

В.Д.Цой, И.В.Королева, Ш.П.Алимов

---

# ПРИРОДНЫЕ ТИПЫ РУД ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УЗБЕКИСТАНА



ГП «НИИМР»  
Ташкент 2015

УДК 553.4  
24 76

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН ПО ГЕОЛОГИИ  
И МИНЕРАЛЬНЫМ РЕСУРСАМ**

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ»**

**В:Д.Цой, И.В.Королева, Ш.П.Алимов**

**ПРИРОДНЫЕ ТИПЫ РУД ЗОЛОТОРУДНЫХ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ УЗБЕКИСТАНА**

**ГП «НИИМР»  
Ташкент 2015**

Г/к

УДК 553.411(575.1)  
ББК 33.11(5У)  
Ц 76

Природные типы руд золоторудных месторождений Узбекистана / В.Д.Цой, И.В.Королева, Ш.П.Алимов, отв. ред. М.У.Исоков; Госком РУз по геологии и минеральным ресурсам, Госпредприятие «Научно-исследовательский институт минеральных ресурсов». – Т.: ГП «Научно-исследовательский институт минеральных ресурсов», 2015. – 156 стр. [88] илл., [95] табл., библиогр. – 39 назв.

ISBN 978-9943-364-61-5

В монографии приводятся результаты изучения минералогических особенностей золоторудных месторождений, расположенных в различных регионах Узбекистана, и их сравнительное сопоставление. Информация представлена в соответствии с требованиями к отчетам с подсчетом запасов, согласно которым выделены природные типы руд, дана их полная химическая, минералого-геохимическая характеристики. Сведения по сопутствующим элементам приводятся в сокращенном виде, без приложения громоздкого табличного материала. По многим месторождениям ранее проводились минералого-геохимические исследования, но информация была изложена в свободной форме. Работа тесно связана с действующими производственными проектами, минералого-геохимическими исследованиями охватываемые золоторудные месторождения Узбекистана, т.е. там, где недавно проводились или проводятся геологоразведочные работы (Тамдыбулак, Балпантау, Кошар, Акба, Катта-баг, Мазар, Акбулак, Тилля-Таг, Пистали и др.).

Для научных сотрудников, специалистов-производственников, занимающихся изучением золоторудных месторождений, а также студентов геологических факультетов.

УДК 553.411(575.1)  
ББК 33.11(5У)

**Главный редактор**  
И.Б.Турамуратов

**Ответственный редактор**  
кандидат геолого-минералогических наук М.У.Исоков

**Рецензенты**  
доктор геолого-минералогических наук Р.И.Конеев  
доктор геолого-минералогических наук А.А.Колдаев

ISBN 978-9943-364-61-5

© В.Д.Цой, 2015  
© И.В.Королева, 2015  
© Ш.П.Алимов, 2015  
© ГП «НИИМР», 2015



**ПОСВЯЩАЕТСЯ  
25-ЛЕТИЮ НЕЗАВИСИМОСТИ  
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

## ВВЕДЕНИЕ

Изучение минералого-геохимических особенностей золоторудных месторождений является актуальной задачей геологической отрасли, особенно на разведываемых новых участках. В настоящей монографии приводятся результаты изучения минералогических особенностей золоторудных месторождений, расположенных в различных регионах Узбекистана, и их сравнительное сопоставление. Информация представлена в соответствии с требованиями к отчетам с подсчетом запасов, согласно которым выделены природные типы руд, дана их полная химическая, минералого-геохимическая характеристики. Сведения по сопутствующим элементам приводятся в сокращенном виде, без приложения громоздкого табличного материала. По многим месторождениям ранее проводились минералого-геохимические исследования, но информация была изложена в свободной форме.

Так, И.В.Королевой (1986 г.) изучен минеральный состав и геохимические особенности руд месторождения Балпантау, выявлены основные рудные и жильные минералы, даны представления об особенностях минералообразования. По месторождению Аджибугут В.Ф.Проценко (1998 г.), С.М.Казакбаевой (2002 г.) изучены основные рудные, жильные, метасоматические и гипергенные минералы, выявлены природные типы руд, в свете представлений В.Ф.Проценко на процесс рудообразования.

По месторождениям Каракутанского рудного поля минералого-геохимические исследования проведены Г.П.Чеботаревой и др. (1969 г.), Н.Я.Гурейкиным, Ю.Г.Зарембо и др. (1970 г.), М.Л.Дынкиным и др. (1972 г.), Г.В.Горевым (1993 г.), В.Л.Шадриным (1999 г.) и др. В результате исследований дан списочный состав минералов, выделены минеральные ассоциации и среди них продуктивные, описаны основные рудные минералы, определены геохимические особенности, возрастные взаимоотношения минералов и др.

По месторождениям Чаткало-Кураминского региона имеется обширная опубликованная и фондовая литература, в которой освещены различные аспекты минералогии и геохимии. Минералого-геохимические особенности золоторудных тел Кочбулака изучались Э.А.Марковой, М.И.Моисеевой, Р.П.Бадаловой, Н.Н.Королевой, М.И.Новгородовой, М.М.Мансуровым, Т.С.Тимофеевой, В.А.Коваленкером, А.С.Бадаловым, Н.И.Овчинниковой, Р.И.Конеевым и др.

Минералого-геохимическими исследованиями на месторождении Кызылалмасай занимались несколько поколений минералогов и геохимиков: М.А.Абатурова, В.Р.Аширматова, Р.П.Бадалова, А.С.Бадалов, Ю.Л.Гертман, Л.И.Гельман, Д.У.Ермекбаева, А.Ж.Жураев, Ф.И.Исламов, В.А.Коваленкер, М.О.Сулейманов, Р.И.Конеев, А.А.Кременецкий, С.М.Колоскова, Д.С.Мукимова, М.М.Пирназаров, Г.Ш.Рашидова, М.Д.Увадьев, В.Д.Цой, И.В.Королева и др. В последнее время пристальное внимание к этому объекту уделяют Р.И.Конеев и его ученики Р.А.Халматов, А.З.Умаров, Ю.С.Мун и др., открывшие ряд новых соединений для месторождения и установившие вертикальную геохимическую зональность (Конеев и др. 2009, Холматов, 2009).

По группе Чадакских месторождений изучением вещественного состава руд занимались М.И.Моисеева, С.К.Смирнова, М.М.Мансуров, В.А.Бархударов, М.Д.Увадьев, А.П.Асанова, В.В.Козлов, Д.А.Сахор, Н.И.Овчинникова, В.Д.Цой, И.В.Королева и др.

По другим объектам есть разрозненные сведения. По большинству объектов приводятся результаты собственных исследований, охватывающие новые или ранее не изученные участки.

Эта работа тесно связана с действующими производственными проектами, минералого-геохимическими исследованиями охвачены оцениваемые золоторудные месторождения Узбекистана, т.е там, где недавно проводились или проводятся геологоразведочные работы (Тамдыбулак, Балпантау, Кошар, Акба, Катта-баг, Мазар, Акбулак, Тилля-Таг, Пистали и др.). По месторождению Аджибугут проведена переинтерпретация и обобщение ранних работ с учетом собственных исследований. В частности, это касается выделения природных типов руд (ПТР). Они отличаются от ПТР по В.Ф.Проценко и С.М.Колосковой.

Минералого-геохимические особенности золоторудных месторождений достаточно обстоятельно изучены как у нас в Узбекистане, так и за рубежом, о чем свидетельствует обширная опубликованная и фондовая литература (см. список литературы). В них приведены сведения по минеральному составу руд, текстурно-структурным особенностям, минералам-концентратам, элементам-примесям и др.

Настоящие исследования проведены сектором минералогии и геохимии ГП «НИИМР». В процессе работ использовались методические разработки института и традиционные приемы изучения рудных объектов, описанных во многих наших опубликованных и фондовых материалах. Полученный фактический материал обработан с использованием современных методов анализа: локального рентгеноспектрального на микрозонде Superprobe 773 в Институте геологии Республики Казахстан (аналитик В.Л.Левин), Superprobe JXA- 8800R в ИГиГ АН РУз (аналитик М.А.Ким), спектральных (полуколичественного и просыпки, аналитики А.Козина, Т.И.Соловьева), атомно-абсорбционного на Au и Ag (А.Махкамова, О.Трясина), химического на отдельные элементы (Н.Г.Каграманова, Л.П.Шемент), нейтронно-активационного (Г.С.Никаноров), рентгенофлюоресцентного (Е.Н.Игнатиков) и др.

В процессе сбора материалов и обработки большую помощь оказали ведущие специалисты Госкомгеологии РУз И.Б.Турамурадов, Ю.И.Парамонов, бывшее руководство ИМРа – Б.А.Исаходжаев, М.М.Пирназаров, А.А.Адылов, и -ГП «НИИМР» – М.У.Исоков и С.Т.Марипова, главный геолог ГПП "Самаркандгеология" И.О.Хамроев, главные геологи экспедиций Госкомгеологии РУз А.И.Рустамов, Б.Д.Клименко, В.В.Поморцев, Т.Пирназаров, Т.Х.Намазов, Ф.К.Диваев, а также ведущие специалисты ГП «НИИМР» и экспедиций: В.В.Михайлов, Е.В.Петрикина, А.Захидов, М.А.Мирусманов, Э.Х.Эргашев, А.Муратов, С.Х.Шарафутдинова и др. Всем перечисленным товарищам авторы выражают искреннюю благодарность.

## Глава I. СТРАТИФИЦИРОВАННЫЕ РУДОВМЕЩАЮЩИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УЗБЕКИСТАНА

Исследуемые золоторудные месторождения приурочены к определенным свитам, поэтому в этой главе приводится краткое описание основных рудовмещающих пород по каждому объекту. Используются материалы В.В.Михайлова и др. (1998 г.), Ю.И.Парамонова и др. (2001 г.), стратиграфического словаря Узбекистана (2001 г.) и др.

*Месторождение Тамдыбулак.* На этом месторождении золоторудные тела расположены в основном в породах кушкумбайской (по другим авторам – косбулакской) и, меньше, коскудукской свит. Кушкумбайская свита ( $S_{1,2}ks$ ), по данным В.В.Михайлова и др. (1998 г.), представлена песчаниками, алевролитами, сланцами, гравелитами, конгломератами, андезитами, андезибазальтами и их туфами. Кроме того, в составе свиты отмечаются прослой карбонатных пород, подверженных окремнению. Мощность свиты 380-470 м. Такие пестрые по составу свиты перспективны на золотое оруденение. В составе вышележащей коскудукской свиты ( $S_2-D_1ks$ ) – песчаники, алевролиты, сланцы, известняки, конгломераты и гравелиты. Мощность свиты 8-125 м.

По литологическому составу также перспективными на золотое оруденение могут быть, при наличии рудоподводящих каналов, шаяндинская и мурынкудукская свиты. Шаяндинская ( $D_2-C_1$ ) представлена сланцами глинистыми, глинисто-кремнистыми, кремнистыми с прослоями радиоляриевых кремней, мелкообломочных криноидных и плитчатых известняков и, редко, кварцево-кремнистых алевропесчаников (мощность свиты 65-80 м). Мурынкудукская свита ( $C_2m$ ) сложена в основании известняковыми конгломератами, разногалечными, плохо окатанными; в средней части – алевролитовые и аргиллитовые сланцы, пестроокрашенные с прослоями органогеннообломочных известняков и известковистых алевропесчаников; в верхней части – конгломерации (олигострома). Мощность свиты 70-80 м.

*Месторождение Балпантау.* На этом месторождении, как и на Тамдыбулаке, рудовмещающими являются породы кушкумбайской свиты. Ф.К.Диваев (1999 г.), Ф.К.Диваев и др. (2003 г.) выделяют кушкумбайский осадочно-вулканогенный комплекс, включающий покровные и секущие фации. Покровные фации представляют одноименную свиту. В ее составе андезиты, андезибазальты, лейкобазальты, их туфы, тефроиды, туффиты, вулканомиктовые и полимиктовые песчаники, алевролиты, аргиллиты, гравелиты, конгломераты, прослой кремнистых пород, известняков и известковистых песчаников.

Зоны разломов изредка выделяются относительно небольшими повышениями содержания  $As$ ,  $Ag$ ,  $Pb$ . В кварцевых прожилках, маркирующих эти зоны, установлены жильные (кварц, карбонат, альбит, серицит) и рудные (гётит, скородит, гидроксиды железа) минералы. Содержание золота в них от десятых до первых г/т.

Секущая фация представлена некками, штоками, силлами и дайками андезитового, андезибазальтового и базальтового составов.

Выше по разрезу располагаются породы сангрунтауской свиты, сложенной базальтами, андезибазальтами, дацитами, риодацитами, их туфами, туффитами, вулканомиктовыми песчаниками, алевролитами, аргиллитами, глыбами и линзами кремней и известняков.

*Месторождение Аджибугут.* Рудовмещающими свитами являются тасказганская ( $R_{2,3}ts$ ), породы которой обнажаются на участке Давон, кургантауская ( $V-E_1?kr$ ) и рохатская ( $O_{1,2}rh$ ). По В.В.Михайлову и др. (1998 г.), в составе тасказганской свиты выделяются кварциты графитистые, полосчатые и массивные, сланцы кремнистые, доломиты, известняки, сланцы альбит-эпидот-хлорит-актинолитовые, амфиболиты (метавулканиты). Мощность свиты 200-400 м. Кургантауская свита (бывшая первая подсвита бесапанской свиты) представлена сланцами кристаллическими углеродисто-кварц-мусковитовыми, углеродисто-кварц-биотитовыми, полевошпат-карбонат-эпидот-амфиболовыми. Кроме того, в составе свиты, по данным Ю.И.Парамонова и др. (2001 г.) отмечаются горизонты и крупные линзы кремнистых и карбонатных пород. Мощность свиты 1000 м. Рохатская свита (бывшая вторая подсвита бесапанской свиты) сложена

песчаниками, алевролитами, углеродисто-слюдисто-кремнистыми сланцами с прослоями гравелитов. Мощность свиты 800 м.

**Каракутанское рудное поле.** Рудовмещающими являются породы свит: катармайской ( $PR? Kt$ ), Булямушской ( $V? be$ ), карбонатно-вулканогенные образования нижнего девона, сапенской ( $D_{1-2} sp$ ) и рабинджанской ( $S_2-C_1 gb$ ). Катармайская свита представляет следующий разрез: кристаллические сланцы кварц-альбит-слюдистые, графитистые, углистые, актинолитовые, кварциты, мраморы, амфиболиты. Мощность ~ 2500 м. Булямушская свита сложена сланцами слюдистыми, кремнистыми, филлитами, метапесчаниками, метаалевролитами, кварцитами, гравелитами. Мощность >950 м. Выше по разрезу располагаются породы нижнего девона, выделенные В.В.Михайловым из состава катармайской свиты в самостоятельные подразделения. Это снизу вверх: анкарамиты, базальты и их туфы (анкарамит-базальтовая формация, мощность 150-200 м), а также известняки, доломиты, слагающие тектонические пакеты (мощность >200 м). Сапенская свита. В ее составе сланцы серицито-глинистые и кремнистые, песчаники. Алевролиты, известняки, доломиты, гравелиты, конгломераты. Мощность 650-700 м. Рабинджанская свита представлена яшмами, фтанитами, радиоляритами, аргиллитами, известняками, песчаниками, алевролитами, базальтами. Мощность 1000 м. Из перечисленных свит наиболее перспективны на золотое оруденение катармайская со всеми ее выделенными подразделениями, а также рабинджанская.

Зоны разрывных нарушений выделяются относительно повышенными значениями  $Zn$ ,  $Ag$ ,  $Cb$ ,  $As$ ,  $Au$ , а также проявлением жильных (кварц, карбонат, серицит) и рудных (гетит, лимонит, гидроксиды  $Fe$ , рутил) минералов.

**Участок Кошар.** На участке Кошар отмечаются породы, слагающие свиты (снизу вверх): курбаназинская ( $O_{1,2} kb$ ), илончисайская ( $O_{2,3} il$ ), а также объединенная ятакская, байрамская, сарымсаклинская, саятская и андыгенская ( $S_1-D_2$ ). Курбаназинская свита сложена аргиллитами, песчаниками, кремнистыми сланцами, кремнями и известняками. Мощность свиты >200 м. Илончисайская свита представлена песчаниками полимиктовыми, алевролитами, аргиллитами. Мощность >500 м. Объединенные ятакская, байрамская, сарымсаклинская, саятская и андыгенская свиты имеют в своем составе известняки разнослоистые и кремни. Мощность 570 м.

Из перечисленных свит основной рудовмещающей является курбаназинская. Зоны разрывных нарушений выделяются относительными повышениями содержания рудных ( $Cu$ ,  $Zn$ ,  $Pb$ ,  $Au$ ) элементов и развитием минералов железа (лимонит, гетит), кварца и карбоната.

При наличии рудоподводящих структур, литологически благоприятными могут быть объединенные свиты. Рассматривая стратиграфическую колонку Асмансайского подрайона, по литологическому составу благоприятными для локализации золотого оруденения могут быть вышележащие породы московского яруса (шавазская, андреевская, сентябская, болосайская свиты), сложенные базальтами миндалекаменными оливинowymi, их туфами, диабазами, пикритами, трахидацитами, трахитами, кремнями, алевролитами, сланцами, известняками (мощность 200-8000 м); а также чормагызская свита ( $C_{2,3} cm$ ), представленная алевролитами, песчаниками, гравелитами, конгломератами, глыбами известняков.

