

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»

Геологический факультет

Кафедра геологии

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой, д.г.-м.н., профессор

_____/ В.В. Масленников /

« ____ » _____ 20 ____ г.

Минералогия и петрография Оганчинского месторождения золота (Камчатка)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

ЮУрГУ – 05.03.01. 2019. 203-01-005. ВКР

Руководитель, д.г.-м.н., профессор

_____/ Е.В. Белогуб /

« ____ » _____ 20 ____ г.

Автор

студент группы МиГео – 406

_____/ В.С. Губачев /

« ____ » _____ 20 ____ г.

Нормоконтролер, ст.преподаватель

_____/ Н.Н. Анкушева /

« ____ » _____ 20 ____ г.

АНОТАЦИЯ

Губачев В.С. Минералогия и петрография Оганчинского месторождения золота (Камчатка).— Миасс: ЮУрГУ, МиГео-406, 32 с., 51 ил., 5 табл., библиогр. список – 6 наим., 1 прил.

Выпускная квалификационная работа выполнена с целью получения минералго-петрографической характеристики руд и вмещающих пород Оганчинского месторождения золота. В ходе написания квалификационной работы дана геологическая характеристика жильной зоны №2, описаны вмещающие породы, охарактеризованы 2 типа руд: кварцевые жилы и метасоматиты. Дана морфологическая и химическая характеристика золота. Определен генетический тип месторождения.

ABSTRACT

Gubachev V.S. Mineralogy and petrography of the Oganchinskoye gold deposit (Kamchatka) .– Miass: SUSU, MiGeo-406, 32 p., 51 il., 5 tabl., bibliography – 6 titles., 1 appl.

Qualification work was performed in order to obtain the mineral-petrographic characteristic of the ores and host rocks of the Oganchinskoye gold deposit. In the course of writing the qualification work, a geological characteristic of the vein zone №. 2 was given, host rocks were described, 2 types of ores were characterized: quartz veins and metasomatites. The morphological and chemical characteristics of gold have been obtained. The genetic type of the deposit was determined.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОГАНЧИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	
1.1 Геологическая характеристика Оганчинского рудного поля.....	7
1.2 Характеристика месторождения.....	9
2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ.....	12
3. ХАРАКТЕРИСТИКА ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД И РУД	
3.1 Характеристика вмещающих пород.....	14
3.2 Характеристика руд	20
4. ХАРАКТЕРИСТИКА ЗОЛОТА.....	22
5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....	26
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	28
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	29
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	30

ВВЕДЕНИЕ

Выпускная квалификационная работа, посвященная изучению минералогии, петрографии и генетическим признакам Оганчинского месторождения золота.

Целью выпускной квалификационной работы является получение минералого-петрографической характеристики руд и вмещающих пород Оганчинского месторождения золота. Задачами работы являются определение вмещающих пород, установление типов метасоматитов и генетической принадлежности месторождения, определение минеральной формы золота, оценка возможного способа обогащения на основе полученных данных.

Актуальность работы заключается в изучении особенностей минералогии и петрографии действующего золоторудного месторождения. Золото является важнейшим драгоценным металлом, цены на который неизменно растут. Золото используется в ювелирных изделиях, в электротехнике, в медицине, в научных исследованиях, а также как средство накопления. Определение минеральных ассоциаций и выяснения приуроченности золота к определенным типам руд способствует разработке более рациональной методики обогащения и эксплуатации. Новизна работы заключается в использовании сканирующей электронной микроскопии с энерго-дисперсионным анализатором (VEGA 3TESCAN).

Оганчинское месторождение золота располагается в центральной части Камчатского края на территории Быстринского административного района в 345 км от Петропавловска-Камчатского (рис 1.1). Месторождение эксплуатируется подземным способом АО «КамГолд».

Материалы для написания выпускной квалификационной работы были получены в ходе прохождения производственной практики на Оганчинском золоторудном месторождении в составе разведочного отряда ООО «РосГеоПерспектива» в период лета 2018 г. Всего было получено 12 штучных образцов.

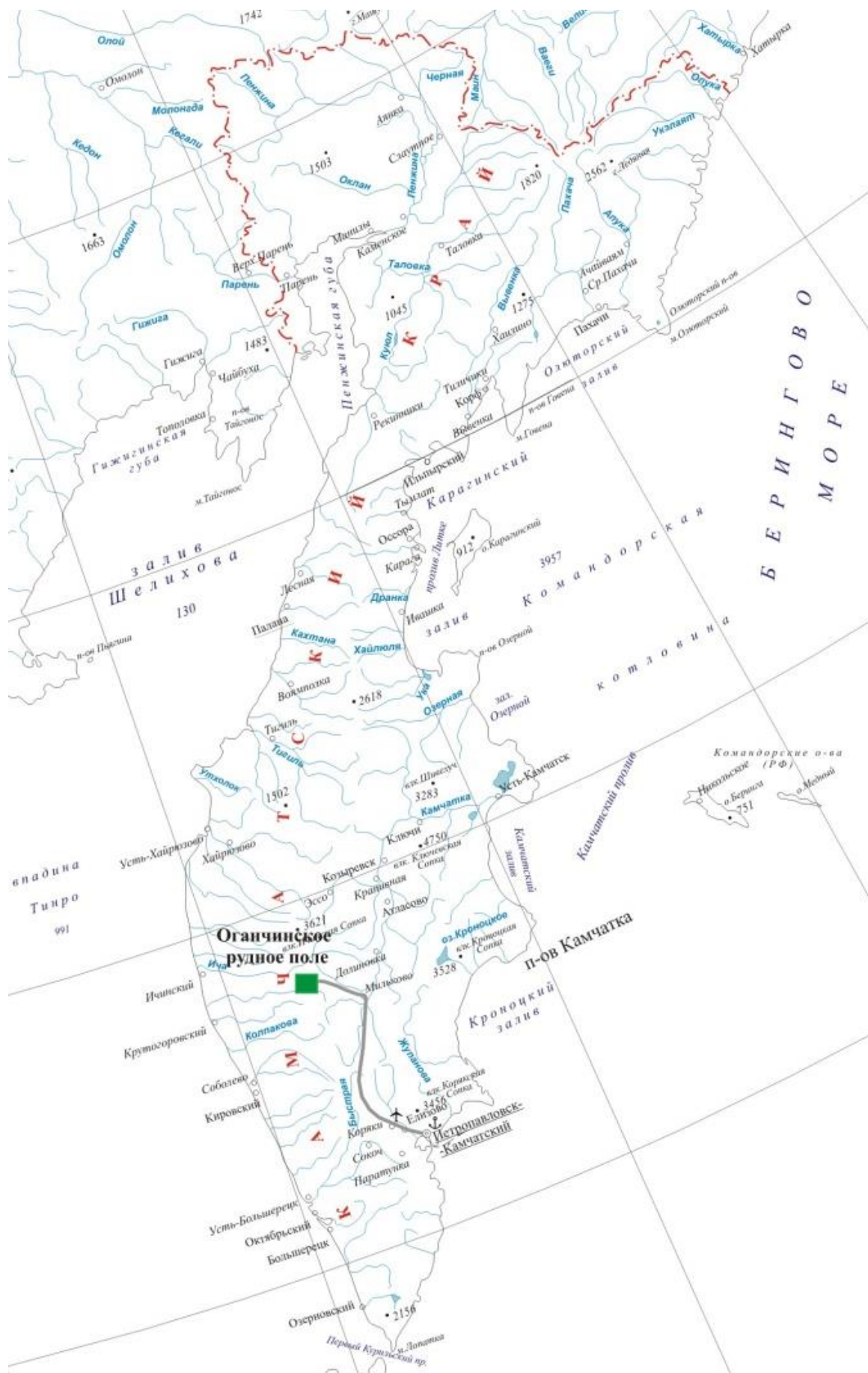


Рис. 1.1. Обзорная карта расположения месторождения (Озорнин и др., 2014)

1. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОГАНЧИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

1.1 Геологическая характеристика Оганчинского рудного поля

Геологическое описание дано по Озорнину П.А., Большакову Н.М. и др. «Отчет о результатах разведочных работ в пределах Оганчинского рудного поля за 2012-2013 гг. (с подсчетом запасов золота и серебра по состоянию на 01.01.2014 г.)».

Оганчинское месторождение входит в состав Оганчинского рудного поля, расположенного в юго-восточной части Центрально-Камчатского рудного района в пределах Центрально-Камчатского вулканического пояса (рис 2.1).

Стратифицированные образования района представлены: ирунейской свитой верхнего мела (K_{2ir}), покровными образованиями кимитинского вулканического комплекса миоцена ($N_1 km$) и кахтунского вулканического комплекса верхнего миоцена - нижнего плиоцена (N_{1-2kh}), верхненеоплейстоценовыми (Q_{III}) и современными (Q_H) отложениями (рис 2.2).

Ирунейская свита (K_{2ir}) представляет собой складчатый фундамент Центрально-Камчатского вулканического пояса, сложенный туфами среднего и средне-основного состава, андезитами, базальтами.

Отложения свиты, развиты в южной и восточной части месторождения и, занимают до 30% площади. Мощность свиты ориентировочно составляет 1700 м.

Кимитинский комплекс ($N_1 km$). Комплекс развит в центральной и северной части месторождения и слагает большую часть Оганчинского рудного поля. Он сложен андезитами, андезибазальтами, базальтами, их лавобрекчиями и туфами, туфопесчаниками.

Для пород комплекса характерны, пологие и крутые углы падения – от 10 до 40°, интенсивная трещиноватость. Часто породы комплекса пропилитизированы. Мощность комплекса около 1000 метров.

Кяхтунский комплекс (N_{1-2kh}). Образования этого комплекса залегают на отложениях кимитинского комплекса несогласно. Образования комплекса незначительно развиты в восточной части месторождения. Комплекс сложен лавами базальтов, андезитов, дацитов, их туфами и туфобрекчиями. Мощность комплекса около 1100 метров.

Четвертичные рыхлые отложения (Q_{III-H}) представлены водно-ледниковыми, коллювиальными и современными аллювиальными.

Верхненеоплейстоценовые водно-ледниковые отложения расположены в долинах рек и в юго-восточной части площади. Представлены они полуокатанными валунами, глыбами, галечником, щебнем, сцементированными суглинком и глиной. Мощность их достигает 40 м.

Верхненеоплейстоценовые коллювиальные отложения распространены по всей площади. Сложены они глыбами, щебнем, суглинками, супесями андезитового, андезибазальтового состава.

Современные аллювиальные отложения слагают русла, поймы и надпойменные террасы рек и ручьев. Они представлены хорошо окатанным галечником, песком и валунами. В низовьях водотоков мощность аллювиальных отложений достигает 20-25 м.

Интрузивные и субвулканические образования в пределах Оганчинского рудного поля развиты очень широко и занимают около 20 % его площади. Преобладают породы среднего и кислого состава, в меньшей степени распространены породы основного состава. По возрасту, они подразделяются на три комплекса.

Миоценовые интрузии, субвулканические тела и дайки кимитинского вулканического комплекса ($N_1 km$) представлены андезибазальтами, андезитами, дациандезитами, дацитами, диорит-порфиритами.

Миоценовые интрузии, субвулканические тела и дайки лавкинского плутонического комплекса ($N_1 l$) слагают интрузивный массив Озерновский, северо-восточная часть которого обнажена в юго-восточной части Оганчинского рудного поля и представлены гранодиоритами, диоритами, диорит-порфиритами.

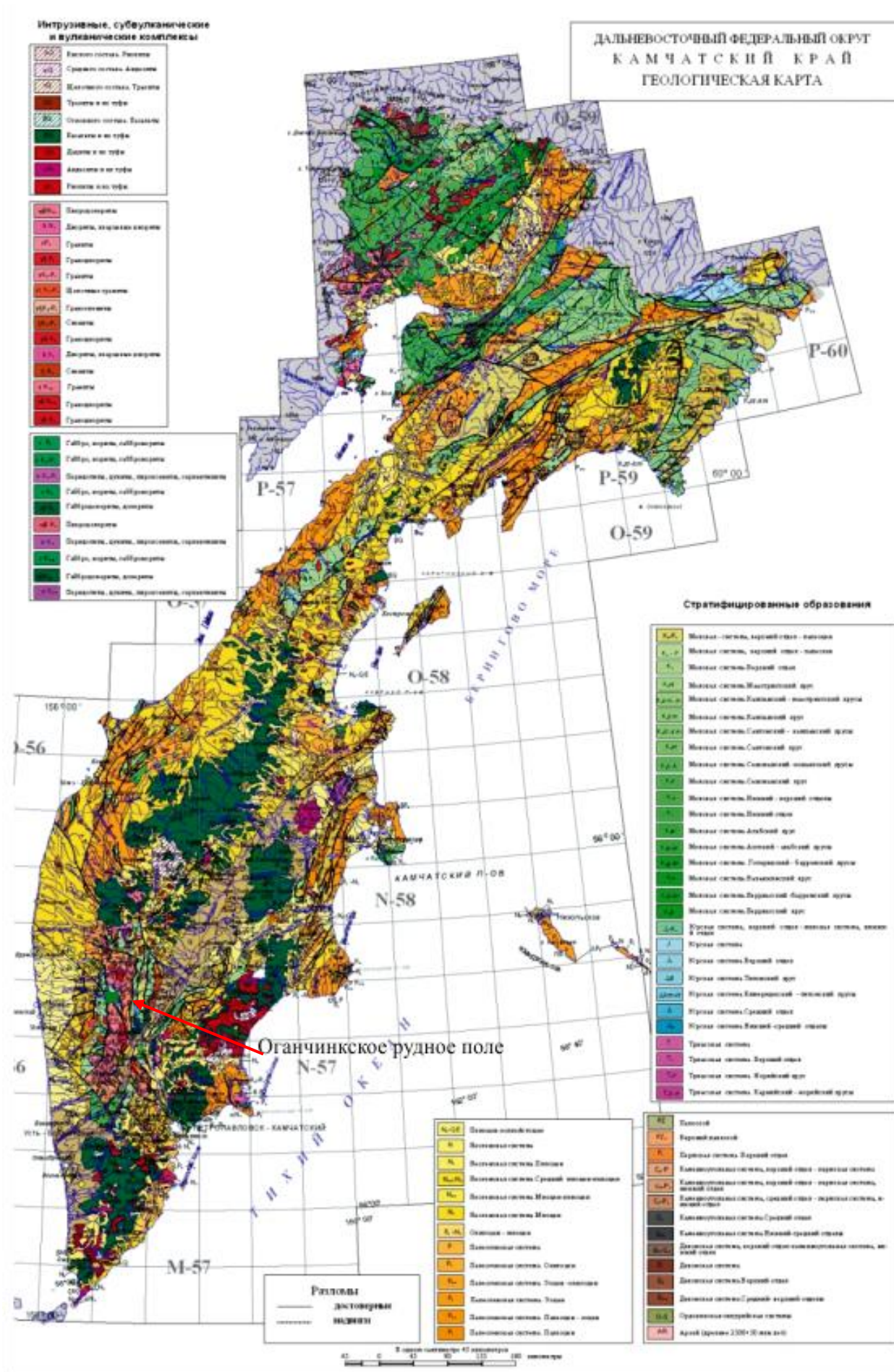


Рис. 2.1. Геологическая карта Камчатского края (материалы ВСЕГЕИ).

