bo'lish sharoitlari yoritilgan. Asosiy tog' jinsini tashkil etuvchi minerallar galit (NaCl), sil'vin (KCl), karnallit ($\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) va ангидрит (CaSO_4) hisoblanadi. Tarkibida gips, kaltsiyning yarimgidrat, karbonatlar (kaltsit, dolomit, magnezit) hamda kam uchraydigan borli minerallar (gidroboratsit, danburit) va 30 dan ortiq epigenetik va klastik minerallar aniqlangan. Minerallarning shakli, rangi, o'lchami va kimyoviy tarkibi tahlil qilingan. Tadqiqot natijalari xloridli basseynlarda mineral hosil bo'lish qonuniyatlarini ochish va konning sanoat salohiyatini baholashda muhim ahamiyatga ega.

Kalit so'zlar: Tyubegatan koni, tuz qatlamlari, galit (NaCl), silvin (KCl), karnallit ($\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), ангидрит (CaSO_4), gips, kaltsit, dolomit, magnezit, gidroboratsit, danburit, epigenetik minerallar, klastik minerallar, mineralogik tahlil, petrografik xususiyatlar, mineral hosil bo'lish sharoitlari, xloridli basseynlar, paleogeografik sharoitlar, sanoat salohiyati, foydali qazilmalar.

Аннотация. В данной статье рассмотрены минералогические и петрографические особенности соляных толщ Тюбегатанского месторождения и условия их формирования. Основными породообразующими минералами являются галит (NaCl), сильвин (KCl), карналлит ($\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) и ангидрит (CaSO_4). В составе примесей установлены гипс, полугидрат кальция, карбонатные минералы (кальцит, доломит, магнезит), а также редкие борсодержащие минералы (гидроборацит, данбурит) и более 30 эпигенетических и кластических минералов. Проанализированы форма, окраска, размеры зерен и химический состав минералов. Результаты исследования имеют важное значение для раскрытия закономерностей минералообразования в хлоридных бассейнах и оценки промышленного потенциала месторождения.

Ключевые слова: месторождение Тюбегатан, соляные толщи, галит (NaCl), сильвин (KCl), карналлит ($\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), ангидрит (CaSO_4), гипс, кальцит, доломит, магнезит, гидроборацит, данбурит, эпигенетические минералы, кластические минералы, минералогический анализ, петрографические особенности, условия минералообразования, хлоридные бассейны, палеогеографические условия, промышленный потенциал, полезные ископаемые.

Abstract. This article examines the mineralogical and petrographic features of the salt strata of the Tyubegatan deposit and the conditions of their formation. The main rock-forming minerals are halite (NaCl), sylvite (KCl), carnallite ($\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), and anhydrite (CaSO_4). Impurities include gypsum, calcium hemihydrate, carbonate minerals (calcite, dolomite, magnesite), as well as rare boron-bearing minerals (hydroboracite, danburite) and more than 30 epigenetic and clastic minerals. The morphology, color, grain size, and chemical composition of the minerals are analyzed. The research results are important for understanding the patterns of mineral formation in chloride basins and for assessing the industrial potential of the deposit.

Keywords: Tyubegatan deposit, salt strata, halite (NaCl), sylvite (KCl), carnallite ($\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), anhydrite (CaSO_4), gypsum, calcite, dolomite, magnesite, hydroboracite, danburite, epigenetic minerals, clastic minerals, mineralogical analysis, petrographic features, mineral formation conditions, chloride basins, paleogeographic conditions, industrial potential, mineral resources.



Введение

Соляные толщи представляют собой ценные объекты изучения в геологии, минералогии и петрографии, так как они отражают сложные процессы осадконакопления и минералообразования в древних бассейнах. Их формирование напрямую связано с гидрохимическими условиями, климатическими особенностями и тектонической обстановкой региона. Изучение минерального состава соляных толщ позволяет реконструировать палеогеографические условия, установить источники минерального вещества, а также выявить стадии и механизмы осадконакопления [1].

Тюбегатанское месторождение относится к хлоридному типу соляных залежей и расположено в условиях аридного климата, что способствовало интенсивному испарению водных бассейнов и накоплению солей в значительных объемах. Минералогическая специфика залежей определяется преобладанием водорастворимых хлоридов натрия, калия, магния и сульфата кальция. Пороодообразующими минералами являются галит (NaCl), сильвин (KCl), карналлит ($\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) и ангидрит (CaSO_4), которые формируют основные промышленные запасы месторождения.