**Участок Акба.** На этом участке стратифицированные образования, по Е.Г.Федорову (1992 г.), представлены породами свит (снизу вверх): мадмонской ( $D_1 md$ ), ходжакурганской ( $D_{1,2} hd$ ), ятавлукской ( $D_{2,3} jl$ ), акбасайской ( $D_{2,3} ak$ ) или, по другим авторам, ( $D_{1,3} ak$ ) и маргузорской ( $C_{2,3} mg$ ). Последняя залегает со стратиграфическим несогласием на акбасайской свите. Из перечисленных рудовмещающими являются ходжакурганская (наиболее продуктивная), мадмонская, верхняя часть ятавлукской и акбасайская. Мадмонская свита сложена известняками, доломитовыми известняками и доломитами слоистыми и массивными. Мощность до 1000 м. Ходжакурганская свита в своем составе имеет известняки органогенные слоистые с частыми прослоями черных кремней. Мощность 800 м. Ятавлукская свита представлена в нижней части сгустково-афанитовыми, детрито-сгустковыми тонкослоистыми известняками, а в верхней — известняками массивными, толстослоистыми с прослоями глинистого материала и кремней. Мощность 490-620 м. У Акбасайской свиты следующий литологический состав: в нижней части плитчатые, тонкослоистые яшмовидные кремни с прослоями кремнисто-глинистых сланцев, обломочных известняков, известняковых брекчий; в верхней части пестроцветные глинистые, глинисто-кремнистые алевролиты,



сланцы с редкими прослоями глинистых известняков, гравелитов, туфов, песчаников. Мощность 180-600 м. Возраст свиты, по стратиграфическому словарю  $D_{1,2}$ , а также по В.В.Михайлову,  $C_1-C_2$ . По материалам Кашкадарьинской ГРЭ (Е.Г.Федоров, 1992 г.) ее возраст ( $D_{2,3}$ ). Маргузорская свита сложена аргиллитами, алевролитами, песчаниками, гравелитами, конгломератами, глыбами и олистолитами известняков, кремней, песчаников и вулканитов (?). Мощность 1000-1500 м.

*Участок Катта-Баг.* В геологическом строении участвуют вулканогенно-осадочные породы чашлинской, акчинской ( $C_{2ak}$ ) и надакской свит. Основное оруденение связано с акчинской и надакской. Чашлинская свита представлена андезитами, андезидацитами, дацитами, их туфами, туфами риолитов, риодацитов литокристаллокластическими, андезибазальтами, базальтами, конгломератами, песчаниками. Мощность 200-1100 м. Акчинская свита сложена игнимбритами, туфами дацитов, андезидацитов, риодацитов, риолитов, в основании конгломераты, гальки известняков. Мощность 100-2300 м. Надакская свита имеет в своем составе туфы и игнимбриты дацитового и андезидацитового состава; в основании конгломераты разногалечные, песчаники, линзы и прослои битуминозных известняков. Мощность 500-2500 м.

*Чадакское рудное поле.* Стратифицированные образования рудного поля представлены, по В.В.Михайлову и др. (Кенкол-Чадакский подрайон), вулканогенными и вулканогенно-осадочными породами, слагающими свиты (снизу вверх): минбулакскую ( $C_{1mb}$ ), надакскую ( $C_{2,3nd}$ ), оясайскую ( $P_{1os}$ ), шурабсайскую ( $P_{1sg}$ ), равашскую ( $P_{1rv}$ ) и кызылнуринскую ( $P_{1kz}$ ). Минбулакская представлена туфами, игнимбритами, реже лавами дацитов, трахидацитов, трахириодацитов, трахиандезидацитов, иногда риолитов, трахиандезитами, трахиандезибазальтами, базальтами, трахибазальтами, трахитами, кварцевыми трахитами, их туфами, конгломератами, песчаниками. Мощность 1240-2000 м. Надакскую свиту слагают андезиты, трахиандезиты и их туфы, трахиандезидациты, туфы и ксенотуфы риолитов, риодацитов, вулканомиктовые песчаники; в основании песчаники, алевролиты, линзы известняков. Мощность 400-720 м. Оясайская свита имеет следующий литологический состав: риолиты, кварцевые трахиты, их туфы и игнимбриты, редкие прослои песчаников. В основании – конгломераты, песчаники, прослои и линзы алевролитов, известняков. Мощность 720-900 м. В составе шурабсайской свиты трахибазальты, базальты, трахиандезибазальты, андезибазальты, трахиандезиты, андезиты, трахиандезидациты, их туфы, реже, трахиты, конгломераты, песчаники, алевролиты. Мощность 500-900 м. Равашская свита в нижней части представлена туфами и игнимбритами риолитов, риодацитов, трахириолитов, а в верхней – трахибазальтами, трахидолеритами, долеритами, редко, их туфами, алевролитами, песчаниками и конгломератами. Мощность до 1100 м. Кызылнуринская свита сложена трахириолитами, их туфами и игнимбритами, алевролитами, песчаниками и конгломератами. Мощность 30-200 м.

Из перечисленных свит основными рудовмещающими являются минбулакская и надакская. Потенциально перспективные на золотое оруденение свиты, имеющие в своем составе карбонатные породы (уинская, основания оясайской, шурабсайской и др.), которые при наличии рудоносных гидротермальных растворов способствуют рудоотложению.

Эта информация по стратифицированным рудовмещающим образованиям отдельных месторождений и участков будет использована при составлении стратиграфо-минералогических таблиц для отдельных объектов (см. гл. IV). Выделенные перспективные по литологическому составу свиты следует учитывать при дальнейших поисковых работах на рассмотренных площадях.

## Глава II. ПРИРОДНЫЕ ТИПЫ РУД ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГОР ТАМДЫТАУ

На золоторудных месторождениях Центральных Кызылкумов золото отмечается в метасоматически измененных вмещающих породах, жилах и окисленных породах. Согласно инструкции к отчетам с подсчетом запасов необходимо выделение природных разновидностей руд. В связи с этим было предложено понятие природный тип руд (Цой и др., 2007, Цой и др., 2010; Алимов и др., 2013) Природный тип руд (ПТР) – это литологические разновидности пород (в т. ч. жилы, магматические породы) с определенным химическим и минеральным составом, включающие в себе одну или несколько продуктивных минеральных ассоциаций и промышленные (значимые) содержания полезных компонентов.

Горы Тамдытау известны своими уникальными золоторудными объектами, в т. ч. и гигантским золоторудным месторождением Мурунтау.

В настоящей монографии сведения по Мурунтау не приводятся. Следует лишь отметить, что выявленные три ПТР, рассмотренные ниже, имеют место и на Мурунтау.

Минералого-геохимическими исследованиями месторождений региона занимались Ч.Х.Арифуров, В.А.Бархударов, Э.Б.Бертман, Л.Ш.Булатова, Н.М.Заири, К.В.Захаревич, Ю.Г.Зарембо, И.В.Королева, Н.В.Котов, Н.К.Курбанов, М.М.Мансуров, Н.П.Нестерова, Х.Р.Рахматуллаев, В.Ф.Скрябин, В.Ф.Проценко, В.Д.Цой, Г.М.Чеботарев, Ю.Н.Шашорин и др. Многочисленная опубликованная литература по Мурунтау широко известна и обобщена в известных монографиях: «Золоторудное месторождение Мурунтау» (1998); «Рудные месторождения Узбекистана» (2001); М.С.Рафаилович, М.А.Мизерная, Б.А.Дьячков – «Крупные месторождения золота в черносланцевых толщах: условия формирования, признаки сходства» (2011); М.С.Рафаилович – «Геология золота Центральной Азии: эволюция оруденения, метасоматические формации, взрывные брекчии» (2013), поэтому она здесь не упоминается. В настоящем разделе приводятся результаты изучения вещественного состава руд месторождений Тамдыбулак и Балпантау. Минералого-геохимическая информация изложена с учетом требований к отчетам с подсчетом запасов, в частности, выделены ПТР, приведен их химический, минеральный состав, сопутствующие элементы-примеси и др.

### Месторождение Тамдыбулак

На месторождении выделены три ПТР: 1) метатерригенные и вулканогенные породы, метасоматически преобразованные с тонкопрожилковой сульфидно-кварцевой минерализацией, содержащей самородное золото; 2) жилы сульфидно-кварцевые с самородным золотом; 3) окисленные руды. Схема формирования ПТР приведена на рис. 1.

Первый ПТР представлен метасоматитами по андезитам и алевропесчаникам. В связи с этим он подразделяется на 2 подгруппы: 1) окварцованные с сульфидами и самородным золотом в кварце метатерригенные породы и 2) окварцованные и сульфидизированные метаэффузивы (преимущественно андезиты).

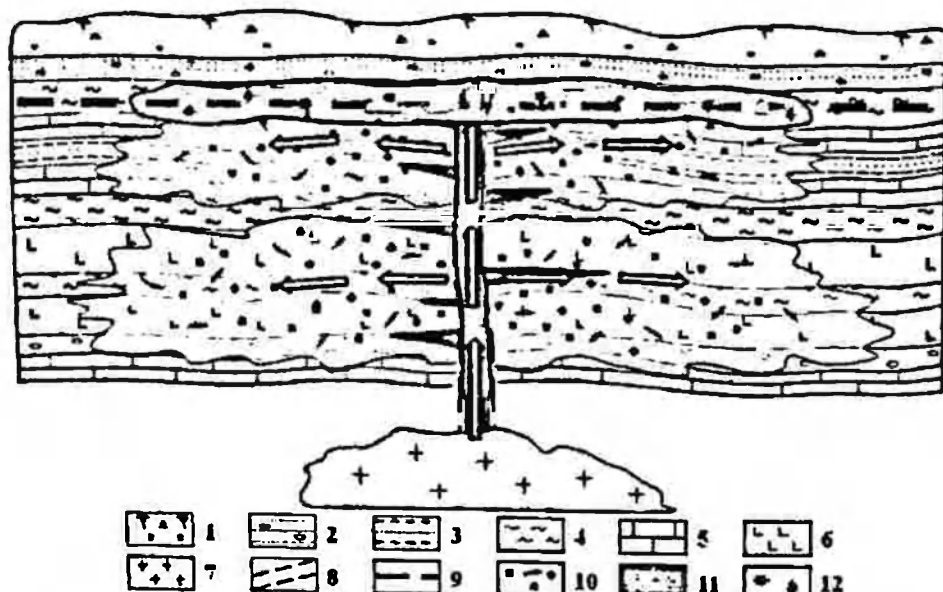


Рис. 1. Схема формирования природных типов руд месторождений Тамдыбулак и Балпантау. 1 – наносы; 2 – песчаник, гравий; 3 – алевропесчаники; 4 – сланцы; 5 – известняки; 6 – андезиты; 7 – лейкократовые граниты; 8 – рудоподводящий разлом; 9 – уровень грунтовых вод; ПТР: 10 – I; 11 – II; 12 – III.

Золотоносность метасоматитов в выделенных подгруппах связана с наличием сульфидно-кварцевой с золотом прожилковой минерализации.

Первая подгруппа представлена песчаниками, алевролитами, сланцами кварц-полевошпат-серицитового, серицит-хлоритового составов, иногда с примесью углистого вещества. Породы карбонатизированы, секутся прожилками кварца мощностью от долей миллиметра до 1-3 мм. В кварце локально отмечаются пирит, арсенопирит, реже, галенит, сфалерит. К участкам дробления, катаклаза сульфидов, зонам контактов сульфидов и кварца приурочено самородное золото ряда электрум-кюстелит.

Золотовмещающие породы часто брекчированы, отмечается обилие трещин, выполненных кальцитом. Цемент песчаников перекристаллизован, превращен в лепидогранобластовый серицит-хлорит-кварцевый (иногда с полевым шпатом) агрегат. Обломочные зерна большей частью перекристаллизованы. Содержание золота в породе без прожилковой сульфидно-кварцевой минерализации не превышает 0,3 г/т, а серебра не > 3,5 г/т (табл. 1).

В алевросланцах, осложненных прожилками сульфидно-кварцевого состава с золотом, отмечается содержание золота 0,53-18 г/т и до 11,9 г/т серебра (табл. 2).

Химический состав золотосодержащих пород не постоянен, %: SiO<sub>2</sub> – 73,38-86,56; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 1,02-3,07; FeO – 0,79-2,43; TiO<sub>2</sub> – 0,03-0,17; MnO – 0,05-0,15; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 2,6-4,2; CaO – 3,08-6,16; MgO – 1,8-2,6; K<sub>2</sub>O – 0,22-0,98; Na<sub>2</sub>O – 0,07-0,61; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,03-0,11; SO<sub>3</sub> – до 0,02; S<sub>свободн.</sub> – 0,02-0,23; CO<sub>2</sub> – 1,98-5,5.

Минеральный состав руд, %: кварц – 69,8-83,2; альбит – до 5,5; серицит – 2-8, хлорит – 5,4-8; кальцит – 2,8-12. Количество остальных минералов – ед.зн.-0,7.

Из сопутствующих в участках пород с повышенным содержанием золота постоянно присутствуют, %: мышьяк – до 0,3, цинк – 0,006-0,01, свинец – до 0,003, медь – до 0,002, никель – 0,001-0,002, кобальт – до 0,001, ванадий – 0,003-0,01, хром – 0,001-0,006. Спорадически отмечаются молибден, олово, галлий, бериллий, иттрий, иттербий, скандий. Почти постоянно цирконий – 0,001-0,004, стронций – до 0,1, барий – до 0,3.

Ко второй подгруппе отнесены метасоматиты по андезитам с сульфидно-кварцевой минерализацией. Породы плотные серого или зеленовато-серого цвета, часто, мелкопорфировой структуры. Количество вкрапленников варьирует от единичных до обильных, их размеры достигают 2-3 мм. Вкрапленники пред-

Таблица 1

Содержания золота и серебра в породах участка Тамдыбулак

Номер пробы	Место взятия	Содержание, г/т		As, %	Порода	
		Au	Ag			
1	2	3	4	5	6	
T-1	Разрез 17-1-2	0	0	-	Андезибазальт	
T-2		0,08	0	-		
T-3		0	0	-	Туфосланцы	
T-5		0,17	0	-	Сланцы	
T-6		0,08	0	-	Сланец с кварц-карбонатными прожилками	
T-7		0	0	0		
T-11		0,16	1	-		
T-12		0,12	0	-	Метаандезит	
T-13		0,05	0	-		
T-14		0,1	0	-		
T-17		0,17	0	0,2	Слабо окварцованный метаандезит	
T-18		0,35	0	0,2		
T-24		ТДН-1	0,06	1	0	Сланец с послойным кварцем
T-28			0,2	0	0,1	Метавандезит
T-36	0,18		0	0		
T-39	Рас. 17-1-2, 5 м	0,05	0	-	Метаэффузив с ожелезнением, карбонатом	
T-51	Рас. 17-2-1, 4 м	0,2	2	0,1	Сульфидные (пирит.) прожилки в базальте	
T-71	ТДН-3	0	0	-	Андезитовый порфирит	
T-72		0,04	0	-	Андезитовый порфирит с микропрожилками кварца	

Природные типы руд золоторудных месторождений Узбекистана

1	2	3	4	5	6
T-82	Разрез 17-1-2	0,45	1	-	Андезит слабо окварцованный, карбонатизированный
T-84		0,08	0	0	
T-85		0	0,2	-	
T-88		0,09	0	-	
T-88	ТДН-4	0,18	1	0	Слабо карбонатный, окварцованный
T-89	ТДН-5	0,17	1	-	
T-308	Канавы 555, 37-40 м	0,19	0	-	Метаандезит-базальт
T-311	Канавы 573, 97-100 м	0,2	0	-	
T-312	Канавы 573, 98-99 м	0,06	1	-	Туфосланец
T-317	Канавы 618, 58-58 м	0,3	1	-	Туфопесчаник
T-429	Шх-18, руд. двор, юго-восточная стенка	<0,05	0,2	-	Металесчаник серицит-полевошпат-кварцевый, карбонатизированный
T-432	Шх. 18-2, 4,9 м, восточная стенка	<0,05	0	0,1	
T-408	Шх. 18, рас. 18-1, восток-северо-восточная стенка, 19,5-20 м	0,04	0	-	Алевропесчаник серицит-кварцевый
T-401	Шх. 18, рас. 18-1, восток-северо-восточная стенка, 0-4,5 м	0,3	3	-	Метаалевролит серицит-полевошпат-кварцевый, карбонатизированный
T-406	То же, 15,3 м	0,04	1	-	Метаалевролит дробленый с послойным окварцеванием
T-407	То же, 16,0 м	0,03	1	-	
T-417	Шх. 18, штр. 2, юго-восточная стенка, 1,5 м	0,11	1	-	Алевролит с послойным окварцеванием
T-418	Шх. 18, штр. 2, юго-восточная стенка, 4 м	0,03	1	-	Углефицированные алевросланцы с послойным окварцеванием
T-409	Шх. 18, рас. 18-1, восток-северо-восточная стенка, 16,0 м	0,04	0,3	-	Сланцы обеленные, дробленые, с послойным кварцем
T-430	Шх. 18, юго-восточная стенка, разлом	0,16	2	0	Сланец серицит-альбит-кварцевый
T-400	Шх. 18 рас. 18-1, восток-северо-восточная стенка, 0-4,5 м	0,27	4	0,2	Сланец углисто-слюдисто-кварцевый
T-433	Шх. 18-2, восточная стенка, 7 м	<0,05	1	-	
T-451-2	Канавы 16, 4-5 м	0,07	0	0,1	Метаандезит окварцованный
T410	Шх. 18, рас. 18-1 восток-северо-восточная стенка, 161,0 м	0,03	1	-	Метаандезит с убогой вкрапленностью, пирита
T-412	29,4 м	0,06	1	-	Метаандезит с карбонат-полевошпат-кварцевыми жилами
T-414	47,0 м	0,28	1	0,1	Метаандезит окварцованный
T-421	Шх. 18, штр. 2, юго-восточная стенка, 15 м	0,2	2	-	Метабазальт плотный, зеленоватый
T-425	Шх. 18, штр. 1, север-северо-восточная стенка, 12 м	0	0	0	Метабазальт ожелезненный, трещиноватый
T-427	15 м	<0,05	0	-	Метаандезит карбонатизированный, окварцованный
T-444	Канавы 19, 4,8-5 м	0,07	0	-	
T-455-4	Канавы 562, 56 м	0,08	0,3	0	Метаандезибазальт, серозеленый, плотный
T-456-2	Канавы 78, 7,1 м	0,08	0,7	0	Метаандезит с вкраплением ожелезненный, карбонатизированный
T-457	Канавы 95, 9-10 м	<0,05	0,3	0,1	Метаандезит слабо ожелезненный, карбонатизированный
T-461	Канавы 616, 88,5 м	0	0	-	Метаэффузив ожелезненный, дробленый
T-462-1	Канавы 575, 62 м	0,13	1	0	Метаандезит серый
T-482	Шх. 18-1-1, западная стенка, 17,1 м	0	0	-	Метаандезибазальт со слабым окварцеванием
T-497	Шх. 18-2, южная стенка, 38,8 м	0,06	0	-	Метаандезибазальт карбонатизированный
T-500	Шх. 18-2-2, западная стенка, 0-2,4 м	0,05	0	-	Метабазальт, зеленовато-черная порода
T-501	То же, 2,4 м	0,04	0	-	Метабазальт с редкими прожилками кварца
T-502	То же, 9,2 м	0,05	0	-	Окварцованный метаандезит с арсенипиритом
T-463	Канавы 575, 31,5 м	0,07	1	-	Метаандезит слабо ожелезненный
T-453	Канавы 27, в южном конце	<0,05	0	-	метабазальт
T-450-3	Расчистка 1	0,08	0	0,3	Метабазальт дробленый с прожилками кварца

