САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**Игнатова Маргарита Валерьевна**

**Минералогия марганцевых руд проявления Надэйяхинское, Пай-Хой**

Магистерская диссертация

«К ЗАЩИТЕ»

Научный руководитель:

д г.-м. н, проф. А. И. Брусницын

« » 2017

Заведующий кафедрой:

к. г.-м. н, доцент А. А. Антонов

« » 2017

Санкт-Петербург

2017

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

Введение 3

Глава 1. Геологическое положение проявления Надэйяхинское 5

1.1. Позиция в структурах региона 5

1. 2. Рудовмещающие толщи 8

1.3. Условия залегания марганценосных пород 11

1.4. Краткие выводы 12

Глава 2. Петрографическое описание пород проявления Надэйяхинское 13

2.1. Вмещающие породы 13

2.2. Марганцевые породы 14

2.3. Краткие выводы 18

Глава 3. Особенности химического состава пород проявления Надэйяхинское 19

3.1. Петрогенные элементы 20

3.3. Краткие выводы 23

Глава 4. Минералогия пород проявления Надэйяхинское 26

4.1. Минералогический состав пород 26

4.2. Характеристика минералов 29

Глава 5. Обсуждение результатов 50

Заключение 54

Литература 55

Приложения 58

**ВВЕДЕНИЕ**

Проявление марганцевых пород Надэйяхинское расположено на юго-западном Пай-Хое, в 150 км к северу от г. Воркута, в среднем течении реки Силова-яха. Проявление было открыло в 2010 году сотрудниками геологического факультета Санкт-Петербургского государственного университета (А.И.Брусницын, Е.В.Старикова).

Интерес к этому проявлению и актуальность данной работы обусловлены тем, что в пределах Уральского складчатого пояса подавляющее большинство месторождений марганца приурочено к вулканогенно-осадочным комплексам восточного, палеоокеанического сектора. Среди осадочных формаций западного, палеоконтинентального сектора, такие объекты редки, и поэтому каждый из них заслуживает внимания. Надэйяхинское является третьим на Пай-Хое проявлением марганцевых пород. Ранее здесь были изучены проявления Силоваяхинское и Надэйяхинское-2 (Старикова, 2011, 2012; Брусницын, Игнатова, 2014).

Цель данной работы – изучение минералогии марганцевых пород проявления Надэйяхинское.

Задачами исследований являлись:

1. Изучение геологических условий залегания марганцевых пород.

2. Диагностика главных, второстепенных и акцессорных минералов марганцевых пород.

3. Описание главных петрографических типов марганцевых пород.

4. Изучение особенностей морфологии, физических свойств и химического состава минералов.

5. Обобщение и генетическая интерпретация полученных данных.

Материалом для исследования служили 15 представительных образцов марганцевых пород, часть из которых была предоставлена научным руководителем, а часть отобрана автором работы на проявлении Надэйяхинское во время полевых работ в 2016 году.

В методы исследований включали в себя визуальную диагностику минералов, рентгенофазовый порошковый анализ, электронную микроскопию, рентгеноспектральный флюоресцентный анализ.

Предварительная визуальная диагностика проводилась как непосредственно на проявлении, так и на кафедре минералогии СПбГУ.

Рентгенофазовый порошковый анализ проводился в ресурсном центре СПбГУ «Рентгенодифракционные методы исследования» в Василеостровском учебно-научном комплексе. Исследования проводились на приборе Rigaku «MiniFlex II». Обработка результатов съемки происходила при помощи программы PDXL с использованием базы данных «Powder Diffraction File» (PDF-2). Данные базы − 2011г.

Анализ с помощью электронной микроскопии проводился в ресурсных центрах СПбГУ «Микроскопии и микроанализа» на настольном растровом электронном микроскопе-микроанализаторе HITACHI TM 3000 (аналитики Брусницын А. И., Игнатова М. В.). В качестве исследуемого материала использовались аншлифы и прозрачные полированные шлифы с углеродным напылением.

Анализ химического состава пород был проведен в центральной химической лаборатории ВСЕГЕИ рентгеноспектральным флюоресцентным методом на спектрометре ARL–9800 (Швейцария) (аналитик Цимошенко Б.А.).

Автор хочет выразить благодарность за помощь в проведении работы Платоновой Н. В. за помощь в проведении рентгенофазового анализа, Янсон С. Ю. за помощь в проведении микрозондового анализа, Цимошенко Б.А. за проведение рентгеноспектрального флюоресцентнтного анализа, Стариковой Е. В. за консультации по особенностям проявления, Никитиной М. В. за подготовку материала для анализов, Савельеву С. О. за помощь в обработке данных, а также Легеньковой А. М. и сотрудникам АО «Северо-западное ПГО» за предоставленную возможность полевых исследований.

*Работы проведены с использованием аналитических возможностей ресурсных центров СПбГУ «Рентгенодифракционные методы исследования», «Микроскопии и микроанализа».*

**ГЛАВА 1**

**ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ**

**1.1. Позиция в структурах региона**

Проявление Надэйяхинское расположено в западной части Уральского складчатого пояса, на юго-востоке его северной оконечности - Пай-Хоя. В плане геодинамических реконструкций западный сегмент Урала представляет собой фрагменты пассивной палеоконтиненетальной окраины, сложенной палеозойскими осадочными породами.

В этих отложениях выделяются две структурно-формационные зоны – западная, Елецкая, представленная в основном карбонатными осадками мелководного шельфа, и восточная, Лемвинская, образованная карбонатно-кремнисто-глинистыми отложениями глубоководного шельфа и континентального склона. В современном эрозионном срезе эти структурно-формационные зоны участвуют в строении надвиговой структуры восточного падения: восточные глубоководные фаций надвинуты на западные мелководные карбонатные отложения. Таким образом, принято говорить о Лемвинских фациях Пайхойского аллохтона и Елецких фациях параавтохтона, который, в свою очередь, сместился к юго-западу. Лемвинские фации обнажаются в Пайхойском аллохтоне Пайхойского шарьяж-антиклинория, формирующего осевую часть Пайхойского кряжа. Шарьяж-антиклинорий ограничен с севера Северо-Пайхойским надвигом, с юга – Главным Пайхойским надвигом.

Марганцевая минерализация приурочена к глубоководным отложениям Лемвинской зоны (Старикова, Завилейский, 2010). Надэйяхинское проявление находится в северной части Кара-Силовской площади, которая является южным окончанием Пайхойского аллохтона, в среднем течении р. Силова-Яха в верховьях ручья Надэйяха, ее правого притока, рядом с его устьем. Исследователями (Старикова, 2014) здесь был выделен участок Нижнесиловский-2, включающий группу рудопроявлений бассейна р. Силова-Яха, от ручья Мадахаяха на юго-западе до ручья Надеяха на северо-востоке. Эта территория имеет очень сложное складчато-надвиговое строение из-за своего положения в районе замыкания осевой зоны Пайхойского шарьяж-антиклинория (рис. 1, 2).

|  |
| --- |
|  |
| Рис. 1. Схема тектонического районирования Пай-Хоя. Черным квадратом отмечен район проявления Надэйяхинское.  (По Стариковой и др., 2010). |
| Image |

|  |  |
| --- | --- |
| Рис. 2. Геологическая карта района Надэйяхинского проявления (Микляев, 1998ф). |  |

**1. 2. Рудовмещающие толщи**

Породы Надэйяхинского проявления относятся к марганценосной формации фаменского яруса верхнего девона.

Фаменская марганценосная формация выделяется на границе громашорской (D3gr) и силоваяхинской (D3-C1sl) свит (рис. 3). Мощность формации составляет 35-50 м, протяженность свыше 100 км. Громашорская свита сложена преимущественно кремнистыми и глинисто-карбонатно-кремнистыми сланцами с прослоями силицитов, фтанитов, известняков. Ее примерная мощность составляет 250 м. Силоваяхинская свита представлена ритмичным переслаиванием фтанитов, черных сланцев, силицитов и кремнистых, углеродисто-кремнистых известняков. Мощность пород около 200 м. На границе выделяется рудовмещающий горизонт кремнистых пород мощностью от 4 до 18-20 м, представленных красноцветными полосчатыми либо массивными яшмами с прослоями кремнистых известняков и карбонатно-кремнистых сланцев. Предыдущими исследователями (Старикова, Завилейский, 2010) в качестве одного из характерных признаков яшм отмечались повышенные концентрации в них марганца и железа (до 7 и 15 масс. % MnO и Fe2O3 соответственно). Однако, минеральные формы накопления металлов не были установлены. Согласно утверждениям исследователей (Старикова, 2014), эти отложения осаждались в условиях континентального подножия.

На Надэйяхинском проявлении рудовмещающими являются карбонатно-кремнистые отложения громашорской свиты (Рис. 5). На участке они представлены серыми мусковит-кварцевыми и карбонатно-кварцевыми сланцами коричневато-черного цвета с пиритовой вкрапленностью. Важно отметить, что в разрезе осадочной толщи проявление расположено примерно на 200 м стратиграфически ниже всех других марганцевых проявлений Пай-Хоя. До сих пор на этом стратиграфическом уровне марганценосные отложения на Пай-Хое не были известны.

|  |
| --- |
|  |
| Рис.3. Стратиграфическая колонка карбонатно-кремнистого типа разреза громашорской и нижней части силоваяхинской свиты  (Старикова Е. В., Журавлев А. В., 2013)   |  | | --- | |  | | Рис. 4. Схема строения Надэйяхинского проявления  (составлено Стариковой Е. В., 2010) | |

**1.3. Условия залегания марганценосных пород**

На проявлении Надэйяхинское марганцевая минерализация обнаруживается в скальном выступе вдоль правого борта р. Силова-Яха высотой около 20 м и протяженностью 50 м (Рис. 4, 5). Минерализация прослеживается в нижней прибрежной части склона в коренном выходе пологозалегающей толщи до высоты около 2 м и протяженности около 10 м. Минерализация развита в виде небольших по мощности (20–40 см) и не выдержанных по простиранию прослоев и линз, согласно залегающих в сланцах (Рис. 6). Сланцы, в свою очередь, имеют наклонное залегание, а также иногда смяты в складки различного типа.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | | |
| Рис. 5. Район проявления Надэйяхинское, среднее течение р. Силова-Яха. В правой нижней части кадра видно обнажение рудовмещающих карбонатно-кварцевых сланцев громашорской свиты. Фото автора. | |
| **30 см** | | |
| Рис. 6. Проявление Надэйяхинское. Белыми штрихами отмечены линзовидные выходы кварц-карбонатных марганцевых пород в антиклинальной складке. Фото автора. |

**1. 4. Краткие выводы**

Район проявления Надэйяхинское приурочен к морским осадочным толщам пассивной континентальной окраины. Вмещающими являются глубоководные отложения Лемвинской структурно-формационной зоны. Непосредственно марганцевая минерализация локализована в мусковит-кварцевых сланцах. Залежи марганцевых пород образуют линзовидные, пластообразные тела небольшого размера, согласно залегающие во вмещающих сланцах, что указывает на сингенетичное образование рудных тел.

**ГЛАВА 2**

**ПЕТРОГРАФИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПОРОД ПРОЯВЛЕНИЯ НАДЭЙЯХИНСКОЕ**

**2.1. Вмещающие породы**

Вмещающими для марганцевых пород проявления являются мусковит-кварцевые сланцы, в которых, наряду с марганцевыми разновидностями, содержатся линзы и прослои карбонатно-кварцевых пород.

|  |
| --- |
|  |
| Рис. 7. Вмещающие породы проявления Надэйяхинского. 1 – мусковит-кварцевые сланцы, 2 – карбонатно-кварцевые линзы и прослои в мусковит-кварцевых сланцах. Вид в обнажении. Фото автора. |

**Мусковит-кварцевые сланцы.** В районе проявления мусковит-кварцевые сланцы распространены повсеместно. Сланцы довольно однородны по структуре и текстуре в обнажении. Это мелкозернистые породы с ясно-полосчатой слоистой текстурой. Полосчатость породы выражается в чередовании темно-серых и серовато-белых прослоев толщиной до 2 мм. Прослои в образце обнаруживают небольшую волнистость (рис. 7).

Главными минералами сланцев являются кварц и мусковит, слагающие основную массу породы, к второстепенным относятся доломит, кальцит, шамозит, клинохлор, стильпномелан, к акцессорным –рутил, ильменит, пирит и вторичные – монтмориллонит и каолинит.

Чередование прослоев по цвету большей частью вызвано содержанием в них примесей карбонатов (кальцита и доломита) и глинистого вещества. Эти прослои чаще окрашены в светлые цвета. Окраска темных прослоев вызвана частичной заменой мусковита на хлориты и стильпномелан.

Также в сланцах отмечаются линзовидные зоны и прослои интенсивной пиритизации.

При изучении сланцев в электронном микроскопе отмечалась четкая ориентировка чешуек слюды в одном направлении (рис. 8), чего нельзя отметить в стильпномелан-кварцевых прослоях.

**Карбонатно-кварцевые сланцы.** Карбонатно-кварцевые линзы и прослои встречаются повсеместно в районе проявления. В обнажении они хорошо узнаются по характерной сильной волнистости и занозистости, а также светло-коричневой окраске (рис. 7). Толщина линз и прослоев этих пород составляет около 20 см.

Главными минералами, слагающими породу, являются кварц, доломит, кальцит, и стильпномелан, второстепенными – шамозит, клинохлор, сидерит, акцессорными – пирит, халькопирит, и вторичные – ярозит, каолинит. Это мелкозернистая, волнисто-полосчатая, линзовидно-слоистая порода. Полосчатость представлена чередованием серо-черных, серых и беловато-серых слойков и линз толщиной до 1 см. Так же, как и в мусковит-кварцевых сланцах, полосчатость объясняется сменой минерального состава. Так, более светлые слойки имеют преимущественно карбонатно-кварцевый состав, а более темные – стильпномелан-кварцевый. Но, в отличие от мусковит-кварцевых сланцев, в этих породах снижена доля кварцевого вещества, а карбонатного – повышена. Также, слюда здесь имеет второстепенное значение.

В этих породах, как и в сланцах, отмечались зоны интенсивной пиритизации, окисление которых и вызывает светло-коричневую окраску этих пород (рис. 8).

**2.2. Марганцевые породы**

На Надэйяхинском проявлении отмечается два типа марганцевых пород: кварц-карбонатные и карбонатно-силикатные. Первые согласно сменяют вмещающие в разрезе, образуя протяженные слои, в которых обнаруживаются линзы карбонатно-силикатных пород.

**Кварц-карбонатные марганцевые породы.** Наиболее распространенными марганцевыми породами на проявлении являются кварц-карбонатные породы. В обнажении они отличаются по сине-черным пленкам оксидов марганца. По минеральному составу они представляют собой породы, сложенные кутногоритом, родохрозитом, кальцитом, доломитом, стильпномеланом и кварцем с примесью флогопита, мусковита, клинохлора, сидерита, пироксмангита и ортоклаза. Среди акцессорных в них содержатся пирит, халькопирит, кобальтин и другие рудные минералы, а также вторичные – пиролюзит, гетит, каолинит.

В образцах эти породы мелкозернистые, полосчатые, линзовидно-полосчатые, представляют собой чередование белых, серых, зеленовато-черных, красновато-черных, черно-серых полос и линз толщиной до 1 см (рис. 9, 10, 11). Светлый цвет полос обусловлен кварц-карбонатным составом, темные оттенки – содержанием в породе хлоритов, флогопита, стильпномелана. Красноватый цвет может быть объяснен примесью пироксмангита и развитием гетитовых корок по пириту.

Помимо ярко выраженной слоистости породы, в ней также наблюдается микрослоистость. Она выражена в темных макрослоях и представляет собой чередование тонких, до 2 мм, слойков разных оттенков, обычно более темных и более светлых, в зависимости от цветовой гаммы макрослоя. Здесь слоистость определяется распределением карбонатного вещества: в более светлых слоях его больше, чем в более темных (рис. 9, 10).

Породы секут трещины и кварц-карбонатные жилы, обычно расположенные под углом к прослоям.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Рис. 8. Вмещающие мусковит-кварцевые сланцы. Фото в обратно-отраженных электронах. А – общий вид породы; Б – участок с интенсивной пиритизацией.  (Ms – мусковит, Qz – кварц, Py – пирит, Cal – кальцит). | |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Рис. 9. Кварц-карбонатные марганцевые породы. А – общий вид породы в образце;  Б – общий вид породы в обратно-отраженных электронах.  (Cb – карбонаты; Qz – кварц). | |
|  |  |
| Рис. 10. Кварц-карбонатные марганцевые породы. А – общий вид породы в  образце; Б – общий вид породы в обратно-отраженных электронах.  (Cb – карбонаты; Qz – кварц). | |
|  |  |
| Рис. 11. Кварц-карбонатные марганцевые породы. А – общий вид породы в  образце; Б –стильпномелановые агрегаты на фоне основной массы в обратно-отраженных электронах. (Stp – стильпномелан; Qz – кварц). | |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Рис. 12. Карбонатно-силикатные марганцевые породы. А – общий вид породы в образце;  Б – общий вид породы в обратно-отраженных электронах.  (Qz – кварц, Тер – тефроит, Son – сонолит, Pxm – пироксмангит, Сb – карбонаты, Stp – стильпномелан, Chl – хлорит, Phl – флогопит). | |

**Карбонатно-силикатные марганцевые породы.** Эти породы являются редкими для проявления и наблюдались на небольшом по протяженности участке. Они хорошо узнаются по интенсивной малиновой окраске, а также по сине-черным пленкам оксидов марганца. Минералами, слагающими эту породу, являются тефроит, фриделит, сонолит, родохрозит, доломит и кварц. К второстепенным относятся пироксмангит, тефроит, кариопилит, доломит, хлориты, к акцессорным – пирофанит и алабандин.

Это тонкозернистые породы с выраженной ясно-полосчатой и линзовидно-полосчатой текстурой (рис. 12). Прослои, образующие полосы, имеют различные окраски: белые, коричневые, малиновые, черно-зеленые, красновато-бурые, серо-черные и розовые. Толщина прослоев и линз составляет около 1 см.

Цветовая дифференциация породы хорошо отражает ее состав: белые прослои сложены кварцем и карбонатами, коричневые – тефроитом, малиновые и розовые – пироксмангитом, сонолитом и кварцем, черные и серые – клинохлором, флогопитом, тефроитом и карбонатами.

Породу секут карбонатно-кварцевые жилы толщиной до 1 см, а также на поверхности образцов наблюдаются дендриты марганца.

**2.3. Краткие выводы**

Таким образом, нами было выделено четыре разновидности пород проявления: две из них представляют собой вмещающие породы, и еще две – марганцевые. Эти разновидности представлены мусковит-кварцевыми сланцами, карбонатно-кварцевыми линзами и прослоями в мусковит-кварцевых сланцах, марганцевыми кварц-карбонатными карбонатно-силикатными породами. Отличие этих типов пород выражено в различном соотношении главных минералов: кварца, карбонатов и марганцевых силикатов. Таким образом, в разрезе нарастает количество карбонатов, причем они постепенно приобретают марганцевый состав и в дальнейшем частично сменяются на силикаты марганца, проявленные на небольших площадях и которые, наряду со стильпномеланом, являются свидетельством метаморфизма низких степеней.

Минеральный состав пород на фоне кремнистого разреза, их мелко- и тонкозернистые структуры и волнисто-полосчатые текстуры, а также их согласное залегание в разрезе пород громашорской свиты указывает на то, что образование этих пород происходило в спокойных условиях отложения осадков в глубоководной части морского дна с последующим кратковременным поступлением марганца. Также происходил дальнейший метаморфизм осадка.

**ГЛАВА 3**

**ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОРОД ПРОЯВЛЕНИЯ НАДЭЙЯХИНСКОЕ**

**3.1. Петрогенные элементы**

Породы Надэйяхинского месторождения можно разделить на четыре группы: вмещающие мусковит-кварцевые и карбонатно-кварцевые породы, кварц-карбонатные марганцевые породы и карбонатно-силикатные марганцевые линзы в кварц-карбонатных породах. Стоит отдельно рассмотреть химические особенности пород каждого типа. Мусковит-кварцевые и карбонатно-кварцевые сланцы рассмотрены в этой главе как один тип: вмещающие породы.

Вмещающие породы характеризуются высоким содержанием кремнезема - от 62 до 92 SiO2 масс. % и, соответственно низкими содержаниями алюминия: его количество в породах колеблется в целом от 2 до 6 Al2O3 масс. % (табл. 1). Интересными представляются также значительно повышенные относительно кларковых содержания марганца и магния во вмещающих породах, до 2.52 и 3.57 масс. % MnO и MgO соответственно (табл. 1).

В плане соотношения компонентов очень показательно положение вмещающих пород на графике Si - Al, где все отметки вмещающих пород находятся выше соотношения 10 к 1 соответственно (рис. 13а), что позволяет отнести их к высококремнистым породам. Также стоит отметить расположение отметок вмещающих пород на графике (Al+Ti) – (Fe+Mn), на котором хорошо видно, что вмещающие породы относятся к «нормальным» осадкам, в составе которого преобладает литогенный материал (рис. 13, а). По данным тройных диаграмм(рис. 14 а, б, в)вмещающие породы имеют железистую специализацию, не обладая высокими значениями кальция и марганца.

Кварц-карбонатные марганцевые породы обладают в общем значительно меньшим, чем во вмещающих породах, содержанием кремнезема – от 9.69 до 79.35 SiO2 масс. %. и схожими содержаниями алюминия, в среднем колеблющимися в районе двух процентов (от 0.59 до 3.69 Al2O3 масс. % ). Значительно вырастают содержания железа и марганца – средние значения поднимаются примерно до 14 Fe2O3 масс. % и 18 MnO масс. %. Повышается относительно вмещающих пород и содержание магния – в среднем до 5 MgO масс. %. Также, данные породы отличаются высокими содержаниями кальция, колеблющимися от 4.96 до 22.23 CaO масс. % и значительными содержаниями п.п.п., достигающими 20.86 масс. % (табл. 1). За счет значительно упавших содержаний кремния кварц-карбонатные марганцевые породы по соотношению Si-Al располагаются ниже вмещающих, но основная часть анализов по-прежнему находится в зоне соотношения Si-Al 10 к 1 (рис. 13 а).Также данные породы относятся к металлоносным гидротермально-осадочным с железо-марганцевой специализацией, поскольку содержания Fe и Mn повышены относительно содержания алюминия (рис. 13 б). Относительно вмещающих пород наблюдается смещение специализации разреза от фонового кремнистого осадка к гидротермально-осадочному железо-марганцевому. По относительному содержанию компонентов по диаграммам стоит отметить плавное повышение доли карбонатного вещества и марганца и снижение доли железа, постепенный переход от вмещающих пород к кварц-карбонатным (рис. 14 а, б, в).

Карбонатно-силикатные марганцевые породы обладают наиболее низкими содержаниями кремнезема – в среднем около 25 SiO2 масс. % (с колебаниями в анализах от 14.38 до 37.00 SiO2 масс. %) и высокими содержаниями марганца – от 49.45 до 63.97 MnO масс. %. При этом содержание железа значительно падает относительно кварц-карбонатных марганцевых пород и является схожим с вмещающими породами – в колебаниях от 1.09 до 2.12 Fe2O3 масс. %. Содержание же алюминия по-прежнему низкое – до 1.17 Al2O3 масс. %. Незначительно повышается содержание магния –до 7.53 MgO масс. %. Средние значения количества кальция примерно в два раза ниже, чем у кварц-карбонатных марганцевых пород – около 3 CaO масс. %, но стоит отметить значительный диапазон значений – от 1.40 до 9.55 CaO масс. % в отдельных анализах. П.п.п. хоть и ниже, чем в кварц-карбонатных разновидностях, но по-прежнему достаточно высоки – 11 масс. % в среднем.

Вышеперечисленные особенности также можно проследить на диаграммах соотношений компонентов – карбонатно-силикатные породы имеют ярко выраженную марганцевую специфику (рис. 14 а, б, в), а также отмечается по-прежнему плавный переход от одного типа пород к другим, в данном случае от кварц-карбонатных к карбонатно-силиканым*.* По соотношению Si – Al карбонатно-силикатные породы также, как и предыдущие, являются нормальным членом разреза осадочной глубоководной толщи, удаленной от источников сноса (рис. 13 а).По соотношению (Al+Ti) – (Fe+Mn) карбонатно-силикатные породы относятся к гидротермально-осадочным породам с резким преобладанием рудного материала (рис. 13 б).

|  |  |
| --- | --- |
| *а* |  |
| *б* |  |
|  | Рис. 13. Графики соотношения индикаторных петрогенных элементов в породах Надэйяхинского проявления. Цифрами на *б* отмечены поля осадочных пород с различными соотношениями литогенных (Al+Ti) и рудных (Fe+Mn) компонентов: 1 – осадочные породы с примесью рудного материала; 2 – гидротермально-осадочные породы, «металлоносные осадки»; 3 – гидротермально-осадочные породы с резким преобладанием рудного материала, «рудоносные осадки». Границы полей составлены в соответствии с работой Брусницына А. И., 2015.  *Обозначения:* квадраты – вмещающие породы, кружки – карбонатно-кварцевые марганцевые породы, треугольники – силикатные марганцевые породы. |

|  |  |
| --- | --- |
| *а* | *б* |
|  |  |
| *в* |  |
|  |  |
| Рис. 14. Диаграммы соотношения индикаторных петрогенных элементов в породах Надэйяхинского проявления.  *Обозначения:* квадраты – вмещающие породы, кружки – карбонатно-кварцевые марганцевые породы, треугольники – силикатные марганцевые породы. | |

**3.3. Краткие выводы**

В целом, говоря о химическом составе пород Надэйяхинского месторождения, следует обратить внимание на плавные переходы между типами пород, выраженную в смене химического состава, а именно в переходах от железистой специализации к железо-марганцевой и далее к чисто марганцевой, что позволяет сделать предположения относительно гидротермально-осадочного источника поступления железа и марганца, о чем также свидетельствует положение марганцевых разновидностей пород на графике отношения литогенных (Al) и рудных (Fe+Mn) компонентов в поле гидротермально-осадочных пород. Плавная смена составов пород также указывает на то, что не происходило перерывов в накоплении фонового вещества. Характерной особенностью изученных пород является то, что накопление рудных компонентов происходило при невысоком, но постоянном поступлении магния. Все изученные нами породы проявления относятся к высококремнистым, что свидетельствует о том, что накопление осадка происходило в глубоководных условиях, удаленных от источников терригенного сноса.

**Таблица** **1.** Химический состав пород (масс. %)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Компонент | Разновидности пород | | | | | | | | | | | |
| Мусковит-кварцевые и карбонатно-кварцевые сланцы | | | | | Марганцевые кварц-карбонатные | | | | | | |
| 4300/50 | 4300/52 | 4300/53 | 4300/100 | 4300/101 | 4300/1 | 4300/2 | 4300/4 | 4300/5 | 4300/6 | 4300/7 | 4300/8 |
| SiO2 | 92.53 | 83.75 | 89.45 | 65.33 | 62.02 | 39.52 | 23.63 | 17.11 | 39.64 | 75.52 | 28.99 | 46.93 |
| TiO2 | 0.03 | 0.30 | 0.15 | 0.14 | 0.09 | 0.05 | 0.07 | 0.11 | 0.06 | 0.03 | 0.12 | 0.04 |
| Al2O3 | 2.18 | 6.11 | 2.51 | 3.65 | 2.54 | 1.73 | 1.91 | 1.94 | 1.67 | 0.59 | 3.69 | 1.16 |
| Fe2O3 | 3.84 | 3.87 | 3.22 | 2.97 | 3.40 | 21.61 | 14.22 | 9.27 | 7.17 | 4.47 | 23.72 | 15.52 |
| MnO | 0.17 | 0.28 | 1.03 | 2.16 | 2.52 | 14.93 | 17.53 | 22.71 | 23.21 | 7.99 | 17.15 | 12.31 |
| MgO | 0.04 | 2.30 | 1.07 | 3.20 | 3.77 | 2.80 | 7.22 | 10.25 | 3.36 | 1.36 | 4.51 | 2.56 |
| CaO | 0.16 | 0.41 | 0.85 | 9.54 | 10.78 | 7.10 | 21.42 | 22.23 | 10.72 | 4.96 | 8.43 | 11.07 |
| Na2O | <0.05 | <0.05 | <0.05 | 0.38 | 0.30 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |
| K2O | 0.17 | 2.06 | 0.81 | 1.39 | 1.03 | 0.16 | 0.29 | 0.38 | 0.49 | 0.23 | 0.33 | 0.23 |
| P2O5 | 0.04 | 0.07 | 0.05 | <0.05 | <0.05 | 0.16 | 0.06 | 0.04 | 0.06 | 0.05 | 0.06 | 0.01 |
| ППП | 0.86 | 0.80 | 0.87 | 11.60 | 14.00 | 11.96 | 13.69 | 15.93 | 13.64 | 4.85 | 12.95 | 10.15 |
| Сумма | 100.00 | 99.95 | 100.01 | 100.41 | 100.50 | 100.02 | 99.97 | 99.97 | 100.03 | 100.04 | 99.95 | 99.98 |

*Примечание.* Химический состав пород проанализирован в центральной химической лаборатории ВСЕГЕИ рентгеноспектральным флюоресцентным методом на спектрометре ARL–9800 (Швейцария), аналитик Б.А.Цимошенко.