Помимо основных минералов, в составе соляных толщ встречаются разнообразные примеси гипс, кальция полугидрат, карбонаты (кальцит, доломит, магнезит), а также редкие борсодержащие минералы, такие как гидроборацит и данбурит. Значительный интерес представляет наличие более 30 видов эпигенетических и кластических минералов, включая кварц, опал, полевые шпаты, глинистые минералы и железосодержащие образования. Их присутствие фиксирует постседиментационные процессы, а также указывает на источники терригенного материала.

Важным направлением исследования является определение морфологии, размеров, окраски и внутренней структуры минералов, а также изучение минеральных и газовой-жидких включений, которые являются индикаторами условий кристаллизации и последующих преобразований. Химический анализ галита, сильвина и карналлита позволяет уточнить природу их формирования, степень чистоты и потенциальные направления промышленного использования.

Актуальность изучения Тюбегатанского месторождения обусловлена как научной, так и прикладной значимостью. С научной точки зрения, оно представляет собой модельный объект для изучения процессов минералообразования в хлоридных бассейнах. С практической стороны, минералы месторождения являются ценным сырьем для химической промышленности (производство хлора, соды, калийных удобрений), металлургии, строительства и сельского хозяйства. Комплексное исследование его минералогических и петрографических характеристик позволит не только реконструировать геологическую историю формирования залежей, но и обосновать направления их рациональной и комплексной разработки [2].

Методология

В процессе исследования использовались комплексные методы полевых, лабораторных и аналитических работ, направленные на изучение минералогического и петрографического состава соляных толщ, а также определение условий их формирования.

Полевой этап включал:

Визуальное и инструментальное обследование обнажений и карьерных стенок.



Отбор репрезентативных образцов пород по стратиграфическим разрезам. Геологическую привязку точек отбора с использованием GPS-координат. Лабораторный этап проводился в специализированных геохимических и минералогических лабораториях и включал:

Определение минералогического состава с использованием оптической микроскопии в проходящем и отраженном свете.

Рентгенофазовый анализ (РФА) для выявления кристаллических фаз и уточнения минерального состава [3].

Химический анализ (в том числе спектральные и титриметрические методы) для определения содержания основных и примесных элементов.

Термогравиметрический анализ (ТГА) и дифференциально-термический анализ (ДТА) для установления температурных диапазонов дегидратации и разложения минералов.

Аналитический этап включал:

Систематизацию полученных данных с использованием статистических и корреляционных методов.

Сравнение результатов с литературными данными по аналогичным соляным месторождениям.

Определение генетических особенностей минералов, их пространственного распределения и ассоциаций.

Данный комплекс методик позволил провести детальную характеристику пороодообразующих и примесных минералов, выявить особенности их формирования, а также оценить промышленную значимость выявленных минералогических комплексов.

Исследовательская часть

В качестве примеси в соляной залежи присутствуют гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, полугидрат кальция $2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, а также карбонаты, представленные кальцитом CaCO_3 , доломитом $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ и магнезитом MgCO_3 . Очень редко и в небольшом количестве встречаются боросодержащие минералы: силикат бора – данбурит $\text{CaB}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ и гидроборацит - $\text{CaMgB}_6\text{O}_{11} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

Кроме перечисленных минералов при изучении нерастворимых остатков солей установлено около 30 эпигенетических и кластических минералов. Список всех известных в настоящее время минералов на месторождении Тюбегатан приводится ниже:

Таблица 1

Группировка минералов соляных толщ по их роли в составе месторождения Тюбегатан

№	Группа	Минераллар
1	Пороодообразующие минералы	1. Галит; 2. Сильвин; 3. Карналлит; 4. Ангидрит
2	Минералы-примеси	1. Кальцит; 2. Доломит; 3. Магнезит; 4. Гипс; 5. Полугидрат кальция; 6. Волокнистый минерал; 7. Сера; 8. Гидроборацит; 9. Данбурит; 10. Кварц; 11. Опал; 12. Полевые шпаты; 13. Обломки пород; 14. Глинистые минералы (каолинит – гидрослюдистого состава с примесью монтмориллонита); 15. Хлорит; 16. Биотит; 17. Мусковит; 18. Вулканическое стекло; 19. Глауконит; 20. Ферримонтмориллонит; 21.