Содержания Au, Ag, As в I (окварцованных, сульфидизированных метавулканитах, метатерригенных породах) и III (окисленных лимонитизированных породах) ПТР

Номер пробы	Место взятия	Содержание, г/т		As, %	Порода, тип изменений
		Au	Ag		
Первый ПТР					
T-4	Разрез 17-1-2	1,87	42,0	-	Туфоспанцы окварцованные
T-20		0,49	1,1	0,3	Андезибазальт пропилитизированный, окварцованный
T-23	ТДН-1	0,8	0,7	0,1	
T-31		0,47	0,6	0,06	
T-32		0,46	1,1	0,02	
T-33		2,8	1,3	0,02	
T-35		2,5	0,7	0,3	
T-37		1,23	0,7	0,4	
T-38		0,55	0,0	0,1	
T-40	Рас. 17-1-2, инт. 6,5 м	3,4	1,0	0,3	
T-43	То же, инт. 31 м	0,76	0,1	0,3	Базальт порфиридовый с сульфидами и кварцем
T-48	Штрек 17-2, инт. 53 м	4,8	1,6	0,3	Базальтоид с кварц-сульфидным прожилком
T-49	То же, инт. 55 м	0,58	0,8	0,1	
T-50	Рас. 17-2-1, инт. 0,1 м	1,7	1,2	0,3	
T-81	Разрез 17-1-2	0,45	0,5	0,1	Метаандезит слабо окварцованный, сульфидизированный
T-301	Канавы 555, инт. 14-15 м	4,08	0,6		Метаандезитбазальт
T-308	То же, инт. 19-20 м	1,14	0,0		
T-313	Канавы 573, инт. 100 м	0,77	0,8		Туфосланец окварцованный
T-314	ТДН-20, 21-23 м	3,33	0,2		
T-316	ТДН-20, 21-23 м	4,22	0,7		Туфопесчаник окварцованный
T-431	Шх. 18, руд. двор, северо-западная стенка	0,53	0,5	0,04	Металесчаник серицит-полевошпат-кварцевый
T-416	Шх. 18, штр. 2, юго-восточная стенка, 1,5 м	18,0	11,9	0,3	Метаалевролит серицит-полевошпат-кварцевый окварцованный, карбонатизированный
T-452	Канавы 561, инт. 90 м	0,5	0,4		Метаандезит окварцованный, ожелезненный с пустотами выщелачивания
T-423	Шх. 18, штр. 1, северная стенка, 1,5 м	1,08	2,0		
T-426	То же, 13 м.	0,57	1,5	0,02	
T-470	Канавы 20, инт. 1,5 м	0,36	0,5	0,02	
T-450-2	Расчистка 1	0,83	0,0	0,1	Метаалевролит окварцованный
T-473	Канавы 508, инт. 17,1 м	0,58	2,2	-	Кварц с реликтами метавулканитов
Третий ПТР					
T-413	Шх. 18, рас. 1, западная стенка. 46,5 м	2,87	1,7	0,08	Бурые лимонитизированные, охристые вулканиты и терригенные породы окварцованные, карбонатизированные (карбонат ожелезненный), кварцевые жилы с гнездами окисленных сульфидов
T-415	То же, инт. 51,5 м	0,58	1,8	0,04	
T-442	Канавы 18, инт. 19 м	5,06	0,5	0,03	
T-443	Канавы 18, инт. 19 м	2,1	1,2	0,2	

ставлены плагиоклазом, а основная масса – полевошпат-серицитовым агрегатом с более поздними прожилками, гнездами хлорита. Порфиновые зерна полевого шпата серицитизированы, иногда практически полностью, сохраняя лишь контур. Часто отмечаются пересечения хлоритовыми, карбонатными и кварцевыми прожилками. Основная масса представлена тонкозернистыми агрегатами серицита, полевого шпата, хлорита, кварца, иногда отмечается биотит, турмалин. Постоянно присутствуют скопления карбоната ожелезненного вдоль трещин спайности, за счет чего приобретает «решетчатая» текстура. В основной массе довольно редко встречаются реликты стекла.

Прожилковая минерализация представлена кальцитом прозрачным, секущим вмещающую породу, хлоритом, реже, альбитом и кварцем, часто содержащим вкрапленность рудных минералов. В измененных

базальтах метасоматические ассоциации минералов иные. Порфиновые выделения, представленные полевым шпатом, превращены в смесь цоизита, кальцита, серицита и новообразования альбита. Основная масса – цоизит или эпидот тонкозернистый (0,002-0,004 мм) со сноповидными скоплениями тремолита, включениями кварца. Среди тремолита довольно редки реликты пироксена. В метасоматитах такого состава редко отмечаются повышенные содержания золота. Прожилковая сульфидно-кварцевая минерализация с золотом практически отсутствует. В метасоматитах с прожилковой сульфидно-кварцевой с золотом минерализацией содержание золота 0,48-4,8 г/г, серебра до 2 г/г (см. табл. 2).

Химический анализ пород приведен в табл. 3. Минеральный состав, %: кварц – 37-50,3; полевой шпат – 0,3-29,2; серицит – 0,4-16,0; хлорит – 2,5-11,5; карбонат – 0,4-29,0. Остальные минералы (табл. 4) встречаются в небольших количествах.

Из сопутствующих элементов спорадически отмечаются примеси As, Pb, более часто Zn, Cu, т. е. комплекс элементов, сопровождающих золотую минерализацию.

В окварцованных сульфидизированных метаэффузивах повсеместно отмечаются, %: примеси мышьяка – 0,06-0,3, свинца – 0,001-0,006, цинка – до 0,01, меди – до 0,006.

**Второй ПТР.** Широко распространен на рудопроявлении и является продуктивным на золото серебро. Руды представлены кварцевыми жилами различной мощности. Кварц серовато-белый. Часто содержит включения вмещающих пород, обломки пород изменены, а иногда как бы «растворены» в кварце. Кварц по трещинам выполняется кальцитом. В кварцевых жилах присутствуют гнездовые скопления сульфидов, среди которых преобладает арсенопирит в сростании с пиритом. В катаклазированных, трещиноватых агрегатах развиваются более поздние сульфиды – галенит, сфалерит, меньше, халькопирит. Постоянно совместно с ними отмечается самородное золото ряда электрум-кюстелит. Содержание золота в кварц-сульфидных жилах (табл. 5) 0,47-425 г/г (среднее 29,87 г/г). Количество сульфидов чуть меньше 5%. Основными концентраторами золота являются сульфиды. Максимальное содержание золота отмечается во фракции сульфидного концентрата размером +0,5 мм – 344,5 г/г, тогда как серебро концентрируется в

Таблица 3

Химический состав руд и пород участка Тамдыбулак

Природные типы руд	Породы, слагающие ПТР	Номер пробы	Содержание окислов, %								
			SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O	FeO	TiO <sub>2</sub>	MnO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O
Окварцованные, сульфидизированные вулканогенно-терригенные породы, карбонатизированные, хлоритизированные (I ПТР)	а) метавулкросланцы с тонкопрожилковым окварцеванием. Вкрапленность сульфидов	T-424	79,5	3,07	1,01	0,17	0,08	4,1	3,08	2,6	0,84
		T-416	73,38	1,63	2,45	0,15	0,15	4,2	6,16	2,4	0,98
		T-450-2	86,56	1,02	0,79	0,03	0,05	2,6	3,08	1,8	0,22
	б) метаандезиты окварцованные, карбонатизированные. Кварцевое мелкопрожилковое окварцевание сопровождается сульфидами, электрумом	T-450-3	63,57	2,68	1,01	0,28	0,12	9,7	9,52	0,8	0,27
		T-473	63,84	0,63	1,73	0,05	0,15	11,8	6,72	2,4	0,04
		T-423	59,84	2,93	2,45	0,45	0,18	13	5,88	2,2	1,88
		T-414	65,9	3,3	1,08	0,41	0,14	10,4	4,76	2,6	2
Жильный сульфидно-кварцевый с электрумом, кюстелитом, полисульфидами (II ПТР)	Кварцевые жилы с тонкопрожилковой кальцитизацией, гнездовые скопления пирита и арсенопирита с полисульфидами, низкопробным золотом	T-436	80	1,22	1,15	0,03	0,07	2	0,28	6,2	0,07
		T-464	62,27	2,76	0,94	0,03	0,2	2,3	13,44	1,6	0,28
		T-411	58,84	9,3	1,08	0,05	0,137	2,2	9,8	1	0,23
Окисленные породы с охрами Fe. As. самородным золотом (III ПТР).	Лимонитизированные руды	T-413	68,8	1,52	1,87	0,12	0,177	3,3	7,1	4,7	0,55
		T-415	76,52	2,18	2,59	0,065	0,137	2,6	5,32	2,2	0,2
		T-442	50,2	6,04	0,14	0,5	0,18	12,71	12,26	1	1
		T-443	46	8,15	0,5	0,48	0,16	17,4	7,84	3	4,51
	Метабазальт	T-453	40	1,1	2,88	0,28	0,27	7,6	24,88	2,4	0,14
Метасоматит около-жильный карбонат-полевошпат-кварцевый	T-474	49,4	2,56	0,58	0,03	0,19	9,4	15,4	0	0,07	

Продолжение табл. 3

Номер пробы	Содержание окислов, %							место взятия пробы
	Na <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	S <sub>общ.</sub>	CO <sub>2</sub>	ППП	
T-424	0,29	0,1	0,4	0	0,23	2,2	3,8	Шх. 18, штр. 1, северная стенка, 5,0 м
T-416	0,07	0,11	0,2	0	0,09	5,5	7	Шх. 18, штр. 2, юго-восточная стенка, 1,5 м
T-450-2	0,61	0,03	0,2	0,02	0,02	1,98	2,8	Расчистка 1
T-450-3	3,41	0,18	0,2	0,07	0,07	6,82	8	
T-473	3,5	0,05	0,4	0,31	0,16	5,72	8	Канавка 508, инт. 17,1 м
T-423	3,43	0,18	0,2	0	0,02	4,18	7,2	Шх. 18, штр. 1, север-северо-восточная стенка, 1,5 м
T-414	2,06	0,2	0	0	0,01	4,18	6,6	Шх. 18, рас. 18, восток-северо-восточная стенка, 16 м
T-426	0,05	0,2	0,4	0	0,04	13,42	17,2	Шх. 18, штр. 1, север-северо-восточная стенка, 1,5 м
T-436	0,5	0,03	0,4	0,21	0,16	5,28	8	Шх. 18-2, забой, инт. 19,1 м
T-464	0	0,07	0	0	1,07	11,1	12,8	Отвалы шх. 18
T-411	0	0,15	0	0,01	4,82	7,15	12,2	Шх. 18, рас. 18-1, восток-северо-восточная стенка, 16 м
T-413	0,37	0,06	0,4	0	0,04	8,8	10,8	Шх. 18, рас. 18-1, восток-северо-восточная стенка, 16,2 м
T-415	0,62	0,13	0,4	0,01	0,22	3,85	6,2	Шх. 18, рас. 18-1, восток-северо-восточная стенка, 51,5 м
T-442	3,34	0,16	0,6	0	0	9,46	12,3	Канавка 18, инт. 11,5 м
T-443	2,17	0,9	0,8	0	0,02	6,16	10	Канавка 18, инт. 19 м
T-453	2,25	0,19	0	0,02	0,01	14,9	18,2	Канавка 27, южный конец
T-474	8,46	0,07	1	2,01	0,86	9,35	13,4	Канавка 508, инт. 19,5 м

Таблица 4

Минеральный состав ПТР участка Тамдыбулак

Минерал	Содержание минералов, %														
	I ПТР							II ПТР					III ПТР		
	метатерригенные породы			метаандезиты				кварцево-жильные образования					метаэффузивы		
	T-424	T-416	T-450-2	T-450-3	T-473	T-423	T-414	T-426	T-413	T-415	T-436	T-464	T-411	T-442	T-443
Кварц	74,0	79,8	83,2	47,3	50,3	37,0	44,3	39,0	64,0	73,4	79,4	61,0	58,8	31,6	9,1
Полевой шпат	2,5		5,5	29	29,2	29,0	17,0	0,3	3,0	5,3	4,5	-	-	28,4	18
Серицит	7,0	8,0	2	2	0,4	14	8	16	4,5	2	0,6	2,5	-	8,4	38
Хлорит	8,0	7,0	5,4	2,5	7,4	7	9	11,5	6,3	7	-	6		3	9
Карбонат	5,1	12,0	2,8	15,2	12	9	0,4	29	23	9	14,2	25	16,5	21	14
Рутил	-	0,1	-	0,3	-	0,4	0,4	0,3	0,1	Ед. зн.	Ед. зн.	Ед. зн.	-	0,5	0,4
Апатит	0,2	0,2	Ед. зн.	0,4	Ед. зн.	0,4	Ед. зн.	0,4	Ед. зн.	2	Ед. зн.	0,1	2	0,4	2
Пирит	0,5		-		0,3	Ед. зн.	0,2	Ед. зн.	-	0,5	Ед. зн.		10,2	Ед. зн.	-
Арсенопирит	0,2	0,7	0,1	0,7		Ед. зн.		Ед. зн.				2	14	-	-
Галенит	0,1	Ед. зн.	-	-	Ед. зн.	Ед. зн.	Ед. зн.		-	-	-	-	0,4	-	-
Сфалерит	0,1	-	-	Ед. зн.	Ед. зн.	Ед. зн.	Ед. зн.	Ед. зн.		Ед. зн.	-	Ед. зн.	Ед. зн.	Ед. зн.	Ед. зн.
Халькопирит		-	-	-				-	-		-	-	Ед. зн.		
Золото самородное															
Скородит									0,1	0,1	-		+		0,5
Лимонит	2,5	2,4	1,0	3,0	0,7	3,2	3,7	3,5	2	2,5	1,3	3,0	Ед.зн.	6,7	9,0
Содержание Au, г/т	1,74	18	0,83	0,09	0,58	1,08	0,28	1,74	2,87	0,58	0,4	1,05	69,1	5,06	2,1
Содержание Ag, г/т	57,2	11,9	0	0	2,2	2	1,1	57,2	1,7	1,8	0	0,8	154,2	0,5	1,2

Примечание. T-424, T-416, T-450-2 – алевросланцы окварцованные, локально лимонитизированные; T-450-3, T-473, T-423, T-414, T-426 – метаандезиты окварцованные, карбонатизированные, участками брекчированные; T-442, T-443 – метаэффузив лимонитизированный, выщелоченный; T-413, T-415, T-436, T-464 – карбонат-кварцевые жилы; T-411 – карбонат-кварцевая жила с арсенопиритом, пиритом, самородным золотом, полибазитом. Ед.зн. – единичные знаки – 0,00п%.

Содержание золота и серебра в сульфидно-кварцевых жилах (II ПТР)

Номер пробы	Место взятия	Содержание, г/т		As, %	Порода, тип изменений и др.
		Au	Ag		
T-8	Разрез 17-1-2	10,0	2,8	-	Кварц из метаандезитов
T-9		8,1	12,8	-	Кварц с реликтами метасоматитов
T-10		425,0	Не опр.	0,4	Кварц из измененных углистых сланцев и андезитов
T-15		1,5	1,6	0,3	
T-16		2,27	0,0	0,4	
T-19		10,0	1,8	0,8	
T-21		1,5	0,6	0,6	В кварце тонкие прожилки карбоната, иногда гнездовые скопления. Присутствуют включения сульфидов: пирит, арсенопирит, галенит, сфалерит, халькопирит. Самородное золото выполняет трещины катаклаза в пирите, арсенопирите. Часто сростается с галенитом, халькопиритом
T-25	5,5	2,4	0,6		
T-28	ТДН-1	6,8	2,0	0,8	
T-27		7,2	5,0	>1	
T-22	Разрез 17-1-2	0,49	1,1	0,1	
T-29	ТДН-1	30,0	11,1	0,3	
T-30		4,6	3,2	0,6	
T-34		10,0	4,5	0,2	
T-41	Разрез 17-1-2, инт. 26-27 м	6,0	1,1	0,6	
T-42	То же, инт. 30 м	1,57	1,2	0,8	
T-44	Штрек 17-2, инт. 2-3 м	66,0	7,4	0,2	
T-45	То же, инт. 23 м	1,5	3,5	0,01	
T-46	То же, инт. 35-36 м	20,0	6,3	0,4	
T-47	То же, инт. 37-38 м	0,82	0,4	0,06	
T-83	Разрез 17-1-2	1,2	1,5	0,3	
T-87	ТДН-4	12,2	26,0	>1	
T-450-2	Расчистка 1	0,83	0,0	0,1	
T-498	Шх. 18-2, южная стенка, инт. 42 м	3,44	3,4	0,2	
T-411	Шх. 18, рас. 18-1, восток-северо-восточная стенка, 16 м	69,1	158,2	1	
T-464	Отвал шх. 18	1,05	0,8	0,8	
T-464-1		9,9	2,2	>1	
T-303	Канавка 555, инт. 14-15 м	55,4	2,9	Не опр.	Кварцевые прожилки с сульфидами в измененных андезибазальтах. Сульфиды частично окислены
T-305	То же, инт. 19-20 м	0,47	0,0	-	
T-315	То же, инт. 21-23 м	124,0	2,8	-	
T-304	То же, инт. 14-15 м	1,6	0,0	-	
	Среднее	29,87	9,12		

более тонком классе +0,05 мм – 543,0 г/т. Результаты химического анализа сульфидного концентрата показали наличие, %: As – 18,75-22,5, Fe – 33,6-38,5, Pb – 5,8-7,2, Zn – 0,14-0,25. Содержание Cu – 0,01-0,018.