**Таблица** **1 (продолжение).** Химический состав пород (масс. %)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Компонент | Разновидности пород | | | | | | | | | | | |
| Марганцевые кварц-карбонатные | | | | | Марганцевые карбонатно-силикатные | | | | | | |
| 4300/9 | 4300/40 | 4300/41 | 4300/42 | 4300/51 | 4300/10б | 4300/12 | 4300/14 | 4300/17 | 4300/18 | 4300/19 | 4300/30 |
| SiO2 | 32.34 | 33.67 | 29.93 | 9.69 | 79.35 | 14.38 | 19.93 | 22.41 | 20.87 | 17.14 | 37.00 | 30.74 |
| TiO2 | 0.05 | 0.10 | 0.10 | 0.09 | 0.05 | 0.08 | 0.05 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.03 | 0.06 |
| Al2O3 | 1.42 | 2.22 | 1.69 | 2.20 | 1.66 | 1.85 | 1.07 | 0.69 | 0.84 | 1.08 | 0.62 | 1.17 |
| Fe2O3 | 8.52 | 16.01 | 9.31 | 17.08 | 12.75 | 3.91 | 2.12 | 2.12 | 1.19 | 1.58 | 1.09 | 1.49 |
| MnO | 19.22 | 17.92 | 24.20 | 29.36 | 0.66 | 45.06 | 55.76 | 56.79 | 63.97 | 57.68 | 49.45 | 51.15 |
| MgO | 6.22 | 4.04 | 5.29 | 6.56 | 0.86 | 7.53 | 5.14 | 3.32 | 4.08 | 5.57 | 3.29 | 4.93 |
| CaO | 19.51 | 12.10 | 16.05 | 13.36 | 0.93 | 9.55 | 5.11 | 3.84 | 2.08 | 4.63 | 1.40 | 2.31 |
| Na2O | <0.05 | <0.05 | <0.05 | 0.10 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |
| K2O | 0.17 | 0.49 | 0.21 | 0.70 | 0.03 | 0.70 | 0.08 | 0.15 | 0.05 | 0.16 | 0.11 | 0.15 |
| P2O5 | 0.04 | 0.05 | 0.03 | 0.04 | 0.03 | 0.05 | 0.03 | 0.02 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.06 |
| ППП | 12.47 | 13.43 | 13.15 | 20.85 | 3.63 | 16.87 | 10.73 | 10.67 | 6.88 | 12.04 | 6.99 | 7.97 |
| Сумма | 99.95 | 100.03 | 99.97 | 100.03 | 99.96 | 99.98 | 100.03 | 100.05 | 100.03 | 99.96 | 100.01 | 100.04 |

**ГЛАВА 4**

**МИНЕРАЛОГИЯ ПОРОД ПРОЯВЛЕНИЯ НАДЭЙЯХИНСКОЕ**

**4.1. Минералогический состав пород**

В рамках исследования состава пород удалось обнаружить довольно большое разнообразие минералов, как среди породообразующих, так и среди второстепенных и акцессорных.

Всего в составе изученных пород диагностировано 39 минералов (табл. 2). Главными минералами являются кварц, тефроит, пироксмангит, сонолит, стильпномелан, доломит, родохрозит, кутногорит, сидерит. Остальные относятся к второстепенным и акцессорным.

По набору главных минералов марганцевые породы делятся на две разновидности. Первая, самая распространенная на проявлении, сложена кварцем, стильпномеланом и карбонатами. Вторая, более редкая для нашего проявления – кварцем, тефроитом, сонолитом, пироксмангитом, карбонатами и стильпномеланом. Вмещающие породы также можно разделить на два типа: мусковит-кварцевые и карбонатно-кварцевые сланцы. Для мусковит-кварцевых сланцев главными минералами являются мусковит и кварц; для карбонатно-кварцевых – доломит, кальцит и кварц.

**Таблица 2.** Минералы марганцевых пород проявления Надэйяхинское

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Минерал | | Формула | | Методы диагностики | | |
| ВД | РФА | ЭМ |
|  |  | Сульфиды | | | | | |
| 1 | Пирит | | | FeS2 | + |  | + |
| 2 | Халькопирит | | | CuFeS2 |  |  | + |
| 3 | Стибнит | | | Sb2S3 |  |  | + |
| 4 | Алабандин | | | MnS |  |  | + |
| 5 | Сфалерит | | | ZnS |  |  | + |
| 6 | Кобальтин | | | CoAsS |  |  | + |
| 7 | Герсдорфит | | | NiAsS |  |  | + |
| 8 | Молибденит | | | MoS2 |  |  | + |
|  |  | Оксиды и гидроксиды | | | | | |
| 9 | **Кварц** | | | SiO2 | + | + | + |
| 10 | Рутил | | | TiO2 |  |  | + |

**Таблица 2 (продолжение).** Минералы марганцевых руд проявления Надэйяхинское

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 11 | Ильменит | | FeTiO3 |  |  | + | |
| 12 | Магнетит | | FeFe2O4 |  |  | + | |
| 13 | *Пиролюзит* | | MnO2 |  | + |  | |
| 14 | Ферберит | | FeWO4 |  |  | + | |
| 15 | Пирофанит | | MnTiO3 |  |  | + | |
| 16 | *Гетит* | | FeOOH | + |  | + | |
|  |  | Силикаты | | | | | |
| 17 | **Тефроит** | | Mn2(SiO4) | + | + | + | |
| 18 | **Сонолит** | | Mn9[SiO4]4(OH)2 |  | + | + | |
| 19 | Циркон | | Zr[SiO4] |  |  | + | |
| 20 | **Пироксмангит** | | Mn7[Si7O21] |  | + | + | |
| 21 | Кариопилит | | Mn5[Si4O10](OH)6 |  | + | + | |
| 22 | **Фриделит** | | Mn8[Si6O15](OH,Cl)10 |  | + | + | |
| 23 | **Стильпномелан** | | KFe8[AlSi11O28](OH)8\*2H2O |  | + | + | |
| 24 | Флогопит | | KMg3[AlSi3O10](OH)2 |  | + | + | |
| 25 | Мусковит | | KAl2[AlSi3O10](OH)2 | + | + | + | |
| 26 | Шамозит | | (Fe5Al)[AlSi3O10](OH)8 |  | + | + | |
| 27 | Клинохлор | | (Mg5Al)[AlSi3O10](OH)8 |  | + | + | |
| 28 | *Каолинит* | | Al2[Si2O5](OH)4 |  |  | + | |
| 29 | *Монтмориллонит* | | (Na0,33\*nH2O)(Al1,67Mg0,33)[Si4O10](OH)2 |  | + |  | |
| 30 | Ортоклаз | | K[AlSi3O8] |  | + | + | |
|  |  | Карбонаты | | | | |
| 31 | **Доломит** | | CaMg(CO3)2 |  | + | + |
| 32 | Кальцит | | Ca(CO3) |  | + | + |
| 33 | **Кутногорит** | | CaMn(CO3)2 |  | + | + |
| 34 | **Родохрозит** | | Mn(CO3) |  | + | + |
| 35 | **Сидерит** | | Fe(CO3) |  | + | + |
|  |  | Фосфаты | | | | |
| 36 | Апатит | | Ca5(PO4)3(OH,F) |  |  | + |
| 37 | Монацит-(Ce) | | Ce(PO4) |  |  | + |
|  |  | Сульфаты | | | | |
| 38 | Барит | | Ba(SO4) |  |  | + |
| 39 | *Ярозит* | | KFe3(SO4)2(OH)6 |  |  | + |

*Примечания.* Методы диагностики минералов: ВД – визуальная диагностика, РФА – рентгенофазовый анализ, ЭМ – электронная микроскопия. В таблице приведены идеальные формулы минералов. Жирным шрифтом выделены главные минералы, обычным – второстепенные и акцессорные. Курсивом выделены гипергенные минералы.

Главные минералы кварц-карбонатных марганцевых пород представлены кварцем, карбонатами: кальцитом, родохрозитом, доломитом, кутногоритом. В некоторых прослоях в качестве главного также выделяется стильпномелан. Следует отметить, что в связи с тонкой полосчатостью породы могут изменяться и главные минералы в зависимости от каждого конкретного прослоя. В нашем случае эти изменения отмечены в наличии или отсутствии кварца в качестве основного минерала и в смене одного породообразующего карбоната другими, а также наличии стильпномелано-карбонатных прослоев.

Второстепенными в кварц-карбонатных слоях являются все представленные выше карбонаты и сидерит, флогопит, мусковит, клинохлор, пироксмангит, ортоклаз, в зависимости от прослоя.

Помимо анализа кварц-карбонатных пород, изучение которых является основным в настоящей работе, был проведен анализ марганцевых карбонатно-силикатных пород, образующих линзы в кварц-карбонатных породах. Главными минералами в них являются тефроит, пироксмангит, фриделит, сонолит, родохрозит, доломит и кварц. Второстепенными –тефроит, пироксмангит, кариопилит, доломит, хлорит (вариации минералов здесь также зависят от конкретного прослоя).

Акцессорные минералы отличаются большим разнообразием, в большинстве представлены различными сульфидами и оксидами, в том числе и гипергенными. Количество обнаруженных акцессориев составляет 23. Среди них отмечены: самый распространенный – пирит, значительно реже встречаются халькопирит, стибнит, алабандин, кобальтин, герсдорфит, сфалерит, рутил, ильменит, магнетит, ферберит, циркон, шамозит, апатит, монацит, барит, молибденит, пирофанит.

Гипергенные минералы представлены пиролюзитом, гётитом, каолинитом, монтмориллонитом и ярозитом.

Ниже мы приводим описание минералов в порядке их распространенности в изученных породах.

**4.2. Характеристика минералов**

ГЛАВНЫЕ МИНЕРАЛЫ

**Кварц.** Диагностировался в образцах по внешнему виду, а также в электронном микроскопе и рентгенофазовой съемке. В большинстве случаев он имеет ксеноморфные кристаллы, плотно заполняющие все пространство между остальными минералами, но иногда, особенно в чистых мусковит-кварцевых прослоях, хорошо видны грани и вершины его кристаллов. Размер кристаллов достигает 50 мкм, средний размер – около 30 мкм. Образует ассоциации со всеми минералами, представленными в породе: карбонатами, слюдами, стильпномеланом и др.

В рентгенофазовом порошковом анализе кварц диагностируется по всем основным пикам с незначительными отклонениями, не превышающими сотые доли ангстрем, в качестве породообразующего (приложения 1-12, 14, 17, 18, 26, 34, 35).

**Карбонаты.** Карбонаты в марганцевых породах Надэйяхинского проявления отличает значительное разнообразие, наличие различных схем изоморфизма с участием как конечных членов изоморфных рядов, так и промежуточных. Набор карбонатов Надэйяхинского представлен родохрозитом, кутногоритом, доломитом, сидеритом и кальцитом. Наиболее распространены родохрозит, кутногорит и доломит, сидерит и кальцит – распространенные второстепенные минералы в породах проявления.

Особый интерес представляют изоморфные ряды карбонатов в представленных породах. Здесь отмечается наличие полного изоморфного ряда между кальцитом и родохрозитом и между родохрозитом и сидеритом. Также отмечается хорошая заменимость магния на марганец в ряде доломит-кутногорит.

Ряд кальцит-родохрозит содержит практически все члены, включая Ca-Mn карбонат, который здесь и далее назван кутногоритом в соответствии с его химическим составом. Эти минералы распространены только в кварц-карбонатных марганцевых породах. Как хорошо видно из графиков (рис. 15), присутствуют конечные члены родохрозит и кальцит с содержаниями Mn и Са до 95 масс.% и 86 MnO и CaO масс.% соответственно. В морфологии взаимоотношений зерен кальцита, кутногорита и родохрозита отмечаются как четкие срастания с прослеживающимися границами зерен, так и плавные плохо заметные изменения, вызванные малыми изменениями в составах кристаллов (рис. 16 а-г, 17а). Также, в некоторых образцах отмечаются сплошные пылеватые смеси карбонатов с размерами зерен в первые мкм, что, конечно, затрудняет диагностику состава подобных образцов.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  | |
| Рис 15. Схемы изоморфных рядов в карбонатах из карбонатно-кварцевых пород проявления Надэйяхинское.  Кружки – анализы карбонатов из марганцевых пород, треугольники – карбонаты из вмещающих карбонатно-кварцевых пород. Все анализы пересчитаны на коэффициенты формул карбонатов на 1 катион. | |

Хорошо выражен промежуточный член ряда Ca(CO3) – Mn(CO3) – кутногорит, который также выполняет схему изоморфизма с доломитом CaMg(CO3) – CaMn(CO3) (рис. 15).

Здесь наблюдаются четкие временные взаимодействия этих двух минералов. При исследовании образцов карбонатно-кварцевых марганцевых пород в электронном микроскопе регулярно отмечались необычные зерна, в которых в центре наблюдалось идиоморфное зерно доломита, обрастающее каймой кальций-марганцевого карбоната, чаще всего кутногорита (рис. 17 в). Из вышесказанного можно сделать вывод, что доломит по отношению к кутногориту первичен в наблюдаемых породах, а привнесение марганца – более поздний процесс, чем образование доломита. При этом, нельзя однозначно сказать, происходило ли замещение магния на марганец в доломите, или кутногорит просто нарастал на его зерна.

Как видно из треугольных диаграмм (рис. 15), основное распределение элементов в карбонатах отмечается как раз между Mg и Mn в ряде доломит – кутногорит. Это указывает на то, что такое явление отмечалось в большинстве прослоев карбонатно-кварцевых марганцевых пород, что свидетельствует о повсеместном более позднем привносе марганца в эти породы.

Следующая распространенная схема изоморфизма – ряд Fe(CO3) – Mn(CO3). Здесь наблюдается не достаточно равномерное распределение вещества, основной массив карбонатов отмечается в промежутке между значениями 0,2 и 0,6 формульных коэффициентов Mn и Fe (рис. 15). Это может быть вызвано как недостатком данных, чтобы заполнить пустые места на графике, так и просто отсутствием недостающих членов в ряду сидерит – родохрозит в кварц-карбонатных марганцевых породах. Как видно из треугольной диаграммы (рис. 15), основное количество Fe-Mn карбонатов представлено железистыми родохрозитом и кутногоритом с примесью магния. Тогда как в поле сидерита попадает гораздо меньшее количество анализов, причем основное их количество обладает высокими содержаниями примесей магния и марганца.

Влияние состава карбонатов ряда сидерит-родохрозит на морфологию кристаллов проявилось лишь в том, что наиболее чистый сидерит (содержание FeO около 76 масс. %) имеет характерную игольчатую форму зерен. Кристаллы сидерита с более низким содержанием Fe (около 50 масс. % FeO) визуально ничем не отличаются от зерен родохрозита и чаще имеют ксеноморфные выделения (17 д, е, 18 в).

Карбонатно-кварцевые прослои во вмещающих подстилающих мусковит-кварцевых сланцах имеют несколько иной состав карбонатов. Как отмечено на диаграммах (рис. 15), здесь не наблюдается изоморфных рядов, а основное количество карбонатов имеет состав кальцита с примесями Fe, Mn, Mg. На треугольных диаграммах (рис. 15) видно, что подавляющее большинство кальцита в этих прослоях содержит в качестве примеси большее количество магния, и меньшее – железа и марганца, что указывает на его близость к доломиту по составу, присутствие которого также отмечается в этих прослоях.

Таким образом, вариации состава карбонатов могут указывать на последовательное распределение элементов в породе, а также на относительный временной период поступления марганца.

**Родохрозит.** Минерал был обнаружен как при микрозондовом анализе, так и при рентгенофазовой съемке (приложения 10, 11, 15-17, 20-22, 25), и диагностирован во многих прослоях в качестве породообразующего, в некоторых – в качестве второстепенного. Морфология выделений различная, от хорошо ограненных кристаллов до агрегатов из обломков зерен и округлых бесформенных выделений. Средний размер зерен около 20 мкм. Ассоциирует с прочими карбонатами, кварцем, слюдами и остальными минералами (16 д, е, 17 а, 18 б-е, 19 а-в).

Кристаллохимическая эмпирическая средняя формула родохрозита (рассчитана по 30 анализам на 1 катион):

(Mn0,75Ca0,09Fe0,09Mg0,06)1,00(CO3)

**Кутногорит.** Так же, как и родохрозит, часто наблюдается в виде как главного, так и второстепенного (приложения 5, 10, 11, 13-19). Форма его выделений не отличается от других карбонатов, но в некоторых случаях кутногорит на краях зерен сменяется на марганцевый кальцит. Наблюдается в ассоциации почти со всеми минералами, представленными в породе.

Кристаллохимическая эмпирическая формула кутногорита имеет вид (рассчитана по 25 анализам на 2 катиона):

(Ca0,95Mn0,05)1,00(Mn0,60Mg0,23Fe0,17)1,00(CO3)2

Из формулы видно, что недостаток марганца компенсируется магнием и железом.

**Доломит.** Доломит является главным минералом для некоторых прослоев в кварц-карбонатных и карбонатно-силикатных марганцевых породах, иногда второстепенным (приложения 12, 13, 20, 27). В отличие от других карбонатов, его зерна практически всегда огранены и имеют ромбическую форму. В некоторых прослоях его выделения интересны тем, что образуют ядра для обрастания их другим карбонатом, чаще всего марганцевыми разновидностями: кутногоритом, марганцевым кальцитом.

Кристаллохимическая эмпирическая средняя формула доломита (рассчитана на 2 катиона на 19 анализов):

(Ca0,96Mn0,04)1,00(Mg0,63Mn0,19Fe0,18)1,00(CO3)2

Как видно, количество магния в доломите приблизительно равно значению марганца в кутногорите. Значения остальных элементов также близки.

**Кальцит.** Был диагностирован как в электронном микроскопе, так и в рентгенографии (приложения 1, 5). Форма зерен варьирует от идиоморфной, с хорошо выраженными гранями ромбических кристаллов, до ксеноморфных выделений. Средний размер кристаллов достигает 20 мкм (рис. 17 в, 19 г). Кальцит образует тесные срастания с родохрозитом, доломитом, кварцем, слюдами. В нем часты значительные примеси марганца, железа, магния. Кальцит образует изоморфные ряды с кутногоритом и родохрозитом.

Рентгенофазовый анализ продемонстрировал наличие кальцита в качестве второстепенного во многих прослоях. Тем не менее, кальцит по микрозондовому анализу является породообразующим для карбонатно-кварцевых прослоев во вмещающих подстилающих мусковит-кремнистых сланцах. Среди примесей здесь преобладает магний, но, его все же недостаточно для того, чтобы кальцит можно было называть доломитом.

Ниже приведена кристаллохимическая эмпирическая средняя формула кальцита из вмещающего подрудного слоя, рассчитанная на 1 катион по 36 анализам:

(Сa0,70Mg0,16Mn0,07Fe0,06)1,00(CO3)

В марганценосном слое наиболее часто встречается кальцит с преобладающей марганцевой примесью. Ниже приведена кристаллохимическая эмпирическая средняя формула кальцита в рудном слое, рассчитанная на 1 катион по 30 анализам:

(Ca0,52Mn0,28Mg0,15Fe0,05)1,00(CO3)

Видно, что в кальците из марганценосного слоя значительно больше марганца, и меньше кальция, количества магния и железа сопоставимы.

**Сидерит.** Обнаружен в качестве второстепенного во вмещающих породах как при помощи рентгенофазового (приложение 8), так и при помощи микрозондового анализов, в электронном микроскопе также отмечается его наличие в качестве второстепенного в кварц-карбонатных марганцевых породах наряду с другими карбонатами. Форма кристаллов чаще всего игольчатая, нитчатая, зерна образуют как бы сети, сосуществуя с кристаллами кварца. Средний размер кристаллов по длинной оси достигает 10 мкм (рис. 17 б, д, е, 18 а).

Кристаллохимическая эмпирическая средняя формула сидерита приведена ниже (рассчитана на 1 катион по 30 анализам):

(Fe0,60Mn0,23Mg0,14Ca0,04)1,00(CO3)

По составу примесей сидерит содержит примерно пополам магния и марганца, с небольшим преобладанием марганца. Примесь кальция довольно незначительнa. Количество железа составляет больше половины.

Рентгенофазовый порошковый анализ проб продемонстрировал относительную точность в определении карбонатов разного состава. Наличие этих минералов обнаружилось во всех образцах из кварц-карбонатных марганцевых пород, и, чаще всего, эти минералы являлись главными в количественном соотношении, кроме кальцита, который выделялся как второстепенный в некоторых прослоях, а так же сидерита, который оказался второстепенным во вмещающих карбонатно-кварцевых сланцах.

Все карбонаты диагностировались по главным линиям, с расхождениями по эталонам в десятые доли ангстрем. Интенсивности пиков часто завышены из-за наложения друг на друга некоторых фаз, но так же иногда занижены из-за невысоких содержаний некоторых карбонатов относительно прочих. Сложность определения карбонатов рентгенофазовой съемкой заключалась в том, что рентгенограммы карбонатных фаз довольно близки по расположению и интенсивности пиков, что затрудняло их диагностику. Общая картина расположения карбонатных пиков позволяет назвать все карбонаты с относительной точностью, особенно, при наличии двух и более карбонатов в пробе.

**Стильпномелан.** Общее количество стильпномелана в породе достигает примерно 10 масс. % в отдельных слоях. Его диагностика производилась с помощью электронного микроскопа и рентгенофазового анализа (приложения 2, 3, 12, 13), в результате чего было обнаружено, что этот минерал присутствует в качестве главного в отдельных слойках в кварц-карбонатных марганцевых породах. Также, стильпномелан хорошо узнавался по пластинчатой удлиненной форме зерен. Средний размер зерен – около 30 мкм. Его кристаллы образуют радиальные звездчатые агрегаты и часто концентрируются неравномерными скоплениями, срастаясь с карбонатами, кварцем и слюдами (рис. 18 а, б).

Рентгенографический анализ показал хорошее соответствие пиков с эталонными по межплоскостным расстояниям, при этом их интенсивности относительно эталонных несколько занижены.

Кристаллохимическая эмпирическая формула стильпномелана из ассоциации с кварцем имеет вид (n=7):

K0,32(Fe6,01Mg1,18Al0,78)7,97[(Si11,31Al0,69)12,00O28](OH)8\*2H2O

По химическому составу формула стильпномелана в целом приближена к идеальной, но отмечен значительный недостаток по калию, что является нормальным для этого минерала. В позицию железа добавляется алюминий, и в некоторых случаях, при ассоциации стильпномелана с марганцевыми карбонатами – марганец.

Кристаллохимическая эмпирическая формула стильпномелана из ассоциации с марганцевыми карбонатами имеет вид (n=3):

K0,42(Fe5,71Mg1,18Al0,70 Mn0,31)7,90[(Si11,31Al0,92)12,00O28](OH)8\*2H2O

Нормированный на 100 % химический состав и коэффициенты в кристаллохимических формулах стильпномелана приведены в таблице 3.

**Тефроит.** Количество в породе составляет около 7 масс. %. Диагностировался в образцах по красновато-коричневому цвету. При изучении в электронном микроскопе отмечался в виде ограненных ромбических и ксеноморфных кристаллов (рис. 19 б).

При изучении проб рентгенофазовым анализом, тефроит был обнаружен в качестве главного во многих слойках силикатных марганцевых пород (приложения 23-25, 27, 28, 30-32). Здесь отмечалось высокое соответствие межплоскостных расстояний пиков в образце с эталонными данными. Среднее соотношение оксидов в тефроите составляет: SiO2 – 30,10 масс. %, MnO – 66,90 масс. %, MgO – 2,65 масс. %. Во всех полученных анализах наблюдается примесь магния около 1-2 масс. %.

Средняя кристаллохимическая эмпирическая формула тефроита, рассчитанная кислородным способом, имеет вид (n=5):

(Mn1,86Mg0,13)1,99[Si1,00O4]

**Таблица 3.** Нормированный на 100 % химический состав (масс. %) и коэффициенты в кристаллохимических формулах стильпномелана

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Компоненты** | Номера анализов | | | | | | | | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| SiO2  Al2O3  FeOобщ.  MnO  MgO  K2O  Сумма | 54,07  5,96  35,66  0,00  3,21  1,10  100,00 | 55,32  5,82  34,50  0,00  3,15  1,20  100,00 | 55,76  5,42  34,26  0,00  3,35  1,20  100,00 | 55,63  5,26  34,71  0,00  3,09  1,31  100,00 | 52,42  7,23  35,78  0,00  3,41  1,16  100,00 | 55,21  6,22  33,73  0,00  3,50  1,33  100,00 | 53,99  6,34  31,79  2,53  3,74  1,61  100,00 | 53,31  6,42  32,84  1,80  3,85  1,78  100,00 | 52,70  7,17  33,93  0,99  3,81  1,41  100,00 |
| Коэффициенты рассчитаны на 64 заряда | | | | | | | | | |
| Si  Al  **Сумма RIV**  Al  Fe  Mn  Mg  **Сумма RVI**  K | 11,24  0,76  **12,00**  0,71  6,20  0,00  0,99  **7,90**  0,29 | |  | | --- | | 11,40  0,60  **12,00**  0,82  5,95  0,00  0,97  **7,74**  0,32 | | 11,47  0,53  **12,00**  0,79  5,90  0,00  1,03  **7,71**  0,32 | 11,48  0,52  **12,00**  0,76  5,99  0,00  0,95  **7,70**  0,35 | 10,94  1,06  **12,00**  0,72  6,24  0,00  1,06  **8,02**  0,31 | 11,34  0,66  **12,00**  0,85  5,80  0,00  1,07  **7,72**  0,35 | 11,18  0,82  **12,00**  0,73  5,51  0,44  1,15  **7,83**  0,43 | 11,09  0,91  **12,00**  0,66  5,71  0,32  1,19  **7,88**  0,47 | 10,96  1,04  **12,00**  0,72  5,90  0,17  1,18  **7,98**  0,37 |

**Сонолит.** Диагностировался рентгенофазовым анализом в качестве главного в отдельных прослоях силикатных пород по наиболее интенсивным пикам и с незначительными отклонениями в межплоскостном расстоянии (приложения 24, 28, 29, 33). В электронном микроскопе его диагностика была затруднена высокой схожестью состава и свойств с тефроитом (рис. 18 г).

Кристаллохимическая эмпирическая средняя формула сонолита имеет вид (n=5):

(Mn8,79Mg0,28)9,07[Si3,96O16](OH)2

**Пироксмангит.** Приблизительное содержание в породе составляет около 5 масс. %. Точно диагностирован рентгенофазовым анализом как главный минерал по основным диагностическим линиям с небольшими отклонениями по межплоскостным расстояниям и интенсивностям (приложения 11, 22, 23, 26, 30, 32).

Кристаллохимическая эмпирическая средняя формула пироксмангита имеет вид (n=5):

(Mn6,43Mg0,43)6,86[Si7,05O21]

Пироксмангит трудноотличим от родонита по составу и рентгенограмме, но, тем не менее, его наличие в породе в большом количестве не представляется сомнительным, поскольку во всех рентгенограммах отсутствует характерный для родонита пик 2.76 ангстрем, при том, что количество пироксмангита нельзя назвать малым, так как он входит в число главных минералов проявления (рис. 18 д, е, 19 а).

**Фриделит.** По рентгенофазовому анализу фриделит является главным минералом в отдельных слойках силикатных пород. Он диагностировался по наиболее интенсивным пикам и их межплоскостные расстояния незначительно отличаются от эталонных, а интенсивности немного занижены из-за большого количества фаз (приложения 23, 25). Также, фриделит был обнаружен при микрозондовом анализе. Его зерна ксеноморфные, без четких граней, образуют плотные срастания друг с другом и с кварцем (рис. 18 д). Средний размер зерен около 20 мкм. Среднее соотношение компонентов во фриделите составляет: SiO2 – 34,27 масс. %, MnO – 52.17, MgO – 1.23 масс. %, Сl – 2.42 масс. %.