		Лимонит; 22. Гематит; 23. Ильменит; 24. Магнетит; 25. Лейкоксен; 26. Пирит; 27. Флюорит; 28. Барит; 29. Апатит; 30. Целестин; 31. Анатаз; 32. Циркон; 33. Сфен; 34. Гранат; 35. Турмалин; 36. Рутил; 37. Монацит; 38. Брукит; 39. Пироксен моноклинный; 40. Роговая обманка; 41. Тремолит; 42. Актинолит; 43. Ставролит; 44. Эпидот; 45. Дистен; 46. Цоизит
--	--	---

Породообразующие минералы

Галит главный породообразующий минерал соляной залежи Тюбе-гатанского месторождения. Он образует мономинеральные скопления, слагая мощные пласты каменной соли, а также в парагенезисе с другими соляными минералами входит в состав всех соляных пород, слагающих соляную залежь.

На территории Тюбегатан, как и на других месторождениях хлоридного типа отмечается первичный и вторичный галит. Главную массу соляной залежи месторождения Тюбегатан составляет первичный галит. Обычно галит в основной своей массе пререкристаллизован, но под микроскопом в шлифе довольно часто наблюдаются реликты первичной зональной структуры, в виде ориентированных скоплений кубических, призматических или неправильной формы пустоток, расположенных по зонам роста и образующих иногда сечения «лодочки» и «елочки».

В некоторых пустотках, содержится сероводород, чем объясняется запах появляющийся при раскалывании серой соли из нижней части соляной залежи. Из минеральных включений в галите довольно часто встречаются ангидриты, карбонаты и аутигенный кварц как в виде отдельных зерен размером от 0,01 мм до 0,5 мм и карналлита. Кроме того, в зернах галита довольно часто наблюдаются включения карбонатно-глинистого пелитоморфного вещества в виде неправильной формы скоплений [4].

Форма зерен галита разнообразна – от идиоморфных кубических кристаллов – до совершенно неправильных зерен с неровными, сильно извилистыми контурами (рис.1). Иногда зерна галита имеют удлинённую форму, вытянутую параллельно наложению. Такая форма зерен галита характерна для вторичного волокнистого галита. Размер зерен галита колеблется от десятых долей мм до нескольких см. Галит Тюбегатанского месторождения обычно окрашен в светло-серый и розовый цвет различной интенсивности. Реже встречаются галит прозрачный, бесцветный и молочнобелый и совсем редко синий галит.

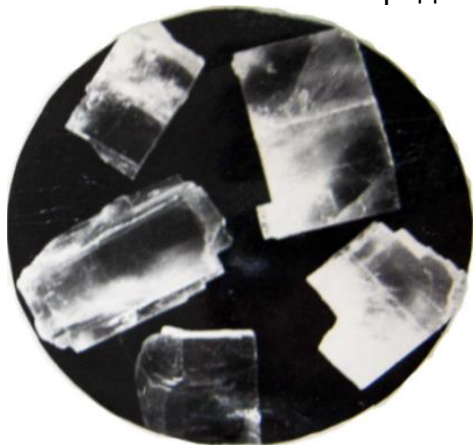


Рис. 1. Кристаллы галита х5



Рис. 2. Кристаллы галита х5



Окраска галита, как показывает изучение прозрачных шлифов и иммерсионных препаратов, связана с наличием в нем минеральных или газовой-жидких включений. Так, например, бесцветный водно-прозрачный галит лишен или почти лишен каких-либо включений. Серая окраска галита обусловлена наличием в нем включений светло-серого ангидрита или карбонатно-глинистого вещества, иногда битуминозного. Молочно-белый мутный галит содержит микровключения пузырьков газа и рапы. Розовая, наиболее распространенная на месторождении окраска галита, обусловлена наличием в нем гидроокислов железа, пропитывающего карбонатно-глинистое вещество или скоплений мельчайших тонких чешуек и иголок гематита и гетита.

Некоторые исследователи приписывают розовую и красную окраску галита примеси следов органического вещества (микроводоросли). Синяя окраска в галите наблюдается редко и распределена очень неравномерно. В бесцветном водно-прозрачном галите наблюдаются неправильной формы хлопьевидные расплывчатые пятна от светло-голубого до синего цвета.

Синий цвет галита по мнению П.Н. Чирвинского объясняется выделением металлического натрия в результате воздействия радиоактивного излучения калия на решетку хлористого натрия.

Удельный вес галита

Обр. №14 галит бесцветный – 2,175

Обр. №15 галит розовый – 2,16

Теоретический удельный вес галита – 2,1-2,2.