Позднемиоцен-раннеплиоценовые субвулканические тела и дайки кахтунского вулканического комплекса (*N_{1-2kh}*). представлены штоками, диатремами, экструзивными куполами и дайками дацитов. Породы практически не затронуты пропицитизацией, имеют свежий облик, отмечается лишь их слабая аутометасоматическая аргиллизация.

Оганчинское рудное поле площадью около 18 км², в отличие от окружающей территории, сложено большей частью гидротермально измененными породами, преимущественно интенсивно пропицитизированными. Оно представляет собой тектонический блок северо-восточного простирания шириной 3 км и протяженностью 6 км. Северо-западной границей рудного поля является разлом Озерновский. По нему протекает руч. Озерновский. Разлом представляет собой сброс, СВ крыло которого сброшено на 500-700 м. С юга рудное поле ограничено субширотными разломами, а с востока - восточным контактом Озерновского интрузивного массива, ограничивающего площадь развития гидротермально измененных пород и золоторудных жил. На западе рудного поля наблюдается постепенное затухание процессов пропицитизации и золотой минерализации. В целом оруденение приурочено к наиболее тектонически проработанным участкам.

В разрезе слагающих район геологических образований выделяются три структурных яруса, которые разделены несогласиями, перерывами в осадконакоплении.

Нижний структурный ярус представлен отложениями ирунейской свиты позднего мела. Они сильно дислоцированы складчатостью, линейного, меридионального простирания с погружением шарниров складок на север.

Средний структурный ярус представлен образованиями кимитинского вулканического комплекса миоцена. Структурный ярус вмещает Оганчинское золоторудное месторождение.

Верхний структурный ярус сложен пострудными (на данной площади) образованиями кахтунского верхнемиоцен-плиоценового вулканического комплекса.

1.2 Характеристика месторождения

Золоторудное месторождение Оганчинское расположено в центральной части рудного поля, в пределах питающей системы палеовулкана.

Площадь месторождения сложена покровными и субвулканическими образованиями кимитинского вулканического комплекса и верхнемеловыми вулканогенно-кремнистыми отложениями ирунейской свиты. До 30 % площади месторождения занимают субвулканические и интрузивные образования.

В месторождения преобладают северозападные, кольцевые разломы и нарушения северо-восточного направления. По этим разломам осуществлялись значительные блоковые перемещения с амплитудой смещения 10-60 м, а в рудный этап эти трещинные структуры были выполнены золоторудными жилами кварцевого и кварц-карбонатного состава.

В целом площадь Оганчинского месторождения отличается более сильной степенью пропицитизации вмещающих пород, относительно других участков рудного поля.

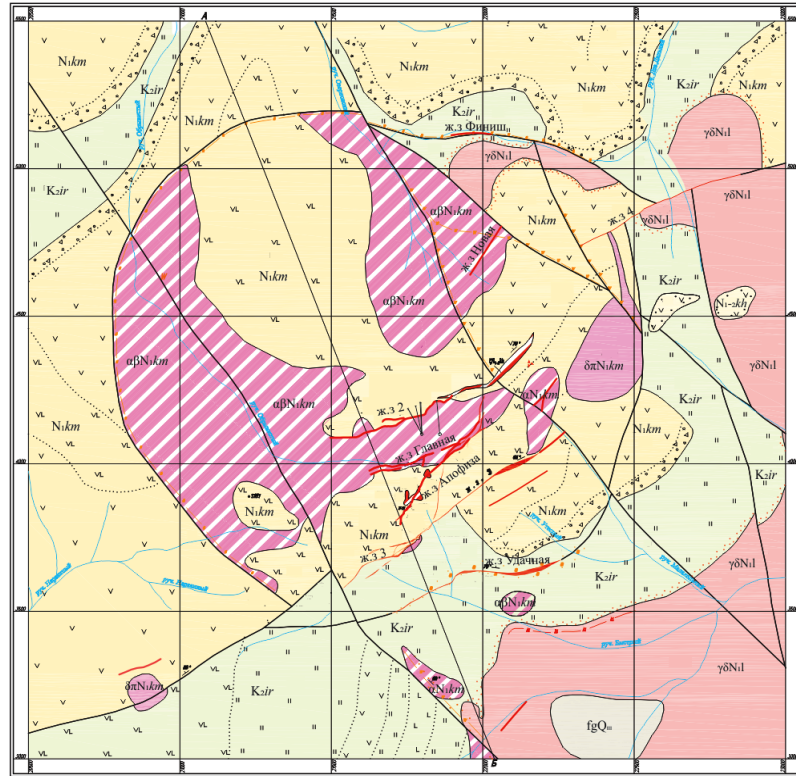
На наиболее эродированной восточной части месторождения рудные зоны вмещаются низкотемпературными аргиллизитами мощностью от 1 до 30 м.

В западной, менее эродированной части месторождения, на участке развития рудных тел, максимально проявлены гидротермально измененные породы. Развита аргиллизиты, гидротермальные кварциты, метасоматиты пирит-серцит-кварцевого состава и монокварциты, связанные с ранней стадией рудоотложения. Мощность их колеблется от 5 до 60 м. Наблюдается прямая зависимость золотоносности метасоматитов от степени проработки пород.

Промышленное оруденение золота на Оганчинском месторождении сосредоточено только в пределах центрального участка на площади в известных жилах и жильных зонах № 2, Главная, Апофиза, № 3. Промышленное оруденение характеризуется ограниченным размахом как по простиранию 20-350 м, так и на глубину 10-130 м. Месторождение Оганчинское является мелким.

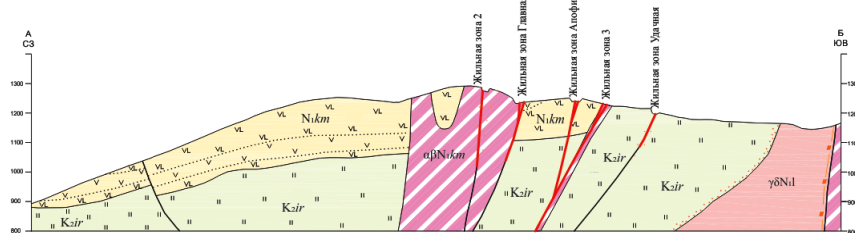
Геологическая карта Оганчинского Месторождения

Масштаб 1:10 000



200 0 200 400 600 800

Разрез по линии А - Б



Условные обозначения

- НЕОПЛЕЙСТОЦЕН **fgQ_m** Водно-ледниковые отложения. Валуны, глыбы, щебень, гравий, супеси, суглинки, глины
- Кахтунский вулканический комплекс
- МИОЦЕН-ПЛИОЦЕН **Ni-kh** Покровные фации. Базальты, андезиты, дациты, их туфы, туфобрекнии, туфокомгломераты
- МИОЦЕН **Лавкинский интрузивный комплекс**
- γδNl** Гранодиориты. Гидротермально-пневматолитовые зоны (kl), эпitherмальные метасоматиты: аргеллизиты (a), жильные зоны (q)
- αβNkm** **δNkm** **κNkm** Кимитинский вулканический комплекс. Субвулканические тела и дайки андезит-базальтов, андезитов (α), диорит-порфиров (δ), эпitherмальные метасоматиты: аргеллизиты (a), жильные зоны (q)
- Покровные фации. Андезиты, андезит-базальты с горизонтами туфов, туфопесчаники, туфоалевролиты, туффиты, туфогравелиты, туфокомгломераты, туфокомглобрекнии
- ВЕРХНИЙ МЕЛ **Kzir** Ирунейская свита. Туфы андезитов, базальтов, туфоженно-кремнистые породы, андезиты, базальты, туффиты
- Литологические разновидности пород
- Рыхлые образования: валуны (1), глыбы (2), гравий (3), пески (4), глина (5)
- Андезит-базальты (1), андезиты (2), кластолавы андезитов (3), магматические брекнии и туффиты жерловой фации (4), дациты (5), туфы (6), диорит-порфириты (7), гранодиориты (8), кремни и кремнистые туффиты (9), базальный слойподшвы вулканитов (10), туфобрекнии (11), конглобрекнии (12)
- Околожильные метасоматиты и их границы: аргеллизиты (1), гидротермальные кварциты (2), монокварциты (3), пропилиты (4), линейные зоны метасоматитов (5)

Прочие обозначения

- Геологические границы разновозрастных подразделений: достоверные (1), предполагаемые (2), углового несогласия (3), фациальные (4)
- Разрывные нарушения: главные (1), второстепенные (2), скрытые под четверичными образованиями (3)
- Элементы залегания: вертикальное (1), горизонтальное (2), наклонное (3)
- Жильные зоны и жилы: установленные (1), предполагаемые (2), зоны прожилкования (3)

Рис. 2.2. Геологическая карта Оганчинского месторождения с разрезом и условными обозначениями (Озорнин и др., 2014).

Месторождение представлено системой крутопадающих субпараллельных жильных и жильно-прожилковых рудоносных структур. Для рудных тел месторождения характерен лентообразный облик. Месторождение сильно эродировано, сохранились лишь фрагменты рудовмещающего палеовулкана.

Рудные тела имеют сложную морфологию и внутреннее строение, с частыми раздувами и пережимами. Мощность рудных тел от 0,93 м до 4,41 м. Важнейшей особенностью пространственного размещения золотого оруденения является крайне неравномерный характер его распределения.

Рудные тела месторождения Оганчинского чаще всего совпадают с границами жил и жильно-прожилковых зон кварцевого, карбонат-кварцевого состава, а также гидротермально-метасоматических изменений. По простиранию и падению жилы имеют линзовидную форму и часто сменяются зонами прожилкования без ярко выраженной стержневой части.

В рудных телах максимальное содержание золота обычно приурочено к центральной части, либо устанавливается вблизи ее контакта, затем, по мере уменьшения кварцевой составляющей и степени гидротермальной проработки, постепенно снижается.

Месторождение Оганчинское относится к классическим низкотемпературным эпитермальным объектам, значительно удаленным по времени от магматической деятельности. Поэтому рудовмещающими структурами являются преимущественно трещины скола (жильные зоны № 2 и Главная), отрыва (жильные зоны Апофиза и № 3) и продолжающие их стержневые зоны повышенной трещиноватости.

В предрудный этап система рудовмещающих структур сформировалась в следующей последовательности. Сначала образовались трещины скола зон Главная и № 2. Развитие рудовмещающего каркаса продолжилось образованием отрывных трещинных систем зон Апофиза и №3.

К основным золоторудным жильным зонам, вмещающим рудные тела, относятся: № 2, Главная, Апофиза, № 3.

В работе рассмотрена жильная зона № 2. По запасам золота она является наиболее крупной на месторождении. Промышленное оруденение по простиранию установлено в интервале 350 м и на глубину 130 м. Далее к юго-западу в долине руч. Обрывистого перекрыта мощным чехлом рыхлых отложений. На северо-востоке она постепенно выклинивается.

В целом жильная зона № 2 представлена жилой либо зоной прожилкования преимущественно кварцевого состава мощностью 0,2-6 м, имеющей северо-западное падение 70-80°. Жильная зона выполняет сдвиг.

Контакты зоны с лежачего и висячего бока зачастую выполнены глиной трения преимущественно кварцевого состава. Редко отмечаются интервалы внутрирудного и пострудного дробления. Характерны массивная, брекчиевая, полосчатая, контрастнополосчатая, колломорфнополосчатая, кокардовая и друзовидная текстуры. Жильный материал белый, серовато-белый, темно-серый, полупрозрачный, мелкокристаллический, иногда халцедоновидный, нередко ожелезненный, иногда пористый, кавернозный. Минерализация малосульфидная. Зона сложена золото-пирит-кварцевым комплексом. Содержания золота колеблются от следов до 618,4 г/т, серебра от 0,3 до 151,6 г/т. В местах сопряжения с оперяющими структурами наблюдается повышение содержания золота. Жильная зона № 2 является лидером по запасам золота, ее вклад составляет 61% запасов месторождения.

2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

При написании работы были использованы следующие методы и подходы:

1. Изучена опубликованная и фондовая литература по Оганчинскому месторождению и эпитермальным месторождениям в целом.
2. Макроскопическое описание образцов, подготовка материала для изготовления шлифов и аншлифов.
3. Оптико-минералогическое (микроскопическое) исследование шлифов и аншлифов.
4. Получение тяжелого концентрата в тяжелых жидкостях.
5. Выделение свободного золота из концентратов.
6. Статистическая обработка результатов исследования отдельных зерен золота.
7. Сканирующая электронная микроскопия.
8. Рентгенофазовый и рентгенофлуоресцентный анализы.

Главным литературным источником, использованным при написании работы, является «ОТЧЕТ о результатах разведочных работ в пределах Оганчинского рудного поля за 2012-2013 гг.», авторы Озорнин П.А., Большаков Н.М. и др.

Для макроскопического описания образцов и дальнейшей работы материал отбирался из керна диаметром 47,6 мм. Во время производственной практики было отобрано 12 образцов, среди которых 7 образцов представляли собой вмещающие породы с различной степенью метасоматических изменений, 2 - метасоматиты, 1 - кварцевая жила и 2 - контакты кварцевой жилы с вмещающими породами. Описание образцов проводилось с помощью бинокулярного микроскопа STEMI CZ, а также простейших химических реакций, также все образцы были подвергнуты рентгенофлуоресцентному анализу на анализаторе Innox α (аналитик Е.Д.Зенович, ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН) для выяснения характера распределения основных металлов и некоторых примесных элементов. Фотографирование образцов производилось в общем массиве керна.

Пробоподготовка включала в себя изготовление шлифов и аншлифов, дробление для выделения тяжелого концентрата и истирание отквартованной навески для рентгенофазового анализа.

Оптико-минералогическое исследование шлифов и аншлифов производилось на микроскопах AxioScope A1 (ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН) и ПОЛАМ р-312 (ФГАО ВО «ЮУрГУ (НИУ)»). Основная часть исследований проводилось с использованием объектива $\times 20$ и окулярной пары $\times 10$ на микроскопе ПОЛАМ р-312, для более точного определения минералов использовался микроскоп AxioScope A1 с большими увеличениями. Всего исследовано 8 шлифов и 7 аншлифов.

Для определения минералов вмещающих пород был проведен рентгенофазовый анализ, при помощи дифрактометра SHIMADZU XRD-6000, CuK α излучение с монохроматором, аналитик Е.Д.Зенович (ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН). Идентификация минералов проведена при помощи штатного программного обеспечения прибора. В результате было получено и расшифровано 11 рентгенограмм.