В кварцевых жилах, не содержащих сульфидов, золото не превышает 0,7 г/т, а серебро 2,2 г/т. Химический состав сульфидно-кварцевых жил представлен в табл. 3. В жилах кварца присутствуют CaO и CO<sub>2</sub>. Пересчет химических анализов на минеральный состав представлен в табл. 4. Количество кварца меняется от 58,8 до 79,4%, кроме того отмечаются кальцит 9-25%, примеси полевого шпата, серицита, хлорита, а также минералов, входящих в состав обломков вмещающих пород. Основные элементы, сопутствующие золоту, – As, Pb, Zn.

Спектральный анализ сульфидного концентрата показал присутствие примесей меди, свинца, мышьяка, цинка, кадмия, золота, сурьмы и др. В легкой фракции, шламе отмечаются примеси висмута, бария, галлия, вольфрама, германия, олова.

Третий ПТР на участке Тамдыбулак представлен окисленными метасоматитами, развитыми по окварцованным сульфидизированным терригенно-вулканогенным породам первого ПТР, и кварцевыми жилами с окисленной сульфидной минерализацией. Рудные тела размещаются среди ожелезненных, карбонатизированных метатерригенных пород и метаандезитов. В рудах присутствуют лимонитизированные кварцевые жилы с сетью прожилков бурого карбоната. В зонах бречирования кварцевых жил и прилегающих участков вмещающих пород появляются бурые «пестроокрашенные» образования карбонат-кварц-скородит-лимонитового состава. Породы выветрелые, частично выщелоченные, с порошковатыми охристыми



скоплениями по трещинам и пустотам. Окраска буро-коричневая с зеленовато-желтыми пятнами. Содержание Au – 0,58-5,06 г/т, Ag – до 1,8 г/т. Химический состав и пересчет на минеральные компоненты представлен в табл. 3, 4.

Золото самородное приурочено к участкам скопления скородита, контактам зерен, выполненных лимонитом, скородитом. Отмечаются включения самородного олова, монацита. В руде постоянно присутствуют, %: примеси никеля – 0,001-0,003, титана – 0,008-0,04, ванадия – 0,001-0,004, хрома – 0,001-0,008, циркона – 0,001-0,002, меди – до 0,006, мышьяка – 0,02-0,1, часто отмечается цинк – 0,006-0,008, барий – 0,01-0,3 и лантаноиды, связанные с монацитом (см. рис. 1).

### Минеральный состав месторождения Тамдыбулак

В результате минералогических исследований на участке Тамдыбулак выявлен 51 минерал, из них 36 – гипогенные, а остальные гипергенные, развитые в окисленных породах (табл. 6). Впервые установлены самородное олово, монацит. Минеральный состав включает минералы пород, руд и акцессорные минералы, обнаруженные в пределах косбулакской свиты (Шурыгин, 1959; Бадалова, 1959; Аристов, 1966; Диваев, 2003). Ведущими минералами руд являются электрум, кюстелит, пирит, арсенопирит, галенит, сфалерит, халькопирит. В окисленных рудах – лимонит, скородит. Минералы зоны окисленных руд отражают, в различной степени, особенности состава сульфидов на нижележащих горизонтах. На участке

Таблица 6

Минералы руд участка Тамдыбулак  
(с учетом данных Шурыгина, 1959; Аристова, 1966; Бадаловой, 1959)

Распространенность	Минералы		
	пород	рудные	гипергенные
Главные (слагают породы, метасоматиты с рудной минерализацией)	Плагиоклаз Кварц Альбит Серицит Хлорит Турмалин Эпидот Цоизит Карбонат	Золото самородное Электрум Кюстелит Арсенопирит Пирит Галенит Халькопирит	Гётит Лимонит Скородит Питтицит
Второстепенные (реликты в породе, жилах, большей частью измененные)	Роговая обманка Пироксен Биотит Серпентин Рутил Турмалин	Магнетит Сфалерит Пирротин	Смитсонит Церуссит Ковеллин Малахит Гематит Ярозит Гипс Баритоцелестин
Редкие (ед. зн.)	Апатит Хромит Циркон Флогопит Монацит Хромшпинель Барит Гранат Флюорит Корунд Муассанит	Олово самородное	Лейкоксен Адамин Пиролозит

Тамдыбулак минералы окисленных руд играют весьма ощутимую роль. Содержание их варьирует от первых процентов до 95%.

Минералы руд установлены минералогическими, петрографическими исследованиями, а также рентгеноструктурным, минералогическим и рентгеноспектральным локальным (на микрозонде «Superprobe» JXA-8800R, аналитик М.А.Ким) анализами.

Главные минералы руд – электрум и кюстелит. Некоторые породообразующие минералы в процессе рудоотложения неоднократно переотлагались (кварц, карбонат, пирит и др.), что привело к появлению одновременных генераций. Большое число минералов встречается постоянно, но значительных концентраций не образует: халькопирит, сфалерит, галенит. Они отмечаются как в виде самостоятельных макровыделений, так и в виде микровключений в других минералах.

Ниже приводится описание минералов, в соответствии с табл. 6.

### Рудные минералы

Самородное золото является основной практически значимой минеральной формой выделения на участке Тамдыбулак. Из 106 шлифов обнаружено в 48. Самородное золото встречено в 9 пробах-протоколках, где концентрируется в тяжелой фракции совместно с пиритом, арсенопиритом, гидроксидами железа, халькопиритом.

Золото присутствует в кварцевых, кварц-карбонатных жилах и прожилках, зонах тонкопрожилкового окварцевания пород косбулакской свиты. Кварц постоянно содержит включения, гнезда, прожилки пирита, арсенопирита, количество которых варьирует от единичных зерен до нескольких процентов. Количество самородного золота в аншлифах, протолочках варьирует в широких пределах: от единичных знаков до 250 и более.

Результаты рационального анализа показали, что более 90% золота и серебра – в свободном состоянии (табл. 7). Золото в аншлифах находится в кварце, карбонате, гидрооксидах железа и мышьяка, пирите, ар-

Таблица 7

Рациональный анализ на золото и серебро проб Т-Р-1 и Т-Р-2 месторождения Тамдыбулак

Форма и характер ассоциации золота и серебра с рудными и породообразующими компонентами	Распространение							
	проба Т-Р-1				проба Т-Р-2			
	золото		серебро		золото		серебро	
	г/г	%	г/г	%	г/г	%	г/г	%
Золото и серебро свободное в виде сростков, хлориды серебра, простые сульфиды и сульфаты серебра	13	98,3	15,8	89,3	13,4	96,5	7,1	93,5
Золото и серебро, ассоциированные с минералами и химическими соединениями сурьмы, мышьяка, сульфосоли серебра	-	-	-	-	-	-	-	-
Золото и серебро ассоциированные с окислами и гидроксидами железа и марганца	0,1	0,7	1,4	7,9	0,2	1,4	0,2	2,6
Золото и серебро тонковкрапленные в сульфидах: пирите, арсенопирите, галените, халькопирите	0,32	2,4	0,3	1,7	0,24	1,7	0,2	2,6
Золото и серебро тонковкрапленные в кварце, алюмосиликатах и других кислотонерастворимых минералах	0,08	0,6	0,2	1,1	0,06	0,4	0,1	1,3
Итого в руде	13,5	100	17,7	100	13,9	100	7,6	100

сенопирите. Совместно с галенитом и халькопиритом золото выполняет трещины в пирите, арсенопирите, кварце. Часто участками локализации золотин служат контакты зерен. Размер золотин варьирует от <0,001 до 0,1-0,2 мм в аншлифах и до 2 мм в пробах-протолочках. Их форма определяется формой выполняемых полостей – пустот, трещин, контактами различной конфигурации. Поэтому характерны пластинчатые, прожилковые, неправильной формы сечения;

точечные выделения, кучные скопления золотин. Цвет самородного золота светложелтый, это характерно практически для всех встреченных разновидностей. Состав, по данным рентгеноспектрального локального анализа (РЛА), колеблется от 29,09 до 56,23% золота и от 44,62 до 70,9% серебра. Это соответствует категории весьма низкопробного золота (электрум, кюстелит). Пробность варьирует в пределах отдельных золотин (табл. 8).

Растровые снимки самородного золота приведены на рис. 2-4. В некоторых золотинах микрондовым анализом установлены, %: примеси железа – 0,28-1,96), мышьяка – 1,5-4,97, серы – 0,25-0,48 (см. табл. 8).

Зависимости между содержанием золота и количеством сульфидов или продуктов их окисления, а также содержанием золота в сульфидах позволяют предполагать нали-

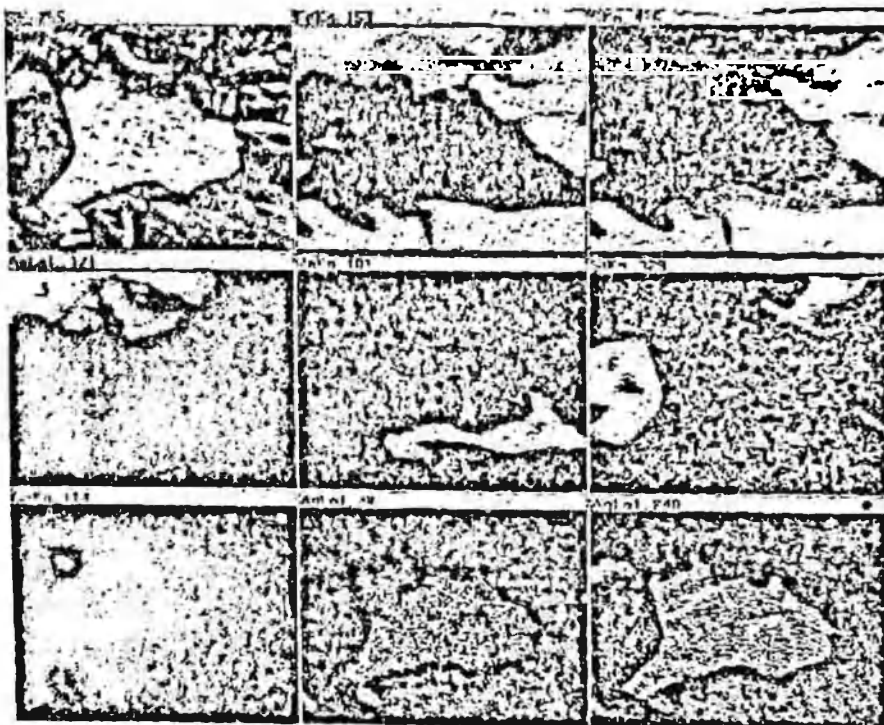


Рис. 2. Самородное золото в катаклазированном пирит-арсенопиритовом агрегате из сульфидно-кварцевой жилы. Растровые снимки в характеристическом рентгеновском излучении (ХРИ). 1 – электрум; 2 – кюстелит; 3 – арсенопирит; 4 – пирит; 5 – сфалерит; 6 – кварц; 7 – кальцит. Аншлиф Т-411-а-б.

Таблица 8

Содержание основных и попутных компонентов в минералах руд участка Тамдыбулак

Компоненты руд	Элемент	Минералы, в состав которых входит элемент	Содержание элемента в минерале, %
Основные	Золото	Электрум	53,09-56,23
		Кюстелит	29,09-49,39
	Серебра	Электрум	44,62-50,09
		Кюстелит	51,00-70,91
Попутные минералообразующие	Свинец	Галенит	85,7-87,13
	Цинк	Сфалерит	
	Медь	Халькопирит	
	Олово	Олово самородное	91,47-92,91
		Пирит	45,75-46,27
	Железо	Арсенопирит	34,49-35,01
		Халькопирит	Не опр.
		Гидроокислы Fe с As	19,43-44,11
	Мышьяк	Арсенопирит	42,6-45,07
		Скородит	23,7-25,86
	Фосфор	Апатит	
		Монацит	12,5-12,93
	Титан	Рутил, лейкоксен,	56,51-58,81
		Титаномагнетит	
	Лантан	Монацит	11,85-12,72
Церий	27,85-29,45		
Неодим	12,00-12,07		
Попутные, образующие примеси в минералах	Золото	Пирит	В виде микровключений
		Арсенопирит	
	Серебра	Галенит	До 1,49
		Сфалерит	
	Свинец	Электрум	Не опр.
	Кадмий	Сфалерит	
	Железо	Кварц, альбит, серицит, кальцит, олово самородное	
		Пирит	До 2,08
	Мышьяк	Электрум	1,5-4,37
		Монацит	0,82-0,9
		Кальцит	0,65-1,46
		Хлорит	1,52-5,55
		Оксиды Fe, As	5,22-7,84
		Олово самородное	1,23-1,54
	Сера	Электрум	0,25-0,48
	Празезодим	Монацит	2,95-3,18
	Иттрий	Циркон	
	Иттербий		
	Марганец	Кальцит	До 0,72
	Титан	Серицит	До 0,19
Цинк	Галенит	0,77-1,25	
Барий	Серицит	0,76-1,03	
Хлор	Гидроокислы Fe, As	0,23-1,34	
Ванадий	Рутил	0,9-0,99	
Элементы рассеянные, форма проявления которых неясна	Кобальт	В минералах II ПТР	Установлены спектральными полуколичественными и просыпкой анализами
	Никель		
	Галлий		
	Висмут		
	Сурьма		
	Иттрий		
	Иттербий		
	Германий		
Бериллий			

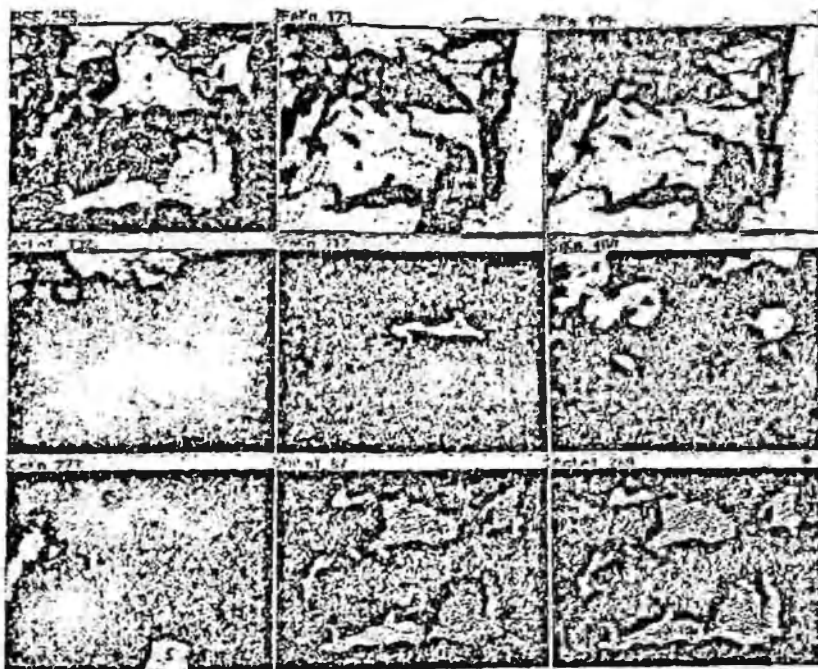


Рис. 3. Цементация раздробленного агрегата пирита самородным золотом. Растровые снимки в ХРИ. 1 – электрум; 2 – кюстелит; 3 – пирит; 4 – сфалерит; 5 – кальцит; 6 – кварц. Аншлиф Т-411-а.

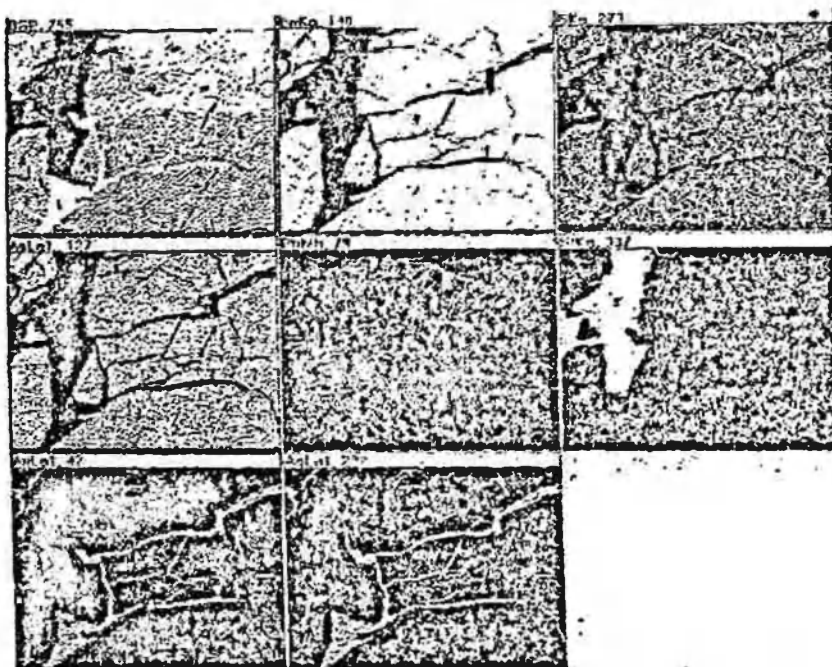


Рис. 4. Цементация арсенопирита самородным золотом и галенитом из сульфидно-кварцевого прожилка. Растровые снимки в ХРИ. 1 – электрум; 2 – кюстелит; 3 – галенит; 4 – арсенопирит; 5 – кварц. Аншлиф Т-411-а.