Кристаллохимическая эмпирическая формула фриделита имеет вид (n=5):

(Mn7,70Mg0,32)8,02[Si5,99Al0,36]6,35(Cl)0.74

Тефроит, сонолит, пироксмангит, фриделит обнаружены в основном в линзах карбонатно-силикатных марганцевых пород, также изученых предшественниками [Старикова, 2011, 2014].

**Мусковит.** Этот минерал визуально диагностировался во вмещающих мусковит-кварцевых сланцах, точность полевой диагностики подтвердили результаты рентгенофазового (приложения 4, 6) и микрозондового анализов, в которых мусковит обнаружен в качестве второстепенного минерала. Количество мусковита во вмещающих породах составляет около 8 масс. %. Также, этот минерал легко определить по характерной морфологии: удлиненным чешуйкам и пластинкам. Их средний размер составляет около 25 мкм.

В рентгенофазовом анализе пики мусковита довольно сильно накладываются на кварцевые, тем не менее, пик в начальной области съемки, на 9.99 ангстрем, наряду с массивом остальных диагностических линий, позволил определить данный минерал как принадлежащий к группе слюд. Интенсивности пиков также сильно снижены относительно эталонных.

Особенностью химического состава мусковита является присутствие примесей магния, железа, марганца и кальция в октаэдрической позиции алюминия, наибольшее содержание, около 0,3 формульных коэффициентов, наблюдается у магния и железа. Также, во всех анализах отмечается повышенное содержание калия. Превышение по калию составляет около 0,2 формульных коэффициентов, при этом в позицию калия иногда добавляется кальций (табл. 4). Подобное распределение элементов может быть вызвано отсутствием достаточной точности микрозондового анализа.

Средняя кристаллохимическая эмпирическая формула мусковита имеет вид:

(K1,21Ca0,01)1,23(Al1,41Fe0,28Mg0,26Ca0,03Mn0,02)2,00[(Si3,41Al0,59)4,00O10](OH)2

ВТОРОСТЕПЕННЫЕ МИНЕРАЛЫ

**Кариопилит.** Кариопилит был обнаружен при рентгенофазовой съемке в одном прослое из карбонатно-силикатных марганцевых пород в качестве второстепенного (приложение 24). Он определен по нескольким самым интенсивным пикам. Они совпадают с эталонными по межплоскостному расстоянию с незначительными отклонениями.

**Флогопит.** Во вмещающих мусковит-кварцевых сланцах и кварц-карбонатных марганцевых породах он является второстепенным минералом. Количество флогопита в марганцевых породах составляет около 3 масс. %. Морфология флогопита довольно характерна: он образует удлиненные пластинки и чешуйки различной формы (рис. 19 а, в).

При рентгенофазовой съемке использовались эталонные данные биотита (приложения 12, 16, 22), но дальнейший анализ микрозондовых данных и расчет формул показал, что по химическому составу минерал ближе всего к флогопиту. Минерал диагностирован по наиболее интенсивным линиям с незначительными отклонениями.

По химическому составу флогопит близок к идеальному, наблюдается недостаток калия в октаэдрической позиции, который в редких случаях дополняется кальцием. В позиции магния к нему добавляются марганец, железо, титан, кальций и алюминий (табл.5).

Кристаллохимическая эмпирическая формула флогопита имеет вид:

K0,72(Mg1,80Fe0,62Ca0,21Al0,11Ti0,09Mn0,07)2,91[(Si3,16Al0,85)4,00O10](OH)2

**Таблица 4.** Средний химический состав (масс. %) и коэффициенты в кристаллохимических формулах марганцевых силикатов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Компоненты | Тф | Сон | Пи | Фр |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 |
| SiO2 | 30.10 | 36.69 | 46.96 | 34.27 |
| Al2O3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| FeOобщ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| MnO | 66.90 | 69.91 | 51.47 | 52.17 |
| MgO | 2.65 | 1.27 | 1.89 | 1.23 |
| Cl | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.42 |
| **Сумма** | **99.95** | **97.88** | **100.32** | **90.09** |
| O = Cl2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.55 |
| **Сумма** | **99.95** | **97.88** | **100.32** | **89.54** |
| «O» | 4 | 17 | 21 | 20 |
| Коэффициенты | | | | |
| Si | 1.00 | 3.96 | 7.05 | 5.99 |
| Al | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Fe | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Mn | 1.86 | 8.79 | 6.43 | 7.70 |
| Mg | 0.13 | 0.28 | 0.43 | 0.32 |
| Cl | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.74 |

*Примечание.* Минералы: Тф – тефроит, Сон – сонолит, Пи – пироксмангит, Фр – фриделит,

«О» – количество атомов кислорода, на которое рассчитаны коэффициенты в кристаллохимических формулах.

**Таблица 5.** Нормированный на 100 % химический состав (масс. %) и коэффициенты в кристаллохимических формулах мусковита

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Компоненты** | Номера анализов | | | | | | | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** |
| SiO2  TiO4  Al2O3  FeOобщ.  MnO  MgO  CaO  K2O  **Сумма** | 55,32  0,63  27,97  2,24  0,00  3,21  0,00  10,34  **100,00** | 53,69  0,00  26,90  5,86  0,00  3,18  1,17  9,20  **100,00** | 52,81  0,00  26,68  6,50  0,77  2,58  0,00  10,66  **100,00** | 52,56  0,00  26,97  6,69  0,90  3,19  0,81  8,91  **100,00** | 54,27  0,00  26,90  5,41  0,00  2,95  0,00  10,47  **100,00** | 54,18  0,00  26,39  5,91  0,61  2,57  0,00  10,35  **100,00** | 54,67  0,00  27,87  5,28  0,00  2,39  0,00  9,80  **100,00** | 57,39  0,00  25,63  4,56  0,00  2,51  0,00  9,92  **100,00** |
| Коэффициенты рассчитаны на 22 заряда | | | | | | | | |
| Si  Al  **Сумма RIV**  Ti  Al  Fe  Mn  Mg  Ca  **Сумма RVI**  K  Ca  **Сумма RVIII** | 3,42  0,58  **4,00**  0,03  1,46  0,12  0,00  0,30  0,00  **1,90**  1,24  0,00  **1,24** | 3,38  0,62  **4,00**  0,00  1,38  0,31  0,00  0,30  0,08  **2,07**  1,12  0,07  **1,19** | 3,36  0,64  **4,00**  0,00  1,36  0,35  0,04  0,24  0,00  **1,99**  1,31  0,00  **1,31** | 3,33  0,67  **4,00**  0,00  1,35  0,36  0,05  0,30  0,05  **2,11**  1,10  0,11  **1,21** | 3,41  0,59  **4,00**  0,00  1,40  0,28  0,00  0,28  0,00  **1,96**  1,28  0,00  **1,28** | 3,42  0,58  **4,00**  0,00  1,38  0,31  0,03  0,24  0,00  **1,97**  1,27  0,00  **1,27** | 3,42  0,58  **4,00**  0,00  1,47  0,28  0,00  0,22  0,00  **1,97**  1,19  0,00  **1,19** | 3,56  0,44  **4,00**  0,00  1,44  0,24  0,00  0,23  0,00  **1,91**  1,19  0,00  **1,19** |

**Таблица 6.** Нормированный на 100 % химический состав (масс. %) и коэффициенты в кристаллохимических формулах флогопита

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Компоненты** | Номера анализов | | | | | | | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** |
| SiO2  TiO4  Al2O3  FeOобщ.  MnO  MgO  CaO  K2O  Сумма | 45,63  0,76  11,94  11,35  1,68  18,44  1,28  8,92  100,00 | 45,97  0,75  12,10  10,55  1,72  18,67  1,87  8,38  100,00 | 49,75  0,67  13,46  8,04  1,41  17,33  1,24  8,09  100,00 | 48,54  0,64  15,16  7,75  1,10  18,11  0,79  7,92  100,00 | 46,05  0,61  12,18  11,08  1,19  19,52  0,93  8,43  100,00 | 41,93  5,11  9,81  10,21  0,00  17,52  8,67  6,76  100,00 | 45,38  0,96  10,22  15,81  2,67  13,41  1,71  9,85  100,00 | 43,38  4,59  9,76  10,96  0,00  17,35  6,45  7,51  100,00 |
| Коэффициенты рассчитаны на 22 заряда | | | | | | | | |
| Si  Al  **Сумма RIV**  Ti  Al  Fe  Mn  Mg  Ca  **Сумма RVI**  K  Са  **Сумма RVIII** | 3,16  0,84  **4,00**  0,04  0,13  0,66  0,10  1,90  0,09  **2,92**  0,79  0,00  **0,79** | 3,16  0,84  **4,00**  0,04  0,14  0,61  0,10  1,91  0,14  **2,94**  0,74  0,00  **0,74** | 3,33  0,67  **4,00**  0,03  0,39  0,45  0,08  1,73  0,09  **2,77**  0,69  0,00  **0,69** | 3,23  0,77  **4,00**  0,03  0,42  0,43  0,06  1,80  0,06  **2,80**  0,67  0,00  **0,67** | 3,16  0,84  **4,00**  0,03  0,15  0,64  0,07  2,00  0,07  **2,95**  0,74  0,00  **0,74** | 2,93  0,81  **3,74**  0,27  0,00  0,60  0,00  1,83  0,35  **3,00**  0,60  0,35  **0,95** | 3,24  0,75  **4,00**  0,05  0,11  0,95  0,16  1,43  0,13  **2,83**  0,90  0,00  **0,90** | 3,03  0,80  **3,83**  0,24  0,00  0,64  0,00  1,80  0,31  **3,00**  0,67  0,17  **0,84** |

**Минералы группы хлорита.** Группа хлорита представлена двумя минералами: клинохлором и шамозитом. Эти минералы распространены как второстепенные во всех типах пород проявления, от вмещающих до карбонатно-силикатных марганцевых. Их количество в породе составляет примерно 5 масс. %. У этих минералов наблюдается морфология, характерная для слоистых минералов: вытянутые чешуйки и пластинки, средний размер которых составляет около 10 мкм (рис. 17 б, д).

Рентгенофазовый анализ показал наличие хлоритов во многих прослоях пород в качестве второстепенных (приложения 8, 11, 21, 22, 25, 27-30, 32, 33), они диагностировались по пику на 7 ангстрем (в некоторых случаях присутствовал пик на 14 ангстрем), и нескольким наиболее интенсивным пикам. Интенсивности пиков снижены относительно эталонных. В качестве эталонных использовались данные по хлориту.

В клинохлоре в позицию магния и алюминия добавляются железо, марганец и алюминий, также наблюдается немного повышенное содержание кремния (табл. 6). Таким образом, средняя кристаллохимическая эмпирическая формула клинохлора имеет вид:

(Mg4,13Mn0,59Al0,08Fe0,02)4,82Al1,00[(Si3,26Al0,74)4,00O10](OH)8

В отличие от клинохлора, в шамозите отсутствует примесь марганца, в позицию железа добавляются только магний и алюминий, также наблюдается завышение кремния, что может быть вызвано некоторой неточностью анализа. Средний химический состав шамозита содержит SiO2 – 37, 29 масс. %, Al2O3 – 19,49 масс. %, FeO – 39,03 масс. %, MgO – 4,19 масс. %. Средняя кристаллохимическая эмпирическая формула имеет вид (n=3):

(Fe3,10 Al0,68Mg0,59)4,37Al1,00[(Si3,52Al0,50)4,02O10](OH)8

**Ортоклаз.** Ортоклаз был отмечен в качестве второстепенного минерала в единичном прослое кварц-карбонатных марганцевых пород по рентгенофазовому анализу (приложение 15), а также иногда встречался при анализе на электронном микроскопе. Его морфология представляет собой мелкие гипидиоморфные кристаллы с отдельными гранями, около 7 мкм. Общее содержание в породе составляет около 1 масс. %. Его состав вполне отвечает идеальной формуле K[AlSi3O8].

АКЦЕССОРНЫЕ МИНЕРАЛЫ

**Пирит.** Пирит обнаруживался невооруженным глазом, его кристаллы достигают 3 мм. Также пирит хорошо прослеживался в электронном микроскопе во всех типах пород

**Таблица 7.** Нормированный на 100 % химический состав (масс. %) и коэффициенты в кристаллохимических формулах клинохлора

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Компоненты** | Номера анализов | | | | | | | |  |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| SiO2  Al2O3  FeOобщ.  MnO  MgO  **Сумма** | 40,08  19,19  0,00  8,09  32,64  **100,00** | 41,01  17,63  0,00  8,53  32,84  **100,00** | 38,94  18,93  0,00  6,85  35,28  **100,00** | 39,07  19,12  0,00  8,46  33,35  **100,00** | 39,89  16,659  0,00  9,40  34,05  **100,00** | 40,20  18,91  0,00  7,51  33,38  **100,00** | 38,28  19,87  0,00  7,36  34,50  **100,00** | 38,94  18,14  1,51  9,34  32,07  **100,00** | 37,53  18,72  1,39  10,18  32,18  **100,00** |
| Коэффициенты рассчитаны на 28 зарядов | | | | | | | | |  |
| Si  Al  **Сумма RIV**  Al  Al  Fe  Mn  Mg  **Сумма RVI** | 3,31  0,69  **4,00**  1,00  0,18  0,00  0,57  4,02  **4,77** | 3,39  0,61  **4,00**  1,00  0,11  0,00  0,60  4,05  **4,76** | 3,21  0,79  **4,00**  1,00  0,05  0,00  0,48  4,34  **4,87** | 3,24  0,76  **4,00**  1,00  0,11  0,00  0,59  4,12  **4,82** | 3,32  0,68  **4,00**  0,96  0,00  0,00  0,66  4,23  **4,89** | 3,31  0,69  **4,00**  1,00  0,15  0,00  0,52  4,10  **4,77** | 3,16  0,84  **4,00**  1,00  0,10  0,00  0,52  4,25  **4,87** | 3,27  0,73  **4,00**  1,00  0,06  0,11  0,66  4,01  **4,84** | 3,17  0,83  **4,00**  1,00  0,03  0,10  0,73  4,05  **4,90** |

проявления (рис. 19 д). Его распространение характеризуется зональностью, т. е. наблюдаются зоны с повышенным содержанием пирита, и зоны с пониженным содержанием. Особенно это характерно для вмещающих мусковит-кварцевых сланцев.

**Апатит.** Апатит регулярно встречался в породе при съемке микрозондовым анализом. Это один из наиболее распространенный акцессорных минералов, он встречается я во всех разновидностях пород проявления. Его зерна представляют собой изометричные ограненные кристаллы размером до 20 мкм (рис. 16 б). Основная разновидность апатита, представленного в породе – фтор-апатит.

**Циркон.** Циркон представлен в породе в виде мелких (около 5 мкм) частично ограненных зерен. Он был обнаружен в качестве акцессорного во всех типах пород, наиболее распространен он в карбонатно-кварцевых марганцевых породах.

**Монацит.** Монацит встречался в отдельных прослоях марганцевых и вмещающих пород. Монацит хорошо выделяется ореолами радиоактивного распада вокруг зерен. Сами зерна ксеноморфные (рис. 19 б). Он относится к цериевой разновидности, его средний состав составляет P2O5 - 41,74 масс. %, Ce2O3 - 40,80 масс. %, La2O3 - 14,86 масс. %, Nd2O3 - 2,59 масс. %.

**Рутил.** Рутил наиболее распространен во вмещающих породах, его зерна имеют размер до 10 мкм, часто удлинены и не имеют четких граней, часто образуют структуры распада.

**Барит.** Барит распространен в породах проявления повсеместно. Он имеет различные формы выделения, как ксеноморфные, так и ограненные. Он встречается как в общей массе породы, так и заполняет прожилки.

**Кобальтин.** Распространен в кварц-карбонатных марганцевых породах. Образует изометричные зерна, как ксеноморфные, так и с четкие шестигранники (рис. 19 в). Размер его зерен составляет около 15 мкм.

**Герсдорфит.** Наиболее часто встречается рядом с кобальтином, и также распространен в кварц-карбонатных марганцевых породах. Его выделения чаще не имеют четкой формы и ксеноморфны, их размер достигает 10 мкм.

**Ильменит.** Ильменит встречается во вмещающих мусковит-кварцевых сланцах, в линзах карбонатно-кремнистых пород во вмещающих породах и в кварц-карбонатных марганцевых слоях. Наиболее распространен он во вмещающих породах. Этот минерал не имеет четких граней и образует ксеноморфные зерна размерами до 15 мкм.

**Алабандин.** Алабандин – распространенный акцессорный минерал в карбонатно-силикатных марганцевых породах. Его зерна имеют гипидиоморфную форму, а их размер составляет около 10 мкм.

**Пирофанит.** Этот минерал изредка встречался в марганцевыхкарбонатно-силикатных породах (рис. 19 а). Его зерна имеют удлиненную или изометричную форму, а их размер составляет около 5 мкм.

**Халькопирит.** У этого минерала отмечались единичные часто зональные зерна в зонах, обогащенных пиритом (рис. 19 г). Зональность вызвана соотношением железа и меди. В нашем случае, зерно в центре имело состав, более обогащенный медью, а к краям количество меди уменьшалось и возрастало количество железа. Зерна обычно имеют ксеноморфную форму, их размер достигает 30 мкм.

**Магнетит.** Магнетит имеет распространение во вмещающих мусковит-кварцевых сланцах. Его зерна имеют форму ограненных прямоугольников размерами до 10 мкм.

**Стибнит, сфалерит, молибденит, ферберит.** Эти акцессорные минералы были обнаружены в виде единичных зерен в кварц-карбонатных марганцевых породах. Их зерна довольно мелкие, и не превышают 7 мкм. Выделения ксеноморфны, лишь некоторые минералы имеют отдельные грани.

АКЦЕССОРНЫЕ ГИПЕРГЕННЫЕ МИНЕРАЛЫ

Помимо вышеперечисленных минералов пород проявления, при диагностике наблюдались минералы, образованные вторичными процессами выветривания.

**Пиролюзит.** Пиролюзит был обнаружен рентгенофазовым анализом в одном из прослоев кварц-карбонатных марганцевых пород (приложение 21). Его наличие в пробе объясняется местом отбора анализа – скорее всего в пробу попала часть оксидной пленки, покрывающей образец. У пиролюзита обнаружилось всего 2 пика: на 2.12 и 1.63 ангстрем. Они слабоинтенсивны, поэтому диагностика пиролюзита является немного условной.

**Монтмориллонит.** Этот минерал был обнаружен рентгенофазовым анализом в одном из прослоев карбонатно-кварцевой линзы во вмещающих породах (приложение 1). Он диагностировался по трем пикам, особенно по первому пику на 12.50 ангстрем.

**Гетит.** Гетит отмечался визуально в виде бурых пленок на породах, а также хорошо был заметен в электронном микроскопе также в виде тонких пленок вокруг железистых минералов, в основном пирита.

**Каолинит.** Каолинит обнаружился при анализе в электронном микроскопе. Помимо характерного состава, он диагностировался как глинистый минерал по характерной форме выделения – он заполняет каверны в породе порошковидными массами (рис. 19 е). Каолинит наблюдался во вмещающих мусковит-кварцевых породах.

**Ярозит.** Ярозит отмечался в качестве единичных изометричных ограненых зерен в кварц-карбонатных марганцевых породах. Размер его зерен не превышает 10 мкм.

|  |  |
| --- | --- |
| *а* | *б* |
| *в* | *г* |
| Рис. 16. Минералы марганцевых кварц-карбонатных пород.  Фотографии аншлифов в обратно-отраженных электронах: *а* – зерно кутногорита в кварце, *б* – зерна кутногорита и апатита с кварцем, *в* – идиоморфное зерно кутногорита, ксеноморфное зерно родохрозита, пластинчатое зерно флогопита в кварц-карбонатной матрице, *г* – зональное распределение выделений родохрозита и кутногорита. *Минералы:* Qz – кварц, Kut – кутногорит, Ap – апатит, Phl – флогопит, Rds – родохрозит. | |

|  |  |
| --- | --- |
| *а* | *б* |
| *в* | *г* |
| *д* | *е* |
| Рис. 17. Минералы марганцевых кварц-карбонатных пород.  Фотографии аншлифов в обратно-отраженных электронах: *а* – зональное распределение выделений родохрозита и кутногорита, *б* – сросток удлиненных кристаллов сидерита и шамозита в кварце, *в* – ромбический кристалл доломита с кутногоритовой каймой в кальците, *г* – сферический кутногоритовый агрегат, *д* – срастание зерен кутногорита, доломита, сидерита кварца и шамозита, *е* – срастание зерен кутногорита и сидерита в кварце. *Минералы:* Qz – кварц, Kut – кутногорит, Rds – родохрозит, Chm – шамозит, Sd – сидерит, Dol – доломит, Сal – кальцит. | |

|  |  |
| --- | --- |
| *а* | *б* |
| *в* | *г* |
| *д* | *е* |
| Рис. 18. Минералы марганцевых пород.  Фотографии аншлифов в обратно-отраженных электронах. Кварц-карбонатные породы: *а* – удлиненные кристаллы стильпномелана и сидерита в кварце, *б* – ассоциация стильпномелана с родохрозитом и кутногоритом, *в* – зональное срастание родохрозита и сидерита; карбонатно-силикатные породы: *г* – ксеноморфные выделения родохрозита и сонолита*, д* – решетчатые срастания пироксмангита с фриделитом и родохрозитом, *е* – граница сплошной массы пироксмангита и ксеноморфных зерен родохрозита. *Минералы:* Qz – кварц, Sd – сидерит, Stp – стильпномелан, Kut – кутногорит, Rds – родохрозит, Cal – кальцит, Son – сонолит, Pxm – пироксмангит, Frd – фриделит. | |

|  |  |
| --- | --- |
| *а* | *б* |
| *в* | *г* |
| *д* | *е* |
| Рис. 19. Минералы пород проявления Надэйяхинское.  Фотографии аншлифов в обратно-отраженных электронах. Карбонатно-силикатные породы: *а* – срастание сплошных масс родохрозита и пироксмангита, зерна флогопита и пирофанита. Кварц-карбонатные породы: *б* – ксеноморфное зерно монацита в ассоциации кальцита, тефроита и родохрозита, *в* – гексагональное зерно кобальтина в родохрозитовой массе. Карбонатно-кварцевые сланцы: *г* – зональное зерно халькопирита в кальцит-кварцевой массе. Мусковит-кварцевые сланцы: *д* – зерно пирита в кварце, *е* – выделение каолинита в кварце. *Минералы:* Qz – кварц, Rds – родохрозит, Pxm – пироксмангит, Pph – пирофанит, Phl – флогопит, Cаl – кальцит, Tep – тефроит, Mnz – монацит, Cob – кобальтин, Ccp – халькопирит, Cb – карбонаты, Kln – каолинит, Py – пирит. | |

**ГЛАВА 5**

**ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ**

Условия залегания и петрография изученных пород указывают на их образования путем метаморфизма металлоносных отложений.

Проявление Надэйяхинское приурочено к морским осадочным толщам пассивной континентальной окраины. Рудовмещающими являются глубоководные отложения Лемвинской структурно-формационной зоны. Марганцевая минерализация локализована в карбонатно-кремнистых сланцах громашорской свиты в виде пластов и линз, согласно залегающих во вмещающих породах. Появление в осадочном разрезе пласта марганцевых пород не нарушает общей стратиграфической последовательности кремнистых толщ. Марганцевые породы имеют типичные для осадочных образований текстуры: слоистые, линзовидно-полосчатые.

Таким образом, геологические условия залегания и петрография марганцевых пород указывают на то, что они являются нормальным членом осадочного разреза и образуются сингенетично с вмещающими их кремнистыми сланцами. Источники марганца при образовании осадочных толщ в принципе могут быть разными. Марганец мог привноситься гидротермальными растворами (любой природы) или речным стоком, выщелачиваться из морских осадков в ходе диагенеза или гальмиролиза и т.п. Имеющиеся у нас сейчас данные по проявлению Надэйяхинское не позволяют отдать однозначное предпочтение какому-либо одному из них. Традиционно считается, что девонские марганцевые породы Полярного Урала и Пай-Хоя имеют гидротермально-осадочный генезис [Старикова, 2014]. Эти представления вполне применимы и к проявлению Надэйяхинское. Образование в пределах однородной осадочной толщи небольшого пласта, резко обогащенного марганцем, удобнее всего объяснить локальным проявлением гидротермальных процессов.

Важно отметить, что в разрезе осадочной толщи проявление расположено примерно на 200 м стратиграфически ниже всех других марганцевых проявлений Пай-Хоя. До сих пор на этом стратиграфическом уровне марганценосные отложения на Пай-Хое не были известны. Это новый для Пай-Хоя уровень марганценосных отложений.

В металлоносных осадках современного океана марганец накапливается преимущественно в форме оксидов и гидроксидов Mn3+ и Mn4+ (вернадита, тодорокита, бернессита и др.). Последующие геологические процессы существенно преобразовали минеральный состав марганценосных осадков. Минеральный состав изученных нами пород сформировался в процессе захоронения и регионального метаморфизма металлоносных отложений.

По результатам проведенных нами исследований в породах проявления Надэйяхинское было диагностировано 39 минералов. Из них выделено 9 главных, 14 второстепенных, 20 акцессорных. Главными минералами являются кварц, тефроит, пироксмангит, сонолит, стильпномелан, доломит, родохрозит, кутногорит, сидерит; второстепенными - кальцит, родохрозит, доломит, кутногорит, сидерит, флогопит, мусковит, клинохлор, пироксмангит, ортоклаз, пироксмангит, тефроит, кариопилит, доломит; акцессорными - халькопирит, стибнит, алабандин, кобальтин, герсдорфит, сфалерит, рутил, ильменит, магнетит, ферберит, циркон, шамозит, апатит, монацит, барит, молибденит, пирофанит и гипергенные – пиролюзит, гётит, каолинит, монтмориллонит и ярозит.

Наиболее интересными для изучения являются карбонаты, представленные изоморфными практически полными рядами: доломит – кутногорит, сидерит – родохрозит и родохрозит – кальцит. Как правило, образование марганцевых карбонатов происходит на стадии диа- или катагенеза и обусловлено наличием в осадке органического вещества (ОВ). В ходе окисления ОВ в осадках создавалась восстановительная анаэробная среда с высокими концентрациями углекислоты. Одним из наиболее сильных окислителей ОВ являются оксиды марганца. Реакция оксидов и гидроксидов Mn3+ и Mn4+ с органическим веществом приводила к восстановлению марганца до Mn2+ и одновременному окислению ОВ до HCO3–. Взаимодействие этих компонентов друг с другом в конечном итоге давало началу родохрозиту. Все эти процессы хорошо изучены в физико-химическом, биогеохимическом и минералогическом отношениях (Логвиненко, Орлова, 1987). Схематично их можно представить в виде уравнений:

CH2O + 2MnO2 + H2O → 2Mn2+ + HCO3– + 3ОН–

Mn2++ 2HCO3– → MnCO3 + H2O + СО2

Многочисленные силикаты кристаллизуются в марганцевых отложениях при повышении температуры и давления. Например:

MnCO3 + SiO2 → MnSiO3 + CO2

родохрозит кварц пироксмангит

MnCO3 + MnSiO3 → Mn2SiO4 + CO2

родохрозит пироксмангит тефроит

Степень метаморфизма осадочных пород региона не превышает уровня зеленосланцевой фации (Старикова, Завилейский, 2010). На невысокие температуры метаморфизма указывают присутствие в изученных породах стильпномелана и фриделита (Брусницын, 2013, 2015; Брусницын и др., 2016). Характерно также присутствие в породе пироксмангита. При Р = 2 кбар этот минерал устойчив при температуре не выше 400 °С, выше которой он замещается своим полиморфным аналогом – родонитом (рис. 20), (Angel, 1984, Брусницын, 2013).

|  |
| --- |
| Рис |
| Рис. 20. Положение линии равновесия пироксмангит–родонит для бескальциевого соединения MnSiO3 (Maresh, Mottana, 1976).  Буквами обозначены фации регионального метаморфизма (Liou et al., 1985): Цл – цеолитовая, ППм – пренит-пумпеллиитовая, ПА – пренит-актинолитовая, ПмА – пумпеллиит-актинолитовая, ЗС – зеленосланцевая, ЭАм – эпидот-амфиболи¬товая, Ам – амфиболитовая, ГС – голубосланцевая. |

Необходимо также отметить следующее. По содержанию марганца, преобладающему минеральному типу его накопления (карбонаты), текстурам пород с более или менее четким разделением марганцевых (карбонатных) и кварцевых слоев изученных породы соответствуют критериям для «марганцевых руд» (Методические рекомендации, 2005). Оценка запасов марганца на проявлении Надэйяхинское не входило в задачу наших исследований. Тем не менее проведенные минералогические исследования заставляют обратить на этот объект внимание, как на потенциальное рудопроявление.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В качестве результатов проведенных нами исследований, а также из приведенных в настоящей работе сведений можно сделать следующие выводы:

1. Определено 39 минералов. Из них выделено 9 главных, 14 второстепенных, 23 акцессорных.
2. Карбонаты представлены изоморфными рядами: доломит – кутногорит, сидерит – родохрозит и родохрозит – кальцит.
3. По соотношению минералов выделено четыре типа пород: вмещающие мусковит-кварцевые и карбонатно-кварцевые сланцы, марганцевые кварц-карбонатные и карбонатно-силикатные породы.
4. Геологические условия залегания и петрография марганцевых пород указывают на то, что они являются нормальным членом осадочного разреза и образуются сингенетично с вмещающими их кремнистыми сланцами.
5. Степень метаморфизма осадочных пород региона не превышает уровня зеленосланцевой фации.
6. На данном этапе изучения внезапное обогащение области седиментации марганцем удобнее всего объясняется образованием гидротермального источника.
7. По содержанию марганца, преобладающему минеральному типу его накопления в виде карбонатов, текстурам пород с более или менее четким разделением марганцевых (карбонатных) и кварцевых слоев изученные породы являются потенциальным рудопроявлением, которое требует дальнейшего изучения.