Получение тяжелого концентрата производилось путем разделения раздробленных проб в бромформе, $\rho=2,9$ г/см 3 . Первоначально раздробленные пробы разделялись на ситах на фракции по размерам частиц: «+0,5», «-0,5+0,25», «-0,25+0,1» и «-0,1». Разделенные фракции помещались в бромформ и в результате различных плотностей обломки минералов либо всплывали, либо тонули в жидкости. Следом разделенные по плотностным характеристикам части изымались из бромформа, промывались в спирте и высушивались. Легкая часть проб не исследовалась. Далее тяжелые фракции проб разделялись на не магнитную и электромагнитную части, в случае небольшого количества материала разделение проб по магнитным свойствам не проводилось. На конечном этапе работы пробы взвешивались на микровесах. Всего было разделено 3 раздробленных пробы: одна групповая проба жилы и прожилков кварцевого состава и две пробы метасоматитов.

Выделение свободного золота из тяжелого концентрата происходило путем исследования шлихов и поиска золотинок под бинокулярным микроскопом. Исследования проводилось с помощью бинокулярного микроскопа марки STEMI CZ (ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН). Было найдено порядка двадцати свободных золотинок.

После исследований под бинокуляром из концентратов были изготовлены полированные брикеты для изучения под микроскопом в отраженном свете. В ходе исследования определялись минеральный состав, форма зерен минералов и тд. Особое внимание уделялось значению зернам золота, их форме, размерам, срастаниям с другими минералами и тд, количество зерен золота подсчитывалось. Всего было найдено более ста золотинок.

Морфология, минеральные срастания и состав выделенного золота были изучены на электронном микроскопе, VEGA 3TESCAN с энергодисперсионной приставкой, аналитик Рассомахин М.А. (ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН). Результаты анализа состава золота статистически обработаны в программе Microsoft Excel.

3. ХАРАКТЕРИСТИКА ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД И РУД

3.1 Характеристика вмещающих пород

Вмещающими породами являются андезиты. По ним развиваются вторичные изменения, такие как пропилитизация, аргиллизация и ожелезнение. Пропилитизация распространена шире всего, практически по всему объему породы с увеличением интенсивности в зонах трещиноватости и прожилкования. Аргиллитизация приурочена к зонам контактов кварцевых жил с вмещающими породами и зонам трещиноватости и прожилкования. Нередко породы полностью аргилизованы до состояния глины. Ожелезнение представлено гораздо реже и приурочено к зонам трещиноватости.

Таблица 1. Данные рентгенофлуоресцентного анализа по типам пород

Элемент	Кварцевые жилы и прожилки			Аргил. породы					Пропил. породы		Ожелез. породы	
	G109	G109a	G115	G100	G102	G114	G120	G042	G082	G137	G019	G044
As	170	75	61	0	25	0	16	0	0	0	0	0
Au	0	0	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ba	0	0	0	0	569	0	886	0	0	0	0	551
Co	0	0	177	447	171	507	466	0	531	564	696	332
Cr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	206
Cu	294	0	0	0	83	54	58	0	69	0	0	0
Fe	76689	7737	5808	47816	12156	31088	34817	37270	60570	38646	85251	26908
Hg	0	23	0	0	46	0	0	0	0	0	0	0
Mn	519	97	177	2117	256	388	685	584	973	709	0	182
Mo	15	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ni	138	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pb	447	29	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rb	0	40	16	26	15	52	23	0	9	6	21	50
Sb	159	260	0	0	309	0	0	0	0	0	0	0
Se	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	9
Sn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160	130
Sr	23	21	12	48	32	80	97	751	579	974	185	32
Ti	0	2037	1823	5812	4645	6436	7674	7717	3965	4731	3072	5882
Zn	212	62	45	84	42	76	548	80	94	134	53	80
Zr	0	63	27	126	124	139	155	130	111	90	51	133

Макроскопически андезиты представлены породами темно-зеленого цвета, порфировой, мелкозернистой структуры, массивной, местами пятнистой и миндалекаменной текстуры (рис 3.1). Вкрапленники представлены плагиоклазом, изредка хлоритизированным пироксеном. Редкие миндалины заполнены хлоритом и карбонатами. Основная масса практически полностью хлоритизирована, а по трещинам ожелезнена. Согласно рентгенофлуоресцентному анализу, во всех породах присутствует примесь титана (табл. 1), основным минералом-носителем которого являются рутил и лейкоксен.

В шлифах неизменные андезиты не встречаются. Основным метасоматическим процессом является пропилитизация.



Рис. 3.1. Макроскопическое изображение андезитов.

Пропилитизированные андезиты имеют реликтовую порфировую структуру (рис 3.2), массивную, местами миндалекаменную текстуру (рис 3.3). Основными минералами пропилитизированных пород являются плагиоклаз, авгит, кварц, хлорит, серицит, карбонат и рудные минералы (пирит).

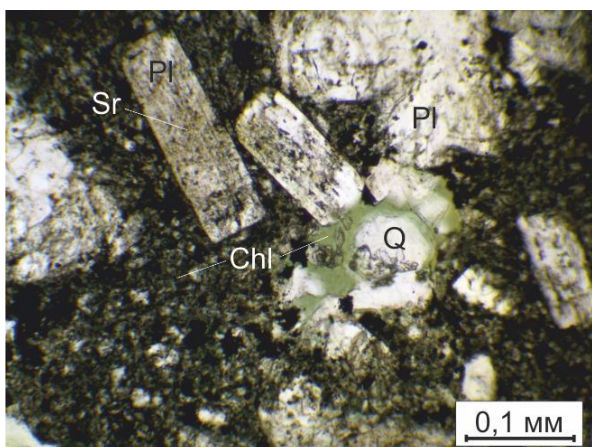


Рис. 3.2. Порфировая структура пропилитизированных андезитов.

Pl – плагиоклаз, Q – кварц, Chl – хлорит, Sr – серицит.

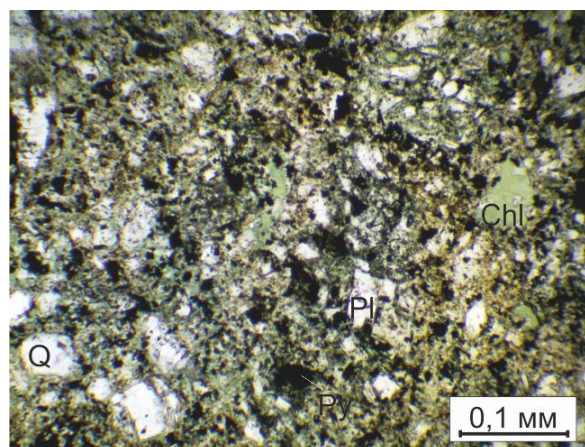


Рис. 3.3. Мелкозернистая структура и массивная текстура пропилитизированных андезитов.

Pl – плагиоклаз, Q – кварц, Chl – хлорит.

Плагиоклазы представлены двумя разновидностями. Первая представлена крупными, длиной до 1 мм, идиоморфными, местами гипидиоморфными зернами плагиоклаза с хорошо сохранившимися полисинтетическими двойниками. Также зерна часто образуют различные сростки и простые двойники (рис 3.4). Полисинтетические двойники не образуют симметричного погасания. В наименее измененных участках пород у некоторых плагиоклазов наблюдается зональность роста (рис 3.5). Данная разновидность образует основную часть вкрапленников породы. Вторая разновидность представлена более мелкими гипидиоморфными и ксеноморфными зернами размером около 0,05 мм, изредка достигающим 0,1 мм. Зерна часто образуют различные сростки и двойники, полисинтетические двойники встречаются очень редко. Данная разновидность слагает основную массу породы. Также по плагиоклазу преимущественно развивается серицит. По рентгенофазовому анализу плагиоклаз определяется как альбит.

Авгит представлен кремово-желтыми зернами гипидиоморфной, вытянутой и изометричной формы со средней спайностью и высоким рельефом. Интерференционная окраска у разных зерен различается от яркой фиолетово-красной до бледно-желтоватой. Угол погасания имеет значение около 55° . Также присутствуют различные сростки и простые двойники (рис 3.6). Часто по авгиту развиваются серицит и оксиды титана.

Кварц представлен бесцветными, изометричными, ксеноморфными зернами с волнистым погасанием. Размеры зерен не превышают 0,15 мм. Встречается в основной массе породы и в редких прожилках кварц-карбонатного состава.

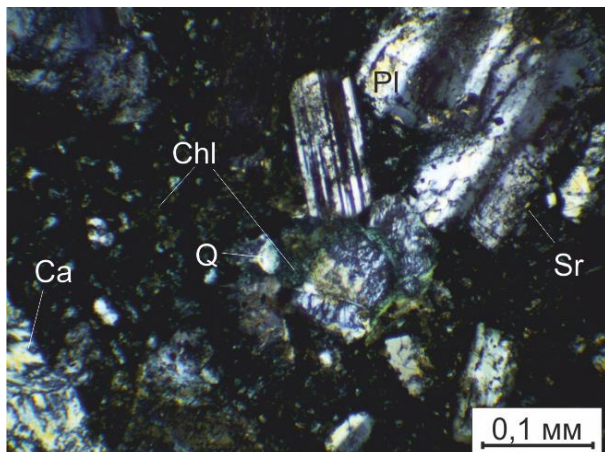


Рис. 3.4. Полисинтетические и простые двойники крупных зерен плагиоклаза.

Изображение с анализатором.

Pl – плагиоклаз, Q – кварц, Chl – хлорит, Sr – серицит, Ca – кальцит.

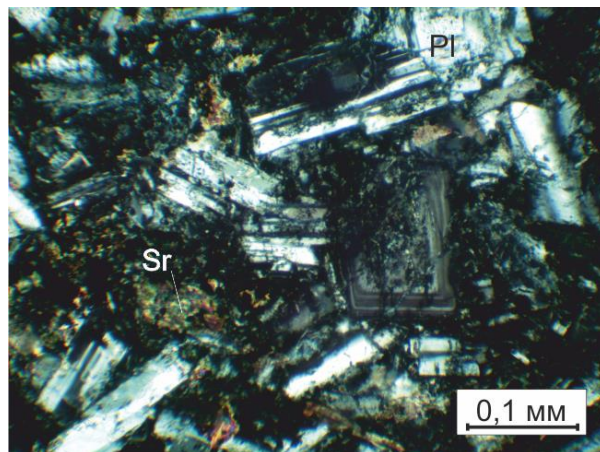


Рис. 3.5. Зональность роста и двойникование зерен плагиоклаза.

Pl – плагиоклаз, Sr – серицит.

Хлорит представлен светло-зеленым минералом образующим ксеноморфные выделения размером около 0,1 мм. Цвета интерференции варьируют от светло-серого до светло-зеленого, двупреломление 0,008-0,010. Развивается по основной массе породы и полностью заместил стекло. Также образует редкие миндалины размером до 1 мм, полностью заполненные хлоритом (рис 3.7).

Карбонаты представлены кальцитом и доломитом. Кальцит представлен бесцветным сильно анизотропным (с меняющимся рельефом) минералом ксеноморфной изометричной формы. Имеет яркие перламутровые и красновато-синие цвета интерференции. Развивается преимущественно по плагиоклазу вместе с серицитом, редко встречается в миндалинах (рис 3.8) и прожилках (рис 3.9). Доломит представлен бесцветными гипидиоморфными, изометричными зернами с ромбическим сечением (?), иногда ожелезнен. Имеет буровато-серые цвета интерференции. Преимущественно слагает прожилки, но также присутствует и в основной массе породы.

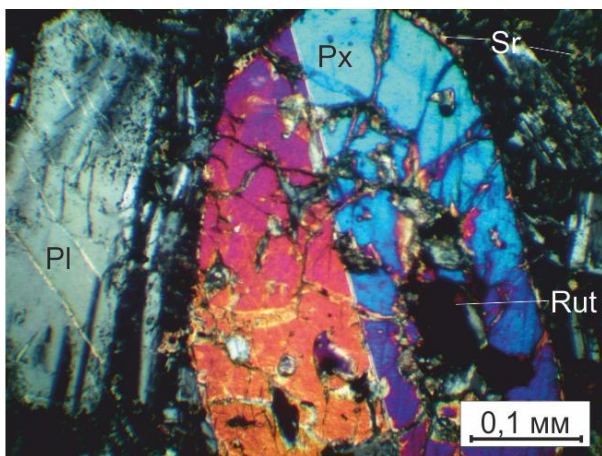


Рис. 3.6. Двойник авгита с включениями рутила и серицита. Изображение с анализатором.

Px – пироксен, Pl – плагиоклаз, Sr – серицит, Rut – рутил.

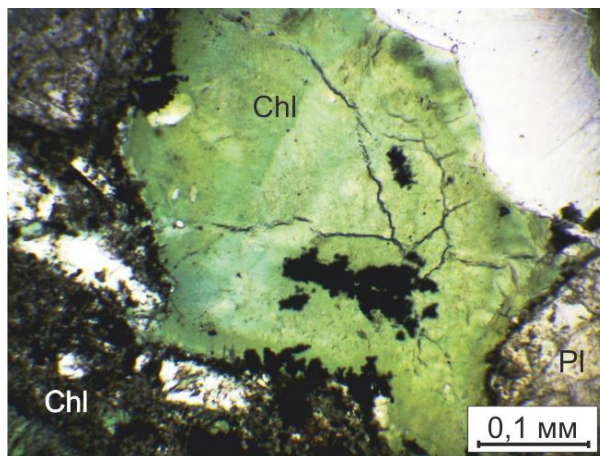


Рис. 3.7. Миндалины хлорита.

Pl – плагиоклаз, Q – кварц, Chl – хлорит.

Серицит представлен бесцветными ксеноморфными, мелко чешуйчатыми выделениями, цвета интерференции красновато-желтые. Преимущественно развивается по плагиоклазу, реже по пироксену (см. рис. 3.6).

Рудные минералы представлены пиритом и оксидами титана. Пирит представлен непрозрачными зернами гипидиоморфной и ксеноморфной, изометричной формы. Оксиды титана представлены ксеноморфными выделениями коричневатого и бурого цвета.

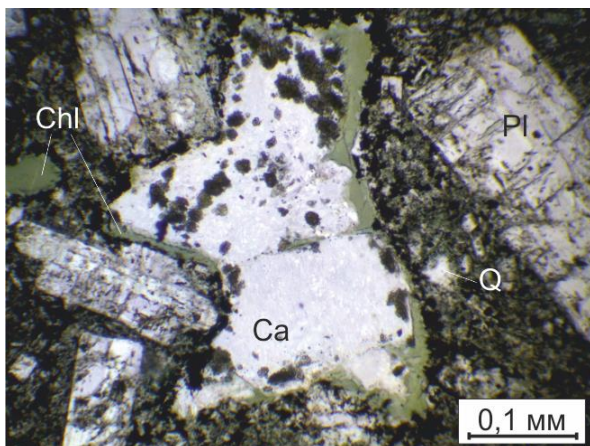


Рис. 3.8. Миндалины карбоната с каемкой хлорита. Pl – плагиоклаз, Q – кварц, Chl – хлорит, Sg – серицит, Ca – кальцит.