чие субдисперсного золота. На это указывает зависимость между золотом и мышьяком.

Пирит – довольно широко распространенный минерал, отмечается как в процессе метасоматического преобразования пород косбулакской свиты, так и в период рудоотложения.

Пирит 1 присутствует во всех типах пород. Приурочен к зонам метасоматического изменения в терригенных и вулканогенных породах, где связан с процессом березитизации. Образует вкрапленность, тонкие агрегативные скопления вдоль сланцеватости, прожилки незначительной мощности (не > 0,3-0,5%). В зоне окисления пирит переходит в гётит-гидрогётитовый агрегат и лимонит. Содержание

золота в пирите 0,08 г/т, серебра 7,2 г/т. Часто в кварцевых жилах отмечаются обломки пиритизированных пород, а в пирите – включения слюд, углистого вещества, кварца. Часто на него нарастают более поздние минералы. Встречаются кристаллы кубической формы и в виде ксеноморфных агрегатов.

Пирит 2 наряду с арсенопиритом является золотосодержащим минералом. Отмечается в кварцевых жилах, прожилках, зонах микропрожилкового окварцевания пород. Постоянно ассоциирует с арсенопиритом, трещины цементируются самородным золотом с галенитом, сфалеритом и халькопиритом (рис. 5, 6). Форма отдельных кристаллов кубическая, агрегаты ксеноморфные. В чистых разновидностях пирита отмечено 4,5 г/т золота, а в агрегативных сростках с арсенопиритом 222 г/т и выше. По данным микронзондового анализа пирита из сульфидно-кварцевой жилы (II ПТР), отмечается примесь мышьяка (0,29-2,08%) (табл. 9).



Рис. 5. Цементация катаклазированного пирита самородным золотом из сульфидно-кварцевой жилы. 1 – пирит, 2 – самородное золото, 3 – кварц, увел. 380 $\times$ .



Рис. 6. Золото-галенитовые прожилки в арсенопирите из сульфидно-кварцевой жилы. 1 – самородное золото, 2 – галенит, 3 – арсенопирит, 4 – кварц, увел. 380 $\times$ .

Таблица 9

Состав минералов кварц-сульфидных жил (II ПТР)

Номер пробы	Минерал	Fe	As	S	Si	O	Ca	Mn	Pb	Zn	SiO	CaO	FeO	MnO	
411-а	Пирит	46,3	2,08	52,98											
	Пирит (анализы по линии 1-1)	46,25	1	53,5											
		46,27	0,32	53,42											
		46,06	0,29	53,86											
		45,98	0,6	53,55											
		45,78	1,06	53,27											
	45,75	1,89	52,99												
Т-411-а	Арсенопирит	35,01	43,54	21,58											
		34,81	44,71	21,05											
		34,68	45,07	20,89											
		34,71	42,8	21,76											
		34,8	43,43	21,37											
		34,49	43,63	21,88											
	Кварц				46,94	53,48						100,42			
					46,47	52,94						99,4			
	Кальцит	0,35				16,02	39,51	0,52					55,29	0,45	0,68
		0,45				15,58	38,19	0,72					53,43	0,57	0,43
Т-411-б	Галенит			13,42					87,3						
				13,19					86,61						
	Галенит (со сфалеритом)			13,05					85,7	1,25					
		0,8		12,98					86,6	0,77					
Т-411-а	Галенит			13,42					86,58						
				13,14					86,86						

Близ контакта с арсенопиритом, содержание мышьяка в пирите возрастает. Наличие примеси мышьяка в пирите может служить индикатором руд. В зоне окисления, в лимонитах, фиксируется примесь мышьяка. Содержание пирита в тяжелой фракции кварц-сульфидных жил варьирует от 14,5 до 18,1%.

*Арсенопирит* является главным золотосодержащим минералом. Отложение арсенопирита целиком происходило в период рудообразования. Основная часть арсенопирита концентрируется во II ПТР (рис. 7; 8) (14%), где он сростается с пиритом, самородным золотом, минералами «полисульфидной»



Рис. 7. Электрум в арсенопирите из сульфидно-кварцевой жилы. 1 – арсенопирит, 2 – электрум, 3 – кварц, увел. 380 $\times$ .



Рис. 8. Прожилок самородного золота с кальцитом в арсенопирите из сульфидно-кварцевой жилы. Аншлиф Т-411-а, увел. 380 $\times$ , николи II. 1 – золото самородное, 2 – арсенопирит, 3 – галенит, 4 – кальцит, 5 – кварц.

ассоциации (см. рис. 6-8). Арсенопирит в незначительном количестве отмечается в березитизированных терригенных породах – алевролитах, алевросланцах и метаандезитах. В метасоматически измененных эффузивах арсенопирит приурочен к участкам мелкопрожилкового окварцевания, сопровождающегося карбонатными прожилками. Форма выделений арсенопирита – ромбические, короткостолбчатые кристаллы. Развивается весьма неравномерно – единичные включения, гнездовые агрегаты. Размер кристаллов до 0,6-0,8 мм, отмечаются и более крупные зерна.

В кварцевых жилах (II ПТР) агрегаты арсенопирит-пиритового состава интенсивно катаклазированы. По трещинам развиваются самородное золото, галенит, сфалерит, халькопирит. В I ПТР арсенопирит менее деформирован, количество его невелико. Включения более поздних сульфидов и золотин не отмечались. Микросондовым анализом установлено некоторое колебание (до 3%) в содержании мышьяка и менее интенсивно в изменении содержания железа и серы (см. табл. 9).

Содержание золота в арсенопирите из I ПТР – 1,54 г/т, серебра 112 г/т, из II ПТР – 222,6 г/т и выше золота и 487 г/т серебра.

Содержание арсенопирита в тяжелой фракции кварц-сульфидных жил варьирует от 40,76 до 48,9%.

В зоне окисленных руд арсенопирит окисляется, переходит в скородит, а позже в мышьяк содержащий лимонит. В зоне окисленных руд именно к таким участкам приурочено самородное золото.

*Галенит* – широко распространенный минерал сульфидно-кварцевых жил (II ПТР). Образует гнездовые скопления и трассирующие прожилки в кварце; цементирует совместно с самородным золотом, сфалеритом, халькопиритом трещины катаклаза в пирит-арсенопиритовых агрегатах (рис. 6, 9). Сростается со сфалеритом, арсенопиритом, кальцитом, развитым в виде нитевидных трещин в кварце.

Форма выделений ксеноморфная, прожилковая (см. рис. 6). Размер зерен до 1-1,5 мм. Содержание галенита во II ПТР – 0,3%, а в сульфидных концентратах 6,7-8,3%. Микросондовым анализом в галенитах установлена примесь цинка 0,77-1,25%. Редко отмечается железо (0,8%). Содержание свинца постоянно: 85,7-87,3% (см. табл. 9). При наличии галенита в руде резко возрастает содержание серебра, что связано с присутствием серебряносодержащих минералов (блеклой руды, полибазита и др.).

В зоне окисления по галениту развивается церуссит, большая часть которого перешла в лимонит, в последующем затронутый выщелачиванием.

*Сфалерит* присутствует в сульфидно-кварцевых жилах, зонах сульфидно-кварцевых прожилков. Количество в пробе – частые знаки. В сульфидном концентрате 0,2-0,37%. Сфалерит сростается с галенитом

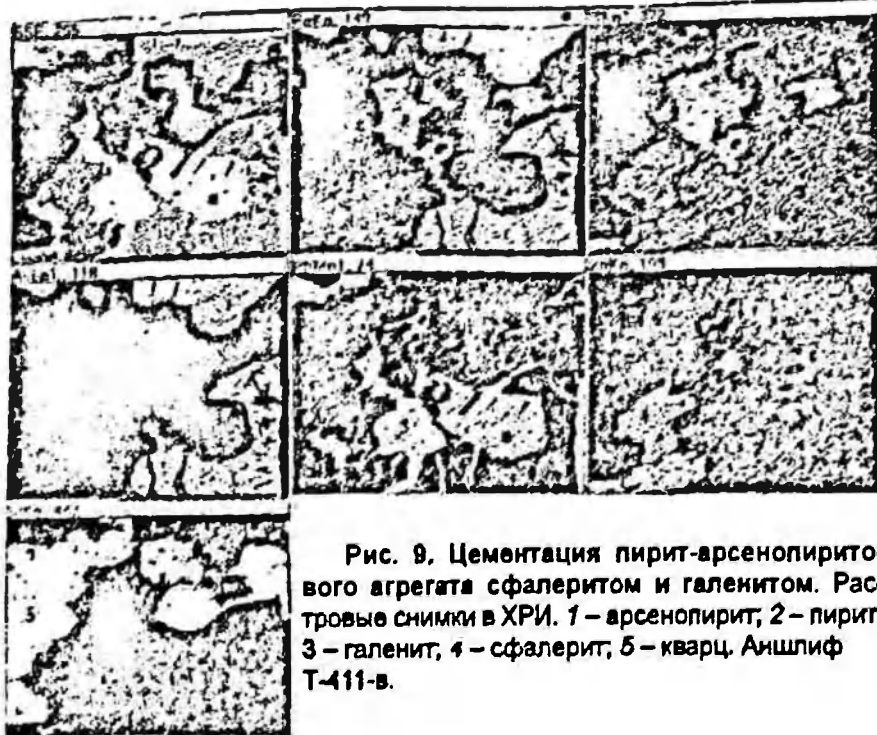


Рис. 9. Цементация пирит-арсенопиритового агрегата сфалеритом и галенитом. Растровые снимки в ХРИ. 1 – арсенопирит, 2 – пирит, 3 – галенит, 4 – сфалерит, 5 – кварц. Аншлиф Т-411-в.

В I ПТР халькопирит наблюдается в участках проявления сульфидно-кварцевых прожилков в виде микровключений. В зоне окисления окисляется до ковеллина, лимонита.

Пирротин отмечается в углеродсодержащих алевросланцах. Размещается по сланцеватости, часто в ассоциации с пиритом. Размер выделений 0,01-0,03 мм. Форма зерен – ксеноморфные, удлинённые, агрегативные скопления. В зоне окисления переходит в лимонит. Оптические характеристики стандартны (Бетехтин, 1950).

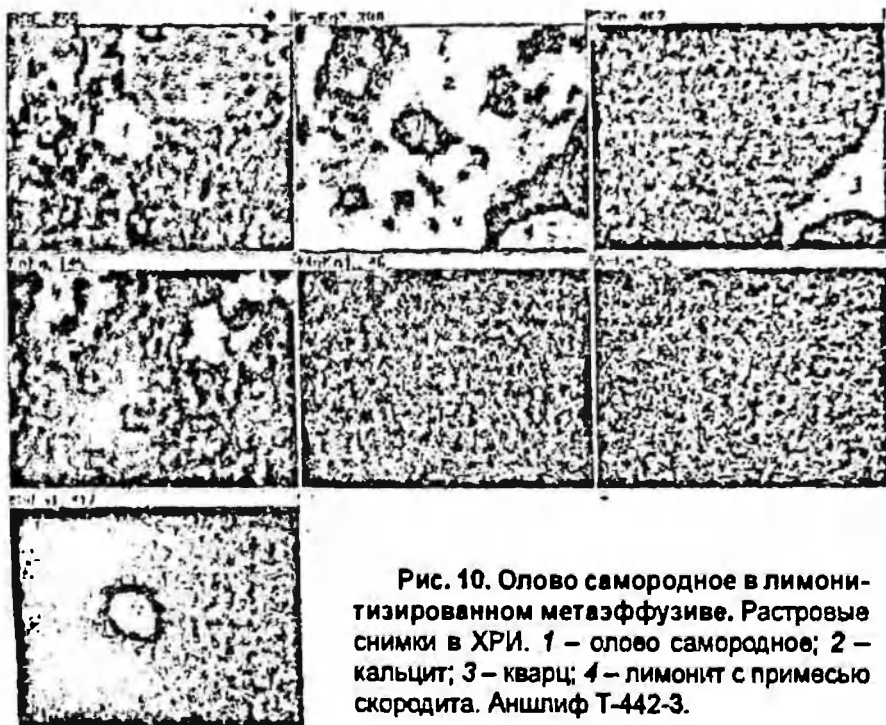


Рис. 10. Олово самородное в лимонитизированном метаэфузиве. Растровые снимки в ХРИ. 1 – олово самородное; 2 – кальцит; 3 – кварц; 4 – лимонит с примесью скородита. Аншлиф Т-442-3.

в кварце, редко с пиритом, арсенопиритом. Он вместе с галенитом относится к более поздней полиметаллической стадии и поэтому цементирует более ранние пирит-арсенопиритовые агрегаты (см. рис. 9). Содержит микровключения (0,002-0,004 мм) халькопирита. Размер скоплений сфалерита 0,01-0,06 мм. Форма выделений ксеноморфная, цвет коричневатожелтый, желто-белые внутренние рефлексы.

Халькопирит отмечается постоянно в небольших количествах во II ПТР в ассоциации с золотом, галенитом, сфалеритом. Совместно с ними выполняет трещины в пирите, арсенопирите. В сульфидном концентрате из сульфидно-кварцевых жил содержание халькопирита 0,02-0,03%. Халькопирит в виде микровключений встречается в сфалерите.

Магнетит установлен в виде редкой вкрапленности в метаэфузивах. Форма кристаллов октаэдрическая, приурочена к скоплениям хлорита, эпидота. Размер зерен 0,01-0,03 мм. Отмечен в участках скопления хлорита, биотита.

Олово самородное встречается в виде единичных зерен в метаандезитах (проба Т-442). Размер включений 0,01-0,03 мм, форма изометричная. Рентгеноспектральным локальным (микросондовым) анализом установлено, %: олово – 91,47-92,91, мышьяк – 1,23-1,54, железо – 0,97-1,09, кальций – 0,9-0,06, кремний – 0,28-0,29. Олово приурочено к участкам, подверженным карбонатизации, окварцеванию, ожелезнению (рис. 10), а также к контакту серицитизированного полевого шпата и кварца. В ассоциации с ним отмечается хлорит, рутил, карбонат.

### Нерудные минералы

Кварц – широко распространенный минерал. Отмечается развитие и совмещение в пространстве разновозрастных генераций кварца.

Кварц 1 связан с проявлением кварц-карбонат-серицит-пиритовой ассоциации и широко развит в зонах метасоматически измененных пород совместно с серицитом, карбонатом, полевым шпатом. В метабазальтах при отсутствии прожилкового окварцевания содержание кварца около 25%. Он сростается

с карбонатом, содержит включения серицита, рутила, полевого шпата. В терригенных породах развит в виде прожилков смятых вместе со слоистостью в микроскладки. Микроскопически характеризуется обильным погасанием, часто отмечается межзерновая грануляция, мозаичное распадание зерен – все это указывает на процессы внутрирудного метаморфизма. Наложение последующих минеральных ассоциаций приводит к появлению в кварцах примесей золота, серебра. Содержание золота не превышает 0,5 г/т (см. табл. 1). Содержание As – до 0,3%, Zn – до 0,01%, Pb – до 0,006%. Частота встречаемости рудных элементов 10-20%, редко, 50%.

Кварц 2 широко распространен во II ПТР. Форма выделений – жилы, прожилки различной мощности, развиты во всех типах метасоматически измененных пород. Отмечены включения, гнездовые скопления пирита, арсенопирита, самородного золота, халькопирита, сфалерита, галенита. Кварцевые жилы пересекаются тонкими (0,01 мм) прожилками кальцита.

Микроскопически кварц деформированный с обильным погасанием, трещины выполнены галенитом, карбонатом, реже, альбитом. В кварце содержатся реликты измененных пород, иногда как бы «растворенных» в нем. Содержание золота в чистом кварце незначительно, а увеличивается при наличии в нем включений золотосодержащих сульфидов. Так, в кварце из углисто-кварц-слюдистого сланца (проба Т-498-б) золото и серебро отсутствуют, а в пирите из этого прожилка содержится 4,5 г/т Au и 14,2 г/т Ag. В кварце из богатой (69,1 г/т Au) сульфидно-кварцевой жилы (проба Т-411) содержание золота в кварце составляет 2,2 г/т, а в арсенопирите и сульфидном агрегате (пирит, арсенопирит, полибазит, сфалерит, галенит, халькопирит) оно достигает 222,6 г/т и выше (табл. 10). В кварце постоянно отмечается примесь As, Pb, Zn, что указывает на наличие микровключений (0,002-0,005 мм) в нем сульфидов. Микроскопически такие микровключения обнаруживаются постоянно.

Кварц 3 связан с отложением минералов полиметаллического комплекса, ассоциирует с кальцитом, хлоритом. В нем отмечаются включения халькопирита, галенита, сфалерита. Он образует тонкие просечки, линзы, гнездовые скопления в раннем кварце, пирите, арсенопирите, заполняет трещины катаклаза. Встречается в основном во II ПТР. По-видимому, близок по времени отложения к кварцу 2.

Кварц 4 отмечается в значительных количествах в виде жил, прожилков. Цвет белый, непрозрачный, структура крупнокристаллическая. Характерным для кварца этой генерации является участие в процессах брекчирования и последующей цементации обломков. Часто в массе кварца 4 находятся участки мелкозернистого кварца 3 с сульфидами, реликтами измененных пород. Содержание золота не превышает сотых долей г/т.

*Полевые шпаты* – широко распространенные минералы косбулакской свиты. Главные минералы андезибазальтов, реже метатерригенных пород (в виде реликтов); встречаются также и в зальбандах кварцевых жил.