*Работы проведены с использованием аналитических возможностей ресурсных центров СПбГУ «Рентгенодифракционные методы исследования», «Микроскопии и микроанализа».*

**ЛИТЕРАТУРА**

*Монографии:*

1.Брусницын А. И. Родонитовые месторождения Среднего Урала (минералогия и генезис). СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2000. – 200 с.

2. Брусницын А. И. Минералогия марганцевоносных метаосадков Южного Урала. СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2013. – 160 с.

3. Брусницын А. И. Парнокское марганцевое месторождение, Полярный Урал: минералогия, геохимия и генезис руд. СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2015. – 116 с.

*Статьи в сборниках:*

1. Брусницын А. И., Игнатова М. В. Надэйяхинское-2 – новое проявление родонитовых пород на Пай-Хое. Металлогения древних и современных океанов 2014. Двадцать лет на передовых рубежах геологии месторождений полезных ископаемых. Научное издание. Миасс: Институт минералогии УрО РАН, 2014. 254 с.

2. Старикова Е. В., Журавлев А. В. Стратиграфическое положение и генезис марганцевых пород Надэйяхинского проявления, Пай-Хой. Осадочные бассейны, седиментационные и постседиментационные процессы в геологической истории. Материалы VII Всероссийского литологического совещания. (Новосибирск, 28-31 октября 2013 г.) В 3 т. Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2013. – Т. III. – 144- 148 с.

3. Старикова Е. В. Новое проявление силикатных марганцевых пород на Пай-Хое. Металлогения древних и современных океанов – 2012. Гидротермальные поля и руды. Миасс: ИМин УрО РАН, 2012. 90-93 с.

*Статьи в журналах:*

1. Кулешов В.Н., Брусницын А.И., Старикова Е.В. Месторождения марганца на Северо-Востоке Европейской части России и Урала: геохимия изотопов, генезис, эволюция рудогенеза // Геология рудных месторождений, 2014. № 5. С. 423–439.

2. Старикова Е. В., Завилейский Д. И. Геологическая позиция и вещественный состав фаменских марганцевых руд лемвинской зоны Пай-Хоя (на примере рудопроявлений нижнесиловской группы). Литология и полезные ископаемые, 2010, № 4, с. 383-400.

3. Старикова Е. В. Минералогия родонитовых пород Силоваяхинского проявления, Пай-Хой. Записки Российского Минералогического общества, 2011, Ч. 140, № 5, с. 75-91.

4. Старикова Е. В. Фаменская марганценосная формация Пай-Хоя. Литосфера, 2014, № 1, с. 58-80.

5. Angel R. J. The experimental determination of the johannsenite/bustamite equilibrium inversion boundary // Contrib. Mineral. Petrol. 1984. Vol. 85. P. 272–278.

6. Liou J. G., Maruyama S., Cho M. Phase equilibria and mineral parageneses of metabasites in low-grade metamorphism // Miner. Mag. 1985. Vol. 49. P. 321 – 333.

7. Maresch W. V., Mottana A. The pyroxmangite-rhodonite transformation for the MnSiO3 composition // Contrib. Miner. Petrol. 1976. Vol. 55. P. 69–79.

*Приложение 1*

|  |
| --- |
|  |
| 2theta(deg) (CuKα)  **Рентгенограмма образца 1-1. Вмещающие породы, белый прослой** |

Результаты расчета рентгенограммы образца 1-1. Вмещающие породы, белый прослой

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N пика | 2Θ CuKa, град | d, | Минерал | I/Io | Эталон  (JCPDD) |
| 1 | 7.07 | 12.498 | Монтмориллонит | 1 | 12-0204 |
| 2 | 20.69 | 4.288 | Кварц, монтмолориллонит | 23 | 46-1045, 12-0204 |
| 3 | 23.08 | 3.851 | Кальцит | 7 | 24-0027 |
| 5 | 26.49 | 3.361 | Кварц | 100 | 46-1045 |
| 6 | 29.51 | 3.024 | Кальцит | 56 | 24-0027 |
| 7 | 36.10 | 2.486 | Кальцит | <1 | 24-0027 |
| 8 | 36.46 | 2.463 | Кварц | 12 | 46-1045 |
| 9 | 39.38 | 2.286 | Кальцит | 7 | 24-0027 |
| 10 | 39.74 | 2.266 | Монтмориллонит | 2 | 12-0204, 17-0467 |
| 11 | 40.22 | 2.241 | Кварц | 3 | 46-1045 |
| 12 | 42.36 | 2.132 | Кварц | 3 | 46-1045 |
| 13 | 43.35 | 2.086 | Кальцит | 5 | 24-0027 |
| 14 | 45.69 | 1.984 | Кварц | 1 | 46-1045 |
| 16 | 47.73 | 1.904 | Кальцит | 8 | 24-0027 |
| 17 | 48.11 | 1.890 | Монтмориллонит | <1 | 12-0204 |
| 18 | 48.70 | 1.868 | Кальцит | 4 | 24-0027 |
| 21 | 50.04 | 1.821 | Кварц | 5 | 46-1045 |
| 22 | 54.76 | 1.675 | Кварц | 1 | 46-1045 |

*Продолжение приложения 1*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 23 | 55.19 | 1.663 | Кварц | 1 | 46-1045 |
| 24 | 57.66 | 1.597 | Кальцит | 2 | 24-0027 |
| 25 | 59.83 | 1.545 | Кварц | 3 | 46-1045 |
| 26 | 63.92 | 1.455 | Кварц | <1 | 46-1045 |
| 28 | 67.60 | 1.385 | Кварц | 1 | 46-1045 |
| 29 | 67.99 | 1.378 | Кварц | 3 | 46-1045 |
|  |  |  |  |  |  |

*Приложение 2*

|  |
| --- |
|  |
|  |
| 2theta(deg) (CuKα)  **Рентгенограмма образца 1-2. Вмещающие породы, серый прослой** |

Результаты расчета рентгенограммы образца 1-2. Вмещающий слой, серый прослой

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N пика | 2Θ CuKa, град | d, | Минерал | I/Io | Эталон  (JCPDD) |
| 1 | 7.31 | 12.081 | Стильпномелан | 8 | 71-6217 |
| 2 | 14.65 | 6.041 | Стильпномелан | <1 | 71-6217 |
| 3 | 16.20 | 5.467 | Стильпномелан | <1 | 71-6217 |
| 4 | 20.86 | 4.255 | Кварц, стильпномелан | 20 | 46-1045, 71-6217 |
| 5 | 22.00 | 4.037 | Стильпномелан | 1 | 71-6217 |
| 6 | 23.26 | 3.822 | Стильпномелан | 2 | 71-6217 |
| 7 | 23.85 | 3.728 | Стильпномелан | <1 | 71-6217 |
| 8 | 24.62 | 3.612 | Стильпномелан | <1 | 71-6217 |
| 9 | 26.30 | 3.386 | Стильпномелан | 2 | 71-6217 |
| 10 | 26.65 | 3.342 | Кварц, стильпномелан | 100 | 46-1045, 71-6217 |
| 11 | 29.75 | 3.001 | Стильпномелан | 27 | 71-6217 |
| 12 | 30.72 | 2.909 | Стильпномелан | 6 | 71-6217 |
| 13 | 32.01 | 2.794 | Стильпномелан | 1 | 71-6217 |
| 14 | 32.94 | 2.717 | Стильпномелан | <1 | 71-6217 |

*Продолжение приложения 2*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 15 | 34.92 | 2.568 | Стильпномелан | 1 | 71-6217 |
| 16 | 36.58 | 2.454 | Кварц, стильпномелан | 9 | 46-1045, 71-6217 |
| 17 | 37.12 | 2.420 | Стильпномелан | <1 | 71-6217 |
| 18 | 38.28 | 2.350 | Стильпномелан | <1 | 71-6217 |
| 19 | 39.49 | 2.280 | Кварц, стильпномелан | 6 | 46-1045, 71-6217 |
| 20 | 39.87 | 2.259 | Стильпномелан | <1 | 71-6217 |
| 21 | 40.35 | 2.234 | Кварц, стильпномелан | 3 | 46-1045, 71-6217 |
| 22 | 40.85 | 2.207 | Стильпномелан | <1 | 71-6217 |
| 23 | 42.51 | 2.125 | Кварц, стильпномелан | 3 | 46-1045, 71-6217 |
| 24 | 43.59 | 2.075 | Стильпномелан | 2 | 71-6217 |
| 25 | 44.03 | 2.055 | Стильпномелан | <1 | 71-6217 |
| 26 | 44.68 | 2.026 | Стильпномелан | <1 | 71-6217 |
| 27 | 45.84 | 1.978 | Кварц, стильпномелан | 1 | 46-1045, 71-6217 |
| 28 | 48.11 | 1.890 | Стильпномелан | 6 | 71-6217 |
| 29 | 49.11 | 1.854 | Стильпномелан | <1 | 71-6217 |
| 30 | 50.18 | 1.817 | Кварц, стильпномелан | 7 | 46-1045, 71-6217 |
| 31 | 50.70 | 1.799 | Кварц, стильпномелан | <1 | 46-1045, 71-6217 |
| 32 | 53.01 | 1.726 | Стильпномелан | <1 | 71-6217 |
| 33 | 54.90 | 1.671 | Кварц, стильпномелан | 1 | 46-1045, 71-6217 |
| 34 | 55.35 | 1.659 | Кварц, стильпномелан | <1 | 46-1045, 71-6217 |
| 35 | 57.91 | 1.591 | Кварц, стильпномелан | 3 | 46-1045, 71-6217 |
| 36 | 59.98 | 1.541 | Кварц, стильпномелан | 4 | 46-1045, 71-6217 |
| 37 | 60.14 | 1.537 | Стильпномелан | <1 | 71-6217 |
| 38 | 64.04 | 1.453 | Кварц, стильпномелан | <1 | 46-1045, 71-6217 |
| 39 | 67.74 | 1.382 | Кварц, стильпномелан | 2 | 46-1045, 71-6217 |
| 40 | 68.16 | 1.375 | Кварц, стильпномелан | 2 | 46-1045, 71-6217 |
| 41 | 68.31 | 1.372 | Кварц, стильпномелан | 1 | 46-1045, 71-6217 |
|  |  |  |  |  |  |

*Приложение 3*

|  |
| --- |
|  |
| 2theta(deg) (CuKα)  **Рентгенограмма образца 1-3. Вмещающие породы, черный прослой** |

Результаты расчета рентгенограммы образца 1-3. Вмещающие породы, черный прослой

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N пика | 2Θ CuKa, град | d, | Минерал | I/Io | Эталон  (JCPDD) |
| 1 | 7.17 | 12.311 | Стильпномелан | 35 | 71-6217 |
| 2 | 18.60 | 4.766 | Стильпномелан | <1 | 71-6217 |
| 3 | 20.26 | 4.379 | Стильпномелан | <1 | 71-6217 |
| 4 | 20.73 | 4.281 | Кварц | 24 | 46-1045 |
| 5 | 21.88 | 4.058 | Стильпномелан | 5 | 71-6217 |
| 6 | 24.78 | 3.590 | Стильпномелан | 3 | 71-6217 |
| 7 | 26.53 | 3.357 | Кварц, стильпномелан | 100 | 46-1045, 71-62177 |
| 8 | 27.95 | 3.190 | Стильпномелан | 1 | 71-6217 |
| 9 | 29.42 | 3.034 | Стильпномелан | 1 | 71-6217 |
| 10 | 30.54 | 2.925 | Стильпномелан | 3 | 71-6217 |
| 11 | 31.94 | 2.800 | Стильпномелан | 3 | 71-6217 |
| 12 | 32.17 | 2.780 | Стильпномелан | <1 | 71-6217 |
| 13 | 32.89 | 2.721 | Стильпномелан | 1 | 71-6217 |
| 14 | 34.81 | 2.575 | Стильпномелан | 4 | 71-6217 |
| 15 | 36.46 | 2.462 | Кварц | 5 | 46-1045 |
| 16 | 38.18 | 2.356 | Стильпномелан | 1 | 71-6217 |
| 17 | 38.36 | 2.345 | Стильпномелан | <1 | 71-6217 |
| 18 | 39.40 | 2.285 | Кварц | 3 | 46-1045 |
| 19 | 40.21 | 2.241 | Кварц | 1 | 46-1045 |
| 20 | 40.28 | 2.237 | Стильпномелан | <1 | 71-6217 |
| 21 | 42.37 | 2.131 | Кварц | 4 | 46-1045 |
| 22 | 42.70 | 2.116 | Стильпномелан | <1 | 71-6217 |

*Продолжение приложения 3*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 23 | 45.71 | 1.983 | Кварц | 2 | 46-1045 |
| 24 | 48.19 | 1.887 | Стильпномелан | <1 | 71-6217 |
| 25 | 50.06 | 1.821 | Кварц | 8 | 46-1045 |
| 26 | 54.37 | 1.686 | Стильпномелан | <1 | 71-6217 |
| 27 | 54.77 | 1.675 | Кварц | 1 | 46-1045 |
| 28 | 55.25 | 1.661 | Кварц | <1 | 46-1045 |
| 29 | 58.00 | 1.589 | Стильпномелан | <1 | 71-6217 |
| 30 | 58.50 | 1.577 | Стильпномелан | 2 | 71-6217 |
| 31 | 59.85 | 1.544 | Кварц | 4 | 46-1045 |
| 32 | 64.07 | 1.452 | Стильпномелан | <1 | 71-6217 |
| 33 | 67.66 | 1.384 | Кварц | 1 | 46-1045 |
| 34 | 68.09 | 1.376 | Кварц | 5 | 46-1045 |
| 35 | 68.24 | 1.373 | Кварц, стильпномелан | 1 | 71-6217 |
|  |  |  |  |  |  |

*Приложение 4*

|  |
| --- |
|  |
| 2theta(deg) (CuKα)  **Рентгенограмма образца 2. Вмещающие породы, серый слой** |

Результаты расчета рентгенограммы образца 2. Вмещающие породы, серый слой

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N пика | 2Θ CuKa, град | d, | Минерал | I/Io | Эталон  (JCPDD) |
| 1 | 8.90 | 9.928 | Мусковит | 2 | 82-0576 |
| 2 | 17.83 | 4.971 | Мусковит | <1 | 82-0576 |
| 3 | 19.75 | 4.492 | Мусковит | 1 | 82-0576 |
| 4 | 20.88 | 4.251 | Кварц | 20 | 46-1045 |
| 5 | 22.86 | 3.888 | Мусковит | 2 | 82-0576 |
| 6 | 23.77 | 3.741 | Мусковит | <1 | 82-0576 |
| 7 | 25.51 | 3.489 | Мусковит | <1 | 82-0576 |
| 8 | 26.67 | 3.339 | Кварц, мусковит | 100 | 46-1045, 82-0576 |
| 9 | 27.89 | 3.196 | Мусковит | 1 | 82-0576 |
| 10 | 29.88 | 2.988 | Мусковит | <1 | 82-0576 |
| 11 | 31.29 | 2.856 | Мусковит | <1 | 82-0576 |
| 12 | 32.16 | 2.781 | Мусковит | <1 | 82-0576 |
| 13 | 34.48 | 2.599 | Мусковит | 1 | 82-0576 |
| 14 | 34.89 | 2.570 | Мусковит | <1 | 82-0576 |
| 15 | 36.61 | 2.453 | Кварц, мусковит | 6 | 46-1045, 82-0576 |
| 16 | 37.55 | 2.393 | Мусковит | <1 | 82-0576 |
| 17 | 39.54 | 2.277 | Кварц, мусковит | 5 | 46-1045, 82-0576 |
| 18 | 40.36 | 2.233 | Кварц, мусковит | 2 | 46-1045, 82-0576 |

*Продолжение приложения 4*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 19 | 42.53 | 2.124 | Кварц, мусковит | 4 | 46-1045, 82-0576 |
| 20 | 45.66 | 1.985 | Кварц | 2 | 46-1045 |
| 21 | 45.87 | 1.977 | Мусковит | 1 | 82-0576 |
| 22 | 50.20 | 1.816 | Кварц | 9 | 46-1045 |
| 23 | 54.93 | 1.670 | Кварц | 2 | 46-1045 |
| 24 | 55.34 | 1.659 | Кварц, мусковит | 1 | 46-1045, 82-0576 |
| 25 | 55.54 | 1.653 | Мусковит | <1 | 82-0576 |
| 26 | 57.27 | 1.607 | Кварц | <1 | 46-1045 |
| 27 | 59.99 | 1.541 | Кварц | 5 | 46-1045 |
| 28 | 60.12 | 1.538 |  | <1 |  |
| 29 | 61.43 | 1.508 | Мусковит | <1 | 82-0576 |
| 30 | 64.07 | 1.452 | Кварц, мусковит | <1 | 46-1045, 82-0576 |
| 31 | 64.23 | 1.449 | Мусковит | <1 | 82-0576 |
| 32 | 65.81 | 1.418 | Кварц, мусковит | <1 | 46-1045, 82-0576 |
| 33 | 66.06 | 1.413 | Мусковит | <1 | 82-0576 |
| 34 | 67.78 | 1.382 | Кварц | 3 | 46-1045 |
| 35 | 68.18 | 1.374 | Кварц, мусковит | 3 | 46-1045, 82-0576 |
| 36 | 68.34 | 1.371 | Мусковит | 2 | 82-0576 |
| 37 | 68.50 | 1.369 | Мусковит | <1 | 82-0576 |
| 38 | 69.60 | 1.350 | Мусковит | <1 | 82-0576 |
| 39 | 72.43 | 1.304 | Мусковит | <1 | 82-0576 |
| 40 | 73.50 | 1.287 | Кварц, мусковит | <1 | 46-1045, 82-0576 |
| 41 | 73.73 | 1.284 | Мусковит | <1 | 82-0576 |
| 42 | 75.69 | 1.256 | Кварц, мусковит | 1 | 46-1045, 82-0576 |
| 43 | 75.94 | 1.252 | Мусковит | <1 | 82-0576 |
| 44 | 77.70 | 1.228 | Кварц, мусковит | <1 | 46-1045, 82-0576 |
| 45 | 77.97 | 1.224 | Мусковит | <1 | 82-0576 |
| 46 | 79.90 | 1.200 | Кварц, мусковит | 1 | 46-1045, 82-0576 |
|  |  |  |  |  |  |

*Приложение 5*

|  |
| --- |
|  |
| 2theta(deg) (CuKα)  **Рентгенограмма образца 3-1. Вмещающие карбонатно-кварцевые породы, черный прослой** |

Результаты расчета рентгенограммы образца 3-1. Вмещающие карбонатно-кварцевые породы, черный прослой

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N пика | 2Θ CuKa, град | d, | Минерал | I/Io | Эталон  (JCPDD) |
| 1 | 20.86 | 4.254 | Кварц | 4 | 46-1045 |
| 2 | 22.01 | 4.035 | Кутногорит | 1 | 11-0345 |
| 3 | 23.15 | 3.839 | Кальцит | 2 | 24-0027 |
| 4 | 23.91 | 3.719 | Кутногорит | 9 | 11-0345 |
| 5 | 26.66 | 3.341 | Кварц | 20 | 46-1045 |
| 6 | 29.67 | 3.009 | Кальцит | 11 | 24-0027 |
| 7 | 30.75 | 2.905 | Кутногорит | 100 | 11-0345 |
| 8 | 33.31 | 2.688 | Кутногорит | 1 | 11-0345 |
| 9 | 34.96 | 2.565 | Кутногорит | <1 | 11-0345 |
| 10 | 36.55 | 2.456 | Кварц | <1 | 46-1045 |
| 11 | 37.15 | 2.418 | Кутногорит | 8 | 11-0345 |
| 12 | 39.45 | 2.282 | Кварц, кальцит | 2 | 46-1045, 24-0027 |
| 13 | 41.04 | 2.197 | Кутногорит | 14 | 11-0345 |
| 14 | 42.50 | 2.125 | Кварц | <1 | 46-1045 |
| 15 | 44.72 | 2.025 | Кутногорит | 8 | 11-0345 |

*Продолжение приложения 5*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 16 | 45.84 | 1.978 | Кварц | <1 | 46-1045 |
| 17 | 49.13 | 1.853 | Кутногорит, кальцит | 1 | 11-0345, 24-0027 |
| 18 | 50.20 | 1.816 | Кутногорит, кварц | 27 | 11-0345, 46-1045 |

*Приложение 6*

|  |
| --- |
|  |
| 2theta(deg) (CuKα)  **Рентгенограмма образца 3-2. Вмещающие карбонатно-кварцевые породы, серая масса** |

Результаты расчета рентгенограммы образца 3-2. Вмещающие карбонатно-кварцевые породы, серая масса

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N пика | 2Θ CuKa, град | d, | Минерал | I/Io | Эталон  (JCPDD) |
| 1 | 8.84 | 9.996 | Мусковит | 1 | 82-0675 |
| 2 | 17.78 | 4.984 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 3 | 19.66 | 4.511 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 4 | 20.82 | 4.264 | Кварц | 20 | 46-1045 |
| 5 | 22.80 | 3.898 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 6 | 23.84 | 3.730 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 7 | 26.61 | 3.347 | Кварц, мусковит | 100 | 46-1045, 82-0675 |
| 8 | 27.84 | 3.202 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 9 | 29.53 | 3.023 | Мусковит | 5 | 82-0675 |
| 10 | 30.75 | 2.905 | Мусковит | 8 | 82-0675 |
| 11 | 34.44 | 2.602 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 12 | 34.87 | 2.571 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 13 | 36.19 | 2.480 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 14 | 36.55 | 2.457 | Кварц, мусковит | 5 | 46-1045, 82-0675 |
| 15 | 37.13 | 2.420 | Мусковит | 2 | 82-0675 |

*Продолжение приложения 6*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 16 | 37.34 | 2.407 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 17 | 39.49 | 2.280 | Кварц, мусковит | 5 | 46-1045, 82-0675 |
| 18 | 40.30 | 2.236 | Кварц, мусковит | 2 | 46-1045, 82-0675 |
| 19 | 40.88 | 2.206 | Мусковит | 1 | 82-0675 |
| 20 | 41.02 | 2.199 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 21 | 42.47 | 2.127 | Кварц, мусковит | 4 | 46-1046, 82-0675 |
| 22 | 45.80 | 1.980 | Кварц, мусковит | 3 | 46-1045, 82-0675 |
| 23 | 47.95 | 1.895 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 24 | 48.82 | 1.864 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 25 | 50.14 | 1.818 | Кварц | 8 | 46-1045 |
| 26 | 50.41 | 1.809 | Кварц, мусковит | 5 | 46-1045, 82-0675 |
| 27 | 50.76 | 1.797 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 28 | 54.86 | 1.672 | Кварц, мусковит | 2 | 46-1045, 82-0675 |
| 29 | 55.02 | 1.668 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 30 | 55.30 | 1.660 | Кварц, мусковит | 1 | 46-1045, 82-0675 |
| 31 | 55.46 | 1.656 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 32 | 59.94 | 1.542 | Кварц, мусковит | 6 | 46-1045, 82-0675 |
| 33 | 61.45 | 1.508 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 34 | 64.01 | 1.453 | Кварц | 1 | 46-1045 |
| 35 | 64.20 | 1.450 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 36 | 65.77 | 1.419 | Кварц, мусковит | <1 | 46-1045, 82-0675 |
| 37 | 67.72 | 1.382 | Кварц, мусковит | 3 | 46-1045, 82-0675 |
| 38 | 67.92 | 1.379 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 39 | 68.12 | 1.375 | Кварц, мусковит | 3 | 46-1045, 82-0675 |
| 40 | 68.48 | 1.369 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 41 | 69.74 | 1.347 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 42 | 73.45 | 1.288 | Кварц, мусковит | 1 | 46-1045, 82-0675 |
| 43 | 73.69 | 1.285 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 44 | 75.64 | 1.256 | Кварц, мусковит | 1 | 46-1045, 82-0675 |
| 45 | 75.87 | 1.253 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 46 | 77.64 | 1.229 | Кварц, мусковит | <1 | 46-1045, 82-0675 |
| 47 | 77.92 | 1.225 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 48 | 79.86 | 1.200 | Кварц, мусковит | 2 | 46-1045, 82-0675 |
| 49 | 81.16 | 1.184 | Мусковит | 1 | 82-0675 |
| 50 | 81.46 | 1.181 | Кварц, мусковит | 1 | 46-1045, 82-0675 |
| 51 | 83.81 | 1.153 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
|  |  |  |  |  |  |

*Приложение 7*

|  |
| --- |
|  |
| 2theta(deg) (CuKα)  **Рентгенограмма образца 3-3. Вмещающие породы, серо-черные полоски** |

Результаты расчета рентгенограммы образца 3-3. Вмещающие породы, серо-черные полоски

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N пика | 2Θ CuKa, град | d, | Минерал | I/Io | Эталон  (JCPDD) |
| 1 | 8.89 | 9.941 | Мусковит | 2 | 82-0675 |
| 2 | 17.82 | 4.973 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 3 | 19.64 | 4.516 | Мусковит | 1 | 82-0675 |
| 4 | 20.86 | 4.255 | Кварц | 21 | 46-1045 |
| 5 | 22.89 | 3.881 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 6 | 23.55 | 3.774 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 7 | 26.65 | 3.342 | Кварц, мусковит | 100 | 46-1045, 82-0675 |
| 8 | 27.92 | 3.193 | Мусковит | 4 | 82-0675 |
| 9 | 29.63 | 3.012 | Мусковит | 5 | 82-0675 |
| 10 | 31.30 | 2.856 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 11 | 33.04 | 2.709 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 12 | 34.55 | 2.594 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 13 | 34.94 | 2.566 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 14 | 36.22 | 2.478 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 15 | 36.59 | 2.454 | Кварц | 6 | 46-1045 |
| 16 | 37.07 | 2.423 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 17 | 39.53 | 2.278 | Кварц, мусковит | 4 | 46-1045, 82-0675 |
| 18 | 40.34 | 2.234 | Кварц | 2 | 46-1045 |
| 19 | 40.68 | 2.216 | Мусковит | <1 | 82-0675 |