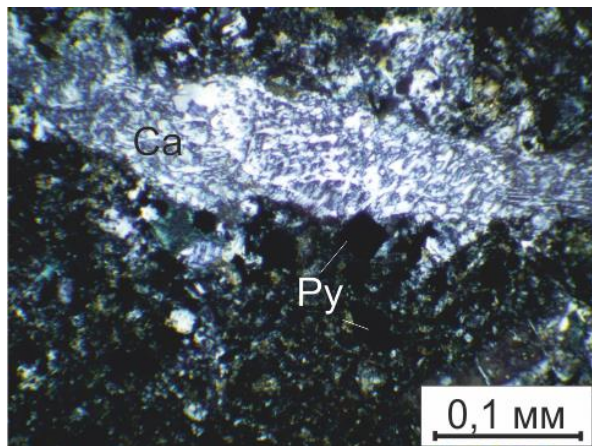


Рис. 3.9. Прожилки карбонатного состава. Ca – кальцит, Py – пирит.

Для более точной диагностики минералов был проведен рентгенофазовый анализ. По результатам расшифровки рентгенограмм (Приложение) были определены такие минералы как альбит, хлорит, кварц, моноклинный пироксен и пирит (рис 3.10). Серицит на дифрактограмме не проявился, вероятно, из-за низкого содержания этого минерала.

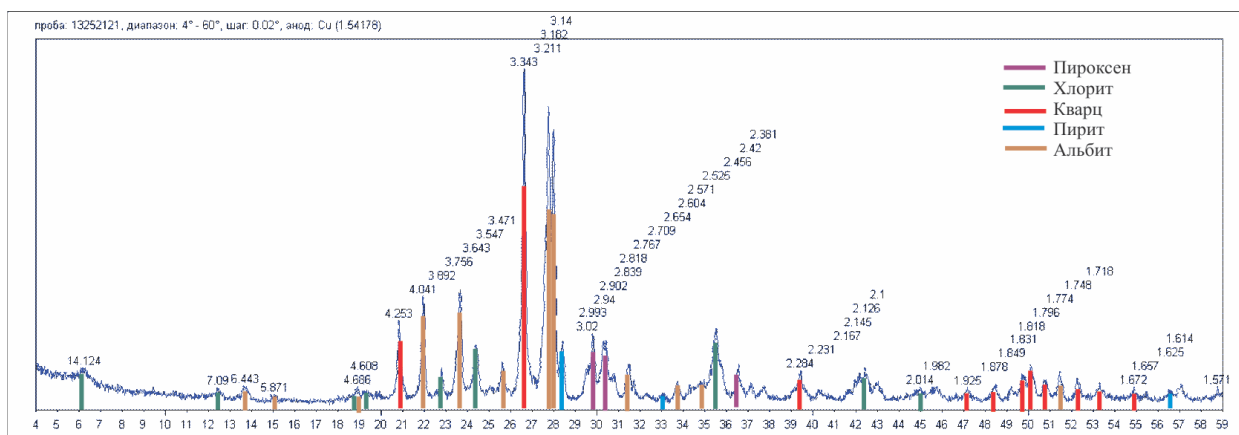


Рис. 3.10. Расшифровка рентгенограммы пропилитизированного андезита.

Вторая разновидность метасоматических изменений пород это аргиллитизация. Макроскопически аргиллизированные андезиты представлены породами серого и светло-серого цвета, скрытозернистой структуры, массивной, местами пятнистой (за счет пятен лимонитизации) текстуры (рис 3.11). Местами порода полностью аргиллизирована до глинистого состояния.



Рис. 3.11. Макроскопическое изображение аргиллизированных андезитов.

В шлифах аргиллизированные андезиты имеют реликтовую порфировую структуру (рис. 3.12), пятнистую текстуру (рис. 3.13). Основными минералами являются каолин, кварц, опал, серицит, доломит, и рудные минералы (пирит, рутил, лейкоксен). Также в рентгенограммах обнаруживается альбит, но в просмотренных шлифах он найден не был.

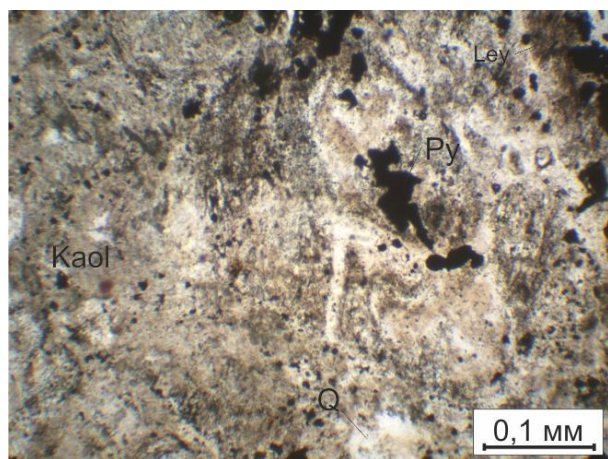


Рис. 3.12. Реликтовая порфировая структура аргиллизированных андезитов.
Kaol – каолин, Q – кварц, Py – пирит.

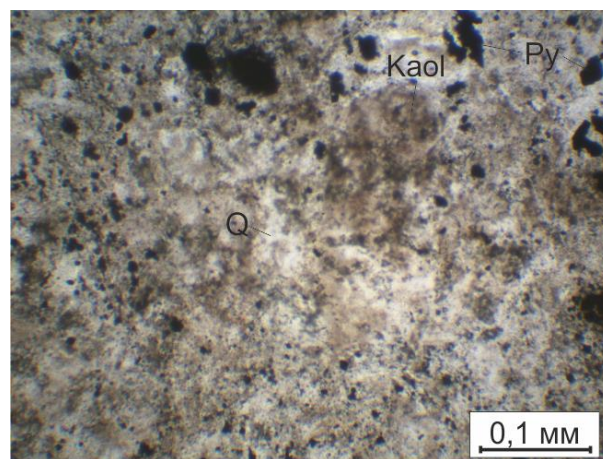


Рис. 3.13. Пятнистая текстура аргиллизированных андезитов.
Kaol – каолин, Q – кварц, Py – пирит.

Каолин представлен буроватой в виде тончешуйчатой массой. Имеет грязно-желтоватые цвета интерференции (рис. 3.14). Образует основную ткань породы.

Кварц, представлен бесцветными, ксеноморфными зернами и сростками, имеет волнистое погасание (рис. 3.15). Образует основную массу породы и проявляется в реликтах. В кварце встречаются газовой-жидкие включения, преимущественно состоящие из газовой фазы, включения первичные в виде отрицательного кристалла с гексагональным сечением (рис. 3.16).

Опал представлен в виде бесцветной изотропной массы, иногда двупреломление достигает 0,003. Очень часто образует псевдоморфозы по плагиоклазу и также слагает основную ткань породы (см. рис. 3.15).

Доломит представлен желтоватыми изометричными, гипидиоморфными и ксеноморфными зернами с переменными рельефом. Цвета интерференции слегка буроватые и с грязно-серо-бурые цветами интерференции. Встречается в виде единичных зерен, реже образует скопления (рис. 3.17).

Серицит представлен мелкими, бесцветными чешуйками, образующими агрегаты удлиненной формы. Имеют красновато-желтые цвета интерференции. Преимущественно присутствует в реликтах первичных минералов как замещающий минерал (рис. 3.18).

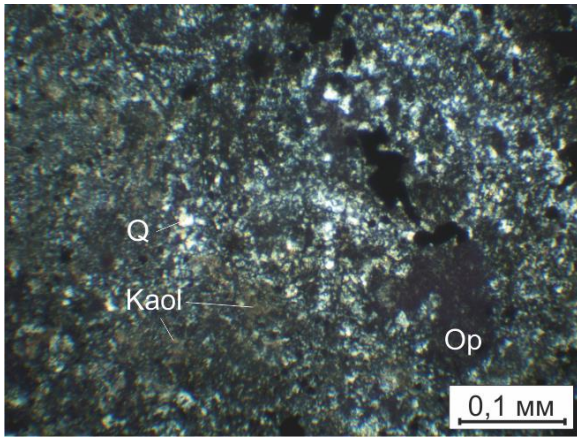


Рис. 3.14. Тонкочешуйчатые выделения каолина. Изображение с анализатором.
Kaol – каолин, Q – кварц, Op - опал.

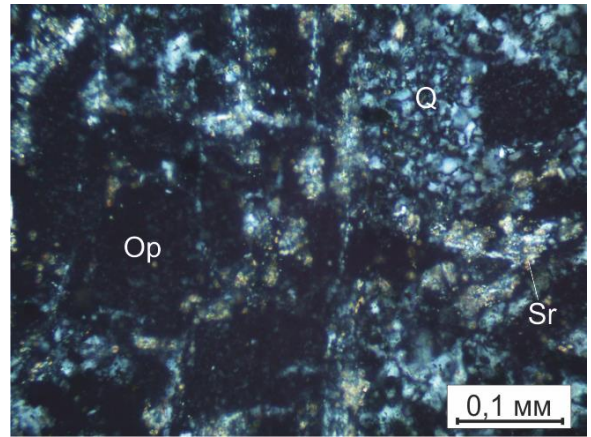


Рис. 3.15. Выделения кварца и опала в реликтовой структуре. Изображение с анализатором.
Q – кварц, Op – опал, Sr - серицит

Рудные минералы представлены пиритом, рутилом и лейкоксеном. Пирит представлен непрозрачными зернами гипидиоморфной и ксеноморфной изометричной формы. Рутил представлен игольчатыми кристаллами, заметными только при больших увеличениях. Лейкоксен ксеноморфными тонкозернистыми агрегатами коричневатого и темно-бурого цвета (рис 3.19).

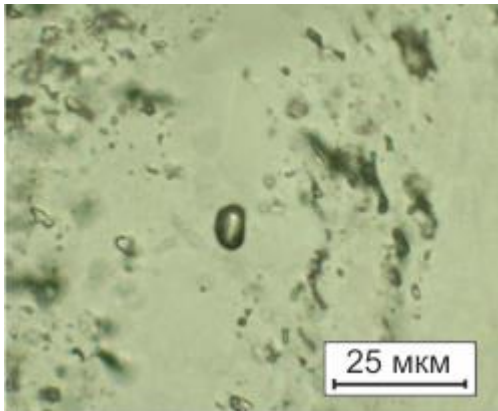


Рис. 3.16. Газово-жидкое включение в кварце.

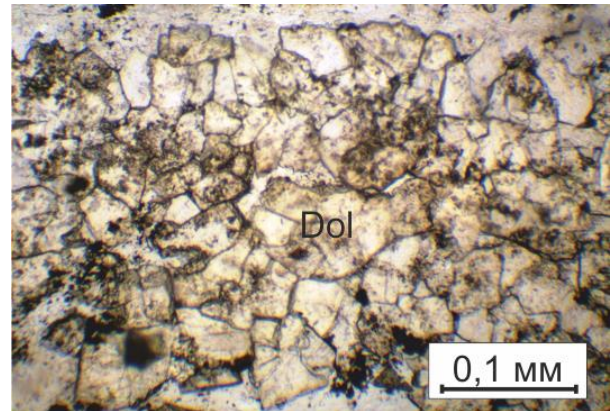


Рис. 3.17. Скопление зерен доломита.
Dol -доломит

Для более точной диагностики минералов был проведен рентгенофазовый анализ. По результатам расшифровки рентгенограмм (см. приложение) в составе аргиллизитов были определены такие минералы как каолин, кварц, доломит, слюда, альбит и пирит (рис 3.20).

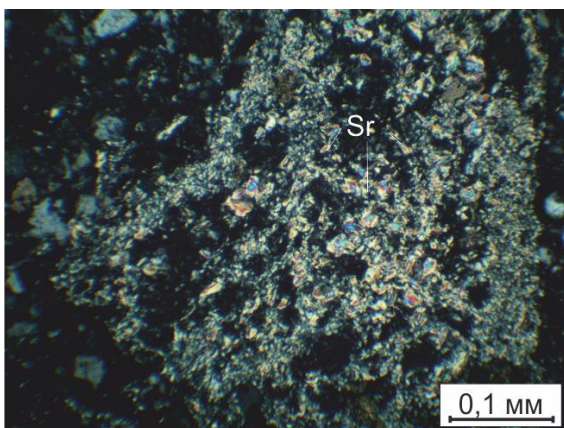


Рис. 3.18. Реликт первичного минерала, заполненный выделениями серицита.
Sr - серицит

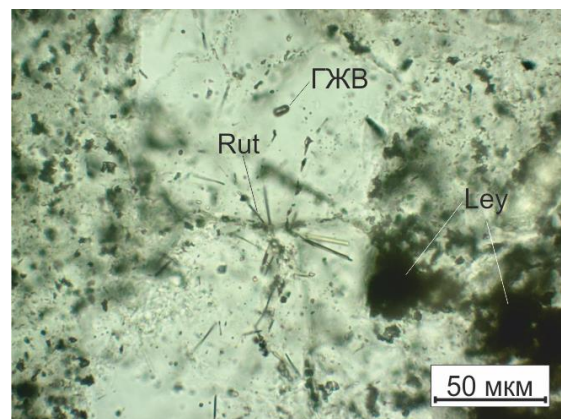


Рис. 3.19. Рутил и лейкоксен при большом увеличении.
Rut – рутил, Ley - лейкоксен

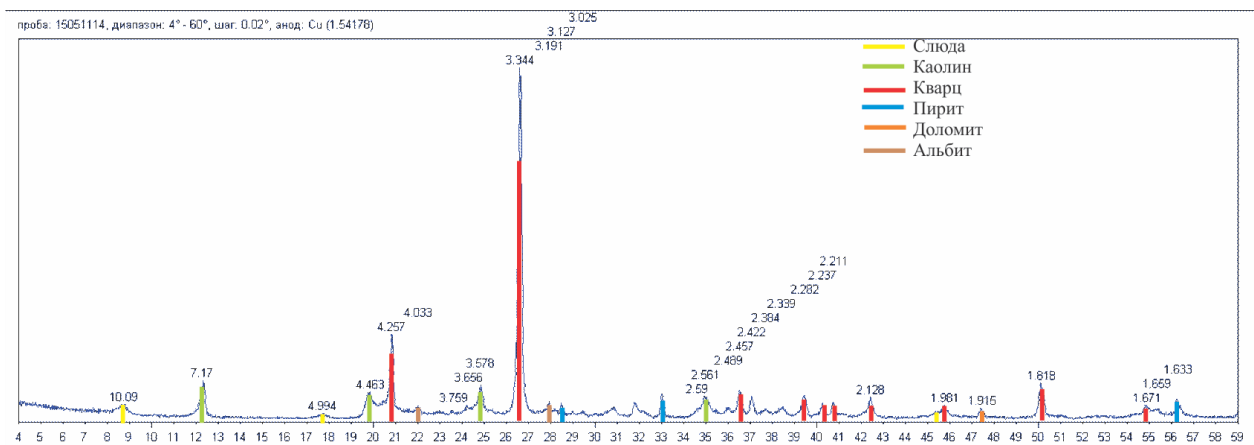


Рис. 3.20. Расшифровка рентгенограммы аргиллизированного андезита

3.2 Характеристика руд

В полевых условиях было выделено два текстурно-минералогических типа руд – прожилковые кварцевый и метасоматиты с рассеянной вкрапленностью пирита. В процессе работы были изучены 2 типа руд: зоны интенсивного кварцевого прожилкования с кварцевыми жилами и аргиллизированные метасоматиты на контакте с жилами (рис 3.21). Общая минерализация руд составила менее 2 % от общего объема образцов.