Плагиоклаз в эффузивных породах образует: а) порфиновые выделения размером от долей миллиметра до 1-3 мм; б) тонкозернистый агрегат в основной массе; в) новообразованный альбит.

Порфиновые зерна в андезитах интенсивно серицитизированы, иногда сохраняются лишь контуры, а все зерно состоит из смеси серицита, карбоната и других метасоматических минералов. Часто такие скопления секутся прожилками хлорита. В базальтах по порфировым зернам развивается еще и цоизит, и альбит.

В основной массе тонкозернистый (0,003-0,008 мм) полевой шпат размещается среди тонкозернистой смеси хлорита, серицита, карбоната, кварца, амфибола и др., а в базальтах присутствует цоизит, эпидот. Отмечаются прожилки, гнезда новообразованного альбита в ассоциации с хлоритом, карбонатом.

В терригенных породах, метаалевролитах, метапесчаниках полевые шпаты представлены пелитизированным альбитом, часто превращенным в глинисто-слюдистый агрегат.

Содержание полевого шпата в метатерригенных породах (I ПТР) составляет 2,5-5,5%, в метаэффузивах (I ПТР) 17-29,2% (см. табл. 4). В карбонатизированных, окварцованных разностях 0,3%, так как большая часть полевых шпатов замещена серицитом. В кварц-сульфидных жилах (II ПТР) их 5,3%, а в окисленных – 18-28,4% (см. табл. 4).

Состав альбита установлен рентгеноспектральным локальным анализом, %: Na<sub>2</sub>O – 11,58-12,45; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 20,49-21,1; SiO – 66,48-68,48. Отмечаются примеси CaO (0,52%) и FeO (0,33-0,34%).

*Турмалин* отмечается в брекчированных метаандезитах, туфосланцах (шлиф Т-4) в виде призматических кристаллов, кучных скоплений, размер 0,03-0,25 мм. Оптические характеристики стандартны (Бетехтин, 1950).

Содержания Au, Ag, As в минералах кварцевых жил (II ПТР)

Номер пробы	Место взятия	Содержание, г/т		As, %	Исследованный минерал	Порода
		Au	Ag			
T-401-1	Шх. 18, рас. 18-1, восток-северо-восточная стенка, 0-4,5 м	0,28	4,0	0,1	Кварц)	Ожелезненный кварцевый прожилок из метаалевролитов
T-408-1	Шх. 18, рас. 18-1, восток-северо-восточная стенка, 15,3 м	0,0	0,0	-		Послойные кварцевые прожилки из метаалевролитов
T-420	Шх. 18, штр. 2, юго-восточная стенка, 14 м	0,07	1,2	-		Кальцит
T-420-1		0,03	0,0	-		
T-428-1	Шх. 18, штр. 1, забой, 15,8 м	0,03	0,0	-	Кварц	Секущие кварцевые прожилки в метапесчанике
T-464	Отвал Шх. 18	1,05	0,8	0,8	Арсенопирит ромбический	Секущие кварцевые прожилки с включением арсенопирита в углистых сланцах
T-464-1		8,9	2,2	>1		
T-411-а	Шх. 18, рас. 18-1, восток-северо-восточная стенка, 27 м	2,2	0,0	>1	Кварц	Карбонат-кварцевая жила с арсенопиритом, пиритом, самородным золотом, полибазитом, сфалеритом, галенитом, халькопиритом из углистых сланцев
T-411-д		23	108,0	>1		
T-411-ж		222,8	487,0	>1		
T-477-а	Шх. 18, штр. 1, рас. 18-1-1, инт. 1-1,5 м	0,05	0,0	-	Карбонат рыхлый	Брекчиевидный кварц с реликтами ожелезненных сланцев карбонатом рыхлым, охрами лимонитов
T-477-б		0,0	0,0	-		
T-477-в		0,09	0,0	-		
T-482-а	Шх. 18-1-1, западная стенка, 17,1 м	0,08	0,0	-	Кварц	Кварц с включениями пирита из метаандезитов
T-483-а	Шх. 18-1-2, восточная стенка, 3,5 м	0,0	0,0	-	Карбонат рыхлый	Кварц с гнездами кальцита, скоплениями рыхлого карбоната, охрами Fe из зоны дробления сланцев
T-483-б		0,08	0,0	-		
T-488-а	Шх. 18-1, северная стенка, 42,8 м	0,1	0,0	-	Кварц	Дробленный ожелезненный кварц с рыхлым карбонатом, охрами от светло-желтого до красно-бурого цвета
T-488-б		0,0	0,75	0,08	Гематит-лимонитовые охры	
T-488-в		0,0	0,0	-	Карбонат рыхлый	
T-489	Шх. 18-1, северная стенка, 37,8 м	0,0	2	-	Кварц	Кварц дробленный с включениями карбоната, охристых выделений разной окраски, реликтов пирита.
T-489-а		0,08	7,2	0,08	Пирит окисленный	
T-490	Шх. 18-1, северная стенка, 32,8 м	0,0	0,0	-	Кварц	Кварц с гнездами ожелезненного карбоната
T-490-а		0,0	0,0	-	Карбонат лимонитизированный	
T-498-а	Шх. 18-2, южная стенка, инт. 42 м	4,5	14,2	0,08	Пирит	Кварц с гнездами сахаровидного карбоната, гнездами пирита из углистых сланцев
T-498-б		0,0	0,0	-	Кварц	
T-498-в		0,08	1,25	-	Ожелезненные обломки сланцев	
T-501-б	Шх. 18-2-2, западная стенка, инт. 2,4 м	0,0	0,0	-	Кварц	Кварцевые прожилки в метаандезитах
T-502-а	Шх. 18-2-2, западная стенка, инт. 9 м	1,54	1,12	>1	Арсенопирит ромбический	Кварцевые прожилки с гнездами ромбического арсенопирита в метаандезите
T-502-в		0,0	0,0	-	Кварц	
T-502-г		0,47	0,44	0,02	Окварцованный метаандезит	



*Рутил* развит в березитизированных терригенных породах, в прожилках совместно с хлоритом, карбонатом и другими минералами, слагающими листвениты. Приурочен к участкам хлоритизации, скоплениям углистых частиц. Содержание не превышает 0,5%. В рутиле микрозондовым анализом установлены, %:  $\text{TiO}_2$  – 94,25-98,09;  $\text{V}_2\text{O}_5$  – 1,33-1,46;  $\text{FeO}$  – 0,41-1,24;  $\text{CaO}$  – 1,76-2,14.

В пробах-протоколках в качестве единичных зерен отмечаются минералы, отнесенные к классу «редкие» (см. табл. 6).

*Монацит* отмечается в виде единичных зерен размером 0,01-0,03 мм в измененных окисленных метаандезитах (см. рис. 1). Приурочен к участкам с реликтами серицитизированных полевых шпатов, хлорита. Состав монацита определен рентгеноспектральным локальным (микрозондовым) анализом, %:  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 28,65-29,63;  $\text{La}_2\text{O}_3$  – 13,9-14,92;  $\text{Ce}_2\text{O}_3$  – 32,65-34,5. В виде примесей отмечаются, %:  $\text{As}_2\text{O}_5$  – 1,08;  $\text{CaO}$  – 0,52-0,61; Nd – 12; Pr – 2,95-3,18. Остальные редкие минералы (апатит, циркон, хромшпинель, барит и др.) – в виде единичных зерен в шлифах, пробах-протоколках.

*Роговая обманка* встречается в измененных базальтах косбулакской свиты 5%. Зерна удлиненной формы размером 0,03-0,1 мм. Кристаллы корродированы, замещены тремолитом, смесью карбоната, цоизита, кварца. Оптические характеристики стандартны (Лодочников, 1974).

*Пироксен (авгит)* наблюдается редко в виде реликтовых зерен размером 0,03-0,06 мм среди роговой обманки, смеси хлорита, карбоната, эпидота и кварца в метабазальтах. Цвет грязно-зеленоватый, оптические характеристики соответствуют авгиту (Лодочников, 1974).

*Биотит* встречается в виде отдельных пластинок, лейст в участках измененной роговой обманки, пироксена. По биотиту развивается хлорит. Трещины спайности выполнены рудным минералом. В терригенных породах биотит отмечается редко, часто в алевропесчаниках сростается с мусковитом, хлоритом, кварцем.

*Серпентин* отмечен вне рудных зон в метабазальтах косбулакской свиты. Встречается в виде прожилков, отдельных гнездовых скоплений. Является, по-видимому, продуктом изменений оливинов, роговой обманки, андезитов. Иногда отмечаются скопления хлорита, турмалина как продуктов изменения серпентина. В шлифах бесцветный, слабо светло-зеленый с очень слабым плеохроизмом. В прожилках прослеживается «свилеватая» текстура (хризотил). В скрещенных николях цвета интерференции – серый, белый, погасание облачное, за счет волокнистой текстуры. Это остаточный минерал лиственитов, состоящий в основном из кварца, карбоната.

*Карбонаты* – широко распространенные минералы I, II, III ПТР. В I ПТР содержание карбоната составляет 2,8-12,0% (в терригенных породах) и 0,4-29,0% в метаэффузивах. Во II ПТР в кварцевых жилах с сульфидами, отмечается 9-23% кальцита, а в III ПТР – 14-21% (см. табл. 4). Диагностика карбонатов из III и II ПТР показывает, что карбонат является кальцитом. Отмечается несколько разновидностей карбоната. В метаэффузивах установлены две генерации кальцита. Первая связана с процессом лиственитизации (по Д.С.Коржинскому, Геол. словарь, 1978). Карбонат развит по основной массе, порфиловым зернам в андезитах, базальтах. Наблюдаются кварц-карбонатные метасоматиты с реликтами андезитов. Характерным для карбоната является то, что он повсеместно содержит включения бурого лимонита (примесь оксидов Fe) по трещинам. Это создает «решетчатую» текстуру карбоната. В терригенных породах он встречается в виде прожилков, гнездовых скоплений, часто выполняет трещины сланцеватости совместно с серицитом, хлоритом, участвует в процессах складкообразования, что проявлено в появлении линз, будин по сланцеватости.

Кальцит 2 представлен прожилками в измененных породах, ассоциирует с кварцем, пересекается хлоритом. Химический состав, по данным рентгеноспектрального локального (микрозондового) анализа, %:  $\text{CaO}$  – 45,31-54,83;  $\text{FeO}$  – 0,39-7,34;  $\text{MgO}$  – 0,91-3,4;  $\text{SiO}_2$  – 0,83-3,31. Отмечается примесь мышьяка – 0,86-1,92  $\text{As}_2\text{O}_5$ . Содержание Au – 0,062 г/т.

В кварцевых, кварц-сульфидных жилах – кальцит, развитый в виде сети тонких прожилков. Его состав, %:  $\text{CaO}$  – 53,43-55,28;  $\text{FeO}$  – 0,45-0,57; Mn – 0,43-0,68 (данные микрозондового анализа).

*Тремолит* широко развит в метабазальтах (8%) в виде лучистых, «сноповидных» агрегатов среди скоплений роговой обманки и основной массы. Замещает роговую обманку, от которой в тремолите остаются реликты. В основной массе ассоциирует с цоизитом, альбитом, кварцем, входя в состав соскурита. Оптические характеристики стандартны. Часто по тремолиту развивается мелкозернистый карбонат – процесс разложения тремолита.

*Цоизит* широко развит в метаандезитах и большей частью в метабазальтах. Отмечается в виде мелкозернистых скоплений в основной массе. Ассоциирует с карбонатом, тремолитом, кварцем, альбитом.

Цоизит образует призматические кристаллы, зернистые скопления. Двойников нет, в шлифах бесцветный. Характерны аномально синие цвета интерференции, совершенная спайность.

Эпидот отмечается реже, чем цоизит; часто совместно с пиритом в metabазальтоидах. От цоизита отличается яркими интерференционными цветами. В шлифах – мелкозернистые кристаллические скопления, с включениями карбоната, пересекаются хлоритом, альбитом.

Серицит является одним из главных минералов руд. Количество варьирует от 2-8% в метатерригенных породах до 16% в метаэффузивах (I ПТР). В кварцевых жилах серицит встречается в обломках пород в количестве 0,6-4,5%, а в окисленных рудах содержание достигает 8-38%. Формы проявления – тонкие чешуйчатые скопления. Серицит в андезибазальтах замещает порфиробласты полевого шпата, вплоть до полных псевдоморфоз. Развивается в виде чешуйчатых скоплений в основной массе, совместно с хлоритом, кварцем, карбонатом, баритом, рутилом. В терригенных породах серицит совместно с кварцем, хлоритом выполняет прослои, развит в цементе пород. В кварцевых жилах серицит отмечается в пределах обломков пород, заключенных в кварце и по трещинам. В окисленных рудах серицит пропитан гидроксидами железа, образует скопления по полевым шпатам. Содержания окислов в сериците, по данным рентгеноспектрального локального анализа, %:  $\text{SiO}_2$  – 44,13-44,85;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 31,4-31,73;  $\text{K}_2\text{O}$  – 9,94-10,11;  $\text{FeO}$  – 1,87-2,07;  $\text{TiO}_2$  – до 0,32;  $\text{BaO}$  – 0,85-1,15.

Хлорит постоянно присутствует в породах косбулакского комплекса – эффузивы, терригенные породы. Формы проявления – гнезда, розетковидные агрегаты, прожилки, часто ветвящиеся. Цвет зеленовато-серый. Хлорит замещает в андезитах роговую обманку, в базальтах развивается по биотиту, а сам замещается карбонатом, кварцем. В хлорите отмечаются скопления рутила, часто к нему приурочены скопления мышьяксодержащих охр. Рентгеноспектральным локальным (микрозондовым) анализом установлены элементы, которые в пересчете на окислы дают следующий состав, %:  $\text{SiO}_2$  – 23,58-27,25;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 17,28-19,88;  $\text{MgO}$  – 12,13-15,07;  $\text{FeO}$  – 21,97-24,11;  $\text{CaO}$  – 0,92-2,9;  $\text{As}_2\text{O}_5$  – 2-7,33. Состав ближе всего соответствует Mg, Fe разновидности – прохлориту.

В метатерригенных породах хлорит ассоциирует с серицитом, развивается по сланцеватости или в виде субогласных с ней прожилков. Содержание его в I ПТР – 2,5-11,5%, во II ПТР – 6-7%, в III ПТР – 3-9% (см. табл. 4).

Углистое вещество присутствует в группе терригенных пород – сланцы, алевросланцы. Морфологически выделяются следующие разновидности: 1 – пылевидное, рассеянное; 2 – нитевидное, развитое по сланцеватости, трещинам кливажа; 3 – линейно вытянутые стяжения, гнездообразные скопления в участках брекчирования, катаклаза. В участках окисленных руд углистое вещество практически не фиксируется. Исследования состава вышеперечисленных типов углистого вещества показали преимущественное развитие антраколита, керита, графита (Отакузиев и др., 1978).

### Минералы зоны окисленных руд

Зона окисления месторождения Тамдыбулак представлена в основном продуктами разложения первичных сульфидов (пирита, арсенопирита, халькопирита, пирротина). Ниже приводится описание наиболее распространенных гипергенных минералов, которые имеют какое-то отношение к руде.

Гётит – широко распространенный минерал зоны окисленных руд. Встречается в виде псевдоморфоз по пириту, пирротину. Макроскопически представлен плотными почти черными скоплениями или кубическими кристаллами (по кубическому пириту). Микроскопически в гётите проявлена концентрическая зональность, выраженная различными оттенками серого цвета. Изменению в зоне окисления подвергаются все генерации пирита. В гётите отмечаются реликты первичного пирита, нерудные минералы, иногда гематит. Большая часть гётита переходит в лимонит и превращается в лимонитовые охры. Содержание золота в окисленном пирите – 0,08 г/т, Ag – 7,2 г/т (пр.Т-489-а).

Лимонит является одним из самых широко распространенных минералов окисленных руд и конечным продуктом изменения всех железосодержащих минералов (гётит, скородит, железосодержащие карбонаты, хлориты и др.). В зоне окисленных руд развит в виде охристых, землистых агрегатов, порошковатых скоплений различных оттенков желтого и коричневого цвета. Отмечаются псевдоморфозы лимонита по гётиту, окисленному арсенопириту (по скородиту). Часто охристые пелитоморфные скопления содержат примеси мышьяка, кальция. Содержание As меняется от 5,22 до 25,80%, Ca – от 3,86 до 9,89%, Fe – от 19,43 до 44,46% (данные рентгеноспектрального локального анализа). Лимонитовые охры такого состава

отмечаются в рудах I ПТР. В них установлены примеси: Si – 0,53-3,37%, K – до 1,55%, S – до 0,31%. Лимонитовые скопления, по-видимому, представляют сложную смесь, состоящую из скородита, возможно сложных арсенатов и лимонита. Часто такого рода смеси отмечаются в участках скоплений хлорита, карбоната. К таким минеральным выделениям приурочено самородное золото, олово, монацит. Содержание золота в корочках лимонита до 0,09 г/т. Часть золота, по-видимому, выщелочена.

*Гематит* встречается в виде ксеноморфных зерен размером до 0,05 мм в гётите, образует каемки по кристаллам гётита. Минерал бесцветный в отраженном свете, со слабо голубоватым оттенком; отражение умеренно низкое, внутренние рефлексы хорошо заметны в иммерсии.

*Ярозит* распространен в небольшом количестве среди лимонитовых охр. Отмечается микроскопически в виде изометричных зерен размером до 0,005-0,009 мм. Цвет желто-бурый. Диагностирован рентгеноструктурным анализом.