*Продолжение приложения 7*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 20 | 42.50 | 2.126 | Кварц, мусковит | 4 | 46-1045, 82-0675 |
| 21 | 45.83 | 1.978 | Кварц, мусковит | 3 | 46-1045, 82-0675 |
| 22 | 50.18 | 1.817 | Кварц syn(1,1,2),Albite(0,4,-3) | 9 | 46-1045 |
| 23 | 54.90 | 1.671 | Кварц, мусковит | 2 | 46-1045, 82-0675 |
| 24 | 55.34 | 1.659 | Кварц, мусковит | 1 | 46-1045, 82-0675 |
| 25 | 56.22 | 1.635 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 26 | 59.97 | 1.541 | Кварц, мусковит | 5 | 46-1045, 82-0675 |
| 27 | 61.51 | 1.506 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 28 | 61.74 | 1.501 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 29 | 64.04 | 1.453 | Кварц | <1 | 46-1045 |
| 30 | 64.26 | 1.448 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 31 | 67.76 | 1.382 | Кварц, мусковит | 2 | 46-1045, 82-0675 |
| 32 | 67.98 | 1.378 | Кварц | <1 | 46-1045 |
| 33 | 68.17 | 1.375 | Кварц, мусковит | 3 | 46-1045, 82-0675 |
| 34 | 68.32 | 1.372 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 35 | 73.47 | 1.288 | Кварц, мусковит | <1 | 46-1045, 82-0675 |
| 36 | 73.71 | 1.284 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 37 | 75.68 | 1.256 | Мусковит | 1 | 82-0675 |
| 38 | 75.88 | 1.253 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 39 | 77.66 | 1.229 | Кварц, мусковит | <1 | 46-1045, 82-0675 |
| 40 | 77.93 | 1.225 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 41 | 79.91 | 1.199 | Кварц, мусковит | 1 | 46-1045, 82-0675 |
| 42 | 81.19 | 1.184 | Мусковит | 1 | 82-0675 |
| 43 | 81.50 | 1.180 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 44 | 81.81 | 1.176 | Мусковит | <1 | 82-0675 |
| 45 | 83.85 | 1.153 | Мусковит | <1 | 82-0675 |

*Приложение 8*

|  |
| --- |
| *4300-51* |
| 2theta(deg) (CuKα)  **Рентгенограмма образца 4300-51. Основная масса породы** |

Результаты расчета рентгенограммы образца 4300-51. Основная масса породы

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N пика | 2Θ CuKa, град | d, | Минерал | I/Io | Эталон  (JCPDD) |
| 1 | 12.41 | 7.1240 | Хлорит | 1 | 02-0028 |
| 2 | 20.92 | 4.2423 | Кварц | 19 | 46-1045 |
| 3 | 24.81 | 3.5852 | Сидерит, хлорит | 4 | 03-0746, 02-0028 |
| 4 | 26.71 | 3.3345 | Кварц | 100 | 46-1045 |
| 5 | 30.61 | 2.9180 | Хлорит | 1 | 02-0028 |
| 6 | 32.06 | 2.7894 | Сидерит | 15 | 03-0746 |
| 7 | 36.64 | 2.4508 | Кварц | 8 | 46-1045 |
| 8 | 38.38 | 2.3432 | Сидерит | 2 | 03-0746 |
| 9 | 39.58 | 2.2751 | Кварц | 6 | 46-1045 |
| 10 | 40.41 | 2.2300 | Кварц | 3 | 46-1045 |
| 11 | 42.52 | 2.1241 | Кварц | 7 | 46-1045 |
| 12 | 45.88 | 1.9761 | Кварц | 3 | 46-1045 |
| 13 | 46.18 | 1.9642 | Сидерит | 2 | 03-0746 |
| 14 | 50.21 | 1.8156 | Кварц | 12 | 46-1045 |
| 15 | 52.75 | 1.7339 | Сидерит | 3 | 03-0746 |
| 16 | 54.94 | 1.6698 | Кварц | 4 | 46-1045 |
| 17 | 55.39 | 1.6575 | Кварц | 1 | 46-1045 |
| 18 | 60.02 | 1.5399 | Кварц | 8 | 46-1045 |
| 19 | 61.45 | 1.5076 | Сидерит | 1 | 03-0746 |
| 20 | 64.11 | 1.4515 | Кварц | 1 | 46-1045 |
| 21 | 65.51 | 1.4238 | Кварц | <1 | 46-1045 |
| 22 | 67.81 | 1.3809 | Кварц | 4 | 46-1045 |
| 23 | 68.21 | 1.3738 | Сидерит | 4 | 03-0746 |
| 24 | 68.37 | 1.3709 | Кварц | 4 | 46-1045 |
|  |  |  |  |  |  |

*Приложение 9*

|  |
| --- |
| 4300-8 номера |
| 2theta(deg) (CuKα)  **Рентгенограмма образца 4300-8. Черная масса с зеленоватым отливом** |

Результаты расчета рентгенограммы образца 4300-8. Черная масса с зеленоватым отливом

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N пика | 2Θ CuKa, град | d, | Минерал | I/Io | Эталон  (JCPDD) |
| 1 | 21.02 | 4.222 | Кварц | 18 | 46-1045 |
| 2 | 26.82 | 3.322 | Кварц | 100 | 46-1045 |
| 3 | 36.73 | 2.445 | Кварц | 8 | 46-1045 |
| 4 | 39.66 | 2.271 | Кварц | 7 | 46-1045 |
| 5 | 40.49 | 2.226 | Кварц | 4 | 46-1045 |
| 6 | 42.64 | 2.119 | Кварц | 5 | 46-1045 |
| 7 | 45.99 | 1.972 | Кварц | 3 | 46-1045 |
| 8 | 50.31 | 1.812 | Кварц | 12 | 46-1045 |
| 9 | 55.04 | 1.667 | Кварц | 4 | 46-1045 |
| 10 | 55.48 | 1.655 | Кварц | 1 | 46-1045 |
| 11 | 57.37 | 1.605 | Кварц | <1 | 46-1045 |
| 12 | 60.11 | 1.538 | Кварц | 8 | 46-1045 |
| 13 | 64.19 | 1.450 | Кварц | 1 | 46-1045 |
| 14 | 65.93 | 1.416 | Кварц | <1 | 46-1045 |
| 15 | 67.89 | 1.379 | Кварц | 4 | 46-1045 |
| 16 | 68.29 | 1.372 | Кварц | 5 | 46-1045 |
| 17 | 68.46 | 1.369 | Кварц | 3 | 46-1045 |

*Приложение 10*

|  |
| --- |
| 4300-7а |
| 2theta(deg) (CuKα)  **Рентгенограмма образца 4300-7а. Светло-серая тонко-полосчатая масса** |

Результаты расчета рентгенограммы образца 4300-7а. Светло-серая тонко-полосчатая масса

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N пика | 2Θ CuKa, град | d, | Минерал | I/Io | Эталон  (JCPDD) |
| 1 | 21.00 | 4.226 | Кварц | 17 | 46-1045 |
| 2 | 23.91 | 3.719 | Кутногорит | 5 | 11-0345 |
| 3 | 24.50 | 3.630 | Родохрозит | 5 | 44-1472 |
| 4 | 26.80 | 3.324 | Кварц | 100 | 46-1045 |
| 5 | 30.65 | 2.915 | Кутногорит | 34 | 11-0345 |
| 6 | 31.69 | 2.821 | Родохрозит | 23 | 44-1472 |
| 7 | 36.72 | 2.446 | Кварц | 8 | 46-1045 |
| 8 | 37.08 | 2.422 | Кутногорит | 4 | 79-1347 |
| 9 | 37.92 | 2.371 | Родохрозит | 3 | 44-1472 |
| 10 | 39.64 | 2.272 | Кварц | 6 | 46-1045 |
| 11 | 40.46 | 2.228 | Кварц | 4 | 46-1045 |
| 12 | 40.76 | 2.212 | Кутногорит | 4 | 11-0345 |
| 13 | 41.88 | 2.155 | Родохрозит | 2 | 44-1472 |
| 14 | 42.64 | 2.119 | Кварц | 5 | 46-1045 |
| 15 | 44.66 | 2.027 | Кутногорит | 5 | 11-0345 |
| 16 | 45.61 | 1.987 | Родохрозит | 2 | 44-1472 |
| 17 | 45.98 | 1.972 | Кварц | 5 | 46-1045 |
| 18 | 49.89 | 1.827 | Кутногорит | 3 | 11-0345 |
| 19 | 50.32 | 1.812 | Кварц | 15 | 46-1045 |
| 20 | 52.06 | 1.755 | Родохрозит, кутногорит | 4 | 44-1472,11-0345 |
| 21 | 55.02 | 1.668 | Кварц | 4 | 46-1045 |
| 22 | 55.42 | 1.656 | Кварц | 5 | 46-1045 |
| 23 | 59.32 | 1.557 | Родохрозит, кутногорит | 1 | 44-1472,11-0345 |
| 24 | 60.10 | 1.538 | Кварц | 8 | 46-1045 |
| 25 | 62.75 | 1.479 | Кутногорит | <1 | 11-0345 |
| 26 | 64.18 | 1.450 | Кварц | 2 | 46-1045 |

*Продолжение приложения 10*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 27 | 67.89 | 1.379 | Кварц | 5 | 46-1045 |
| 28 | 68.30 | 1.372 | Кварц | 4 | 46-1045 |
| 29 | 68.46 | 1.369 | Кварц | 4 | 46-1045 |

*Приложение 11*

|  |
| --- |
| 4300-7б |
| 2theta(deg) (CuKα)  **Рентгенограмма образца 4300-7б. Темно-коричневая тонко-полосчатая масса с пиритом** |

Результаты расчета рентгенограммы образца 4300-7б. Темно-коричневая тонко-полосчатая масса с пиритом

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N пика | 2Θ CuKa, град | d, | Минерал | I/Io | Эталон  (JCPDD) |
| 1 | 12.56 | 7.042 | Пироксмангит, хлорит | 18 | 29-0895, 02-0028 |
| 2 | 18.92 | 4.688 | Хлорит | 3 | 02-0028 |
| 3 | 21.01 | 4.225 | Кварц | 4 | 46-1046 |
| 4 | 21.43 | 4.144 | Пироксмангит | 2 | 29-0895 |
| 5 | 24.09 | 3.692 | Родохрозит | 4 | 44-1472 |
| 6 | 24.65 | 3.608 | Хлорит | 31 | 02-0028 |
| 7 | 25.27 | 3.522 | Пироксмангит | 17 | 29-0895 |
| 8 | 26.71 | 3.335 | Кварц, пироксмангит | 15 | 46-1045 |
| 9 | 30.49 | 2.930 | Пироксмангит | 2 | 29-0895 |
| 10 | 31.19 | 2.865 | Хлорит | 44 | 02-0028 |
| 11 | 31.77 | 2.814 | Родохрозит | 100 | 44-1472 |
| 12 | 34.56 | 2.594 | Хлорит, родохрозит | 3 | 02-0028, 44-1472 |
| 13 | 36.82 | 2.439 | Кварц, хлорит | 3 | 46-1045, 02-0028 |
| 14 | 38.09 | 2.361 | Хлорит, родохрозит | 11 | 02-0028, 44-1472 |
| 15 | 41.04 | 2.198 | Родохрозит | 3 | 44-1472 |
| 16 | 41.99 | 2.150 | Кварц, пироксмангит | 14 | 46-1045, 29-0895 |
| 17 | 45.00 | 2.009 | Хлорит, родохрозит | 6 | 02-0028, 44-1472 |
| 18 | 45.75 | 1.982 | Кварц | 13 | 46-1045 |
| 19 | 50.38 | 1.810 | Кварц, пироксмангит | 7 | 46-1045, 29-0895 |
| 20 | 52.28 | 1.749 | Хлорит, родохрозит | 20 | 02-0028, 44-1472 |
| 21 | 58.94 | 1.566 | Родохрозит, пироксмангит | 2 | 44-1472, 29-0895 |
| 22 | 59.77 | 1.546 | Кварц, хлорит | 9 | 46-1045, 02-0028 |
| 23 | 61.02 | 1.517 | Хлорит, пироксмангит | 7 | 02-0028, 29-0895 |
| 24 | 64.69 | 1.440 | Хлорит | 2 | 02-0028 |

*Приложение 12*

|  |
| --- |
| 4300-42а |
| 2theta(deg) (CuKα)  **Рентгенограмма образца 4300-42а. Черная скрытокристаллическая масса** |

Результаты расчета рентгенограммы образца 4300-42а. Черная скрытокристаллическая масса

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N пика | 2Θ CuKa, град | d, | Минерал | I/Io | Эталон  (JCPDD) |
| 1 | 7.39 | 11.948 | Стильпномелан | 23 | 71-6217 |
| 2 | 8.82 | 10.013 | Биотит | 26 | 42-1437 |
| 3 | 19.21 | 4.616 | Биотит, стильпномелан | 4 | 42-1437, 71-6217 |
| 4 | 19.51 | 4.546 | Биотит | 4 | 17-0467 |
| 5 | 20.99 | 4.227 | Кварц | 2 | 46-1045 |
| 6 | 22.11 | 4.017 | Стильпномелан, доломит | 6 | 71-6217, 36-0426 |
| 7 | 24.21 | 3.674 | Биотит, доломит | 31 | 42-1437, 36-0426 |
| 8 | 26.52 | 3.358 | Биотит, стильпномелан | 24 | 42-1437, 71-6217 |
| 9 | 26.69 | 3.337 | Кварц | 21 | 46-1045 |
| 10 | 28.43 | 3.137 | Стильпномелан | 3 | 71-6217 |
| 11 | 29.68 | 3.007 | Стильпномелан | 18 | 71-6217 |
| 12 | 30.54 | 2.925 | Биотит, кутногорит | 95 | 42-1437, 11-0345 |
| 13 | 31.33 | 2.853 | Доломит, стильпномелан | 100 | 36-0426, 71-6217 |
| 14 | 33.05 | 2.708 | Доломит, кутногорит | 6 | 36-0426, 11-0345 |
| 15 | 34.17 | 2.622 | Биотит, стильпномелан | 13 | 42-1437, 71-6217 |
| 16 | 34.98 | 2.563 | Кутногорит | 10 | 11-0345 |
| 17 | 36.87 | 2.436 | Доломит, кутногорит | 19 | 36-0426, 11-0345 |
| 18 | 37.71 | 2.384 | Стильпномелан | 4 | 71-6217 |
| 19 | 40.68 | 2.216 | Доломит, кутногорит | 18 | 36-0426, 11-0345 |
| 20 | 41.51 | 2.173 | Биотит, стильпномелан | 26 | 42-1437, 71-6217 |
| 21 | 44.44 | 2.037 | Доломит, кутногорит | 10 | 36-0426, 11-0345 |
| 22 | 45.33 | 1.999 | Биотит, стильпномелан | 14 | 42-1437, 71-6217 |
| 23 | 48.89 | 1.862 | Доломит, кутногорит | 5 | 36-0426, 11-0345 |
| 24 | 50.03 | 1.822 | Доломит | 14 | 36-0426 |
| 25 | 51.72 | 1.766 | Доломит, кутногорит | 11 | 36-0426, 11-0345 |

*Продолжение приложения 12*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 26 | 54.72 | 1.676 | Биотит, стильпномелан | 8 | 42-1437, 71-6217 |
| 27 | 58.29 | 1.582 | Доломит | 2 | 36-0426 |
| 28 | 59.20 | 1.559 | Доломит, кутногорит | 6 | 36-0426, 11-0345 |
| 29 | 59.92 | 1.543 | Биотит, доломит | 7 | 42-1437, 36-0426 |

*Приложение 13*

|  |
| --- |
| 4300-42б |
| 2theta(deg) (CuKα)  **Рентгенограмма образца 4300-42б. Темно-серые линзочки с просечками** |

Результаты расчета рентгенограммы образца 4300-42б. Темно-серые линзочки с просечками

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N пика | 2Θ CuKa, град | d, | Минерал | I/Io | Эталон  (JCPDD) |
| 1 | 7.44 | 11.868 | Стильпномелан | 1 | 71-6217 |
| 2 | 24.30 | 3.659 | Родохрозит | 31 | 44-1472 |
| 3 | 26.75 | 3.331 | Стильпномелан | 2 | 71-6217 |
| 4 | 28.47 | 3.132 | Стильпномелан | 2 | 71-6217 |
| 5 | 30.52 | 2.926 | Кутногорит | 38 | 11-0345 |
| 6 | 31.09 | 2.874 | Доломит | 68 | 36-0426 |
| 7 | 31.47 | 2.840 | Родохрозит | 100 | 44-1472 |
| 8 | 37.05 | 2.424 | Доломит, стильпномелан | 2 | 36-0426, 71-6217 |
| 9 | 37.67 | 2.386 | Родохрозит, кутногорит | 15 | 44-1472, 11-0345 |
| 10 | 40.63 | 2.219 | Кутногорит, доломит | 1 | 11-0345, 36-0426 |
| 11 | 41.51 | 2.174 | Родохрозит, стильпномелан | 15 | 44-1472, 71-6217 |
| 12 | 44.44 | 2.037 | Кутногорит, доломит | 2 | 11-0345, 36-0426 |
| 13 | 45.29 | 2.001 | Родохрозит | 14 | 44-1472 |
| 14 | 49.68 | 1.834 | Родохрозит, кутногорит | 17 | 44-1472, 11-0345 |
| 15 | 50.82 | 1.795 | Кутногорит | 22 | 11-0345 |
| 16 | 51.83 | 1.763 | Родохрозит, кутногорит | 39 | 44-1472, 11-0345 |
| 17 | 59.22 | 1.559 | Родохрозит, кутногорит | 2 | 44-1472, 11-0345 |
| 18 | 60.17 | 1.537 | Родохрозит, кутногорит | 6 | 44-1472, 11-0345 |
| 19 | 62.91 | 1.476 | Родохрозит, кутногорит | 1 | 44-1472, 11-0345 |
| 20 | 63.85 | 1.457 | Родохрозит, кутногорит | 4 | 44-1472, 11-0345 |
| 21 | 67.99 | 1.378 | Родохрозит, кутногорит | 2 | 44-1472, 11-0345 |
|  |  |  |  |  |  |

*Приложение 14*

|  |
| --- |
| 4300-2а |
| 2theta(deg) (CuKα)  **Рентгенограмма образца 4300-2а. Темно-серые неясно-полосчатые прослои** |

Результаты расчета рентгенограммы образца 4300-2а. Темно-серые неясно-полосчатые прослои

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N пика | 2Θ CuKa, град | d, | Минерал | I/Io | Эталон  (JCPDD) |
| 1 | 16.56 | 5.348 | Кутногорит | 1 | 11-0345 |
| 2 | 20.95 | 4.238 | Кварц | 13 | 46-1045 |
| 3 | 23.87 | 3.725 | Кутногорит | 15 | 11-0345 |
| 4 | 26.72 | 3.333 | Кварц | 79 | 46-1045 |
| 5 | 30.71 | 2.909 | Кутногорит | 100 | 11-0345 |
| 6 | 33.15 | 2.700 | Кутногорит | 1 | 11-0345 |
| 7 | 36.66 | 2.449 | Кварц | 6 | 46-1045 |
| 8 | 37.09 | 2.422 | Кутногорит | 12 | 11-0345 |
| 9 | 39.58 | 2.275 | Кварц | 5 | 46-1045 |
| 10 | 40.45 | 2.228 | Кварц | 4 | 46-1045 |
| 11 | 40.76 | 2.212 | Кутногорит | 13 | 11-0345 |
| 12 | 42.56 | 2.123 | Кварц | 4 | 46-1045 |
| 13 | 44.67 | 2.027 | Кутногорит | 13 | 11-0345 |
| 14 | 45.91 | 1.975 | Кварц | 3 | 46-1045 |
| 15 | 48.97 | 1.859 | Кутногорит | 4 | 11-0345 |
| 16 | 50.14 | 1.818 | Кварц, кутногорит | 5 | 46-1045, 11-0345 |
| 17 | 50.41 | 1.809 | Кварц, кутногорит | 10 | 46-1045, 11-0345 |
| 18 | 54.97 | 1.669 | Кварц | 3 | 46-1045 |
| 19 | 55.40 | 1.657 | Кварц | 1 | 46-1045 |
| 20 | 58.46 | 1.578 | Кутногорит | 1 | 11-0345 |
| 21 | 59.25 | 1.558 | Кутногорит | 4 | 11-0345 |

*Продолжение приложения 14*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 22 | 60.02 | 1.540 | Кварц | 6 | 46-1045 |
| 23 | 62.76 | 1.479 | Кутногорит | 2 | 11-0345 |
| 24 | 63.97 | 1.454 | Кварц | 1 | 46-1045 |
| 25 | 66.79 | 1.400 | Кутногорит | 2 | 11-0345 |
| 26 | 67.83 | 1.381 | Кварц | 3 | 46-1045 |
| 27 | 68.23 | 1.374 | Кварц | 4 | 46-1045 |
|  |  |  |  |  |  |

*Приложение 15*

|  |
| --- |
| 4300-2б |
| 2theta(deg) (CuKα)  **Рентгенограмма образца 4300-2б. Темно-серый тонко-полосчатый прослой** |

Результаты расчета рентгенограммы образца 4300-2б. Темно-серый тонко-полосчатый прослой

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N пика | 2Θ CuKa, град | d, | Минерал | I/Io | Эталон  (JCPDD) |
| 1 | 12.81 | 6.908 | Ортоклаз | <1 | 31-0966 |
| 2 | 16.65 | 5.319 | Кутногорит | 1 | 11-0345 |
| 3 | 21.12 | 4.203 | Ортоклаз | 2 | 31-0966 |
| 4 | 23.75 | 3.744 | Кутногорит | 1 | 11-0345 |
| 5 | 24.06 | 3.696 | Родохрозит | 15 | 44-1472 |
| 6 | 26.87 | 3.315 | Ортоклаз | 16 | 31-0966 |
| 7 | 30.85 | 2.896 | Кутногорит | 100 | 11-0345 |
| 8 | 31.80 | 2.812 | Родохрозит | 8 | 44-1472 |
| 9 | 33.32 | 2.687 | Кутногорит | 1 | 11-0345 |
| 10 | 37.35 | 2.406 | Кутногорит | 12 | 11-0345 |
| 11 | 37.83 | 2.376 | Родохрозит, ортоклаз | 2 | 44-1472, 31-0966 |
| 12 | 41.04 | 2.197 | Кутногорит | 15 | 11-0345 |
| 13 | 41.62 | 2.168 | Родохрозит | 2 | 44-1472 |
| 14 | 44.80 | 2.021 | Кутногорит | 14 | 11-0345 |
| 15 | 45.42 | 1.995 | Родохрозит | 2 | 44-1472 |
| 16 | 49.03 | 1.857 | Кутногорит | 4 | 11-0345 |
| 17 | 49.82 | 1.829 | Родохрозит | 3 | 44-1472 |
| 18 | 50.48 | 1.806 | Кутногорит, ортоклаз | 18 | 11-0345, 31-0966 |
| 19 | 51.08 | 1.787 | Кутногорит | 5 | 11-0345 |
| 20 | 58.78 | 1.570 | Кутногорит | 1 | 11-0345 |
| 21 | 59.46 | 1.553 | Кутногорит, родохрозит | 4 | 11-0345, 44-1472 |
| 22 | 61.40 | 1.509 | Кутногорит | 1 | 11-0345 |

*Продолжение приложения 15*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 23 | 62.86 | 1.477 | Кутногорит | 3 | 11-0345 |
| 24 | 64.28 | 1.448 | Кутногорит | 1 | 11-0345 |
| 25 | 67.04 | 1.395 | Ортоклаз | 3 | 31-0966 |
| 26 | 67.41 | 1.388 | Кутногорит | 1 | 11-0345 |

*Приложение 16*

|  |
| --- |
| 4300-3а |
| 2theta(deg) (CuKα)  **Рентгенограмма образца 4300-3а. Серая тонко-полосчатая масса** |

Результаты расчета рентгенограммы образца 4300-3а. Серая тонко-полосчатая масса

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N пика | 2Θ CuKa, град | d, | Минерал | I/Io | Эталон  (JCPDD) |
| 1 | 8.76 | 10.092 | Биотит | 3 | 42-1437 |
| 2 | 20.87 | 4.250 | Кварц | 10 | 46-1045 |
| 3 | 23.70 | 3.751 | Кутногорит | 16 | 11-0345 |
| 4 | 24.18 | 3.677 | Родохрозит, биотит | 4 | 44-1472, 42-1437 |
| 5 | 26.66 | 3.341 | Кварц, биотит | 64 | 46-1045, 42-1437 |
| 6 | 30.55 | 2.924 | Кутногорит | 100 | 11-0345 |
| 7 | 31.20 | 2.864 | Родохрозит | 22 | 44-1472 |
| 8 | 33.00 | 2.712 | Кутногорит | 1 | 11-0345 |
| 9 | 34.13 | 2.625 | Биотит | 2 | 42-1437 |
| 10 | 36.63 | 2.451 | Кварц, биотит | 8 | 46-1045, 42-1437 |
| 11 | 36.91 | 2.434 | Кутногорит | 14 | 11-0345 |
| 12 | 39.54 | 2.277 | Кварц, биотит | 4 | 46-1045, 42-1437 |
| 13 | 40.76 | 2.212 | Кутногорит | 16 | 11-0345 |
| 14 | 41.46 | 2.176 | Родохрозит, биотит | 3 | 44-1472, 42-1437 |
| 15 | 42.47 | 2.127 | Кварц | 3 | 46-1045 |
| 16 | 44.53 | 2.033 | Кутногорит | 14 | 11-0345 |
| 17 | 45.22 | 2.004 | Родохрозит, биотит | 2 | 44-1472, 42-1437 |
| 18 | 48.67 | 1.869 | Кутногорит | 2 | 11-0345 |
| 19 | 49.51 | 1.840 | Родохрозит, биотит | 2 | 44-1472, 42-1437 |
| 20 | 50.10 | 1.819 | Кутногорит | 15 | 11-0345 |
| 21 | 50.47 | 1.807 | Кутногорит | 11 | 11-0345 |
| 22 | 51.44 | 1.775 | Кутногорит, родохрозит | 4 | 11-0345, 44-1472 |

*Продолжение приложения 16*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 23 | 54.90 | 1.671 | Кварц, биотит | 2 | 46-1045, 42-1437 |
| 24 | 58.38 | 1.579 | Кутногорит | 1 | 11-0345 |
| 25 | 59.24 | 1.559 | Кутногорит, родохрозит | 4 | 11-0345, 44-1472 |
| 26 | 59.95 | 1.542 | Кварц, биотит | 5 | 46-1045, 42-1437 |
| 27 | 62.61 | 1.483 | Кутногорит | 2 | 11-0345 |
| 28 | 63.98 | 1.454 | Кутногорит | 2 | 11-0345 |
| 29 | 66.62 | 1.403 | Кутногорит | 2 | 11-0345 |
| 30 | 67.78 | 1.381 | Кварц, родохрозит | 3 | 46-1045, 44-1472 |
| 31 | 68.15 | 1.375 | Кварц, биотит | 4 | 46-1045, 42-1437 |
|  |  |  |  |  |  |

*Приложение 17*

|  |
| --- |
| 4300-3б |
|  |

2theta(deg) (CuKα)

**Рентгенограмма образца 4300-3б. Светло-желтая линза**

Результаты расчета рентгенограммы образца 4300-3б. Светло-желтая линза

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N пика | 2Θ CuKa, град | d, | Минерал | I/Io | Эталон  (JCPDD) |
| 1 | 20.88 | 4.251 | Кварц | 7 | 46-1045 |
| 2 | 24.05 | 3.697 | Кутногорит | 12 | 11-0345 |
| 3 | 24.29 | 3.662 | Родохрозит | 24 | 44-1472 |
| 4 | 26.66 | 3.341 | Кварц | 44 | 46-1045 |
| 5 | 30.55 | 2.924 | Кутногорит | 39 | 11-0345 |
| 6 | 31.43 | 2.844 | Родохрозит | 100 | 44-1472 |
| 7 | 36.87 | 2.436 | Кварц, кутногорит | 5 | 46-1045, 11-0345 |
| 8 | 37.64 | 2.388 | Родохрозит | 12 | 44-1472 |
| 9 | 39.51 | 2.279 | Кварц | 3 | 46-1045 |
| 10 | 40.60 | 2.220 | Кварц, кутногорит | 5 | 46-1045, 11-0345 |
| 11 | 41.53 | 2.172 | Родохрозит | 10 | 44-1472 |
| 12 | 44.49 | 2.035 | Кутногорит, родохрозит | 5 | 79-1347, 44-1472 |
| 13 | 45.28 | 2.001 | Родохрозит | 13 | 44-1472 |
| 14 | 49.90 | 1.826 | Родохрозит, кутногорит | 7 | 44-1472, 11-0345 |
| 15 | 50.29 | 1.813 | Кварц, кутногорит | 6 | 46-1045, 11-0345 |
| 16 | 51.69 | 1.767 | Родохрозит | 19 | 44-1472 |
| 17 | 59.97 | 1.541 | Родохрозит | 3 | 44-1472 |
| 18 | 60.24 | 1.535 | Кварц, родохрозит | 5 | 46-1045, 44-1472 |
| 19 | 64.07 | 1.452 | Кварц, родохрозит | 3 | 46-1045, 44-1472 |
| 20 | 65.88 | 1.417 | Кварц, родохрозит | 1 | 46-1045, 44-1472 |
| 21 | 67.76 | 1.382 | Родохрозит | 2 | 44-1472 |
| 22 | 68.14 | 1.375 | Кварц, родохрозит | 3 | 46-1045, 44-1472 |
| 23 | 72.02 | 1.310 | Родохрозит, кутногорит | 1 | 44-1472, 11-0345 |
|  |  |  |  |  |  |