Рис. 3.21. Макроскопическое изображение руд: А - зона интенсивного кварцевого прожилкования, Б - метасоматически измененные, аргиллизированные породы

Кварцевые жилы имеют прожилковую макротекстуру и вкрапленную микротекстуру и гипидиоморфнозернистую, скрытозернистую структуру. Рудные минералы представлены пиритом, золотом, галенитом и ютенбогаардитом. Данный тип является основной рудой месторождения.

Аргиллизированные метасоматиты на контакте с жилами имеют однородную, местами пятнистую макротекстуру и вкрапленную, реже пятнистую, псевдоморфную и прожилковую микротекстуру. Структуры метасоматитов гетеробластовая и скрыто-, реже мелкозернистая. Рудные минералы представлены пиритом, рутилом, лейкоксеном, гетитом. Является потенциальной золотоносной рудой.

Главным по распространению рудным минералом является пирит. Он представлен зернами светло-желтого цвета, изометричной, гипидиоморфной, идиоморфной, кубической, реже ксеноморфной формы. Размеры зерен различаются от 0,02 до 0,3 мм. Некоторые зерна окислены и приобретают более темный оттенок. Пирит встречается как в кварцевых жилах, так и в метасоматитах. В кварцевых жилах зерна пирита в основной массе более крупные и идиоморфные, а также не имеют каких-либо сростков с другими рудными минералами (рис 3.22). В метасоматитах зерна пирита более мелкие и ксеноморфные, и образуют пятна минерализации. Также изредка пирит в аргиллизитах сростается с рутилом, лейкоксеном и гетитом (рис 3.23).

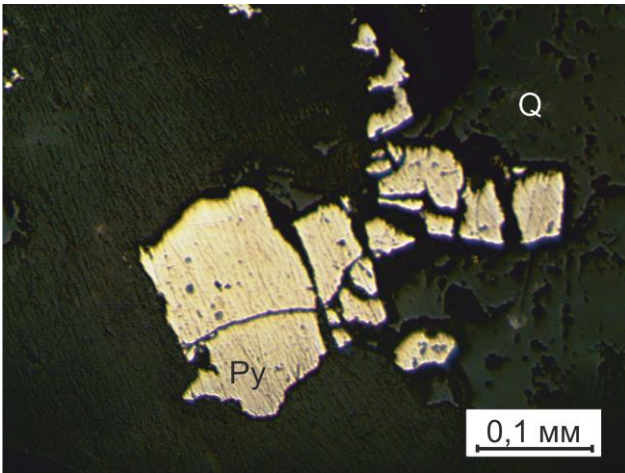


Рис. 3.22 Гипидиоморфные зерна пирита в кварцевой жиле.
Py – пирит Q – кварц.

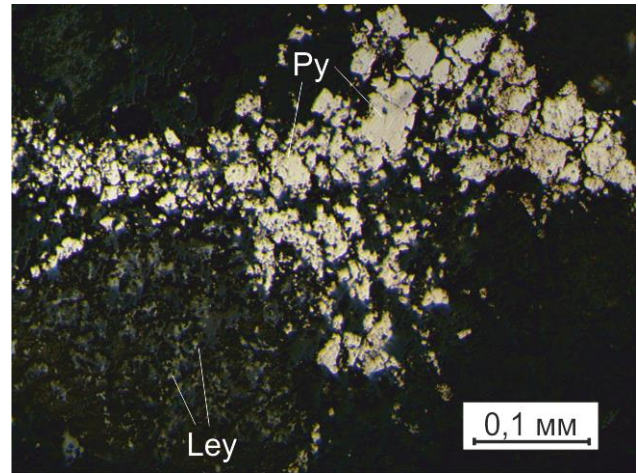


Рис. 3.23. Ксеноморфные зерна пирита и лейкокксена в метасоматитах.
Py – пирит, Ley - лейкокксен

Лейкокксен представлен агрегатами буровато-серого цвета, ксеноморфной формы (рис 3.24). Размеры зерен не превышают 0,1 мм. Лейкокксен имеет различные сростки с рутилом и образуется по нерудным минералам, иногда с образованием псевдоморфной текстуры (рис 3.25). Встречается только в метасоматитах.

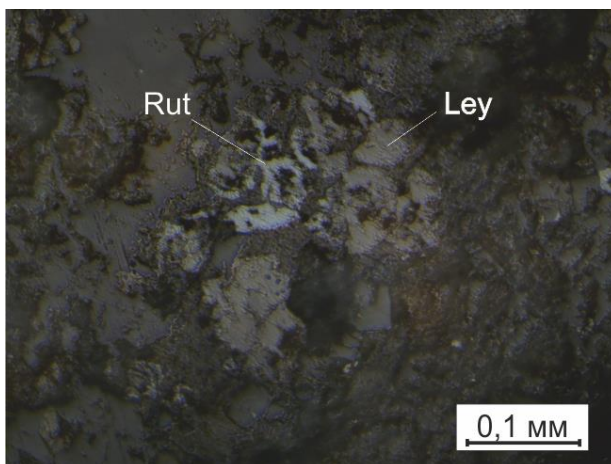


Рис. 3.24. Ксеноморфные зерна рутила и лейкокксена.
Rut – рутил, Ley - лейкокксен

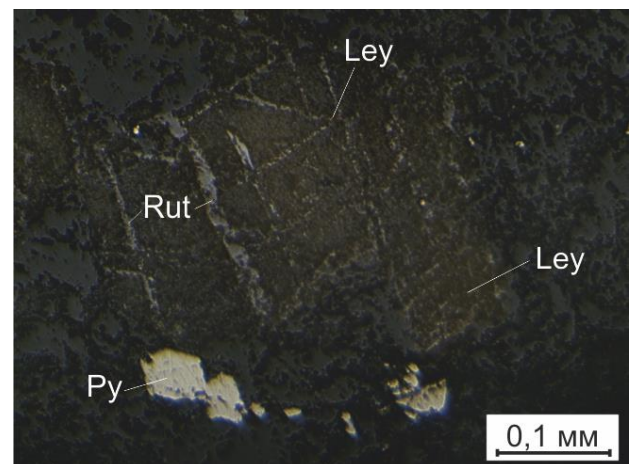


Рис. 3.25. Псевдоморфоза лейкокксена и рутила по плагиоклазу.
Py – пирит, Rut – рутил, Ley - лейкокксен

Рутил представлен зернами темно-серого цвета, игольчатой или округлой формы. Размеры зерен не превышают 0,2 мм. Рутил образует сростки с пиритом (рис 3.26) и также, как лейкокксен, иногда образует псевдоморфную текстуру. Встречается только в метасоматитах.

Гетит представлен выделениями светло-серого цвета, колломорфной, ксеноморфной формы (рис 3.27). Имеет красноватые внутренние рефлексы. Гетит слагает прожилки, размеры выделений зависят от мощности данных прожилков и не превышают 3 мм. Изредка гетит обрастает зерна пирита или образует полные псевдоморфозы по пириту.

Галенит встречается крайне редко, преимущественно в сростках с золотом. Он представлен ксеноморфными выделениями светло-серого цвета. Размеры выделений не превышают первые десятки микронетров. Встречается только в кварцевых жилах.

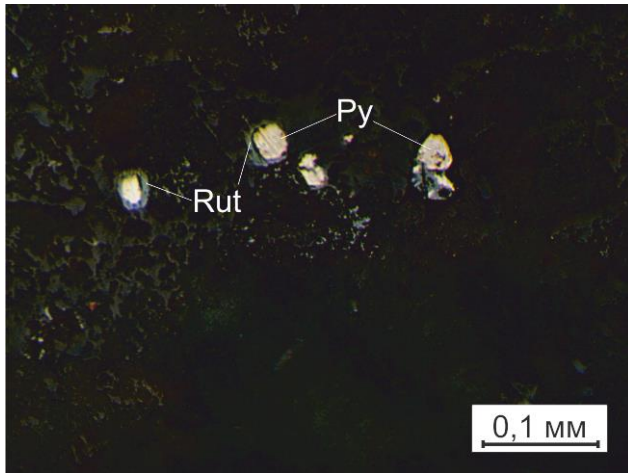


Рис. 3.26. Сrostки пирита и рутила.
Py – пирит, Rut – рутил

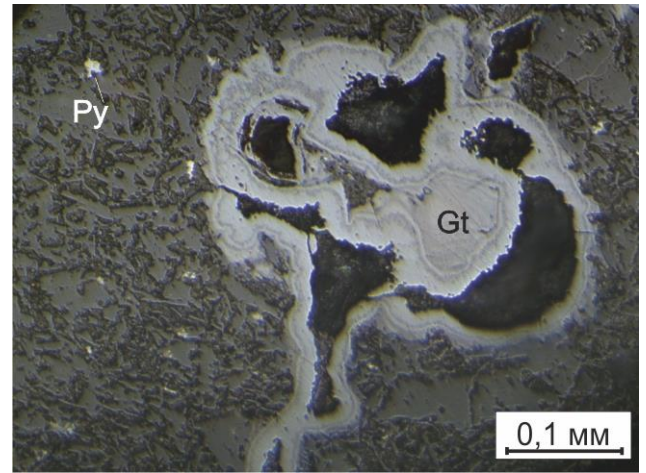


Рис. 3.27. Колломорфные выделения гетита.
Py – пирит, Gt – гетит.

4. ХАРАКТЕРИСТИКА ЗОЛОТА

Из двух выделенных типов руд золото было найдено только в кварцевых жилах. Золото изучалось в полированных аншлифах и в тяжелом концентрате, как при визуальном изучении с применением бинолуны, так и в полированных брикетах с помощью оптического и электронного микроскопов.

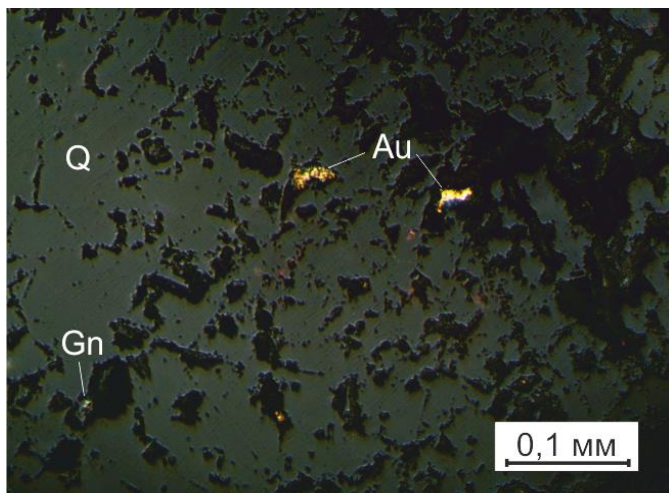


Рис. 4.1. Ксеноморфные зерна золота в кварцевой жиле, аншлиф G109.
Au – золото, Q – кварц, Gn - галенит

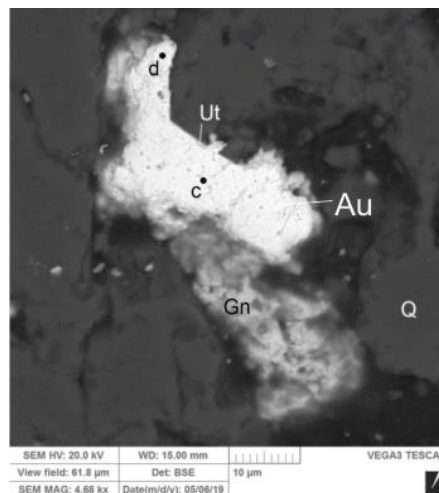


Рис. 4.2. Сросток золота с галенитом и ютенбогаардитом в кварцевой жиле, фото СЭМ, аншлиф G109.
Au – золото, Q – кварц, Gn – галенит, Ut – ютенбогаардит, с и d – точки анализа.

В аншлифах золото представлено зернами с размером сечения от 6 до 32 мкм. Зерна имеют разнообразную ксеноморфной форму, встречаются как вытянутые, так и изометричные. Цвет золотисто-желтый, часто с красноватыми оттенками (рис 4.1). Это связано с тем, что с золотом ассоциируют галенит, пирит и ютенбогаардит (рис 4.2), которые, окисляясь, образуют красноватую побегалость. Всего в аншлифах найдено 6 знаков золота, приуроченных к межзерновому пространству жильных минералов.

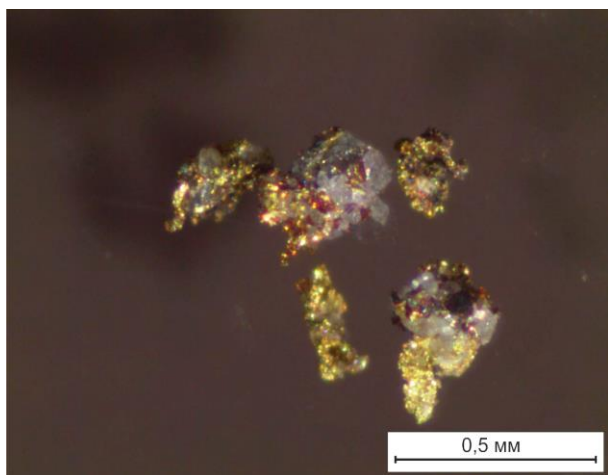


Рис. 4.3. Фото сростков золота с кварцем и сульфидами, шлих фракция -0,25+0,1

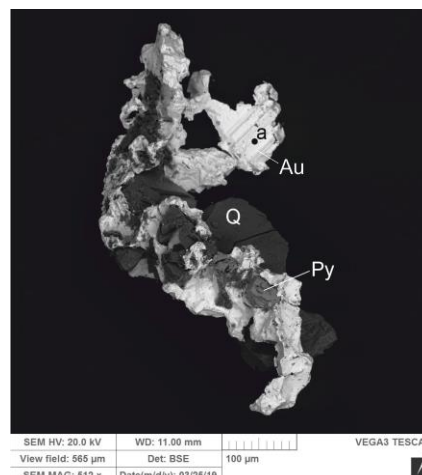


Рис. 4.4. Сросток золота с кварцем и пиритом, шлих фото СЭМ.
Au – золото, Q – кварц, Py - пирит, а – точка анализа.

В тяжелом концентрате золото найдено как в сростках с кварцем и сульфидами, так и в свободной форме. Цвет золотисто-желтый с красноватыми оттенками, форма сложная, дендритоподобная. Размер золотинок как и степень высвобождения золота из сростков зависит от крупности фракции. Во фракциях с размерами зерен более 0,1 мм золото преимущественно находится в сростках (рис 4.3). Во фракции менее 0,1 мм золото распространено в свободной форме, сростки с кварцем и сульфидами единичны (рис 4.4).

В полированных брикетах золото присутствует преимущественно в свободной форме с включениями и каймами галенита и ютенбогаардтита, крайне редко встречаются сростки золота с кварцем (рис 4.5). Также в брикетах замечены единичные включения в золоте англезита. Цвет золотисто-желтый, в местах включения окисленных сульфидов приобретает различные зеленоватые и красноватые оттенки. Поверхность золота неровная, пористая (рис 4.6). Форма золотинок различная от сложной, вытянутой до изометричной, призматической. Размер золотинок колеблется от 15 до 100 мкм. Всего в брикетах и шлихах было найдено порядка 100 золотинок.