*Скородит* – широко распространенный минерал окисленных сульфидно-кварцевых жил (II ПТР). Установлен рентгеноструктурным и рентгеноспектральным локальным (см. рис. 1) анализами. Встречается в виде аморфных землистых масс желто-зеленоватого, коричнево-желтого цвета. Диагностируется макроскопически плохо, так как повсеместно ассоциирует с лимонитом, и сам окисляется до лимонита. Является продуктом окисления арсенопирита. В скоплениях охр отмечаются реликты арсенопирита (0,005-0,007 мм), редко, самородное золото. В скородит-лимонитовых охрах установлены примеси Pb, Zn.

*Ковеллин* отмечается в окисленных сульфидно-кварцевых жилах в виде мелких гнезд, заполненных сажистыми пелитоморфными скоплениями. В аншлифах устанавливается в виде включений, каемок, развивается по трещинам в халькопирите. Размер выделений 0,005-0,01 мм.

Наличие окислов цинка и свинца в окисленных рудах III ПТР предполагается по наличию в них примеси Zn, Pb.

*Лейкоксен* наблюдается редко в измененных метаэффузивах и метатерригенных породах. Развивается по рутилу в виде пелитоморфной смеси. В шлифе – мутный, непрозрачный агрегат с примесью игольчатого рутила. В отраженном свете – белый, желтоватый, «ватовидный».

*Гипс* встречен в участках окисленных руд и пород в виде корочек белого цвета, игольчатых, друзо-видных скоплений в пустотах и пелитоморфного белого агрегата в ассоциации с окислами. Оптические характеристики стандартны (Бетехтин, 1950).

### Месторождение Балпантау

На месторождении Балпантау выделены три ПТР. Их схема формирования аналогична месторождению Тамдыбулак и представлена на рис. 1.

*Первый ПТР* представлен метасоматитами серицит-кварц-карбонатного, серицит-карбонатного состава по андезитам и терригенным породам – углисто-слюдистым сланцам и песчаникам. Кроме того, отмечаются золотосодержащие апокарбонаты. В связи с этим первый ПТР подразделяется на три подтипа: 1) метатерригенные породы (углистые сланцы, бластоалевропсаммиты) окварцованные с сульфидами и самородным золотом; 2) метаэффузивы (андезиты, андезибазальты) сульфидизированные; 3) апокарбонаты окварцованные лимонитизированные выщелаченные. Золотоносность метасоматитов в выделенных подгруппах связана с наличием сульфидно-кварцевой, карбонат-сульфидно-кварцевой с золотом минерализации.

*Первый подтип* представлен песчаниками, алевролитами, сланцами кварц-полевошпат-серицитового, серицит-хлоритового составов, иногда с примесью углистого вещества. Породы карбонатизированы, секутся прожилками кварца мощностью от долей миллиметра до 1-3 мм. В кварце локально отмечаются пирит, арсенопирит, реже, халькопирит и др. К участкам дробления, катаклаза сульфидов, зонам контактов сульфидов и кварца приурочено самородное золото ряда электрум-кюстелит.

Золотовмещающие породы часто брекчированы, отмечается обилие трещин, выполненных кальцитом. Цемент песчаников перекристаллизован, превращен в лепидогранобластовый серицит-хлорит-кварцевый (иногда с полевым шпатом) агрегат. Обломочные зерна большей частью перекристаллизованы. Содержание золота в углисто-слюдисто-кварцевых сланцах без прожилковой сульфидно-кварцевой минерализации составляет 0,4 г/т, а серебра не более 2,1 г/т. В сульфидах содержание золота 0,46-3,22 г/т; в арсенопирите – 7,35-48,7 г/т; гидрооксидах Fe – 3,2-27,2 г/т.

Таблица 11

Содержания золота и серебра (г/т) в метаалевропсаммитах месторождения Балпантау

Номер пробы	Au	Ag	Характеристика породы
150	<0,05	3,1	Метаалевропсаммиты
152	п.7	0,5	
154	10,2	3,1	То же, с кварц-сульфидными прожилками
159	0,8	1,3	Метаалевропсаммиты
169	<0,05	1,8	
170	<0,05	0	
173	0,42	1,3	
87	0,39	1,7	
194	0,08	0,8	
195	<0,05	0,8	
198	0,08	0,4	
198-6	0,94	0,9	
197	0,51	10,5	
Среднее	1,07	1,98	

В метаалевропсаммитах осложненных прожилками сульфидно-кварцевого состава с золотом, отмечается содержание золота <0,05-10,2 г/т и до 10,5 г/т серебра (табл. 11).

Химический состав золотосодержащих пород не постоянен, %: SiO<sub>2</sub> – 44,5-76,5; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 1,0-30; FeO – 0,36-2,56; TiO<sub>2</sub> – 0,1-0,75; MnO – 0,015-0,05; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 5,4-16,5; CaO – 1-4,54; MgO – 0,2-3,32; K<sub>2</sub>O – 0,67-3,31; Na<sub>2</sub>O – 0,39-4,76; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,03-0,61; SO<sub>3</sub> – до 0,48; S<sub>общ</sub> – 0,11-2,48; CO<sub>2</sub> – 0,22-3,96.

Минеральный состав руд, %: кварц – 18-75,6; альбит – до 40; серицит – 4-28; хлорит – 1-16; кальцит – 2-13,9; каолинит – 0,3-9; пирит – 0,4-5,3; гидроксиды железа – до 32. Количество остальных минералов незначительное.

В породах с повышенным содержанием золота постоянно присутствуют, %: мышьяк – до 0,6, цинк – 0,001-0,03, свинец – до 0,004, медь – до 0,004, никель – 0,003-0,01, кобальт – до 0,003, ванадий – 0,001-0,04, хром – 0,002-0,06. Спорадически отмечаются молибден, олово, галлий, бериллий, иттрий, иттербий, скандий. Почти постоянно цирконий (0,001-0,01), стронций (до 0,3), барий (до 0,4).

По данным рационального анализа, в углеродсодержащих сланцах 65,7% Au находится в свободном состоянии, 15,4% тонковкрапленное в кислотонерастворимых соединениях.

В метасоматитах полевошпат-серицитового состава по углеродистым сланцам, по данным рационального анализа, с сульфидами связано 36% золота, 28% ассоциирует с кислоторастворимыми соединениями, 20% находится в свободном состоянии, а 16% – тонковкрапленное в кислотонерастворимых соединениях.

Ко второму подтипу отнесены метасоматиты по андезитам с сульфидно-кварцевой минерализацией. Породы плотные серого или зеленовато-серого цвета, часто мелкопорфировой структуры. Количество вкрапленников варьирует от единичных до обильных, их размеры достигают 2-3 мм. Вкрапленники представлены плагиоклазом, а основная масса – полевошпат-серицитовым агрегатом с более поздними прожилками, гнездами хлорита. Порфировые зерна полевого шпата карбонатизированы, серицитизированы, иногда практически полностью, сохраняется лишь контур. Часто отмечаются пересечения хлоритовыми, карбонатными и кварцевыми прожилками. Основная масса представлена тонкозернистыми агрегатами серицита, полевого шпата, хлорита, кварца, иногда отмечается биотит, турмалин. Постоянно присутствуют скопления карбоната ожелезненного вдоль трещин спайности, за счет чего образуется «решетчатая» текстура. В основной массе довольно редко встречаются реликты стекла.

Прожилковая минерализация представлена кальцитом прозрачным, секущим вмещающую породу, хлоритом, реже, альбитом и кварцем, часто содержащим вкрапленность рудных минералов.

Содержание золота 0,05-10,2 г/т (ср. 1,17) Повышение содержаний наблюдается в метасоматитах с прожилковой сульфидно-кварцевой минерализацией. Содержание серебра 0,4-10,5 г/т.

Химический состав варьирует в широких пределах, %: SiO<sub>2</sub> – 52,2-80; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 1,16-13,59; FeO – 1-4; TiO<sub>2</sub> – до 0,65; MnO – 0,015-0,08; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 3,4-14,5; CaO – 1,12-5,32; MgO – 0-2,8; K<sub>2</sub>O – 0,44-2,89; Na<sub>2</sub>O – 0,51-4,52; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,01-0,28; S<sub>общ</sub> – 0,11-3,43; CO<sub>2</sub> – 0,44-8,23; SO<sub>3</sub> – 0,04-0,45; H<sub>2</sub>O – 0,2-0,8.

Минеральный состав, %: кварц – 16-68,7; альбит – 4,4-38; серицит – 3,5-28; хлорит – 0-8; кальцит – 2-11; каолинит – до 4; пирит – до 6; гидроксиды Fe – до 14,4; золото самородное – ед. зн.

Из сопутствующих элементов постоянно присутствуют примеси, %: As – 0,01-0,6; Cu – 0,001-0,02; Zn – 0,001-0,03; Pb – 0,001-0,006. В единичных пробах встречена Sb – 0,01. Этот комплекс элементов сопровождает золотую минерализацию.

По данным рационального анализа, преобладающими формами нахождения золота является свободное (44,5%) и тонковкрапленное в кислотонерастворимых соединениях (27,85). С пиритом и арсенопиритом ассоциировано 9,2% золота, а с кислоторастворимыми соединениями – 18,5%.

Третий подтип представлен апокарбонатами – окварцованными, окремненными карбонатными породами, лимонитизированными, часто выщелоченными, с обильными охрами лимонита, корками гипса

в пустотах. Содержание золота в этом подтипе варьирует от 0 до 0,13 г/т и лишь в интенсивно кремнистых разностях с сульфидной минерализацией повышается до 2,11 г/т.

Химический состав варьирует, %:  $\text{SiO}_2$  – 46-58,5;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 2,18-2,66;  $\text{FeO}$  – 2,2-4,43;  $\text{TiO}_2$  – 0,25-0,4;  $\text{MnO}$  – 0,06-0,08;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 4-9,8;  $\text{CaO}$  – 9,8-11,2;  $\text{MgO}$  – 5,2-5,4;  $\text{K}_2\text{O}$  – 0,2-0,73;  $\text{Na}_2\text{O}$  – 1,12-3,5;  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 0,37-0,9;  $\text{S}_{\text{общ}}$  – 0,37-0,9;  $\text{CO}_2$  – 11,66-14,1.

Минеральный состав достаточно прост, %: кварц – 60-40, кальцит – 30-40, лимонит – до 10, пирит – ед. зн., гипс, каолинит – корки. В обломках пород в участках брекчирования встречаются хлорит, серицит, альбит.

Из попутных компонентов постоянно встречаются, %: As – 0,01-0,1; Cu – <0,001-0,007; Zn – <0,001-0,01; Pb – <0,001-0,003. Содержание серебра 0-2,3 г/т (ср. 0,9 г/т).

**Второй ПТР – кварцево-жильный**, широко распространен на рудопроявлении и является продуктивным на золото. Руды представлены кварцевыми жилами различной мощности. Кварц серовато-белый, часто содержит включения измененных вмещающих пород. Последние иногда как бы «растворены» в кварце. Трещины в кварце выполняются Fe-содержащим кальцитом. В кварцевых жилах присутствуют гнездовые скопления сульфидов, среди которых преобладает арсенопирит в сростании с пиритом. В катаклазированных, трещиноватых агрегатах развиваются более поздние сульфиды – галенит, сфалерит, меньше – халькопирит. Постоянно совместно с ними отмечается самородное золото ряда электрум-кюстелит.

Содержание золота в кварц-сульфидных жилах (табл. 12) 0,1-10,8 г/т (ср. 1,81 г/т), серебра – 0,8-16,8 г/т.

Количество сульфидов чуть меньше 5%. Основными концентраторами золота являются сульфиды. Максимальное содержание золота отмечается в сульфидных концентратах (табл. 13). Результаты химического анализа сульфидного концентрата, %: As – 0,08-12,4, Fe – 5,6-23,1, Pb – 0-0,004, Zn – 0,058-0,084, Cu – 0,01-0,75 (табл. 14).

В жилах кварца присутствуют CaO и  $\text{CO}_2$ . Количество кварца 58,6%, кроме того, отмечаются кальцит – 2%, альбит – <5%, серицит – 5-7%, хлорит – 2%, пирит, арсенопирит, халькопирит, самородное золото, сфалерит, галенит.

Таблица 12

Содержания золота и серебра (г/т)  
в кварцевых жилах с сульфидами (II ПТР)

Номер пробы	Au	Ag	Характеристика породы
Блп-117	0,27	1,91	Кварц с сульфидами
Блп-121	3,3	9,14	Кварц с обломками пород, пиритом и Au
Блп-134	1,56	3,03	Кварц с пиритом, лимонит и Au
Блп-153	0,64	2,7	Кварц с гнездами пирита
Блп-157	2,34	2,3	Кварц из углистых сланцев с пиритом
Блп-182	0,27	4,2	Кварц с вкрапленностью пирита, халькопирита
Блп-413	2,45	1,8	Кварц с гнездами сульфидов
Блп-423	1,52	0,8	Кварц с реликтами углистых сланцев с пиритом
Блп-424	0,45	0,8	Кварц с вкрапленностью сульфидов, гнездами полевого шпата
Блп-300	0,65	1,1	Кварц с сульфидами
Блп-301	1,29	2	
Блп-302	10,8	16,8	Послойный кварц с сульфидами
Блп-303	0,64	1,6	Секущий кварц – сульфидный прожилок
Блп-304	0,1	0,5	Кварц с сульфидами (гнездо)
Блп-305	0,22	4,5	Секущий кварц – сульфидный прожилок
Блп-306	3,37	1	Послойный кварц с сульфидами
Блп-307	0,98	1,1	Кварцевый прожилок с сульфидами
Среднее	1,81	3,25	

Таблица 13

Содержания золота и серебра (%)  
в сульфидных концентратах

Номер пробы	Au	Ag	Номер скважины, место взятия
11-20/52	48,7	7,43	11, гл. 111,5-114 м
11-20/54	3,22	4,26	11, гл. 116-118,5 м
14-20/22	13,2	12,84	14, гл. 42,5-45 м
14-20/21	27,2	17,69	14, гл. 40-42,5 м
14-20/49	10,6	8,2	14, гл. 109-111 м
14-20/33	7,35	7,7	14, гл. 70-73 м
14-20/28	0,57	3,7	14, гл. 57,5-60 м
14-20/18	0,46	3,54	14, гл. 48-50 м
14-40/48	35,4	25,5	14, гл. 114-117 м
14-40/58	28,4	19,5	14, гл. 136-138 м
14-40/59	38,7	36,25	14, гл. 138-140 м
14-40/60	28,3	10,77	14, гл. 140-142 м
14-40/68	52,33	32	14, гл. 156-158 м
14-40/90	14,5	13,25	14, гл. 199-201 м
14-40/91	20,05	6	14, гл. 201-203 м
14-40/92	8,2	8,89	14, гл. 203-205 м
14-40/93	9	9,45	14, гл. 205-207 м
14-40/94	14,9	11,5	14, гл. 207-209 м
14-40/97	14,87	18,5	14, гл. 213-215 м
14-40/101	19,9	20	14, гл. 221-223 м
14-40/102	129,83	31,5	14, гл. 223-225 м

Содержание отдельных элементов (%) в пробах и продуктах гравииобогащения руд участка Балпангау

Номер пробы	Продукт обогащения	Cu	As	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	Fe <sub>обс.</sub>	S <sub>обс.</sub>	SO <sub>3</sub>	S <sub>сульф.</sub>	Zn	Pb	
12-60/32	Концентрат	0,12	5,81	39	2,7		39,32	0,08	39,24	0,06	0,004	
14*-30111		0,1	1,94							0,058	0	
14*-30120			1,81	34,2	4,32		37,26	0,38	36,88			
14*-30118		0,28	2,47	22	4,5		33,39	0,42	32,97	0,078	0,004	
14*-30114		0,53	3,19	19,8	3,96		38,77	0,49	38,28	0,078	0	
14*-30117			0,93	14,81	7,92		14,8	0,36	14,44			
14*-3095		0,02	8							0,084	0	
14*-30103			5,63	29,2	3,42		0,69	0,34	0,35			
14*-30101			5,88	17,9	3,6		30,63	0,36	36,27			
14*-40/48			4,75	37,6			28,784	0,017	28,78			
14*-40/58			0,95	40			40,346					
14*-40/59			1,6	46			38,4	0,017	38,993			
14*-40/60			1,44	42,8			31,335	0,137	31,28			
14*-40/69			0,36	37,8			20,653					
14*-40/90			0,66	37,2			23,738	0,206	23,656			
14*-40/91			0,09									
14*-20/33			7,63				23,1		22,36			
14*-20/18		0,75					15,4		16,32			
БЛП-400 <sup>с</sup>			1,65				18,2		0,094			
БЛП-408 <sup>с</sup>			2,88				5,6		3,32			
БЛП-427			3,31				6,44		0,012			
14*-40/93			1,05	23			16,712	0,219	16,62			
14*-40/94			0,08	36			2,622	0,216	2,54			
14*-40/97			0,31	38			22,682	Нет материала				
14*-40/101			5,58	46			47,428	0,501	37,23			
14*-40/102			12,38	46			28,977	Нет материала				
14*-40/94		Пром. продукт		0,11	9,4			2	0,377	1,98		
14*-40/101				0,53	8,4			4,838	0,151	4,78		
14*-40/102				0,36	8			1,519	0,178	1,45		
14*-40/48				0,33	12,6			6,925	0,165	6,86		
14*-40/94		Легкая фракция		0	5			0,338	0,017	0,33		
14*-40/101				0	2,4			0,148	0,014	2,14		
14*-40/102			0	4			0,162	0,151	0,102			
14*-40/94	Шлам		0	4			0,312	0,041	0,296			
14*-40/101			0,03	3,25			0,481	0,393	0,324			
14*-40/102			0	3,3			0,48	0,206	0,066			

Основными элементами, сопутствующими золоту, являются, %: As – 0,02-0,6; Cu – 0,001-0,01; Zn – <0,001-0,1; Pb – <0,001-0,02.

Спектральный анализ сульфидного концентрата показал присутствие примесей Ba, W, Mn, Cu, Mo, As, Pb, Zn и др. В легкой фракции, шламе отмечаются те же примеси, но в меньших количествах.