*Приложение 18*

|  |
| --- |
| 4300-3в |
| 2theta(deg) (CuKα)  **Рентгенограмма образца 4300-3в. Ясно-полосчатый серо-белый слой** |

Результаты расчета рентгенограммы образца 4300-3в. Ясно-полосчатый серо-белый слой

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N пика | 2Θ CuKa, град | d, | Минерал | I/Io | Эталон  (JCPDD) |
| 1 | 20.81 | 4.264 | Кварц | 17 | 46-1045 |
| 2 | 23.69 | 3.753 | Кутногорит | 1 | 11-0345 |
| 3 | 26.59 | 3.349 | Кварц | 100 | 46-1045 |
| 4 | 30.52 | 2.927 | Кутногорит | 9 | 11-0345 |
| 5 | 36.53 | 2.458 | Кварц | 7 | 46-1045 |
| 6 | 36.87 | 2.436 | Кутногорит | 1 | 11-0345 |
| 7 | 39.46 | 2.282 | Кварц | 7 | 46-1045 |
| 8 | 40.28 | 2.237 | Кварц | 3 | 46-1045 |
| 9 | 40.60 | 2.220 | Кутногорит | 1 | 11-0345 |
| 10 | 42.44 | 2.128 | Кварц | 5 | 46-1045 |
| 11 | 44.47 | 2.036 | Кутногорит | 1 | 11-0345 |
| 12 | 45.78 | 1.980 | Кварц | 3 | 46-1045 |
| 13 | 49.92 | 1.825 | Кварц, кутногорит | 2 | 46-1045, 11-0345 |
| 14 | 50.11 | 1.819 | Кварц, кутногорит | 11 | 46-1045, 11-0345 |
| 15 | 54.84 | 1.673 | Кварц | 3 | 46-1045 |
| 16 | 55.29 | 1.660 | Кварц | 1 | 46-1045 |
| 17 | 59.29 | 1.557 | Кутногорит | <1 | 11-0345 |
| 18 | 59.92 | 1.543 | Кварц | 7 | 46-1045 |
| 19 | 63.99 | 1.454 | Кварц | 1 | 46-1045 |
| 20 | 65.76 | 1.419 | Кварц | <1 | 46-1045 |
| 21 | 66.57 | 1.404 | Кутногорит | <1 | 11-0345 |
| 22 | 67.71 | 1.383 | Кварц | 4 | 46-1045 |
| 23 | 68.11 | 1.376 | Кварц | 5 | 46-1045 |
| 24 | 68.28 | 1.373 | Кварц | 2 | 46-1045 |
| 25 | 73.43 | 1.289 | Кварц | 1 | 46-1045 |
| 26 | 75.62 | 1.257 | Кварц | 2 | 46-1045 |

*Продолжение приложения 18*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 27 | 77.63 | 1.229 | Кварц | 1 | 46-1045 |
| 28 | 79.83 | 1.205 | Кварц | 2 | 46-1045 |

*Приложение 19*

|  |
| --- |
| 4300-3г |
| 2theta(deg) (CuKα)  **Рентгенограмма образца 4300-3г. Розовато-серый прослой** |

Результаты расчета рентгенограммы образца 4300-3г. Розовато-серый прослой

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N пика | 2Θ CuKa, град | d, | Минерал | I/Io | Эталон  (JCPDD) |
| 1 | 20.84 | 4.260 | Кварц | 17 | 46-1045 |
| 2 | 23.71 | 3.750 | Кутногорит | 1 | 11-0345 |
| 3 | 26.62 | 3.346 | Кварц | 100 | 46-1045 |
| 4 | 30.52 | 2.927 | Кутногорит | 4 | 11-0345 |
| 5 | 31.70 | 2.821 | Родохрозит | 2 | 44-1472 |
| 6 | 36.54 | 2.457 | Кварц | 8 | 46-1045 |
| 7 | 39.48 | 2.281 | Кварц | 7 | 46-1045 |
| 8 | 40.28 | 2.237 | Кварц | 3 | 46-1045 |
| 9 | 42.48 | 2.127 | Кварц | 5 | 46-1045 |
| 10 | 44.51 | 2.034 | Кутногорит, родохрозит | 1 | 11-0345, 44-1472 |
| 11 | 45.81 | 1.979 | Кварц | 4 | 46-1045 |
| 12 | 50.14 | 1.818 | Кварц, кутногорит | 11 | 46-1045, 11-0345 |
| 13 | 54.86 | 1.672 | Кварц | 3 | 46-1045 |
| 14 | 55.32 | 1.659 | Кварц | 1 | 46-1045 |
| 15 | 59.78 | 1.546 | Кутногорит, родохрозит | <1 | 11-0345, 44-1472 |
| 16 | 59.95 | 1.542 | Кварц, родохрозит | 7 | 46-1045, 44-1472 |
| 17 | 64.02 | 1.453 | Кварц, родохрозит | 1 | 46-1045, 44-1472 |
| 18 | 65.68 | 1.420 | Кварц, родохрозит | <1 | 46-1045, 44-1472 |
| 19 | 67.74 | 1.382 | Кварц, родохрозит | 4 | 46-1045, 44-1472 |
| 20 | 68.13 | 1.375 | Кварц | 5 | 46-1045 |
| 21 | 68.31 | 1.372 | Кварц | 2 | 46-1045 |
| 22 | 73.46 | 1.288 | Кварц, родохрозит | 1 | 46-1045, 44-1472 |
| 23 | 75.65 | 1.256 | Кварц, родохрозит | 2 | 46-1045, 44-1472 |
| 24 | 77.66 | 1.229 | Кварц, родохрозит | 1 | 46-1045, 44-1472 |
| 25 | 79.87 | 1.200 | Кварц, родохрозит | 2 | 46-1045, 44-1472 |
| 26 | 81.16 | 1.184 | Кварц | 1 | 46-1045 |
| 27 | 81.47 | 1.180 | Кварц | 2 | 46-1045 |
| 28 | 83.82 | 1.153 | Кварц | 1 | 46-1045 |
|  |  |  |  |  |  |

*Приложение 20*

|  |
| --- |
| 4300-26а |
| 2theta(deg) (CuKα)  **Рентгенограмма образца 4300-26а. Темно-серая тонко-полосчатая масса** |

Результаты расчета рентгенограммы образца 4300-26а. Темно-серая тонко-полосчатая масса

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N пика | 2Θ CuKa, град | d, | Минерал | I/Io | Эталон  (JCPDD) |
| 1 | 8.76 | 10.090 | Биотит | 2 | 42-1437 |
| 2 | 24.24 | 3.669 | Родохрозит | 25 | 44-1472 |
| 3 | 26.51 | 3.359 | Биотит | 3 | 42-1437 |
| 4 | 31.10 | 2.874 | Доломит | 14 | 36-0426 |
| 5 | 31.35 | 2.851 | Родохрозит | 100 | 44-1472 |
| 6 | 34.26 | 2.615 | Родохрозит | 2 | 44-1472 |
| 7 | 37.23 | 2.413 | Биотит | 3 | 42-1437 |
| 8 | 37.56 | 2.393 | Родохрозит | 13 | 44-1472 |
| 9 | 41.22 | 2.188 | Доломит | 2 | 36-0426 |
| 10 | 41.50 | 2.174 | Родохрозит | 14 | 44-1472 |
| 11 | 44.86 | 2.019 | Доломит | 3 | 36-0426 |
| 12 | 45.27 | 2.002 | Родохрозит | 14 | 44-1472 |
| 13 | 49.74 | 1.832 | Родохрозит | 4 | 44-1472 |
| 14 | 51.17 | 1.784 | Доломит | 2 | 36-0426 |
| 15 | 51.68 | 1.767 | Родохрозит | 22 | 44-1472 |
| 16 | 59.40 | 1.555 | Доломит | 1 | 36-0426 |
| 17 | 60.14 | 1.537 | Родохрозит | 5 | 44-1472 |
| 18 | 63.57 | 1.463 | Родохрозит | 1 | 44-1472 |
| 19 | 64.01 | 1.453 | Родохрозит | 3 | 44-1472 |
| 20 | 65.57 | 1.423 | Родохрозит | 1 | 44-1472 |
| 21 | 67.82 | 1.381 | Родохрозит | 2 | 44-1472 |

*Приложение 21*

|  |
| --- |
| 4300-26б |
| 2theta(deg) (CuKα)  **Рентгенограмма образца 4300-26б. Светло-бежевый тонко-полосчатый прослой** |

Результаты расчета рентгенограммы образца 4300-26б. Светло-бежевый тонко-полосчатый прослой

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N пика | 2Θ CuKa, град | d, | Минерал | I/Io | Эталон  (JCPDD) |
| 1 | 12.19 | 7.256 | Хлорит | 6 | 02-0028 |
| 2 | 18.53 | 4.785 | Хлорит | 2 | 02-0028 |
| 3 | 24.25 | 3.668 | Родохрозит | 25 | 44-1472 |
| 4 | 24.96 | 3.565 | Хлорит | 3 | 02-0028 |
| 5 | 31.41 | 2.845 | Родохрозит, хлорит | 100 | 44-1472, 02-0028 |
| 6 | 34.47 | 2.600 | Родохрозит, хлорит | 2 | 44-1472, 02-0028 |
| 7 | 35.04 | 2.559 | Хлорит | 6 | 02-0028 |
| 8 | 37.57 | 2.392 | Родохрозит, хлорит | 14 | 44-1472, 02-0028 |
| 9 | 41.56 | 2.171 | Родохрозит | 13 | 44-1472 |
| 10 | 42.72 | 2.115 | Пиролюзит | 1 | 02-0567 |
| 11 | 45.29 | 2.001 | Родохрозит, хлорит | 14 | 44-1472, 02-0028 |
| 12 | 49.75 | 1.831 | Родохрозит, хлорит | 5 | 44-1472, 02-0028 |
| 13 | 51.78 | 1.764 | Родохрозит | 23 | 44-1472 |
| 14 | 54.56 | 1.681 | Хлорит | 1 | 02-0028 |
| 15 | 56.43 | 1.629 | Пиролюзит | 3 | 02-0567 |
| 16 | 60.38 | 1.532 | Родохрозит, хлорит | 5 | 44-1472, 02-0028 |
| 17 | 63.95 | 1.455 | Родохрозит, хлорит | 4 | 44-1472, 02-0028 |
| 18 | 65.47 | 1.424 | Родохрозит, хлорит | 1 | 44-1472, 02-0028 |
| 19 | 66.50 | 1.405 | Родохрозит, хлорит | 1 | 44-1472, 02-0028 |
| 20 | 67.86 | 1.380 | Родохрозит, пиролюзит | 3 | 44-1472, 02-0567 |
|  |  |  |  |  |  |

*Приложение 22*

|  |
| --- |
| 4300-26в |
| 2theta(deg) (CuKα)  **Рентгенограмма образца 4300-26в. Розовато-серый светлый прослой** |

Результаты расчета рентгенограммы образца 4300-26в. Розовато-серый светлый прослой

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N пика | 2Θ CuKa, град | d, | Минерал | I/Io | Эталон  (JCPDD) |
| 1 | 8.71 | 10.147 | Биотит | 2 | 42-1437 |
| 2 | 12.30 | 7.190 | Хлорит | 1 | 02-0028 |
| 3 | 18.63 | 4.759 | Пироксмангит | 1 | 29-0895 |
| 4 | 24.28 | 3.662 | Родохрозит | 25 | 44-1472 |
| 5 | 26.37 | 3.378 | Пироксмангит | 2 | 29-0895 |
| 6 | 26.65 | 3.342 | Биотит, пироксмангит | 5 | 42-1437, 29-0895 |
| 7 | 31.39 | 2.847 | Родохрозит | 100 | 44-1472 |
| 8 | 34.33 | 2.610 | Родохрозит, биотит | 1 | 44-1472, 42-1437 |
| 9 | 37.61 | 2.390 | Родохрозит | 14 | 44-1472 |
| 10 | 41.54 | 2.172 | Родохрозит, биотит | 13 | 44-1472, 42-1437 |
| 11 | 45.33 | 1.999 | Родохрозит, биотит | 15 | 44-1472, 42-1437 |
| 12 | 49.76 | 1.831 | Родохрозит | 5 | 44-1472 |
| 13 | 51.68 | 1.767 | Родохрозит | 23 | 44-1472 |
| 14 | 60.21 | 1.536 | Родохрозит, биотит | 5 | 44-1472, 42-1437 |
| 15 | 64.09 | 1.452 | Родохрозит | 3 | 44-1472 |
| 16 | 65.50 | 1.424 | Родохрозит | 1 | 44-1472 |
| 17 | 67.92 | 1.379 | Родохрозит | 3 | 44-1472 |

*Приложение 23*

|  |
| --- |
| 4300-26г |
| 2theta(deg) (CuKα)  **Рентгенограмма образца 4300-26г. Серая плохо оконтуренная линза** |

Результаты расчета рентгенограммы образца 4300-26г. Серая плохо оконтуренная линза

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N пика | 2Θ CuKa, град | d, | Минерал | I/Io | Эталон  (JCPDD) |
| 1 | 12.24 | 7.223 | Фриделит | 57 | 35-0572 |
| 2 | 16.75 | 5.288 | Тефроит | 6 | 35-0748 |
| 3 | 18.65 | 4.754 | Пироксмангит | 6 | 29-0895 |
| 4 | 19.96 | 4.446 | Тефроит | 4 | 35-0748 |
| 5 | 21.94 | 4.048 | Тефроит | 5 | 35-0748 |
| 6 | 23.07 | 3.853 | Тефроит | 5 | 35-0748 |
| 7 | 24.63 | 3.612 | Фриделит, тефроит | 72 | 35-0572, 35-0748 |
| 8 | 24.99 | 3.561 | Пироксмангит | 9 | 29-0895 |
| 9 | 26.58 | 3.351 | Пироксмангит | 4 | 29-0895 |
| 10 | 28.54 | 3.125 | Тефроит | 7 | 35-0748 |
| 11 | 31.14 | 2.870 | Фриделит, тефроит | 95 | 35-0572, 35-0748 |
| 12 | 31.57 | 2.831 | Пироксмангит | 11 | 29-0895 |
| 13 | 33.30 | 2.689 | Тефроит | 25 | 35-0748 |
| 14 | 33.83 | 2.647 | Тефроит, пироксмангит | 10 | 35-0748, 29-0895 |
| 15 | 34.44 | 2.602 | Тефроит, пироксмангит | 53 | 35-0748, 29-0895 |
| 16 | 35.10 | 2.555 | Фриделит, тефроит | 100 | 35-0572, 35-0748 |
| 17 | 36.74 | 2.444 | Тефроит | 12 | 35-0748 |
| 18 | 37.34 | 2.406 | Фриделит | 12 | 35-0572 |
| 19 | 37.78 | 2.379 | Тефроит | 10 | 35-0748 |
| 20 | 38.20 | 2.354 | Тефроит, пироксмангит | 9 | 35-0748, 29-0895 |
| 21 | 38.61 | 2.330 | Тефроит | 8 | 35-0748 |
| 22 | 40.52 | 2.224 | Тефроит | 6 | 35-0748 |
| 23 | 41.67 | 2.166 | Пироксмангит | 3 | 29-0895 |
| 24 | 42.72 | 2.115 | Фриделит | 18 | 35-0572 |
| 25 | 45.35 | 1.998 | Тефроит | 2 | 35-0748 |
| 26 | 45.96 | 1.973 | Фриделит | 4 | 35-0572 |
| 27 | 48.23 | 1.885 | Тефроит | 5 | 35-0748 |

*Продолжение приложения 23*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 28 | 49.09 | 1.855 | Тефроит, пироксмангит | 3 | 35-0748, 29-0895 |
| 29 | 50.35 | 1.811 | Тефроит | 44 | 35-0748 |
| 30 | 50.67 | 1.800 | Тефроит | 21 | 35-0748 |
| 31 | 52.83 | 1.732 | Фриделит | 6 | 35-0572 |
| 32 | 53.97 | 1.698 | Тефроит | 4 | 35-0748 |
| 33 | 54.40 | 1.685 | Тефроит, пироксмангит | 7 | 35-0748, 29-0895 |
| 34 | 54.66 | 1.678 | Фриделит | 11 | 35-0572 |
| 35 | 55.58 | 1.652 | Тефроит, пироксмангит | 4 | 35-0748, 29-0895 |
| 36 | 56.28 | 1.633 | Фриделит | 7 | 35-0572 |
| 37 | 56.61 | 1.625 | Фриделит | 3 | 35-0572 |
| 38 | 57.21 | 1.609 | Тефроит, пироксмангит | 3 | 35-0748, 29-0895 |
| 39 | 59.08 | 1.562 | Тефроит, пироксмангит | 14 | 35-0748, 29-0895 |
| 40 | 59.46 | 1.553 | Тефроит | 3 | 35-0748 |
| 41 | 60.09 | 1.539 | Тефроит | 10 | 35-0748 |
| 42 | 60.89 | 1.520 | Фриделит | 3 | 35-0572 |
| 43 | 62.75 | 1.479 | Тефроит | 3 | 35-0748 |
| 44 | 64.38 | 1.446 | Фриделит | 6 | 35-0572 |
| 45 | 64.73 | 1.439 | Фриделит, пироксмангит | 1 | 35-0572, 29-0895 |
| 46 | 65.06 | 1.433 | Тефроит, пироксмангит | 3 | 35-0748, 29-0895 |
| 47 | 66.87 | 1.398 | Фриделит | 2 | 35-0572 |
| 48 | 67.15 | 1.393 | Тефроит, пироксмангит | 2 | 35-0748, 29-0895 |
| 49 | 68.35 | 1.371 | Фриделит, пироксмангит | 3 | 35-0572, 29-0895 |
| 50 | 68.79 | 1.364 | Фриделит | 2 | 35-0572 |

*Приложение 24*

|  |
| --- |
| 4300-26д |
| 2theta(deg) (CuKα)  **Рентгенограмма образца 4300-26д. Бежевая матовая линза** |

Результаты расчета рентгенограммы образца 4300-26д. Бежевая матовая линза

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N пика | 2Θ CuKa, град | d, | Минерал | I/Io | Эталон  (JCPDD) |
| 1 | 6.39 | 13.830 | Сонолит | 2 | 82-1455 |
| 2 | 12.31 | 7.182 | Кариопилит | 17 | 41-1446 |
| 3 | 16.75 | 5.288 | Тефроит | 6 | 35-0748 |
| 4 | 19.54 | 4.540 | Сонолит | 1 | 82-1455 |
| 5 | 19.98 | 4.440 | Тефроит | 6 | 35-0748 |
| 6 | 22.01 | 4.035 | Тефроит | 8 | 35-0748 |
| 7 | 23.04 | 3.858 | Тефроит, сонолит | 4 | 35-0748, 82-1455 |
| 8 | 24.34 | 3.654 | Кариопилит | 8 | 41-1446 |
| 9 | 24.65 | 3.608 | Тефроит, сонолит | 54 | 35-0748, 82-1455 |
| 10 | 26.71 | 3.335 | Сонолит | 2 | 82-1455 |
| 11 | 28.63 | 3.115 | Тефроит | 7 | 35-0748 |
| 12 | 31.27 | 2.858 | Тефроит, сонолит | 100 | 35-0748, 82-1455 |
| 13 | 33.34 | 2.686 | Тефроит, сонолит | 29 | 35-0748, 82-1455 |
| 14 | 33.82 | 2.648 | Тефроит, сонолит | 10 | 35-0748, 82-1455 |
| 15 | 34.49 | 2.598 | Тефроит, сонолит | 55 | 35-0748, 82-1455 |
| 16 | 35.17 | 2.550 | Тефроит | 82 | 35-0748 |
| 17 | 36.83 | 2.438 | Тефроит, кариопилит | 16 | 35-0748, 41-1446 |
| 18 | 37.33 | 2.407 | Сонолит | 4 | 82-1455 |
| 19 | 37.78 | 2.379 | Тефроит, сонолит | 6 | 35-0748, 82-1455 |
| 20 | 38.20 | 2.354 | Тефроит | 15 | 35-0748 |
| 21 | 38.68 | 2.326 | Тефроит, сонолит | 13 | 35-0748, 82-1455 |
| 22 | 40.55 | 2.223 | Тефроит, кариопилит | 5 | 35-0748, 41-1446 |
| 23 | 42.80 | 2.111 | Тефроит, сонолит | 11 | 35-0748, 82-1455 |
| 24 | 43.17 | 2.094 | Тефроит, сонолит | 2 | 35-0748, 82-1455 |

*Продолжение приложения 24*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 25 | 45.48 | 1.993 | Сонолит | 2 | 82-1455 |
| 26 | 45.99 | 1.972 | Сонолит | 2 | 82-1455 |
| 27 | 46.89 | 1.936 | Тефроит, сонолит | 2 | 35-0748, 82-1455 |
| 28 | 48.28 | 1.883 | Тефроит, сонолит | 6 | 35-0748, 82-1455 |
| 29 | 49.19 | 1.851 | Тефроит, кариопилит | 4 | 35-0748, 41-1446 |
| 30 | 50.41 | 1.809 | Тефроит, сонолит | 63 | 35-0748, 82-1455 |
| 31 | 50.79 | 1.796 | Тефроит, сонолит | 23 | 35-0748, 82-1455 |
| 32 | 53.00 | 1.726 | Тефроит, сонолит | 7 | 35-0748, 82-1455 |
| 33 | 53.95 | 1.698 | Тефроит, сонолит | 8 | 35-0748, 82-1455 |
| 34 | 54.43 | 1.684 | Тефроит, сонолит | 6 | 35-0748, 82-1455 |
| 35 | 54.68 | 1.677 | Тефроит, сонолит | 6 | 35-0748, 82-1455 |
| 36 | 55.65 | 1.650 | Кариопилит, сонолит | 8 | 41-1446, 82-1455 |
| 37 | 56.36 | 1.631 | Тефроит, сонолит | 4 | 35-0748, 82-1455 |
| 38 | 57.07 | 1.613 | Кариопилит, сонолит | 3 | 41-1446, 82-1455 |
| 39 | 59.10 | 1.562 | Тефроит, сонолит | 23 | 35-0748, 82-1455 |
| 40 | 60.12 | 1.538 | Тефроит, кариопилит | 15 | 35-0748, 41-1446 |
| 41 | 60.72 | 1.524 | Сонолит | 3 | 82-1455 |
| 42 | 62.68 | 1.481 | Тефроит, сонолит | 4 | 35-0748, 82-1455 |
| 43 | 64.39 | 1.446 | Сонолит | 12 | 82-1455 |
| 44 | 64.63 | 1.441 | Тефроит, сонолит | 2 | 35-0748, 82-1455 |
| 45 | 65.07 | 1.432 | Тефроит, кариопилит | 3 | 35-0748, 41-1446 |
| 46 | 67.04 | 1.395 | Тефроит, сонолит | 6 | 35-0748, 82-1455 |
| 47 | 68.30 | 1.372 | Тефроит, кариопилит | 4 | 35-0748, 41-1446 |
| 48 | 68.98 | 1.360 | Тефроит, сонолит | 1 | 35-0748, 82-1455 |
| 49 | 69.94 | 1.344 | Тефроит, сонолит | 2 | 35-0748, 82-1455 |
| 50 | 71.62 | 1.316 | Тефроит, сонолит | 2 | 35-0748, 82-1455 |
| 51 | 72.57 | 1.302 | Тефроит, кариопилит | 2 | 35-0748, 41-1446 |

*Приложение 25*

|  |
| --- |
| 4300-26е |
| 2theta(deg) (CuKα)  **Рентгенограмма 4300-26е. Темно-коричневые полупрозрачные тонкие прослои-линзы** |

Результаты расчета рентгенограммы образца 4300-26е. Темно-коричневые полупрозрачные тонкие прослои-линзы

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | 2Θ CuKa, град | d, | Минерал | I/Io | Эталон  (JCPDD) |
| 1 | 6.22 | 14.200 | Хлорит | 7 | 10-0183 |
| 2 | 7.61 | 11.600 | Фриделит | 2 | 35-0572 |
| 3 | 12.26 | 7.211 | Фриделит | 43 | 35-0572 |
| 4 | 12.43 | 7.114 | Хлорит | 19 | 10-0183 |
| 5 | 16.74 | 5.293 | Тефроит | 2 | 35-0748 |
| 6 | 18.68 | 4.746 | Хлорит | 19 | 10-0183 |
| 7 | 19.20 | 4.619 | Хлорит | 4 | 10-0183 |
| 8 | 20.00 | 4.437 | Тефроит | 3 | 35-0748 |
| 9 | 21.99 | 4.038 | Тефроит | 3 | 35-0748 |
| 10 | 23.11 | 3.845 | Тефроит | 2 | 35-0748 |
| 11 | 24.30 | 3.660 | Родохрозит | 20 | 44-1472 |
| 12 | 24.63 | 3.611 | Тефроит, фриделит | 41 | 35-0748, 35-0572 |
| 13 | 24.97 | 3.563 | Хлорит | 27 | 10-0183 |
| 14 | 28.59 | 3.119 | Тефроит | 3 | 35-0748 |
| 15 | 31.19 | 2.865 | Тефроит, фриделит | 53 | 35-0748, 35-0572 |
| 16 | 31.42 | 2.845 | Родохрозит | 100 | 44-1472 |
| 17 | 33.29 | 2.689 | Тефроит | 9 | 35-0748 |
| 18 | 33.96 | 2.638 | Тефроит | 2 | 35-0748 |
| 19 | 34.43 | 2.603 | Тефроит, родохрозит | 22 | 35-0748, 44-1472 |
| 20 | 35.10 | 2.555 | Тефроит, фриделит | 48 | 35-0748, 35-0572 |
| 21 | 36.74 | 2.444 | Тефроит | 9 | 35-0748 |
| 22 | 37.41 | 2.402 | Родохрозит | 1 | 44-1472 |
| 23 | 37.72 | 2.383 | Тефроит | 12 | 35-0748 |
| 24 | 38.20 | 2.354 | Тефроит | 5 | 35-0748 |

*Продолжение приложения 25*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 25 | 38.64 | 2.328 | Тефроит | 3 | 35-0748 |
| 26 | 39.85 | 2.260 | Хлорит | 2 | 10-0183 |
| 27 | 40.63 | 2.219 | Тефроит | 1 | 35-0748 |
| 28 | 41.40 | 2.179 | Тефроит | <1 | 35-0748 |
| 29 | 41.57 | 2.171 | Родохрозит | 9 | 44-1472 |
| 30 | 42.75 | 2.113 | Тефроит, фриделит | 8 | 35-0748, 35-0572 |
| 31 | 45.04 | 2.011 | Тефроит | 2 | 35-0748 |
| 32 | 45.31 | 2.000 | Родохрозит | 12 | 44-1472 |
| 33 | 45.93 | 1.974 | Фриделит | 3 | 35-0572 |
| 34 | 48.37 | 1.880 | Тефроит | 4 | 35-0748 |
| 35 | 49.80 | 1.830 | Родохрозит | 3 | 44-1472 |
| 36 | 50.40 | 1.809 | Тефроит | 15 | 35-0748 |
| 37 | 50.74 | 1.798 | Тефроит | 9 | 35-0748 |
| 38 | 51.67 | 1.768 | Тефроит | 15 | 35-0748 |
| 39 | 52.13 | 1.753 | Родохрозит | 6 | 44-1472 |
| 40 | 52.82 | 1.731 | Тефроит, фриделит | 3 | 35-0748, 35-0572 |
| 41 | 54.45 | 1.684 | Тефроит | 1 | 35-0748 |
| 42 | 54.72 | 1.676 | Хлорит, фриделит | 5 | 10-0183, 35--572 |
| 43 | 56.35 | 1.631 | Тефроит, фриделит | 5 | 35-0748, 35-0572 |
| 44 | 56.60 | 1.625 | Фриделит | 1 | 35-0572 |
| 45 | 58.68 | 1.572 | Тефроит | 1 | 35-0748 |
| 46 | 59.12 | 1.561 | Тефроит | 7 | 35-0748 |
| 47 | 59.95 | 1.542 | Тефроит | 9 | 35-0748 |
| 48 | 60.35 | 1.533 | Тефроит | 2 | 35-0748 |
| 49 | 64.17 | 1.450 | Родохрозит | 3 | 44-1472 |
| 50 | 64.52 | 1.443 | Тефроит, фриделит | 1 | 35-0748, 35-0572 |
| 51 | 66.80 | 1.399 | Тефроит | 1 | 35-0748 |
| 52 | 68.15 | 1.375 | Родохрозит, фриделит | 2 | 44-1472, 35-0572 |