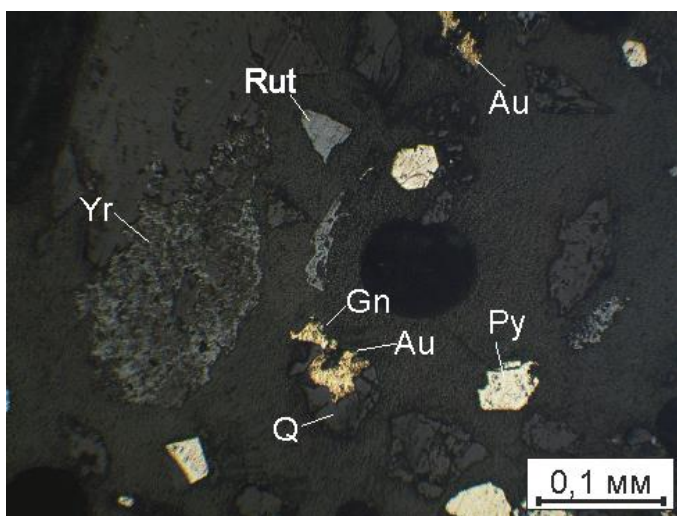


Рис. 4.5. Сросток золота с кварцем и галенитом в полированном брикете.

Au – золото, Q – кварц, Gn – галенит, Py – пирит, Rut – рутил, Yr – ярозит.

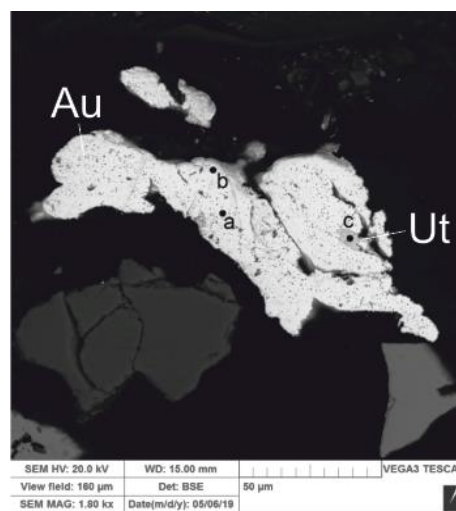


Рис. 4.6. Свободное золото с пористой поверхностью и включениями ютенбогаардтита, брикет фото СЭМ.

Au – золото, Ut – ютенбогаардтит, a, b и c – точки анализа

Таким образом, можно сказать, что золото в изученных рудах имеет ксеноморфную вытянутую и изометричную форму, пористое строение и яркий золотисто-желтый цвет. Размер найденных золотинок варьирует от 6 до 100 мкм и, в среднем, составляет 50 мкм. Золото ассоциирует и сростается с такими минералами, как галенит, ютенбогаардтит, кварц, пирит и продукт гипергенного замещения галенита - англезит.

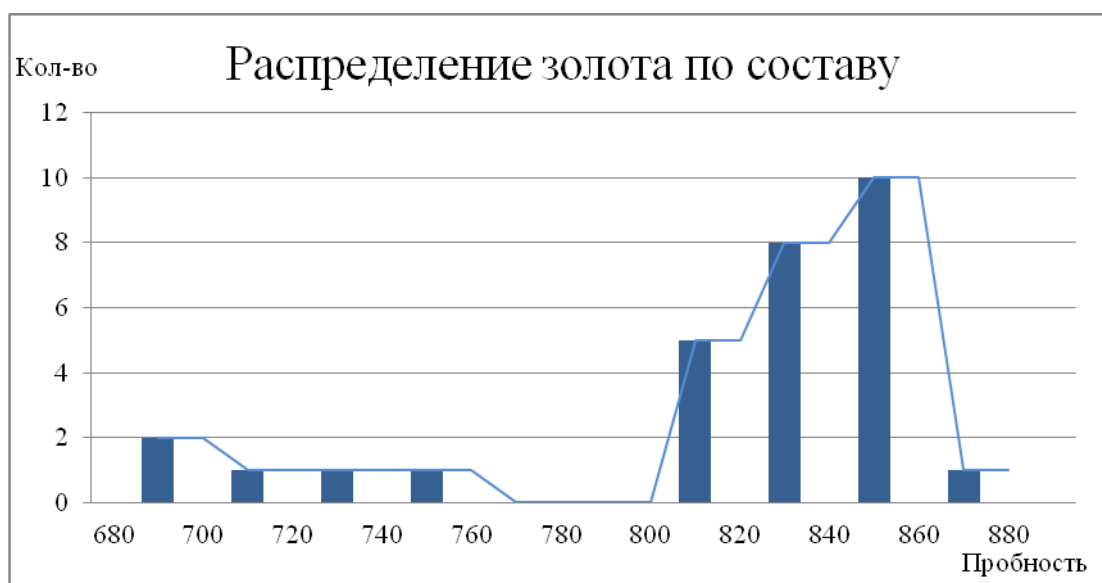


Рис. 4.7. Гистограмма распределения частиц золота по пробности

Для определения состава, пробности и возможной зональности золота был проведен микрорентгеноспектральный анализ на электронном микроскопе. В результате было выяснено: 1. В составе золота присутствует только примесь серебра. 2. Золото не имеет явной химической зональности. 3. Пробность золота варьирует от 681 до 864, что говорит о наличии средне- и высокопробного золота с единичными находками более низкопробного. Преобладает золото с пробностью порядка 820-860 (рис 4.7), среднее значение пробности составляет 814, медианное значение 835 (табл. 2). 4. Усредненная формула золота $Ag_{0,29}Au_{0,71}$.

Таблица 2. Состав золота по результатам микрорентгеноспектрального анализа

Анализ	Массовый процент			Атомный процент		Пробность	Формула
	Ag	Au	Сумма	Ag	Au		
19191a	29,68	70,32	100	43,57	56,43	703	$Ag_{0,44}Au_{0,56}$
19191b	26,1	73,9	100	39,25	60,75	739	$Ag_{0,39}Au_{0,61}$
19191c	31,87	68,13	100	46,11	53,89	681	$Ag_{0,46}Au_{0,54}$
19191d	16,35	83,65	100	26,34	73,66	837	$Ag_{0,26}Au_{0,74}$
19191e	13,64	86,36	100	22,41	77,59	864	$Ag_{0,22}Au_{0,78}$
19191f	31,09	68,91	100	45,21	54,79	689	$Ag_{0,45}Au_{0,55}$
19243a	17,46	81,18	98,64	28,17	71,83	812	$Ag_{0,28}Au_{0,71}$
19243b	16,83	82,02	98,85	27,23	72,77	820	$Ag_{0,27}Au_{0,73}$
19243c	16,03	84,04	100,07	25,80	74,20	840	$Ag_{0,26}Au_{0,74}$
19243d	15,42	83,46	98,88	25,20	74,80	835	$Ag_{0,25}Au_{0,75}$
19243e	14,91	84,74	99,65	24,29	75,71	847	$Ag_{0,24}Au_{0,76}$
19243f	14,99	84,53	99,52	24,43	75,57	845	$Ag_{0,24}Au_{0,76}$
19243h	15,45	83,44	98,89	25,24	74,76	834	$Ag_{0,25}Au_{0,75}$
19245a	16,07	84,29	100,99	25,79	74,21	843	$Ag_{0,26}Au_{0,74}$
19245b	14,86	84,09	98,95	24,37	75,63	841	$Ag_{0,24}Au_{0,76}$
19245d	19,45	80,55	100	30,57	69,43	806	$Ag_{0,31}Au_{0,69}$
19245e	24,73	75,09	99,81	37,52	62,48	751	$Ag_{0,38}Au_{0,62}$
19245f	15,79	84,21	100	25,48	74,52	842	$Ag_{0,25}Au_{0,75}$

19245g	16,05	83,46	99,50	25,96	74,04	835	Ag _{0,26} Au _{0,74}
19245h	18,53	81,37	99,9	29,34	70,66	814	Ag _{0,29} Au _{0,71}
19245k	18,01	81,99	100,00	28,60	71,40	820	Ag _{0,29} Au _{0,71}
19245l	16,07	82,74	98,80	26,15	73,85	827	Ag _{0,26} Au _{0,74}
19245m	15,46	83,26	98,72	25,29	74,71	833	Ag _{0,25} Au _{0,75}
19245o	15,86	83,27	99,13	25,77	74,23	833	Ag _{0,26} Au _{0,74}
19245p	14,65	84,60	99,25	24,00	76,00	846	Ag _{0,24} Au _{0,76}
19245q	14,74	84,24	98,98	24,19	75,81	842	Ag _{0,24} Au _{0,76}
19245r	15,15	84,61	99,77	24,61	75,39	846	Ag _{0,25} Au _{0,75}
19245s	15,14	84,96	100,10	24,52	75,48	850	Ag _{0,25} Au _{0,75}
19245t	15,24	84,22	99,46	24,81	75,19	842	Ag _{0,25} Au _{0,75}
Среднее арифметическое значение							
-	18,1	81,4	99,5	28,6	71,3	814	Ag _{0,29} Au _{0,71}

Кроме самородной формы золота, на месторождении присутствует золотосодержащий минерал ютенбогаардит Ag_3AuS_2 . Ютенбогаардит представлен буровато-серым минералом (рис 4.8), образующим каймы и включения в золоте (рис 4.9). По химическому составу ютенбогаардит имеет достаточно переменный состав с различными отклонениями содержаний отдельных элементов относительно идеализированной формулы (табл. 3).

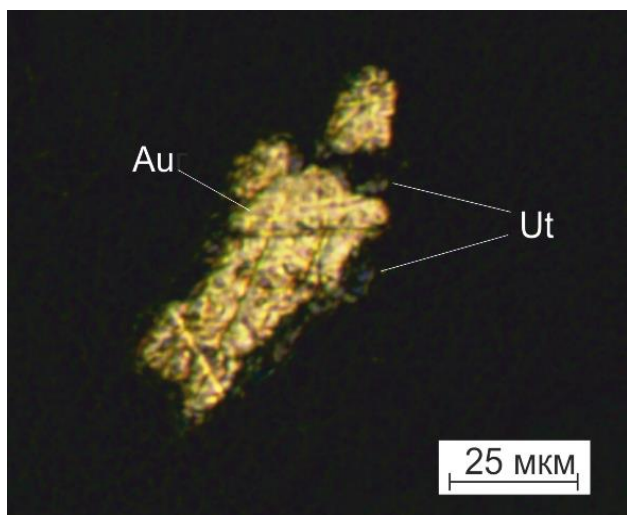


Рис. 4.8. Свободное золото с каемкой ютенбогаардита.
Au – золото, Ut – ютенбогаардит.

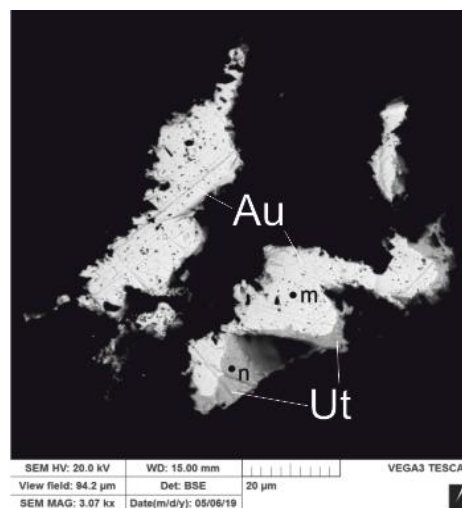


Рис. 4.9. Золото с каемкой ютенбогаардита, фото СЭМ.
Au – золото, Ut – ютенбогаардит, m и n – точки анализа

Таблица 3. Состав ютенбогаардита по результатам микрорентгеноспектрального анализа

Анализ	Массовый процент				Атомный процент			Формула
	Ag	Au	S	Сумма	Ag	Au	S	
19245c	58,23	29,54	11,10	98,87	52,09	14,50	33,41	Ag _{3,17} Au _{0,87} S ₂
19245i	52,71	36,56	10,58	99,84	48,64	18,51	32,85	Ag _{2,96} Au _{1,12} S ₂
19245n	49,99	36,6	12,56	99,15	44,51	17,87	37,62	Ag _{2,37} Au _{0,95} S ₂

Поскольку золото представлено достаточно компактными частицами с преимущественным размером более 15-20 мкм можно предполагать, что оно будет хорошо извлекаться в гравитационный концентрат при достаточно тонком дроблении

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Оганчинское месторождение золота является гидротермальным эпипермальным. Об этом свидетельствуют метасоматические процессы: аргиллитизация и пропилитизация, минералы каолин, рутил, кварц, ютенбогаардит, хлорит и др.

По определению В. Линдрена, эпипермальное месторождение – это месторождение, образованное низкотемпературными гидротермальными растворами на небольшой глубине от поверхности при невысоких давлениях (Геологический словарь, 2010). Дж. Хеденквист выделяет основные характеристики эпипермальных месторождений, которые приведены в таблице 4.

Таблица 4. Характеристики, определяющие часть гидротермальной системы в качестве эпипермальной и наличие её в рудном месторождении. (Hedenquist, 1988)

Глубина	От поверхности до 1000 м
Температура формирования	50-300 (в основном 170-250°C)
Происхождение гидротерм	Метеорное и некоторые компоненты магматические
Форма месторождений	Тонкие до мощных жилы, штокверки, рассеянные руды, замещённые руды
Текстура руд	Заполнение открытых пространств, крустификация, колломорфная полосчатость, гребенчатая структура, брекчирование.
Рудные элементы	Au, Ag, As, Sb, Hg, Tl, Ta, Ba, U, Pb, Zn, Cu.
Метаморфизм	Окремнение, поверхностная аргиллизация, монтмориллонит/иллит, адуляр, пропилитизация.
Общие признаки	Тонкозернистый халцедоновый кварц, псевдоморфоза кварца по кальциту, гидравлическая трещиноватость (брекчирование)

Оганчинское месторождение в большой степени соответствует данным характеристикам: 1. Глубина залегания рудной зоны 100-120 м. 2. Температура формирования равна 100-200°C, о чем свидетельствует минеральная ассоциация. 3. Форма рудных тел – жилы и зоны прожилкования. 4. По данным рентгенофлуоресцентного (см. табл. 1) и спектрального анализов на месторождении присутствуют такие элементы как Au, Ag, As, Sb, Hg, Ba, Zn. 5. Присутствие аргиллитизации, пропилитизации и окварцевания в зоне прожилкования. 6. Рудные зоны часто подвержены трещиноватости и раздроблены. Выяснение источника гидротерм не проводилось.