Вторичный галит – волокнистый, встречается на месторождении редко и значительных концентраций не образует. Обычно волокнистый галит-приурочен к скоплениям карбонатно-глинистого вещества и заполняет в них трещины и пустот. Толщина трещин редко достигает 3-х см, обычно меньше 1,0 см. Волокна галита располагаются параллельно друг другу и перпендикулярно стенкам трещин.

Сильвин является главным калийсодержащим минералом в соляной залежи месторождения Тюбегатан. Мономинеральных крупных скоплений сильвина не образует, а встречается в прослоях галито-ангидритовых пород, в зоне распространения калиеносных пород и в карналлитовых породах.

Зерна сильвина имеют чаще всего неправильные формы с неровными причудливыми очертаниями. Изредка встречаются хорошо ограненные кристаллы сильвина в форме кубиков, а также брусочковидные зерна (рис.3). Размер зерен сильвина колеблется от долей мм до 1,0 см, редко 2-3 см.

Сильвин на месторождении Тюбегатан присутствует в двух разновидностях – первичный, кристаллическо-зернистый и вторичный – волокнистый. Преобладает первичный сильвин, почти нацело перекристаллизованный. Следов первичных структурных признаков почти не сохранилось. Иногда только в отдельных зернах окрашенного сильвина наблюдается слабо выраженное зональное расположение окраски. Одним из факторов позволяющим, по мнению В.Н. Дубининой подтвердить кристаллизацию сильвина из рапы материнского бассейна, является наличие в нем микровключений галита. Наличие включений в сильвине объясняется одновременной кристаллизацией их из водного раствора.

При раскалывании зерен сильвина обнаруживались капельки ископаемой рапы, которая заполняет овальные или неправильные формы полости. Из минеральных включений в сильвине отмечаются ангидрит, карбонаты (доломит-магнезитового ряда) и вторичный кварц [5].

Сильвин на месторождении Тюбегатан обычно окрашен в розовый, кирпично-красный, реже кремевый или молочно-белый цвет. Окраска сильвина, как и галита,



объясняется наличием тех или иных включений. Молочно-белая окраска сильвина обязана наличию большого количества микровключений рапы и пузырьков газа. Розовая и красная окраска зависит от включений железистых минералов (гематит, гётит, гидрогематит), которые находятся в виде тонких игл и хлопьевидных криптористаллических образований.

Хлопьевидные буроватые и кирпично-красные пятна, наблюдаемые в сильвине и галите, по-видимому, представляют собой те же окислы железа в криптористаллическом состоянии. Окраска в зернах сильвина распределена неравномерно, более интенсивно по краям зерен с понижением до полного исчезновения в центре зерна.

Удельный вес

Сильвин красный 2,10

Теоретический удельный вес 1,97-1,99

Повышенный удельный вес красного сильвина из описываемого месторождения следует отнести за счет включений в нем галита, определенного химическим анализом и другие примеси (гематит, гётит).

Выводы

Проведённые исследования показали, что соляные толщи района Тюбегатан характеризуются сложным минералогическим составом, включающим как основные породообразующие минералы (хлориды натрия, калия, магния и сульфат кальция), так и широкий спектр минералов-примесей. Их количественное и качественное соотношение отражает многостадийность осадконакопления и влияние различных физико-геохимических условий в процессе формирования залежей.

Выявлено, что присутствие карбонатных, сульфатных, силикатных, железистых и редких минералов указывает на чередование испарительных, гидротермальных и терригенных источников вещества. Наличие вулканического стекла, глауконита и тяжелых минералов свидетельствует о привносе материала из внешних областей и активных процессов выветривания.

Результаты исследования имеют важное значение для реконструкции палеогеографических условий формирования месторождения, оценки промышленной ценности отдельных компонентов и определения перспектив комплексного использования минерального сырья района.

Список использованной литературы:

- [1]. Иванов А.А. «Основы геологии и методика поисков, разведки и оценки месторождений минеральных солей», Госгеолиздат, 1953 г. С.48-62.
- [2]. Петров Н.П. «Геология месторождений калийных солей юго-западных отрогов Гиссарского хребта», Госгеолфонды, 1952 г.;
- [3]. Корневский С.М. «О структурных особенностях сингенетических и диагенетических изменений отложений галита и сильвина». 134-140.;
- [4]. Бадалов С.Т., Турсебеков А.Х. Новые данные о распространении ангидритово-гипсовых пород Р2 возраста в Карамазаре// Узб. геол. журн. 1967. 2.- С.47-51.
- [5]. Баталин Ю.В., Касимов В.С., Станкевич Е.Ф. Месторождения природной соды и условия их образования. М.: Недра, 1973. - 205 с.