*Приложение 26*

|  |
| --- |
| 4300-26ж |
| 2theta(deg) (CuKα)  **Рентгенограмма образца 4300-26ж. Розовый слой** |

Результаты расчета рентгенограммы образца 4300-26ж. Розовый слой

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N пика | 2Θ CuKa, град | d, | Минерал | I/Io | Эталон  (JCPDD) |
| 1 | 12.75 | 6.939 | Пироксмангит | <1 | 29-0895 |
| 2 | 13.34 | 6.632 | Пироксмангит | 1 | 29-0895 |
| 3 | 18.78 | 4.722 | Пироксмангит | 4 | 29-0895 |
| 4 | 20.89 | 4.248 | Кварц, пироксмангит | 20 | 46-1045, 29-0895 |
| 5 | 26.53 | 3.357 | Пироксмангит | 7 | 29-0895 |
| 6 | 26.70 | 3.336 | Кварц | 100 | 46-1045 |
| 7 | 28.08 | 3.175 | Пироксмангит | 2 | 29-0895 |
| 8 | 28.51 | 3.128 | Пироксмангит | 5 | 29-0895 |
| 9 | 29.43 | 3.032 | Пироксмангит | 3 | 29-0895 |
| 10 | 29.70 | 3.006 | Пироксмангит | 4 | 29-0895 |
| 11 | 30.17 | 2.960 | Пироксмангит | 12 | 29-0895 |
| 12 | 31.48 | 2.839 | Пироксмангит | 3 | 29-0895 |
| 13 | 33.50 | 2.673 | Пироксмангит | 6 | 29-0895 |
| 14 | 33.91 | 2.641 | Пироксмангит | 3 | 29-0895 |
| 15 | 34.39 | 2.605 | Пироксмангит | 3 | 29-0895 |
| 16 | 35.84 | 2.504 | Пироксмангит | 1 | 29-0895 |
| 17 | 36.62 | 2.452 | Кварц | 9 | 46-1045 |
| 18 | 39.56 | 2.276 | Кварц | 7 | 46-1045 |
| 19 | 40.37 | 2.233 | Кварц | 4 | 46-1045 |
| 20 | 40.83 | 2.209 | Пироксмангит | 3 | 29-0895 |
| 21 | 41.30 | 2.184 | Пироксмангит | 2 | 29-0895 |
| 22 | 42.52 | 2.124 | Кварц | 5 | 46-1045 |
| 23 | 44.27 | 2.044 | Пироксмангит | 1 | 29-0895 |
| 24 | 45.88 | 1.976 | Кварц | 4 | 46-1045 |

*Продолжение приложения 26*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 25 | 48.73 | 1.867 | Пироксмангит | 1 | 29-0895 |
| 26 | 50.211 | 1.816 | Кварц | 14 | 46-1045 |
| 27 | 53.10 | 1.72 | Пироксмангит | 1 | 29-0895 |
| 28 | 53.95 | 1.698 | Пироксмангит | 1 | 29-0895 |
| 29 | 54.93 | 1.670 | Кварц | 4 | 46-1045 |
| 30 | 55.38 | 1.658 | Кварц | 2 | 46-1045 |
| 31 | 58.47 | 1.577 | Пироксмангит | 1 | 29-0895 |
| 32 | 59.99 | 1.541 | Кварц | 9 | 46-1045 |
| 33 | 62.35 | 1.488 | Пироксмангит | 1 | 29-0895 |
| 34 | 64.08 | 1.452 | Кварц | 1 | 46-1045 |
| 35 | 65.79 | 1.418 | Кварц | 2 | 46-1045 |
| 36 | 67.78 | 1.382 | Кварц | 5 | 46-1045 |
| 37 | 68.19 | 1.374 | Кварц | 6 | 46-1045 |
| 38 | 68.36 | 1.371 | Кварц | 4 | 46-1045 |

*Приложение 27*

|  |
| --- |
| 4300-13а |
| 2theta(deg) (CuKα)  **Рентгенограмма образца 4300-13а. Серый слой** |

**Таблица** . Результаты расчета рентгенограммы образца 4300-13а. Серый слой

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N пика | 2Θ CuKa, град | d, | Минерал | I/Io | Эталон  (JCPDD) |
| 1 | 12.19 | 7.255 | Хлорит | 4 | 02-0028 |
| 2 | 16.68 | 5.311 | Тефроит | 7 | 35-0748 |
| 3 | 19.90 | 4.458 | Тефроит | 6 | 35-0748 |
| 4 | 21.93 | 4.050 | Тефроит | 10 | 35-0748 |
| 5 | 22.96 | 3.870 | Тефроит | 6 | 35-0748 |
| 6 | 24.18 | 3.677 | Доломит | 9 | 36-0426 |
| 7 | 24.48 | 3.634 | Тефроит, хлорит | 53 | 35-0748, 02-0028 |
| 8 | 28.52 | 3.128 | Тефроит | 9 | 35-0748 |
| 9 | 31.18 | 2.867 | Тефроит, доломит | 100 | 35-0748, 36-0426 |
| 10 | 33.22 | 2.694 | Тефроит | 26 | 35-0748 |
| 11 | 33.79 | 2.651 | Тефроит, доломит | 8 | 35-0748, 36-0426 |
| 12 | 34.39 | 2.606 | Тефроит, хлорит | 61 | 35-0748, 02-0028 |
| 13 | 35.06 | 2.558 | Тефроит, хлорит | 89 | 35-0748, 02-0028 |
| 14 | 36.70 | 2.447 | Тефроит, хлорит | 16 | 35-0748, 02-0028 |
| 15 | 37.64 | 2.388 | Тефроит, доломит | 7 | 35-0748, 36-0426 |
| 16 | 38.09 | 2.360 | Тефроит | 12 | 35-0748 |
| 17 | 38.58 | 2.332 | Тефроит | 11 | 35-0748 |
| 18 | 40.43 | 2.229 | Тефроит | 6 | 35-0748 |
| 19 | 41.46 | 2.176 | Тефроит, доломит | 2 | 35-0748, 36-0426 |
| 20 | 42.73 | 2.114 | Тефроит | 4 | 35-0748 |
| 21 | 43.15 | 2.095 | Тефроит, хлорит | 2 | 35-0748, 02-0028 |
| 22 | 44.86 | 2.019 | Тефроит, хлорит | <1 | 35-0748, 02-0028 |
| 23 | 45.11 | 2.008 | Тефроит, доломит | 2 | 35-0748, 36-0426 |

*Продолжение приложения 27*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 24 | 46.71 | 1.943 | Тефроит | 2 | 35-0748 |
| 25 | 48.19 | 1.887 | Тефроит | 7 | 35-0748 |
| 26 | 49.03 | 1.856 | Тефроит | 3 | 35-0748 |
| 27 | 49.92 | 1.825 | Хлорит | 1 | 02-0028 |
| 28 | 50.32 | 1.812 | Тефроит | 42 | 35-0748 |
| 29 | 50.69 | 1.800 | Тефроит, доломит | 20 | 35-0748, 36-0426 |
| 30 | 51.59 | 1.770 | Доломит | 2 | 36-0426 |
| 31 | 52.92 | 1.729 | Тефроит, хлорит | 9 | 35-0748, 02-0028 |
| 32 | 53.89 | 1.700 | Тефроит | 8 | 35-0748 |
| 33 | 54.38 | 1.686 | Тефроит, хлорит | 9 | 35-0748, 02-0028 |
| 34 | 55.59 | 1.652 | Тефроит | 9 | 35-0748 |
| 35 | 56.07 | 1.639 | Тефроит | 4 | 35-0748 |
| 36 | 56.99 | 1.615 | Тефроит | 4 | 35-0748 |
| 37 | 59.01 | 1.564 | Тефроит | 22 | 35-0748 |
| 38 | 59.40 | 1.555 | Тефроит, доломит | 3 | 35-0748, 36-0426 |
| 39 | 60.08 | 1.539 | Тефроит, хлорит | 16 | 35-0748, 02-0028 |
| 40 | 60.35 | 1.533 | Доломит | 4 | 36-0426 |
| 41 | 62.59 | 1.483 | Тефроит | 5 | 35-0748 |
| 42 | 62.79 | 1.479 | Тефроит | 1 | 35-0748 |
| 43 | 64.30 | 1.448 | Тефроит | 9 | 35-0748 |
| 44 | 64.53 | 1.443 | Тефроит, хлорит | 5 | 35-0748, 02-0028 |
| 45 | 64.95 | 1.435 | Тефроит, доломит | 6 | 35-0748, 36-0426 |
| 46 | 66.96 | 1.396 | Тефроит, хлорит | 6 | 35-0748, 02-0028 |
| 47 | 67.20 | 1.392 | Тефроит | 2 | 35-0748 |
| 48 | 68.27 | 1.373 | Тефроит | 5 | 35-0748 |

*Приложение 28*

|  |
| --- |
| 4300-13б |
| 2theta(deg) (CuKα)  **Рентгенограмма образца 4300-13б. Фиолетовый слой** |

**Таблица .** Результаты расчета рентгенограммы образца 4300-13б. Фиолетовый слой

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N пика | 2Θ CuKa, град | d, | Минерал | I/Io | Эталон  (JCPDD) |
| 1 | 12.30 | 7.189 | Хлорит | 33 | 02-0028 |
| 2 | 16.94 | 5.231 | Сонолит | 6 | 82-1455 |
| 3 | 18.63 | 4.760 | Хлорит | 4 | 02-0028 |
| 4 | 19.18 | 4.623 | Сонолит, ххлорит | 1 | 82-1455, 02-0028 |
| 5 | 20.01 | 4.434 | Тефроит | 7 | 35-0748 |
| 6 | 22.15 | 4.011 | Сонолит, тефроит | 3 | 82-1455, 35-0748 |
| 7 | 22.94 | 3.874 | Сонолит, тефроит | 8 | 82-1455, 35-0748 |
| 8 | 24.63 | 3.612 | Тефроит. хлорит | 62 | 35-0748, 02-0028 |
| 9 | 25.01 | 3.557 | Сонолит | 9 | 82-1455 |
| 10 | 26.63 | 3.344 | Сонолит | 20 | 82-1455 |
| 11 | 29.58 | 3.018 | Сонолит | 2 | 82-1455 |
| 12 | 31.21 | 2.864 | Тефроит | 47 | 35-0748 |
| 13 | 31.24 | 2.861 | Сонолит | 93 | 82-1455 |
| 14 | 31.78 | 2.814 | Сонолит | 17 | 82-1455 |
| 15 | 33.29 | 2.69- | Сонолит, тефроит | 51 | 82-1455, 35-0748 |
| 16 | 33.79 | 2.651 | Сонолит, тефроит | 38 | 82-1455, 35-0748 |
| 17 | 34.42 | 2.603 | Сонолит, тефроит | 46 | 82-1455, 35-0748 |
| 18 | 35.13 | 2.553 | Тефроит, хлорит | 21 | 35-0748, 02-0028 |
| 19 | 36.03 | 2.491 | Сонолит | 18 | 82-1455 |
| 20 | 36.56 | 2.456 | Тефроит, хлорит | 19 | 35-0748, 02-0028 |
| 21 | 36.87 | 2.436 | Сонолит, тефроит | 17 | 82-1455, 35-0748 |
| 22 | 38.19 | 2.355 | Сонолит, тефроит | 22 | 82-1455, 35-0748 |
| 23 | 38.53 | 2.335 | Сонолит, тефроит | 18 | 82-1455, 35-0748 |
| 24 | 39.53 | 2.278 | Сонолит, хлорит | 5 | 82-1455, 02-0028 |
| 25 | 40.63 | 2.219 | Тефроит | 3 | 35-0748 |
| 26 | 41.62 | 2.168 | Сонолит | 5 | 82-1455 |

*Продолжение приложения 28*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 27 | 42.78 | 2.112 | Сонолит, тефроит | 8 | 82-1455, 35-0748 |
| 28 | 43.93 | 2.059 | Сонолит | 3 | 82-1455 |
| 29 | 45.09 | 2.009 | Тефроит, хлорит | 2 | 35-0748, 02-0028 |
| 30 | 45.36 | 1.998 | Сонолит | 6 | 82-1455 |
| 31 | 45.91 | 1.975 | Сонолит | 3 | 82-1455 |
| 32 | 48.28 | 1.884 | Сонолит | 6 | 82-1455 |
| 33 | 50.44 | 1.808 | Сонолит, тефроит | 100 | 82-1455, 35-0748 |
| 34 | 50.77 | 1.797 | Сонолит, тефроит | 15 | 82-1455, 35-0748 |
| 35 | 51.69 | 1.767 | Сонолит | 6 | 82-1455 |
| 36 | 52.54 | 1.740 | Сонолит | 6 | 82-1455 |
| 37 | 54.40 | 1.685 | Сонолит | 11 | 82-1455 |
| 38 | 54.71 | 1.676 | Сонолит, хлорит | 4 | 82-1455, 02-0028 |
| 39 | 56.34 | 1.632 | Сонолит, тефроит | 7 | 82-1455, 35-0748 |
| 40 | 57.35 | 1.605 | Сонолит | 10 | 82-1455 |
| 41 | 59.11 | 1.562 | Сонолит | 24 | 82-1455 |
| 42 | 59.84 | 1.544 | Сонолит, тефроит | 23 | 82-1455, 35-0748 |
| 43 | 60.32 | 1.533 | Сонолит | 6 | 82-1455 |
| 44 | 62.80 | 1.478 | Тефроит | 4 | 35-0748 |
| 45 | 64.12 | 1.451 | Сонолит, тефроит | 13 | 82-1455, 35-0748 |
| 46 | 64.72 | 1.439 | Сонолит, тефроит | 4 | 82-1455, 35-0748 |
| 47 | 66.70 | 1.401 | Сонолит, хлорит | 2 | 82-1455, 02-0028 |
| 48 | 67.15 | 1.393 | Сонолит, хлорит | 8 | 82-1455, 02-0028 |

*Приложение 29*

|  |
| --- |
| 4300-12а |
| 2theta(deg) (CuKα)  **Рентгенограмма образца 4300-12а. Фиолетовый слой** |

Результаты расчета рентгенограммы образца 4300-12а. Фиолетовый слой

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N пика | 2Θ CuKa, град | d, | Минерал | I/Io | Эталон  (JCPDD) |
| 1 | 12.28 | 7.202 | Хлорит | 25 | 02-0028 |
| 2 | 16.90 | 5.242 | Сонолит | 4 | 82-1455 |
| 3 | 18.67 | 4.748 | Хлорит | 1 | 02-0028 |
| 4 | 19.17 | 4.627 | Сонолит, хлорит | 2 | 82-1455, 02-0028 |
| 5 | 20.05 | 4.425 | Сонолит | 6 | 82-1455 |
| 6 | 22.19 | 4.003 | Сонолит | 3 | 82-1455 |
| 7 | 22.94 | 3.874 | Сонолит | 5 | 82-1455 |
| 8 | 24.33 | 3.656 | Хлорит | 4 | 02-0028 |
| 9 | 24.67 | 3.605 | Сонолит | 47 | 82-1455 |
| 10 | 26.41 | 3.372 | Сонолит | 2 | 82-1455 |
| 11 | 26.67 | 3.339 | Сонолит | 10 | 82-1455 |
| 12 | 28.61 | 3.118 | Сонолит | 3 | 82-1455 |
| 13 | 31.13 | 2.870 | Сонолит, хлорит | 100 | 82-1455, 02-0028 |
| 14 | 31.52 | 2.836 | Сонолит | 27 | 82-1455 |
| 15 | 33.26 | 2.692 | Сонолит | 30 | 82-1455 |
| 16 | 33.77 | 2.652 | Сонолит | 18 | 82-1455 |
| 17 | 34.41 | 2.604 | Сонолит, хлорит | 33 | 82-1455, 02-0028 |
| 18 | 35.11 | 2.554 | Хлорит | 24 | 02-0028 |
| 19 | 36.06 | 2.489 | Сонолит | 5 | 82-1455 |
| 20 | 36.55 | 2.457 | Сонолит | 7 | 82-1455 |
| 21 | 36.85 | 2.438 | Сонолит, хлорит | 10 | 82-1455, 02-0028 |
| 22 | 37.89 | 2.373 | Сонолит | 2 | 82-1455 |
| 23 | 38.15 | 2.357 | Сонолит | 14 | 82-1455 |
| 24 | 38.52 | 2.335 | Сонолит | 11 | 82-1455 |
| 25 | 39.59 | 2.275 | Сонолит, хлорит | 1 | 82-1455, 02-0028 |
| 26 | 40.63 | 2.219 | Сонолит | 3 | 82-1455 |
| 27 | 41.56 | 2.171 | Сонолит | 5 | 82-1455 |

*Продолжение приложения 29*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 28 | 41.89 | 2.155 | Сонолит | 1 | 82-1455 |
| 29 | 42.79 | 2.112 | Сонолит | 7 | 82-1455 |
| 30 | 43.10 | 2.097 | Сонолит | 1 | 82-1455 |
| 31 | 43.87 | 2.062 | Сонолит, хлорит | 2 | 82-1455, 02-0028 |
| 32 | 45.31 | 2.000 | Сонолит, хлорит | 6 | 82-1455, 02-0028 |
| 33 | 48.32 | 1.882 | Сонолит | 5 | 82-1455 |
| 34 | 49.09 | 1.855 | Сонолит, хлорит | 2 | 82-1455, 02-0028 |
| 35 | 50.43 | 1.808 | Сонолит | 67 | 82-1455 |
| 36 | 50.69 | 1.799 | Сонолит | 31 | 82-1455 |
| 37 | 51.65 | 1.768 | Сонолит | 7 | 82-1455 |
| 38 | 52.52 | 1.741 | Сонолит, хлорит | 4 | 82-1455, 02-0028 |
| 39 | 54.36 | 1.686 | Сонолит | 8 | 82-1455 |
| 40 | 54.74 | 1.676 | Сонолит, хлорит | 2 | 82-1455, 02-0028 |
| 41 | 56.36 | 1.631 | Сонолит | 4 | 82-1455 |
| 42 | 57.31 | 1.606 | Сонолит, хлорит | 5 | 82-1455, 02-0028 |
| 43 | 59.07 | 1.563 | Сонолит | 19 | 82-1455 |
| 44 | 59.41 | 1.555 | Сонолит | 3 | 82-1455 |
| 45 | 59.85 | 1.544 | Сонолит, хлорит | 16 | 82-1455, 02-0028 |
| 46 | 62.67 | 1.481 | Сонолит | 3 | 82-1455 |
| 47 | 64.02 | 1.453 | Сонолит, хлорит | 7 | 82-1455, 02-0028 |
| 48 | 64.68 | 1.440 | Сонолит | 2 | 82-1455 |
| 49 | 67.15 | 1.393 | Сонолит | 5 | 82-1455 |
| 50 | 68.41 | 1.370 | Сонолит, хлорит | 1 | 82-1455, 02-0028 |

*Приложение 30*

|  |
| --- |
| 4300-12б |
| 2theta(deg) (CuKα)  **Рентгенограмма образца 4300-12б. Фиолетово-серый прослой** |

Результаты расчета рентгенограммы образца 4300-12б. Фиолетово-серый прослой

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N пика | 2Θ CuKa, град | d, | Минерал | I/Io | Эталон  (JCPDD) |
| 1 | 12.31 | 7.184 | Хлорит | 44 | 02-0028 |
| 2 | 13.63 | 6.491 | Пироксмангит | 2 | 29-0895 |
| 3 | 16.67 | 5.315 | Тефроит | 5 | 36-0748 |
| 4 | 18.74 | 4.730 | Пироксмангит | 7 | 29-0895 |
| 5 | 19.18 | 4.623 | Пироксмангит | 2 | 29-0895 |
| 6 | 20.01 | 4.433 | Тефроит | 5 | 36-0748 |
| 7 | 22.03 | 4.031 | Тефроит | 7 | 36-0748 |
| 8 | 23.08 | 3.851 | Тефроит | 5 | 36-0748 |
| 9 | 24.69 | 3.602 | Тефроит, хлорит | 65 | 36-0748, 02-0028 |
| 10 | 26.72 | 3.334 | Пироксмангит | 3 | 29-0895 |
| 11 | 28.64 | 3.114 | Тефроит | 6 | 36-0748 |
| 12 | 31.23 | 2.862 | Тефроит | 34 | 36-0748 |
| 13 | 31.26 | 2.859 | Доломит | 100 | 36-0426 |
| 14 | 33.33 | 2.686 | Тефроит | 30 | 36-0426 |
| 15 | 33.88 | 2.643 | Тефроит, доломит | 13 | 36-0748, 36-0426 |
| 16 | 34.49 | 2.598 | Тефроит | 54 | 36-0748 |
| 17 | 35.16 | 2.550 | Тефроит | 88 | 36-0748 |
| 18 | 36.79 | 2.441 | Тефроит | 14 | 36-0748 |
| 19 | 37.72 | 2.383 | Тефроит, хлорит | 8 | 36-0748, 02-0028 |
| 20 | 38.16 | 2.356 | Тефроит | 14 | 36-0748 |
| 21 | 38.62 | 2.330 | Тефроит | 10 | 36-0748 |
| 22 | 40.53 | 2.224 | Тефроит | 5 | 36-0748 |
| 23 | 41.58 | 2.170 | Тефроит, доломит | 7 | 36-0748, 36-0426 |
| 24 | 42.77 | 2.112 | Тефроит | 15 | 36-0748 |
| 25 | 45.31 | 2.000 | Тефроит, доломит | 8 | 36-0748, 36-0426 |
| 26 | 45.87 | 1.977 | Пироксмангит | 4 | 29-0895 |
| 27 | 48.27 | 1.884 | Тефроит | 6 | 36-0748 |
| 28 | 49.05 | 1.856 | Тефроит | 2 | 36-0748 |
| 29 | 50.4 | 1.809 | Тефроит, доломит | 58 | 36-0748, 36-0426 |
| 30 | 50.74 | 1.798 | Тефроит | 28 | 36-0748 |

*Продолжение приложения 30*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 31 | 51.69 | 1.767 | Тефроит, пироксмангит | 9 | 36-0748, 29-0895 |
| 32 | 52.86 | 1.731 | Тефроит | 5 | 36-0748 |
| 33 | 53.99 | 1.697 | Тефроит, пироксмангит | 3 | 36-0748, 29-0895 |
| 34 | 54.38 | 1.686 | Тефроит | 7 | 36-0748 |
| 35 | 54.64 | 1.678 | Пироксмангит | 10 | 29-0895 |
| 36 | 55.64 | 1.651 | Тефроит | 5 | 36-0748 |
| 37 | 56.31 | 1.632 | Тефроит | 6 | 36-0748 |
| 38 | 57.19 | 1.610 | Тефроит | 2 | 36-0748 |
| 39 | 59.23 | 1.559 | Тефроит | 20 | 36-0748 |
| 40 | 60.17 | 1.537 | Тефроит, пироксмангит | 16 | 36-0748, 29-0895 |
| 41 | 62.85 | 1.477 | Тефроит, пироксмангит | 2 | 36-0748, 29-0895 |
| 42 | 64.29 | 1.448 | Тефроит | 8 | 36-0748 |
| 43 | 67.00 | 1.396 | Тефроит | 3 | 36-0748 |
| 44 | 68.33 | 1.372 | Тефроит | 3 | 36-0748 |
|  |  |  |  |  |  |

*Приложение 31*

|  |
| --- |
| 4300-12в |
| 2theta(deg) (CuKα)  **Рентгенограмма образца 4300-12в. Темно-коричневое пятно** |

Результаты расчета рентгенограммы образца 4300-12в. Темно-коричневое пятно

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N пика | 2Θ CuKa, град | d, | Минерал | I/Io | Эталон  (JCPDD) |
| 1 | 16.76 | 5.287 | Тефроит | 7 | 35-0748 |
| 2 | 19.98 | 4.440 | Тефроит | 6 | 35-0748 |
| 3 | 22.02 | 4.033 | Тефроит | 10 | 35-0748 |
| 4 | 23.08 | 3.851 | Тефроит | 5 | 35-0748 |
| 5 | 24.61 | 3.615 | Тефроит | 54 | 35-0748 |
| 6 | 28.59 | 3.120 | Тефроит | 10 | 35-0748 |
| 7 | 31.24 | 2.861 | Тефроит | 100 | 35-0748 |
| 8 | 33.32 | 2.687 | Тефроит | 26 | 35-0748 |
| 9 | 33.82 | 2.648 | Тефроит | 8 | 35-0748 |
| 10 | 34.47 | 2.600 | Тефроит | 61 | 35-0748 |
| 11 | 35.14 | 2.552 | Тефроит | 84 | 35-0748 |
| 12 | 36.79 | 2.441 | Тефроит | 20 | 35-0748 |
| 13 | 37.73 | 2.382 | Тефроит | 7 | 35-0748 |
| 14 | 38.19 | 2.355 | Тефроит | 13 | 35-0748 |
| 15 | 38.67 | 2.326 | Тефроит | 14 | 35-0748 |
| 16 | 40.50 | 2.226 | Тефроит | 7 | 35-0748 |
| 17 | 42.85 | 2.109 | Тефроит | 4 | 35-0748 |
| 18 | 44.98 | 2.014 | Тефроит | 1 | 35-0748 |
| 19 | 46.73 | 1.942 | Тефроит | 3 | 35-0748 |
| 20 | 48.20 | 1.886 | Тефроит | 7 | 35-0748 |
| 21 | 49.04 | 1.856 | Тефроит | 4 | 35-0748 |
| 22 | 50.38 | 1.810 | Тефроит | 56 | 35-0748 |
| 23 | 50.67 | 1.800 | Тефроит | 24 | 35-0748 |
| 24 | 53.01 | 1.726 | Тефроит | 8 | 35-0748 |
| 25 | 53.93 | 1.699 | Тефроит | 10 | 35-0748 |
| 26 | 54.44 | 1.684 | Тефроит | 10 | 35-0748 |
| 27 | 55.66 | 1.650 | Тефроит | 10 | 35-0748 |
| 28 | 56.16 | 1.637 | Тефроит | 5 | 35-0748 |
| 29 | 57.06 | 1.613 | Тефроит | 4 | 35-0748 |

*Продолжение приложения 31*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 30 | 59.07 | 1.563 | Тефроит | 20 | 35-0748 |
| 31 | 60.15 | 1.537 | Тефроит | 16 | 35-0748 |
| 32 | 62.67 | 1.481 | Тефроит | 4 | 35-0748 |
| 33 | 64.37 | 1.446 | Тефроит | 10 | 35-0748 |
| 34 | 64.59 | 1.442 | Тефроит | 6 | 35-0748 |
| 35 | 65.01 | 1.434 | Тефроит | 6 | 35-0748 |
| 36 | 66.99 | 1.396 | Тефроит | 5 | 35-0748 |
| 37 | 67.32 | 1.390 | Тефроит | 2 | 35-0748 |
| 38 | 68.32 | 1.372 | Тефроит | 5 | 35-0748 |
|  |  |  |  |  |  |

*Приложение 32*

|  |
| --- |
| 4300-12г |
| 2theta(deg) (CuKα)  **Рентгенограмма образца 4300-12г. Темно-зеленый прослой** |