Таблица 5. Общая характеристика типов эпипермальных месторождений (Hedenquist, 1996)

	Низкосульфидизированные (Low sulfidation)	Высокосульфидизированные (High sulfidation)
Форма рудных тел	Жилы, штокверки, рассеянные руды	Рассеянные руды, руды замещения (псевдоморфозы ?), прожилки
Текстуры	Прожилковая, заполнения (полосчатая, колломорфная, друзовая), брекчиевая	Псевдоморфная, брекчиевая, прожилковая
Рудные минералы	Пирит, электрум, золото, сфалерит, галенит (арсенопирит)	Пирит, энаргит, халькопирит, тенантит, золото, теллуриды
Породообразующие минералы	Кварц, халцедон, кальцит, адуляр, иллит, карбонаты	Кварц, алунит, барит, каолинит, пирофилит
Металлы	Au, Ag, Zn, Pb	Cu, Au, Ag, As

Также Дж. Хеденквист разделяет эпитеермальные месторождения на низкосульфидизированные (Low sulfidation) и высокосульфидизированные (High sulfidation). Они различаются по температуре образований, составу гидротерм и минеральным ассоциациям и др (табл. 5, рис 5.1).

Также месторождения низкосульфидизированные типа окружены крупными ореолами пропилитизации, образующимися при взаимодействии гидротерм с вмещающими породами, и ореолами аргиллитизации, образующимися при взаимодействии кислотных сульфатных растворов. Кроме того присутствуют комплексы гидротермальных минералов, добавляющие к уже названным минералам (табл. 5) К-слюда, хлорит, эпидот, цеолиты и сульфиды неблагородных и благородных металлов (Hedenquist, 1988).

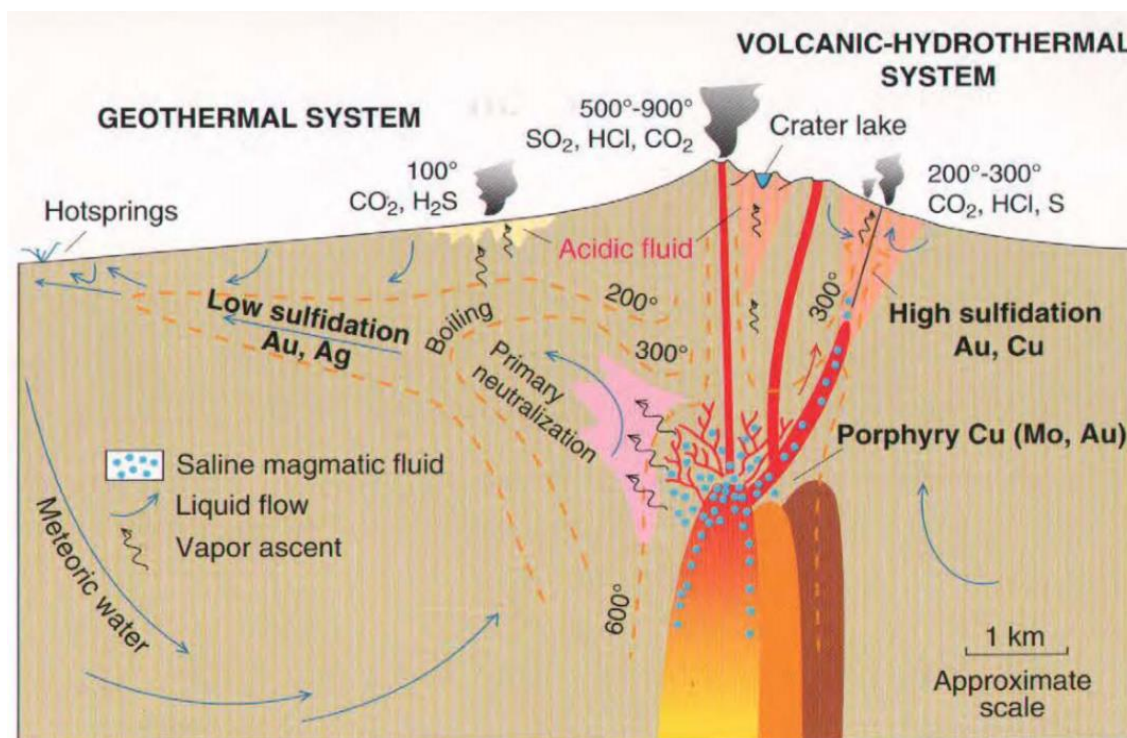


Рис. 5.1. Схема различий низкосульфидизированных (Low sulfidation) и высокосульфидизированных (High sulfidation) условий (Hedenquist, 1996).

Оганчинское месторождение относится к типу Low sulfidation, о чем свидетельствуют соответствующие по распространению ореолы пропилитизации и аргиллитизации, а также характерные ассоциации минералов: пирит, золото, галенит, ютенбогаардит (сульфид благородного металла) и кварц, кальцит, серицит (К-слюда), хлорит.

Температура гидротермальных растворов Оганчинского месторождения определялась путем сопоставления данных об устойчивости ютенбогаардита и имеющихся минеральных ассоциаций. Ютенбогаардит устойчив при температурах ниже 150°C (Пальянова, Савва, 2009). Поскольку он образует включения и совместные сростки с золотом, то и температура отложения золота низкая. Минеральная ассоциация метасоматитов также соответствует низкотемпературной области, согласно таблице, приведенной Дж. Хеденквистом (см. табл. 5).

Таким образом, можно сделать вывод о том, что Оганчинское месторождение относится к гидротермальному эпитеермальному низкосульфидизированному (Low sulfidation) типу.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы была составлена минералого-петрографическая характеристика Оганчинского месторождения, изучены морфология и состав золота, определен генетический тип месторождения. Всего было изучено 11 штучных проб, 8 шлифов, 7 аншлифов, 3 шлиховых пробы, 9 полированных брикетов, расшифровано 11 рентгенограмм, проведено порядка 35 микрорентгеноспектральных анализов на электронном микроскопе.

Вмещающие породы, представленные андезитами, оказались подвержены метасоматическим изменениям: пропилитизации и аргиллитизации. Пропилитизированные андезиты изменены в меньшей степени и состоят из реликтовых плагиоклаза альбита, авгита и новообразованных кварца, хлорита, серицита, карбоната, а также рудных минералов. Аргиллитизированные андезиты изменены в большей степени и не содержат реликтовых минералов, состоят аргиллитизиты из каолина, кварца, опала, серицита, доломита и рудных минералов.

Золотоносные руды представлены кварцевыми жилами и зонами кварцевого прожилкования. Они состоят из пирита, золота, галенита и ютенбогаардтита. Золотоносность метасоматитов с рассеянной вкрапленностью пирита не подтвердилась. В составе метасоматитов среди рудных минералов определены пирит, рутил, лейкоксен и гетит.

Золотая минерализация представлена самородным золотом и ютенбогаардитом. Золото представлено зернами вытянутой и изометричной формы, среднего размера 50 мкм, пористого строения. Пробность золота варьирует от 681 до 864, преобладает золото с пробностью порядка 820-860, что соответствует среднепробному золоту. В составе золота присутствует только примесь серебра. Усредненная формула самородного золота $Ag_{0,29}Au_{0,71}$. Ютенбогаардит представлен мелкими (первые микроны) включениями и каемками на зернах золота. Химический состав ютенбогаардтита варьирует с различными отклонениями содержаний отдельных элементов относительно идеализированной формулы Ag_3AuS_2 .

Поскольку золото представлено достаточно компактными частицами среднего размера около 50 мкм, то оно будет хорошо извлекаться в гравитационный концентрат при достаточно тонком дроблении.

Оганчинское месторождение относится к гидротермальному эпитептермальному низкосульфидизированному (Low sulfidation) типу. Об этом свидетельствуют такие признаки как небольшая глубина залегания рудной зоны, низкая температура формирования месторождения, которую можно оценить по присутствию ютенбогаардтита и всей минеральной ассоциации рудоносных метасоматитов, наличие характерных метасоматических изменений (пропилитизация и аргиллитизация).

Автор глубоко признателен руководителю ВКР д.г.-м.н. проф. Белогуб Е.В., м.н.с. Рассомахину М.А., к.г.-м.н. Новоселову К.А., руководителю производственной практики от ООО «РосГеоПерспектива» Калоеву Б.Б., нормоконтролеру ст. преподавателю к.г.-м.н. Анкушевой Н.Н. и всем сотрудникам лаборатории минералогии рудогенеза Института минералогии УрО РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пальянова, Г.А, Савва, Н.Е. Особенности генезиса сульфидов золота и серебра месторождения Юное (Магаданская область, Россия) / Г.А. Пальянова, Н.Е. Савва // Геология и геофизика. – 2009. – т. 50. – № 7. – С. 759-777.
2. Геологический словарь. В трех томах. Издание третье, перераб. и доп. / Гл. ред. О.В. Петров. Т. 1. А–Й. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2010. – 432 с.
3. Hedenquist, J.W., Browne, P.R.L., Allis R.G. Epithermal gold mineralisation / J.W. Hedenquist, P.R.L. Browne, R.G. Allis. – Wairacai, New Zeland, 1988 – 169 с.
4. Hedenquist, J.W. Epithermal gold deposits: Styles, characteristics, and exploration / J.W. Hedenquist // Society of Resource Geology of Japan. – 1996. – № 1. – С. 19.

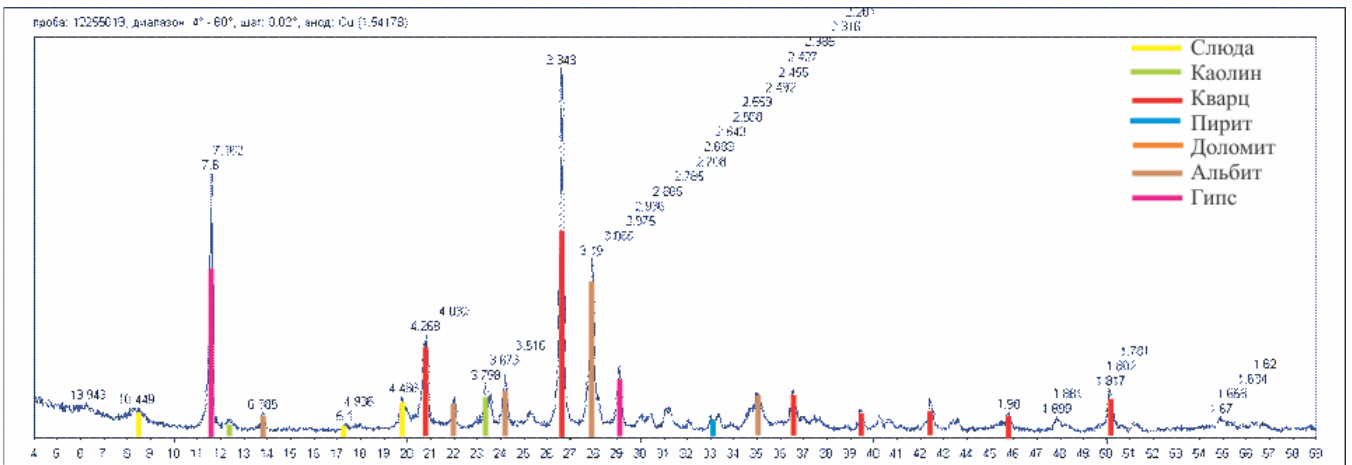
ФОНДОВАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Озорнин П.А, Большаков П.М. Отчет о результатах разведочных работ в пределах Оганчинского рудного поля за 2012-2013 гг./ ЗАО «КамГолд» – Петропавловск-Камчатский, 2014ф.

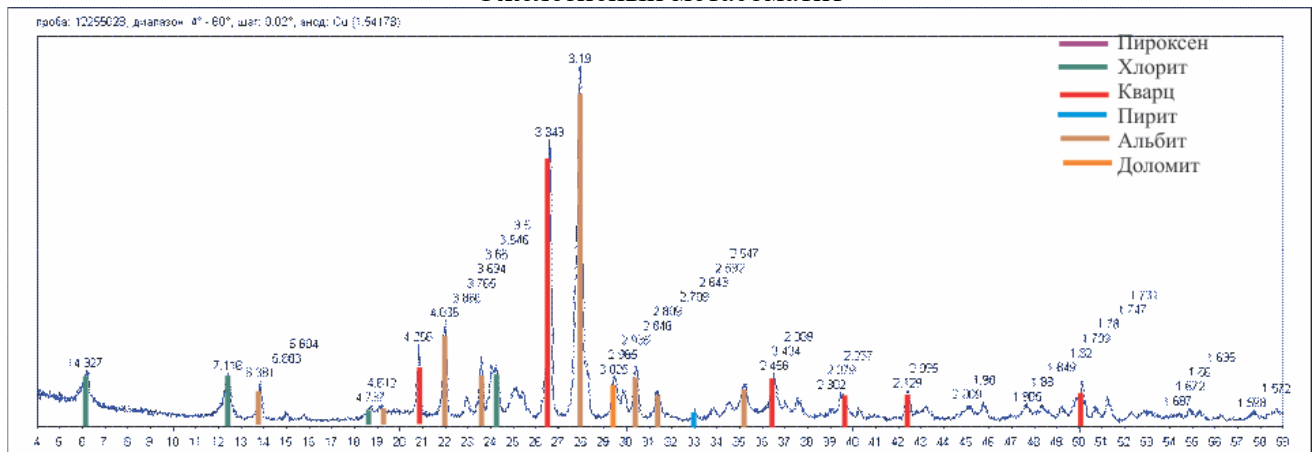
ЭЛЕКТРОННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. ФГБУ “ВСЕГЕИ”; Пакет оперативной геологической информации (ГИС Атлас); Дальневосточный федеральный округ; Камчатский край - <https://vsegei.ru/ru/info/gisatlas/dvfo/kamchatka/geol.jpg> - карта в интернете.

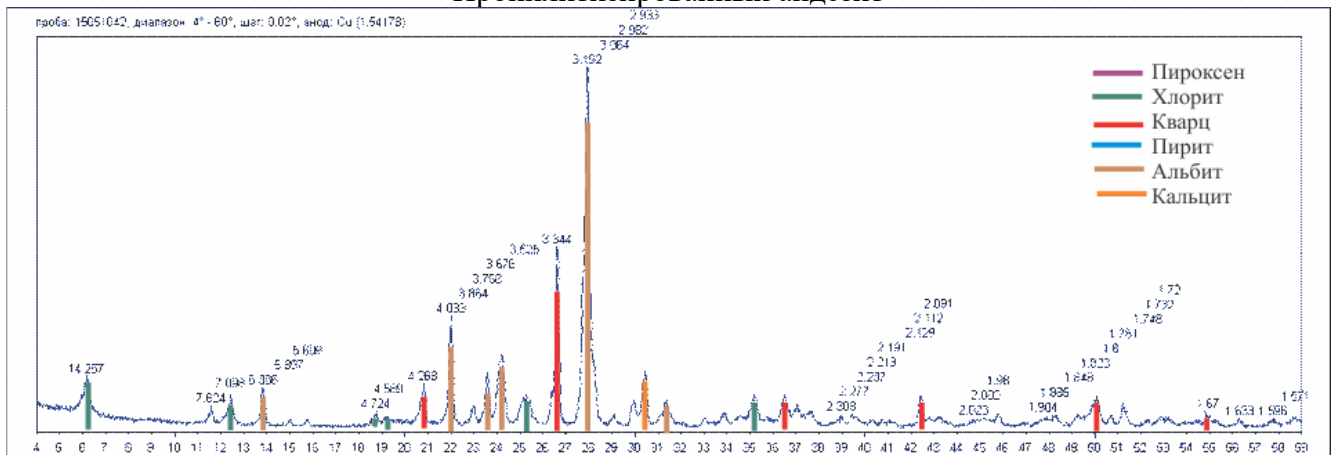
Рентгенограммы по результатам рентгенофазового анализа



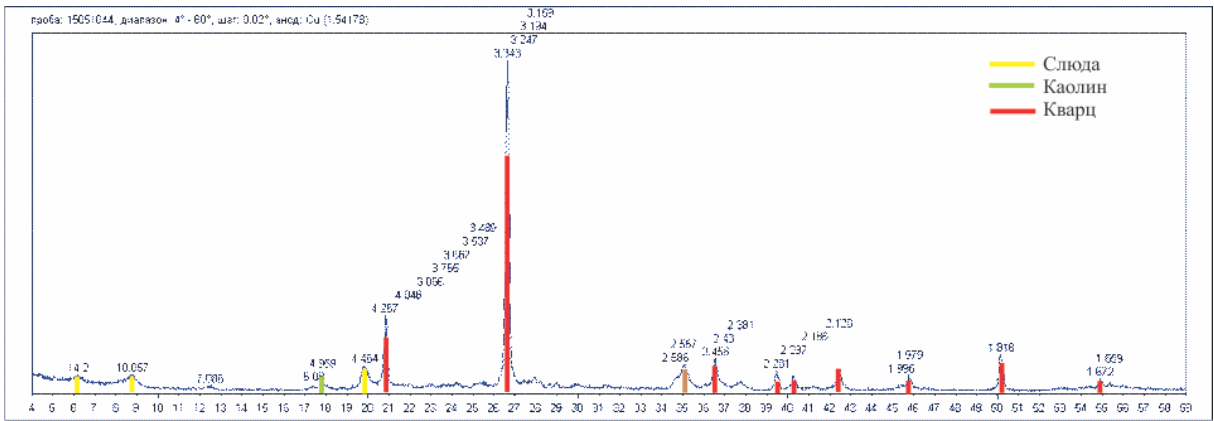
Ожелезненный метасоматит



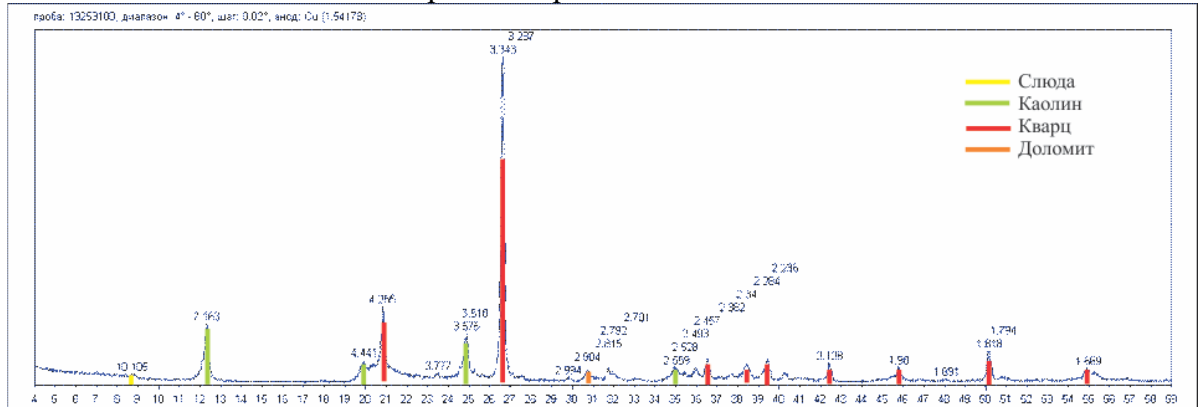
Пропилитизированный андезит



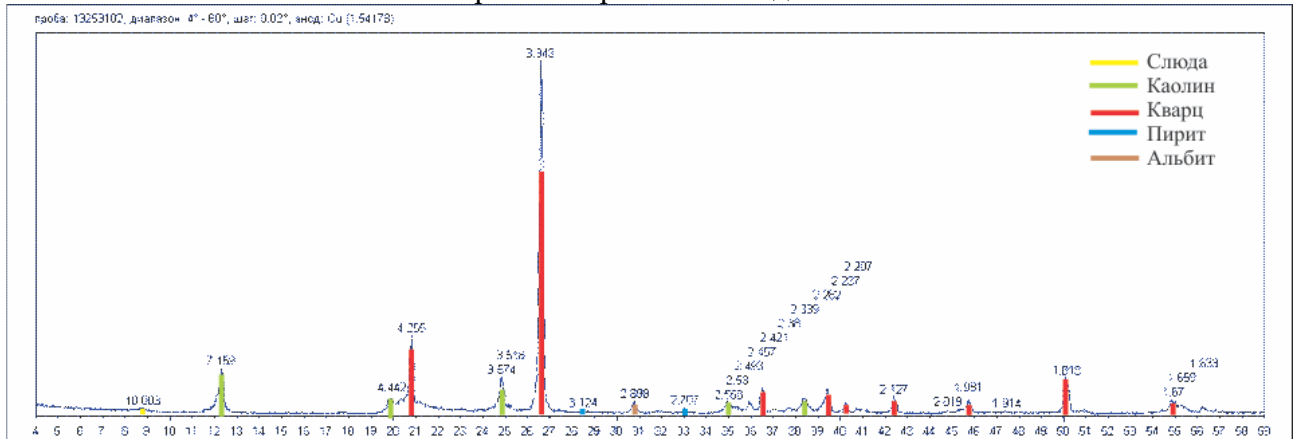
Пропилитизированный андезит



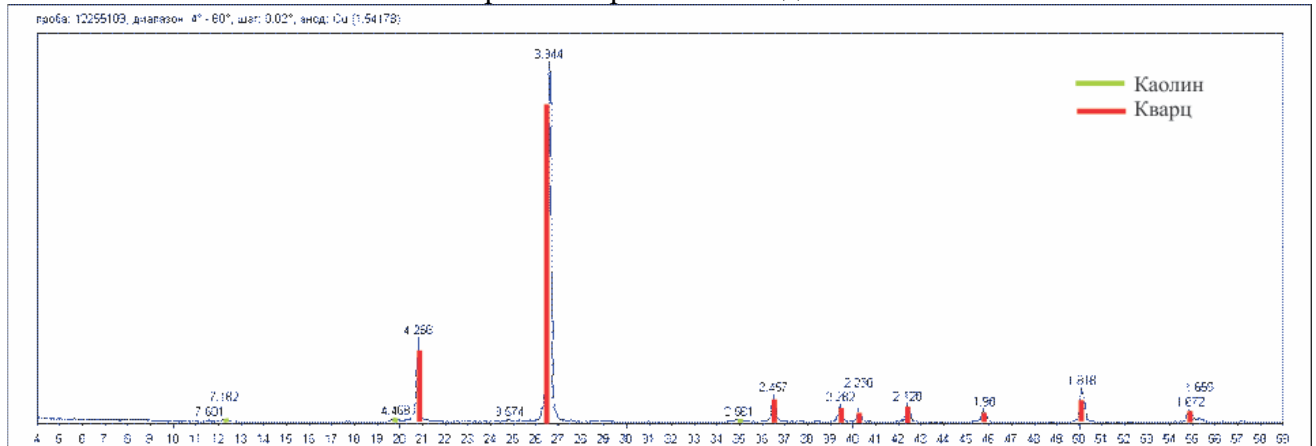
Аргиллизированный андезит



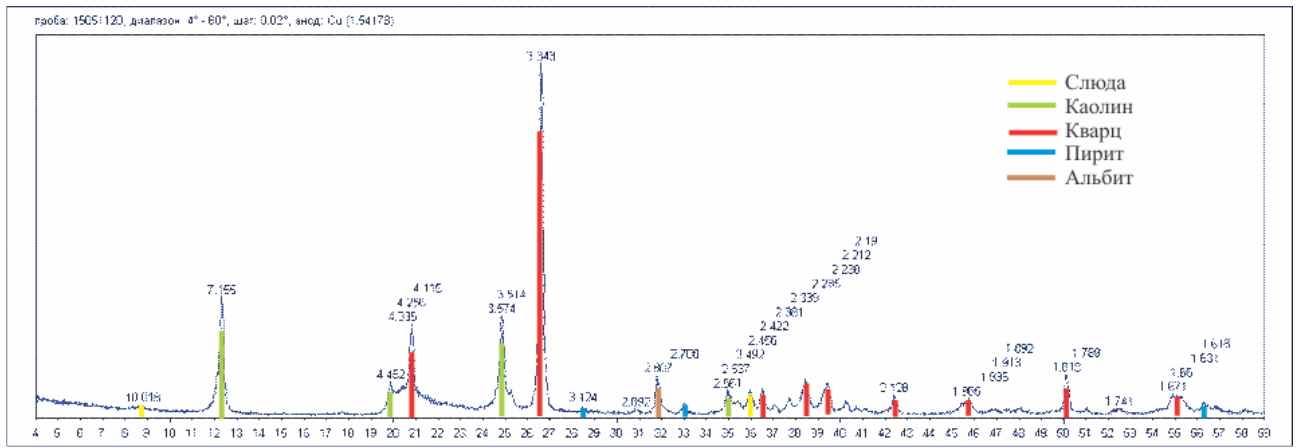
Аргиллизированный андезит



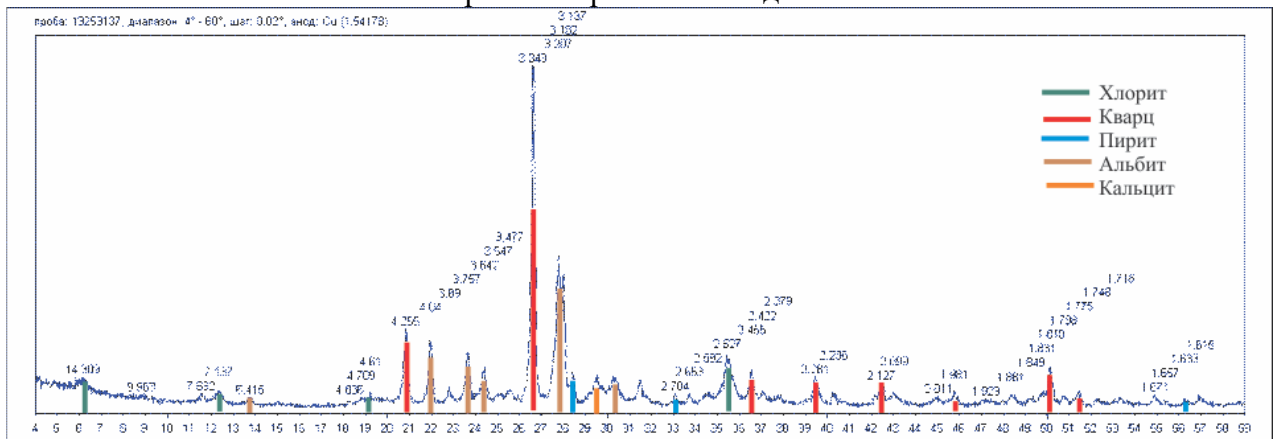
Аргиллизированный андезит



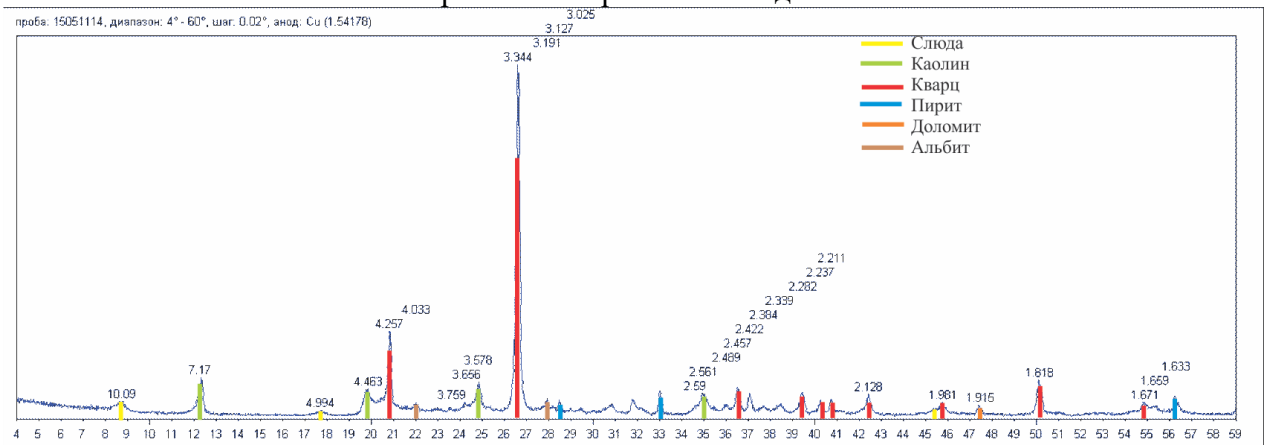
Аргиллизированный андезит



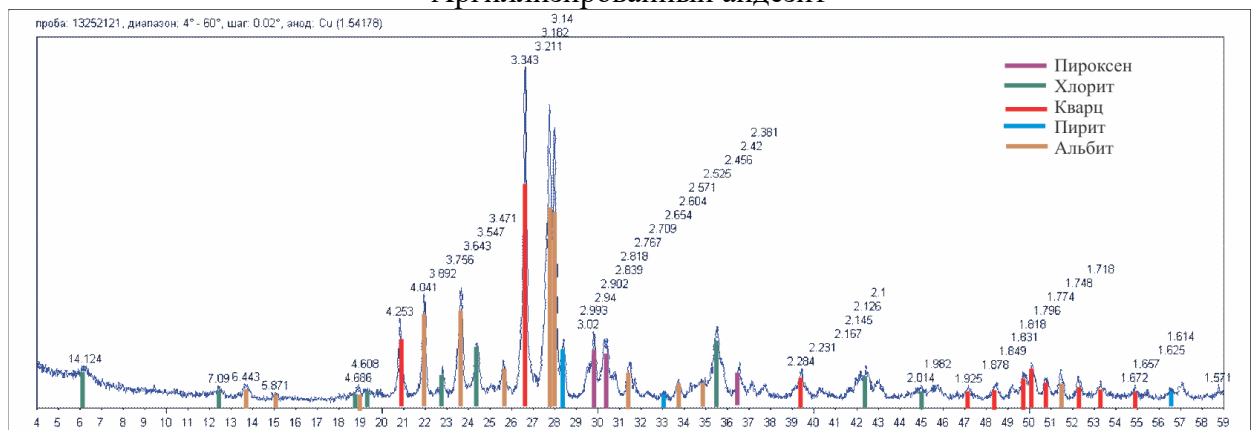
Аргиллизированный андезит



Пропилитизированный андезит



Аргиллизированный андезит



Пропилитизированный андезит