Результаты расчета рентгенограммы образца 4300-12г. Темно-зеленый прослой

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N пика | 2Θ CuKa, град | d, | Минерал | I/Io | Эталон  (JCPDD) |
| 1 | 12.34 | 7.167 | Хлорит, пироксмангит | 5 | 02-0028, 29-0895 |
| 2 | 16.70 | 5.303 | Тефроит | 7 | 35-0748 |
| 3 | 18.70 | 4.740 | Хлорит, пироксмангит | 4 | 02-0028, 29-0895 |
| 4 | 19.94 | 4.450 | Тефроит | 7 | 35-0748 |
| 5 | 21.98 | 4.040 | Тефроит | 9 | 35-0748 |
| 6 | 23.03 | 3.859 | Тефроит | 5 | 35-0748 |
| 7 | 24.51 | 3.629 | Тефроит | 50 | 35-0748 |
| 8 | 25.05 | 3.552 | Хлорит, пироксмангит | 7 | 02-0028, 29-0895 |
| 9 | 26.59 | 3.350 | Пироксмангит | 6 | 29-0895 |
| 10 | 28.57 | 3.122 | Тефроит, пироксмангит | 7 | 35-0748, 29-0895 |
| 11 | 31.22 | 2.863 | Тефроит | 100 | 35-0748 |
| 12 | 33.25 | 2.692 | Тефроит | 23 | 35-0748 |
| 13 | 33.82 | 2.648 | Тефроит | 9 | 35-0748 |
| 14 | 34.43 | 2.603 | Тефроит | 57 | 35-0748 |
| 15 | 35.09 | 2.555 | Тефроит | 75 | 35-0748 |
| 16 | 36.77 | 2.442 | Тефроит | 14 | 35-0748 |
| 17 | 37.64 | 2.388 | Тефроит | 5 | 35-0748 |
| 18 | 38.14 | 2.358 | Тефроит | 10 | 35-0748 |
| 19 | 38.62 | 2.329 | Тефроит | 10 | 35-0748 |
| 20 | 40.48 | 2.227 | Тефроит | 5 | 35-0748 |
| 21 | 41.57 | 2.171 | Тефроит, пироксмангит | 2 | 35-0748, 29-0895 |
| 22 | 42.70 | 2.116 | Тефроит, пироксмангит | 4 | 35-0748, 29-0895 |
| 23 | 45.17 | 2.006 | Тефроит | 1 | 35-0748 |
| 24 | 46.75 | 1.941 | Тефроит | 2 | 35-0748 |
| 25 | 48.23 | 1.885 | Тефроит, пироксмангит | 4 | 35-0748, 29-0895 |
| 26 | 49.05 | 1.856 | Тефроит. пироксмангит | 4 | 35-0748, 29-0895 |
| 27 | 50.35 | 1.811 | Тефроит, пироксмангит | 49 | 35-0748, 29-0895 |

*Продолжение приложения 32*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 28 | 50.74 | 1.798 | Тефроит | 19 | 35-0748 |
| 29 | 52.94 | 1.728 | Тефроит | 7 | 35-0748 |
| 30 | 53.87 | 1.700 | Тефроит | 8 | 35-0748 |
| 31 | 54.39 | 1.686 | Тефроит, пироксмангит | 7 | 35-0748, 29-0895 |
| 32 | 55.62 | 1.651 | Тефроит | 8 | 35-0748 |
| 33 | 56.12 | 1.638 | Тефроит | 4 | 35-0748 |
| 34 | 57.03 | 1.614 | Тефроит | 3 | 35-0748 |
| 35 | 59.05 | 1.563 | Тефроит | 15 | 35-0748 |
| 36 | 60.11 | 1.538 | Тефроит | 15 | 35-0748 |
| 37 | 62.61 | 1.482 | Тефроит, пироксмангит | 3 | 35-0748, 29-0895 |
| 38 | 64.35 | 1.447 | Тефроит | 8 | 35-0748 |
| 39 | 65.01 | 1.434 | Тефроит | 4 | 35-0748 |
| 40 | 66.96 | 1.396 | Тефроит | 5 | 35-0748 |
| 41 | 68.30 | 1.372 | Тефроит | 4 | 35-0748 |
|  |  |  |  |  |  |

*Приложение 33*

|  |
| --- |
| 4300-12д |
| 2theta(deg) (CuKα)  **Рентгенограмма образца 4300-12д. Фиолетово-коричневое пятно** |

Результаты расчета рентгенограммы образца 4300-12д. Фиолетово-коричневое пятно

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N пика | 2Θ CuKa, град | d, | Минерал | I/Io | Эталон  (JCPDD) |
| 1 | 12.29 | 7.197 | Хлорит | 20 | 02-0028 |
| 2 | 16.93 | 5.234 | Сонолит | 5 | 82-1455 |
| 3 | 19.20 | 4.618 | Сонолит, хлорит | 3 | 82-1455, 02-0028 |
| 4 | 20.07 | 4.421 | Сонолит | 8 | 82-1455 |
| 5 | 22.18 | 4.004 | Сонолит | 3 | 82-1455 |
| 6 | 22.94 | 3.873 | Сонолит | 7 | 82-1455 |
| 7 | 24.64 | 3.610 | Сонолит, хлорит | 55 | 82-1455, 02-0028 |
| 8 | 24.99 | 3.561 | Сонолит | 8 | 82-1455 |
| 9 | 26.64 | 3.344 | Сонолит | 17 | 82-1455 |
| 10 | 28.45 | 3.135 | Сонолит | 2 | 82-1455 |
| 11 | 29.43 | 3.032 | Сонолит | 3 | 82-1455 |
| 12 | 31.21 | 2.863 | Сонолит, хлорит | 54 | 82-1455, 02-0028 |
| 13 | 31.23 | 2.862 | Сонолит | 66 | 82-1455 |
| 14 | 33.28 | 2.690 | Сонолит | 49 | 82-1455 |
| 15 | 33.78 | 2.651 | Сонолит | 34 | 82-1455 |
| 16 | 34.41 | 2.605 | Сонолит, хлорит | 40 | 82-1455, 02-0028 |
| 17 | 35.14 | 2.551 | Хлорит | 8 | 02-0028 |
| 18 | 35.97 | 2.494 | Сонолит | 14 | 82-1455 |
| 19 | 36.53 | 2.458 | Сонолит, хлорит | 15 | 82-1455, 02-0028 |
| 20 | 36.88 | 2.436 | Сонолит | 15 | 82-1455 |
| 21 | 38.17 | 2.356 | Сонолит | 25 | 82-1455 |
| 22 | 38.51 | 2.336 | Сонолит | 18 | 82-1455 |
| 23 | 39.59 | 2.275 | Сонолит, хлорит | 3 | 82-1455, 02-0028 |
| 24 | 40.69 | 2.216 | Сонолит | 2 | 82-1455 |
| 25 | 41.63 | 2.168 | Сонолит | 2 | 82-1455 |
| 26 | 41.84 | 2.157 | Сонолит | 2 | 82-1455 |
| 27 | 42.68 | 2.117 | Сонолит | 4 | 82-1455 |

*Продолжение приложения 33*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 28 | 43.05 | 2.100 | Сонолит | 1 | 82-1455 |
| 29 | 43.98 | 2.057 | Сонолит, хлорит | 3 | 82-1455, 02-0028 |
| 30 | 45.30 | 2.000 | Сонолит, хлорит | 4 | 82-1455, 02-0028 |
| 31 | 45.96 | 1.973 | Сонолит | 2 | 82-1455 |
| 32 | 46.67 | 1.945 | Сонолит | 2 | 82-1455 |
| 33 | 48.37 | 1.880 | Сонолит | 5 | 82-1455 |
| 34 | 48.92 | 1.860 | Сонолит, хлорит | 4 | 82-1455, 02-0028 |
| 35 | 50.45 | 1.807 | Сонолит | 100 | 82-1455 |
| 36 | 50.74 | 1.798 | Сонолит | 32 | 82-1455 |
| 37 | 51.34 | 1.778 | Сонолит | 2 | 82-1455 |
| 38 | 52.48 | 1.742 | Сонолит, хлорит | 7 | 82-1455, 02-0028 |
| 39 | 54.29 | 1.688 | Сонолит | 13 | 82-1455 |
| 40 | 54.74 | 1.676 | Сонолит, хлорит | 3 | 82-1455, 02-0028 |
| 41 | 56.32 | 1.632 | Сонолит | 3 | 82-1455 |
| 42 | 56.66 | 1.623 | Сонолит | 2 | 82-1455 |
| 43 | 57.26 | 1.608 | Сонолит | 11 | 82-1455 |
| 44 | 57.65 | 1.598 | Сонолит, хлорит | 1 | 82-1455, 02-0028  . |
| 45 | 59.10 | 1.562 | Сонолит | 24 | 82-1455 |
| 46 | 59.85 | 1.544 | Сонолит, хлорит | 23 | 82-1455, 02-0028 |
| 47 | 62.75 | 1.479 | Сонолит | 4 | 82-1455 |
| 48 | 64.12 | 1.451 | Сонолит | 10 | 82-1455 |
| 49 | 64.63 | 1.441 | Сонолит, хлорит | 5 | 82-1455, 02-0028 |
| 50 | 67.16 | 1.393 | Сонолит | 8 | 82-1455 |
| 51 | 67.48 | 1.387 | Сонолит | 2 | 82-1455 |

*Приложение 34*

Минеральный состав вмещающих пород по результатам рентгенофазового анализа

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | №  Образца | Краткое описание  пробы | Диагностированные  минералы | Главные  диагностические линии *d(Å)|I* | Эталон  (JCPDD) |
| 1 | 1-1 | Белый прослой. | **Кварц**  Кальцит  Монтмориллонит | 4.29/23, 3.36/100, 2.46/12, 2.24/3, 2.23/3, 2.13/3, 1.82/5, 1.54/3, 1.38/3  3.85/7, 3.02/56, 2.29/7, 2.09/5, 1.90/8, 1.87/4  12.50/1, 4.29/23, 2.26/2 | 46-1045  24-0027  12-0204 |
| 2 | 1-2 | Основная масса. | **Кварц**  Стильпномелан | 4.26/20, 3.34/100, 2.45/9, 2.28/6, 2.23/3, 2.12/3, 1.98/1, 1.82/7, 1.67/1, 1.59/3, 1.54/4, 1.38/2, 1.38/2  12.08/8, 6.04/<1, 5.47/<1, 4.04/1, 3.82/2, 3.39/2, 3.00/27, 2.91/6, 2.79/1, 2.08/2, 1.89/6 | 46-1045  71-6217 |
| 3 | 1-3 | Черный прослой. | **Стильпномелан**  Кварц | 12.31/35, 4.77/<1, 4.38/1, 4.06/5, 3.59/3, 2.93/3, 2.80/3, 2.58/4  4.28/24, 3.36/100, 2.46/5, 2.29/3, 2.13/4, 1.82/8, 1.54/4, 1.37/5 | 71-6217  46-1045 |
| 4 | 2 | Основная масса. | **Кварц**  Мусковит | 4.25/20, 3.34/100, 2.45/6, 2.28/5, 2.23/2, 1.98/2, 1.82/9, 1.54/5, 1.38/3  9.92/2, 4.97/<1, 4.49/1, 3.89/2, 1.98/1, 1.37/2 | 46-1045  82-0675 |
| 5 | 3-1 | Темно-серый прослой. | **Кутногорит**  **Кварц**  Кальцит | 4.04/1, 3.72/9, 2.91/100, 2.69/1, 2.42/8, 2.20/14, 2.03/8, 1.82/27, 1.80/16, 1.47/2  4.25/4, 3.34/20, 1.67/1  3.84/2, 3.01/11 | 11-0345  46-1045  24-0027 |

*Примечание.* Жирным шрифтом выделены главные минералы, нормальным – второстепенные.

*Продолжение приложения 34*

Минеральный состав вмещающих пород по результатам рентгенофазового анализа

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | №  Образца | Краткое описание  пробы | Диагностированные  минералы | Главные  диагностические линии *d(Å)|I* | Эталон  (JCPDD) |
| 6 | 3-2 | Основная масса. | **Кварц**  Мусковит | 4.26/20, 3.35/100, 2.46/5, 2.28/5, 1.82/8, 1.81/5, 1.54/6  9.99/1, 4.98/<1, 4.51/<1, 3.02/5, 2.91/8 | 46-1045  82-0675 |
| 7 | 3-3 | Серо-черные прослои. | **Кварц**  Мусковит | 4.26/21, 3.34/100, 2.23/2, 1.82/9, 1.54/5  9.94/2, 4.97/<1, 4.52/1, 3.34/100, 3.01/5, 1.26/1, 1.18/1 | 46-1045  82-0676 |

*Приложение 35*

Минеральный состав кварц-карбонатных марганцевых пород по результатам рентгенофазового анализа

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | №  Образца | Краткое описание  пробы | Диагностированные  минералы | Главные  диагностические линии *d(Å)|I* | Эталон  (JCPDD) |
| 1 | 4300/51 | Основная масса породы | **Кварц**  Сидерит  Хлорит | 4.24/19, 3.33/100, 2.45/8, 2.28.6, 2.23/3, 2.12/7, 1.98/3, 1.82/12, 1.67/4, 1.66/1, 1.54/8, 1.45/1, 1.38/4, 1.37/4  3.59/4, 2.79/15, 2.34/2, 1.96/2, 1.73/3, 1.51<1, 1.37/4  7.12/1, 3.59/4, 2.92/1 | 46-1045  03-0746  02-0028 |
| 2 | 4300/8 | Черная масса с зеленоватым отливом | **Кварц** | 4.28/17. 3.35/100. 2.46/6. 1.82/14. 1.54/7 | 46-1045 |
| 3 | 4300/7*a* | Светло-серая тонко-полосчатая масса | **Кварц**  Кутногорит  Родохрозит | 4.23/17, 4.32/100, 4.45/8, 2.27/6, 2.23/4, 2.12/5, 1.97/5, 1.81/15, 1.67/4, 1.66/2, 1.54/8, 1.45/2, 1.38/5, 1.37/4  3.72/5, 2.92/34, 2.42/4, 2.21/4, 2.03/5, 1.83/3, 1.48/1  3.63/5, 2.82/23, 2.37/3, 2.16/2, 1.99/2 | 46-1045  11-0345  44-1472 |
| 4 | 4300/7б | Темно-коричневая тонко-полосчатая масса с пиритом | **Родохрозит**  Хлорит  Кварц  Пироксмангит | 3.69/4, 2.81/100, 2.60/3, 2.36/11, 2.20/3, 2.01/6, 1.75/21, 1.57/2  7.04/18, 4.69/3, 3.61/31, 2.87/44, 2.60/3, 2.44/3, 2.36/11, 2.01/6, 1.75/21, 1.55/9, 1.52/7, 1.44/2  4.23/4, 3.34/15, 2.44/3, 2.15/14, 1.98/14, 1.81/7, 1.55/9  7.04/18, 4.14/2, 3.52/17, 3.34/15, 2.93/2, 2.15/14, 1.81/7, 1.57/2, 1.52/7 | 44-1472  02-0028  46-1045  29-0895 |
| 5 | 4300/42a | Черная скрытокристаллическая масса | **Доломит**  **Стильпномелан**  Биотит  Кутногорит  Кварц | 3.67/31, 2.85/100, 2.71/6, 2.44/19, 2/22/18, 2.04/10, 1.86/5, 1.82/14, 1.77/11, 1.58/2, 1.56/6, 1.54/7  11.95/23, 4.62/4, 4.01/6, 3.36/24, 3.14/4, 3.01/18, 2.62/13, 2.38/4, 2.17/26, 1.99/14  10.01/26, 3.55/4, 3.67/31, 3.36/24,2.92/95, 2.62/13, 2.17/26, 1.99/14, 1.67/8, 1.54/7  2.92/95, 2.71/6, 2.56/10, 2.44/19, 2.22/18, 2.04/10, 1.86/5, 1.77/11, 1.56/6  4.23/2, 3.34/21 | 36-0426  71-6217  42-1437  11-0345  46-1045 |

*Примечание.* Жирным шрифтом выделены главные минералы, нормальным – второстепенные

*Продолжение приложения 35*

Минеральный состав кварц-карбонатных марганцевых пород по результатам рентгенофазового анализа

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | №  Образца | Краткое описание  пробы | Диагностированные  минералы | Главные  диагностические линии *d(Å)|I* | Эталон  (JCPDD) |
| 6 | 4300/42б | Темно-серые линзочки с просечками | **Родохрозит**  Доломит  Кутногорит  Стильпномелан | 3.66/31, 2.84/100, 2.39/15, 2.17/15, 1.83/17, 1.76/40  2.87/68, 2.42/2, 2.31/1, 2.04/2  2.93/38, 2/04/2, 1.83/17, 1.80/22  11.87/1, 3.33/2, 3.13/2 | 44-1472  36-0426  11-0345  71-6217 |
| 7 | 4300/2a | Темно-серые неясно-полосчатые прослои | **Кутногорит**  **Кварц** | 5.35<1, 3.73/15, 2.91/100, 2.70/1, 2.42/12, 2.21/13, 2.03/13, 1.86/4, 1.82/5, 1.81/10, 1.58/1, 1.56/4, 1.48/2, 1.40/2  4.23/13, 3.33/79, 2.45/6, 2.28/5, 2.23/4, 2.12/4, 1.98/3, 1.67/3, 1.66/1, 1.54/6, 1.45/1, 1.38/3, 1.37/4 | 11-0345  46-1045 |
| 8 | 4300/2б | Темно-серый тонко-полосчатый прослой | **Кутногорит**  Родохрозит  Ортоклаз | 5.31/1, 3.74/1, 2.90/100, 2.69/1, 2.41/12, 2.20/15, 2.02/14, 1.86/4, 1.81/18, 1.79/5, 1.57/1, 1.51/1, 1.48/3, 1.45/1, 1.39/1  3.17/15, 2.81/8, 2.17/2, 2.00/2, 1.83/3  6.91<1, 4.20/2, 3.32/16, 1.81/18, 1.40/3 | 11-0345  44-1472  31-0966 |
| 9 | 4300/3a | Серая тонко-полосчатая масса | **Кутногорит**  **Кварц**  Родохрозит  Биотит | 3.75/16, 2.92/100, 2.71/1, 2.43/14, 2.21/16, 2.03/14, 1.87/2, 1.82/15,1.81/11, 1.58/1, 1.48/2, 1.45/2, 1.40/2  4.25/10, 3.34/64, 2.45/8, 2.28/4, 2.13/3, 1.67/2, 1.54/5, 1.38/3, 1.38/4  1.68/4, 2.86/22, 2.18/3, 2.00/2, 1.84/2, 1.78/4, 1.56/4, 1.38/3  10.09/3, 3.68/4, 3.34/64, 2.63/2, 2.45/8, 2.28/4, 2.18/3, 2.00/2, 1.84/2, 1.67/2, 1.54/5, 1.38/4 | 11-0345  46-1045  44-1472  42-1437 |
| 10 | 4300/3б | Светло-желтая линза | **Родохрозит**  Кварц  Кутногорит | 3.66/24, 2.84/100, 2.39/12, 2.17/10, 2.00/13, 1.77/19, 1.54/3, 1.38/2  4.25/7, 3.34/44, 2.28/3  3.70/12, 2.92/39, 1.83/7, 1.81/6 | 44-1472  46-1045  11-0345 |
| 11 | 4300/3в | Ясно-полосчатый серо-белый слой | **Кварц**  Кутногорит | 4.26/17, 3.35/100, 2.46/7, 2.28/7, 2.24/3, 2.13/5, 1.98/3, 1.67/3, 1.66/1, 1.54/7, 1.45/1, 1.38/4, 1.38/5, 1.37/2, 1.29/1, 1.26/2, 1.21/2  3.75/1, 2.93/9, 2.44/1, 2.21/1, 2.04/1, 1.54/<1, 1.40/<1 | 46-1045  11-0345 |

*Продолжение приложения 35*

Минеральный состав кварц-карбонатных(12) и карбонатно-силикатных (13-17) марганцевых пород по результатам рентгенофазового анализа

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | №  Образца | Краткое описание  пробы | Диагностированные  минералы | Главные  диагностические линии *d(Å)|I* | Эталон  (JCPDD) |
| 12 | 4300/3г | Розовато-серый прослой | **Кварц**  Кутногорит  Родохрозит | 4.26/17, 3.35/100, 2.46/8, 2.28/7, 2.24/3, 2.13/5, 1.98/4, 1.67/3, 1.66/1, 1.38/5, 1.37/2, 1.18/1  3.75/<1, 2.93/4, 1.82/11  2.82/2 | 46-1045  11-0345  44-1472 |
| 13 | 4300/26a | Темно-серая тонко-полосчатая масса | **Родохрозит**  Доломит  Биотит | 3.67/25, 2.85/100, 2.62/2, 2.39/13, 2.17/14, 2.00/14, 1.83/4, 1.77/22, 1.54/5, 1.46/1, 1.45/3, 1.42/1, 1.38/2  2.87/14, 2.19/2, 2.02/3, 1.78/2, 1.56/1  10.09/2, 3.36/3, 2.41/3 | 44-1472  36-0426  42-1437 |
| 14 | 4300/26б | Светло-бежевый тонко-полосчатый слой | **Родохрозит**  Хлорит  Пиролюзит | 3.67/25, 2.85/100, 2.17/13, 1.76/23  7.26/6, 4.79/2, 3.57/3, 2.56/5, 1.68/<1  2.12/1, 1.63/3 | 44-1472  02-0028  02-0567 |
| 15 | 4300/26в | Розовато-серый светлый прослой | **Родохрозит**  Пироксмангит  Биотит  Хлорит | 3.66/25, 2.85/100, 2.39/14, 1.835, 1.77/23, 1.45/3, 142/<1, 1.38/3  4.76/1, 3.38/2  10.15/2, 3.34/5  7.19/1 | 44-1472  29-0895  42-1437  02-0028 |
| 16 | 4300/26г | Серая плохо оконтуренная линза | **Фриделит**  Тефроит  Пироксмангит | 7.22/57, 3.61/72, 2.87/95, 2.56/100, 2.41/12, 2.12/18, 1.97/4, 1.73/6, 1.68/11, 1.63/7, 1.63/3, 1.52/3, 1.45/6, 1.40/2, 1.36/2  5.29/7, 4.45/5, 4.05/5, 3.85/5, 3.12/7, 2.69/25, 2.64/10, 2.60/53, 2.56/100, 2.44/12, 2.37/10, 2.33/8, 2.22/6, 2.00/2, 1.89/5, 1.81/44, 1.80/21, 1.70/4, 1.55/3, 1.54/10, 1.48/3  4.75/6, 3.56/9, 3.35/4, 2.83/11, 2.65/10, 2.60/53, 2.17/3 | 35-0572  35-0748  29-0895 |
| 17 | 4300/26д | Бежевая матовая линза | **Сонолит**  **Тефроит**  Кариопилит | 13.86/2, 4.54/1, 3.61/54, 3.34/2, 2.86/100, 2.60/55, 2.41/4, 1.99/2, 1.97/2, 1.81/63, 1.52/3, 1.44/12  5.29/6, 4.44/6, 4.04/8, 3.12/7, 2.55/82, 2.35/15, 1.81/63  7.18/17, 3.65/8, 1.65/8 | 82-1455  35-0748  41-1446 |

*Продолжение приложения 35*

Минеральный состав карбонатно-силикатных марганцевых пород по результатам рентгенофазового анализа

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | №  Образца | Краткое описание  пробы | Диагностированные  минералы | Главные  диагностические линии *d(Å)|I* | Эталон  (JCPDD) |
| 18 | 4300/26е | Темно-коричневые полупрозрачные тонкие прослои-линзы | **Родохрозит**  **Фриделит**  Тефроит  Хлорит | 3.66/20, 2.85/100, 2.17/9, 2.00/17, 1.83/3, 1.75/6, 1.45/3  11.60/2, 7.11/43, 3.61/41, 2.87/53, 2.56/48, 1.97/3, 1.63/1  5.29/2, 4.44/3, 4.04/3, 3.85/2, 3.61/41, 3.12/3, 2.69/9, 2.64/2, 2.6021, 2.44/9, 2.38/12, , 2.35/5, 2.33/3, 2.21/1, 2.18<1, 2.01/2, 1.88/4, 1.81/15, 1.80/9, 1.77/15, 1.68/1, 1.57/2, 1.56/7, 1.54/9, 1.53/2, 1.40/1  14.20/7, 7.11/19, 4.75/19, 4.62/4, 3.56/27, 2.26/2 | 44-1472  35-0572  35-0748  02-0028 |
| 19 | 4300/26ж | Розовый слой | **Кварц**  Пироксмангит | 3.34/100, 2.45/9, 2.28/7, 2.23/4, 2.12/5, 1.98/4, 1.82/14, 1.67/4, 1.66/2, 1.54/9, 1.38/5, 1.37/6, 1.37/4  6.94/<1, 6.63/1, 4.72/4, 3.36/7, 3.18/2, 3.03/3, 3.01/4, 2.96/12, 2.84/3, 2.67/6, 2.61/3, 2.50/1, 2.21/3, 2.18/2, 2.04/1, 1.87/1, 1.72/1, 1.70/1, 1.58/1, 1.48/1.67/32.18/2, 3/13/5, 3/тонкие прослои-линзы | 46-1045  29-0895 |
| 20 | 4300/13a | Серый слой | **Тефроит**  Доломит  Хлорит | 5.31/7, 4.46/6, 4.05/10, 3.87/6, 3.63/53, 3.13/9, 2.87/100, 2.69/25, 2.61/61, 2.56/89, 2.36/12, 2.33/11, 2.23/6, 2.11/4, 1.94/3, 1.89/7, 1.86/3, 1.81/42, 1.70/8, 1.65/9, 1.64/4, 1.62/4, 1.56/22, 1.48/5, 1.45/9, 1.39/2, 1.37/5  3.68/9, 2.65/8, 2.39/7, 1.80/20, 1.77/2, 1.53/4  7.26/4, 3.63/53, 1.82/1 | 35-0748  36-0426  02-0028 |
| 21 | 4300/13б | Фиолетовый слой | **Сонолит**  Тефроит  Хлорит | 5.23/6, 3.56/9, 3.34/20, 3.02/2, 2.86/93,2.81/17, 2.69/51, 2.49/18, 2.16/5, 2.06/3, 2.00/6, 1.98/3, 1.88/6, 1.81/100, 1.77/6, 1.74/6, 1.69/11, 1.61/10, 1.56/24, 1.53/6  4.43/6, 2.87/47, 2.55/21, 2.21/3, 1.48/4  7.19/33, 4.76/4, 3.61/62 | 82-1455  35-0748  02-0028 |

*Продолжение приложения 35*

Минеральный состав карбонатно-силикатных марганцевых пород по результатам рентгенофазового анализа

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | №  Образца | Краткое описание  пробы | Диагностированные  минералы | Главные  диагностические линии *d(Å)|I* | Эталон  (JCPDD) |
| 23 | 4300/12б | Фиолетово-серый слой | **Доломит**  **Тефроит**  Хлорит  Пироксмангит | 2.86/100, 2.17/7, 1.81/58  5.31/5, 4.43/5, 4.03/7, 3.85/5, 3.11/6, 2.86/33, 2.69/30, 2.60/54, 2.55/88, 2.44/14, 2.36/14, 2.33/10, 2.22/5, 2.11/15, 1.88/6, 1.86/2, 1.81/58, 1.80/27, 1.73/5, 1.69/7, 1.65/5, 1.63/6, 1.61/2, 1.56/20, 1.45/8, 1.40/3, 1.37/3  7.18/44, 3.60/65  6.49/2, 4.73/7, 4.62/2, 3.33/3, 1.98/4, 1.68/10 | 36-0426  36-0748  02-0028  29-0895 |
| 24 | 4300/12в | Темно-коричневое пятно | **Тефроит** | 5.28/7, 3.62/53, 2.86/100, 2.60/61, 2.55/84, 1.81/56 | 35-0748 |
| 25 | 4300/12г | Темно-зеленый прослой | **Тефроит**  Хлорит  Пироксмангит | 5.30/7, 4.45/7, 4.04/9, 3.85/5, 3.63/60, 2.86/100, 2.69/23, 2.64/9, 2.60/ 57, 2.56/75, 2.44/14, 2.39/6, 2.36/10, 2.33/10, 2.23/5, 2.01/1, 1.94/2, 1.80/19, 1.73/7, 1.70/8, 1.65/8, 1.63/4, 1.61/3, 1.56/15, 1.54/15, 1.45/8, 1.43/4, 1.40/5, 1.37/4  7.17/5, 4.74/4, 3.55/7  7.17/5, 4.74/4, 3.55/7, 3.35/6 | 35-0748  02-0028  29-0895 |
| 26 | 4300/12д | Фиолетово-коричневое пятно | **Сонолит**  Хлорит | 5.23/5, 4.42/8, 4.00/3, 3.87/7, 3.56/8, 3.34/17, 3.14/3, 3.03/3, 2.86/66, 2.69/49, 2.65/34, 2.49/14, 2.44/15, 2.36/24, 2.34/18, 2.22/2, 2.17/2, 2.16/2, 2.12/4, 2.10/1, 1.97/2, 1.95/2, 1.88/5, 1.81/100, 1.80/32, 1.78/2, 1.69/13, 1.63/3,1.62/2, 1.61/11, 1.56/24, 1.48/4, 1.45/10, 1.39/8, 1.38/2  7.20/20, 3.61/54, 2.86/54, 2.55/8, 2.46/15, 1.86/4, 1.74/7, 1.54/23, 1.44/5 | 82-1455  02-0028 |