Третий ПТР – окисленный, представлен кварцевыми жилами с гнездами лимонитизированного карбоната, обломками пород, полевого шпата обеленного. В пустотах выщелачивания – охры лимонита с включениями самородного золота. В рудах присутствуют лимонитизированные кварцевые жилы с сетью прожилок бурого карбоната. В зонах брекчирования кварцевых жил и прилегающих участков вмещающих пород появляются бурые «пестроокрашенные» образования карбонат-кварц-скородит-лимонитового состава. Породы выветрелые, частично выщелоченные, с порошковатыми охристыми скоплениями по трещинам и пустотам. Окраска буро-коричневая с зеленовато-желтыми пятнами.

Химический состав, %: SiO<sub>2</sub> – 77,2; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 2,75; FeO – 1,12; TiO<sub>2</sub> – 0,4; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 10,2; CaO – 1,12; MgO – 0,6; K<sub>2</sub>O – 1,63; Na<sub>2</sub>O – 1,67; CO<sub>2</sub> – 0,9; SO<sub>3</sub> – 0,034; H<sub>2</sub>O – 0,3; S<sub>сульф.</sub> – 0,6.

Таблица 15

Содержания золота и серебра (г/т) в лимонитизированных карбонат-полевошпат-кварцевых жилах

Номер пробы	Au	Ag
Блп-109	0,31	3,38
Блп-118	4,79	5,63
Блп-128	0,43	0,94
Блп-128	3,37	4,87
Блп-132	1,48	1,64
Блп-167	1,15	0
Блп-168	18,6	1,3
Блп-401	0,87	5,4
Блп-418	115	7,8
Блп-421	0,2	2,97
Блп-422	0,51	0,3
Блп-425	0,16	0,3
Блп-429	0,52	2
Блп-434	0,44	0
Блп-438	0,26	0,5
Среднее	9,87	2,47

Минеральный состав, %: золото самородное – ед. зн.; пирит – ед. зн.; кварц – 58,6, гидроксиды Fe – 3; каолинит – 5; альбит – 14; серицит – 14; хлорит – 2; кальцит – 2.

Содержания золота в этом подтипе варьируют от 0,2 до 115 г/т (ср. 9,87 г/т) и серебра от 0 до 7,8 г/т (табл. 15). Золото самородное, приурочено к участкам скопления скородита, контактам зерен, выполненным лимонитом, скородитом.

В руде постоянно присутствуют примеси, %: Sb – 0,001-0,01; As – 0,01-0,3; Cu – 0,002-0,01; Zn – 0,001-0,02; Pb – <0,001-0,004.

По данным рационального анализа, 91,6% золота находится в свободном состоянии или в виде сростков с рудными компонентами.

В поздних кварцевых жилах, не содержащих сульфидов, золото не превышает 0,5 г/т, а серебро 9,3 г/т.

### Минеральный состав руд месторождения Балпантау

Минеральный состав руд месторождения относительно прост. Он включает 32 минерала. Минералами, дающими заметные скопления, являются пирит и арсенопирит. Часть минералов халькопирит, пирротин, марказит встречается постоянно, но значительных концентраций не образует. Они отмечаются как в виде самостоятельных макровыделений

так и в виде микровключений в других минералах. Остальные минералы встречаются спорадически в виде микровключений или редких прожилков.

Охарактеризуем наиболее важные минералы, определяющие рудоносность площади или имеющие индикаторное значение.

### Рудные минералы

Самородное золото является промышленно значимым минералом месторождения. В эндогенных рудах Балпантау нами установлены микро- и макроскопические выделения самородного золота в кварце, гидроксидах железа, карбонате лимонитизированном, пирите и арсенопирите (рис. 11-15).

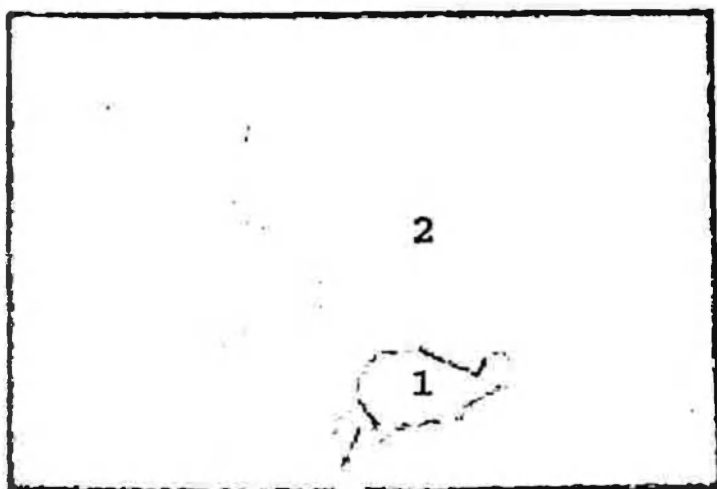


Рис. 11. Самородное золото в жильном кварце. 1 – самородное золото, 2 – кварц. Аншлиф Блп-134, увел. 600 $\times$ .



Рис. 12. Самородное золото в гидроксидах железа в кварцевой жиле. 1 – золото самородное, 2 – кварц, 3 – гётит, 4 – охры лимонит-скородита. Аншлиф Блп.Тп-5, увел. 700 $\times$ .



Рис. 13. Самородное золото из кварц-карбонатной жилы 1 – самородное золото, 2 – кварц, 3 – карбонат лимонитизированный. Аншлиф Блп-121<sup>а</sup>, увел. 285<sup>х</sup>.

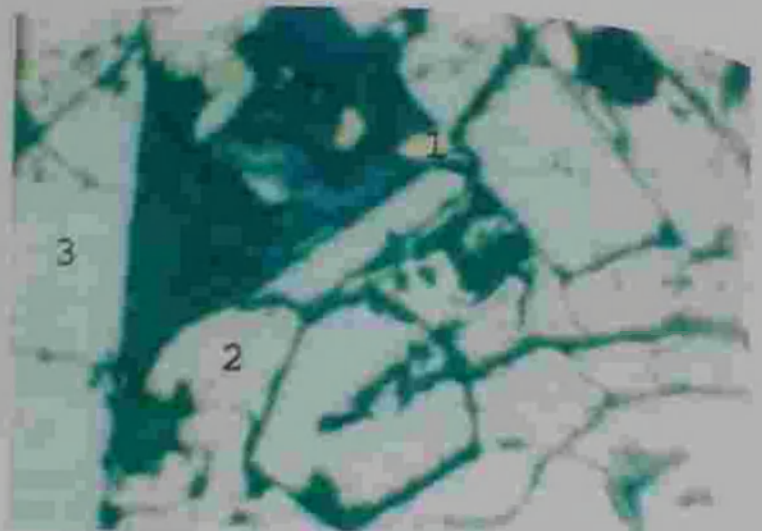


Рис. 14. Самородное золото в метаандезите с сульфидами 1 – самородное золото, 2 – пирит, 3 – арсенопирит. Аншлиф Блп-111, увел. 530<sup>х</sup>.

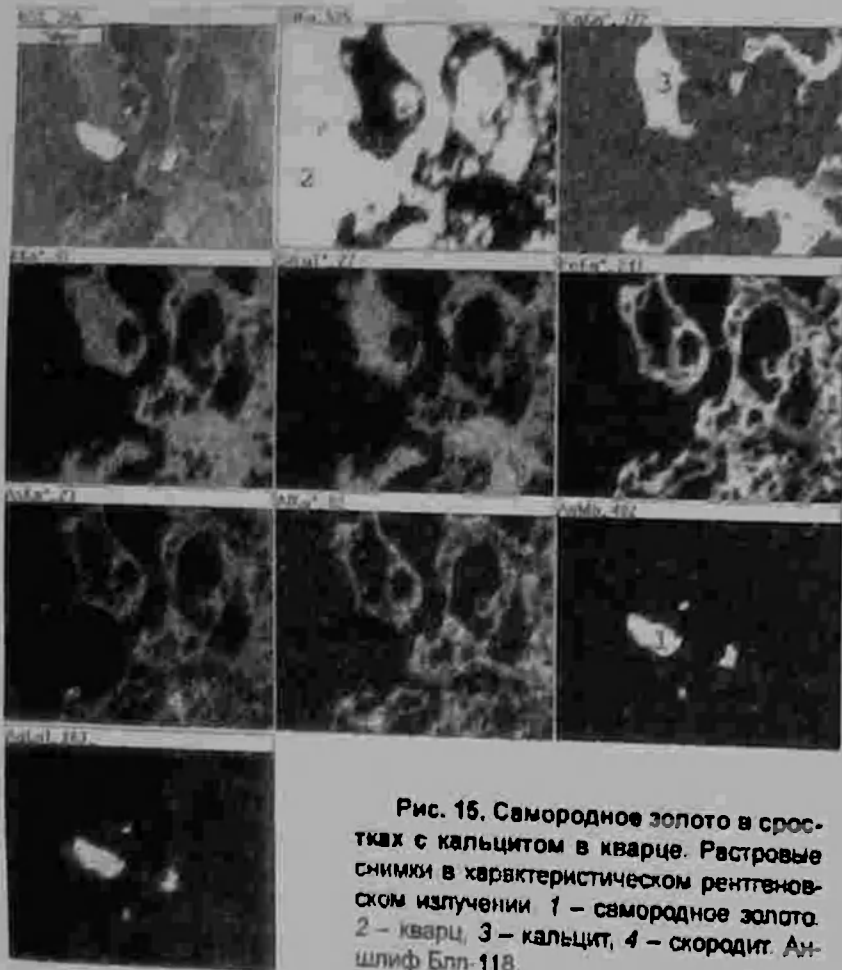


Рис. 15. Самородное золото в сростках с кальцитом в кварце. Растровые снимки в характеристическом рентгеновском излучении 1 – самородное золото, 2 – кварц, 3 – кальцит, 4 – скородит. Аншлиф Блп-118.

Самородное золото и серебро, по данным рационального анализа, встречаются в виде следующих разновидностей: 1) свободные и в виде сростков с рудными компонентами (см. рис. 11, 14); 2) тонковкрапленные в кварце; 3) в оксидах и гидрооксидах Fe (см. рис. 12), карбонатах (см. рис. 13); 4) тонковкрапленные в сульфидах пирит-арсенопиритовой ассоциации (см. рис. 14).

Самородное золото первой разновидности определяет, в большинстве случаев, золотоносность района. Оно связано с проявлением кварц-золотой минеральной ассоциации и отмечается в виде микровыделений в кварцевых, кварц-карбонат-лимонитовых прожилках. Макровидимое самородное золото встречается редко, образует сростания с доломитом, пиритом, арсенопиритом. Концентрируется в жильной массе весьма неравномерно, образуя микроотложения, просечки по трещинам. Более широко развито микровидимое самородное золото тонкодисперсное и пыле-

видное. Форма золотин ксеноморфная, амёбовидная, овальная, каплевидная, прожилковая. Они размещаются в трещинах, контактах зерен ранних сульфидов (см. рис. 14). Часто золото совместно с халькопиритом и жильной массой цементирует дробленные, брекчированные зерна арсенопирита (аналогия этому отмечалась на Тамдыбулаке).

Самородное золото второй разновидности концентрируется в полевошпат-кварцевом агрегате вблизи сульфидов. Отмечаются частые сростания золота с халькопиритом. Совместно с золотом в прожилках присутствуют пирит, халькопирит, единичные зерна рутила. Общее количество золотин, по сравнению с количеством просмотренных аншлифов, невелико.



Размер золотин колеблется от 0,1 мм до 0,001 мм и меньше. Преобладают золотины класса 0,001-0,009 мм и <0,001 мм. Цвет золота бледно-желтый. Золото низкопробное и относительно низкопробное. Из элементов примесей установлены железо, никель, медь, хром, мышьяк, сурьма.

Золото 3 связано с кварц-карбонат-лимонитовой (ранее сульфидсодержащей) ассоциацией (см. рис. 12, 13) и определяет наличие золота в сульфидах. Встречается в виде единичных знаков. По пробности оно соответствует кюстелиту. Кюстелит отмечается на контакте пирита с включенным в нем арсенопиритом, этим и объясняется локальное повышение серебра в сульфидах. Кюстелит играет незначительную роль в общем балансе золота из-за малой распространенности полисульфидной ассоциации.

Субдисперсное золото в сульфидах первой разновидности образует точечные выделения золота размером меньше микрона. Содержание золота в сульфидах весьма незначительно. Зависимость между его содержанием и количеством сульфидов золото-пирит-арсенопиритовой ассоциации, а также содержанием золота в этих сульфидах, позволяет предполагать существование субдисперсного золота.

*Пирит* является наиболее широко распространенным минералом, отлагавшимся и переотпагавшимся в течение длительного процесса рудообразования. Минерал в различных количествах присутствует во всех типах пород, приурочен к зонам метасоматического изменения, образуя прожилково-вкрапленные формы выделений. Выделяются несколько генераций пирита, соответственно относимых к определенным парагенетическим минеральным ассоциациям. Пирит 1 широко развит в зоне измененных пород. Он образует равномерную вкрапленность, реже, согласные или секущие сланцеватость прожилки, линзовидные агрегаты. Количество его меняется от 3-5 до 20%. Пирит 2 – основной золотосодержащий минерал золото-пирит-арсенопиритовой ассоциации (см. рис. 14) и составляет от 40 до 60% от ее объема. Он постоянно срастается с арсенопиритом, образует неравномерную вкрапленность, часто сгущения по трещинам, кружевные, агрегативные сростания. В минерале отмечаются включения карбоната, углистого вещества, слюд, единичные включения пирротина, халькопирита, самородного золота. Агрегаты часто брекчированные, трещиноватые. Трещины залечены более поздними минералами. Пирит 3 кварц-полевошпат-золотой ассоциации встречается в небольших количествах (не более 10% от объема ассоциации). Габитус кристаллов пентагондодекаэдрический, чаще встречаются ксеноморфные, агрегативные скопления. Размер не более 0,5-0,9 мм. В пирите отмечаются включения самородного золота. Сопутствующие элементы, %: медь – 0,001; серебро – 0,1; золото – 0,01. Пирит 4 входит в состав халькопирит-карбонат-серебряной ассоциации и встречается в прожилках в виде хорошо образованных пентагондодекаэдров, часто собранных в цепочковидные агрегаты по зальбандам прожилков. Кристаллы трещиноватые, по трещинам развивается халькопирит. Пирит имеет зональную структуру с близкопаралельными зонами роста. Пирит 5 кварц-карбонатной минеральной ассоциации относится к пострудному и входит в состав кварц-карбонатных прожилков в количестве до 5%. Количество элементов-примесей незначительно.

*Арсенопирит* является вторым по распространенности и основным минералом-концентратором золота (см. рис. 14). Образует несколько генераций. Арсенопирит 1 входит в состав золото-пирит-арсенопиритовой минеральной ассоциации, постоянно срастается с пиритом. Часто им выполняется центральная часть линзовидных агрегатов, тогда как по периферии развивается пирит. Арсенопирит образует вкрапленность, реже отмечаются цепочковидные скопления по сланцеватости. Размер кристаллов варьирует от 1,5 до 3 мм, хотя встречается и более мелкие. Габитус кристаллов дипирамидальный, реже, короткостолбчатый. Содержит включения нерудных минералов, пирротина. Арсенопирит 2 входит в состав кварц-арсенопиритовой минеральной ассоциации и в небольших количествах встречается в кварцевых жилах. Форма кристаллов дипирамидальная, отдельные кристаллы достигают размера 0,7 мм-1 см. Структурное травление выявило зональное строение без следов деформаций.

Халькопирит, сфалерит, пирротин, галенит наблюдаются довольно часто, но значительных скоплений не образуют. Часть этих минералов является спутниками золота, а часть входит в состав серебряносодержащих ассоциаций.

*Халькопирит* встречается постоянно, в небольших количествах. Отмечаются несколько генераций минерала. Халькопирит 1 входит в состав кварц-полевошпат-золотой минеральной ассоциации и встречается в виде макро- и микровыделений. Ассоциирует с самородным золотом 2, образуя микропросечковые скопления в ранних сульфидах. Элементы-примеси, %: Mg, Zn – 0,6; Ca, Fe, Cu – 1; Mn, Ni, Ag – 0,00п; Ti – 0,06. Халькопирит 2 входит в состав полисульфидного комплекса и является главным минералом

карбонат-халькопирит-серебряной минеральной ассоциации. Он встречается в виде гнездовых скопления размером до 1,5 см в доломитовых прожилках совместно с пиритом 4, иногда сфалеритом, арсенопиритом.

Сфалерит присутствует в небольших количествах в составе карбонат-халькопирит-серебряной ассоциации, составляя менее 5% от ее объема. Отмечаются прожилковые и вкрапленные выделения сфалерита, обычно с эмульсионной вкрапленностью халькопирита. Сфалерит характеризуется повышенным содержанием кадмия, присутствием свинца и меди.

Пирротин встречается спорадически в виде микровключений в ранних сульфидах и в составе карбонат-халькопирит-серебряной ассоциации совместно с халькопиритом, сфалеритом. Пирротин образует ксеноморфные или пластинчатые выделения с неровно изрезанными краями. Часть зерен преобразована в пирит-марказитовой агрегат. Из элементов-примесей отмечаются никель, кобальт, серебро, цинк.

Галенит устанавливается редко в эндоконтактах даек кислого состава с терригенными породами. Образует гнездовидные скопления в маломощных кварцевых прожилках.

Марказит наблюдается спорадически в виде тонких «свилеватых» прожилков, гнездовых скоплений, таблитчатых зерен. Ассоциирует с пирротинном, развивается по пириту.

Блеклая руда развита в виде единичных зерен (0,005-0,01 мм) в арсенопирите, пирите; встречаются сростания с халькопиритом.

Ковеллин, халькозин отмечаются во II ПТР в виде редких зерен ксеноморфной или пластинчатой форм. Ковеллин постоянно ассоциирует с халькозином; замещает его по периферии, трещинкам.

Гидрооксиды железа – главные минералы II ПТР, 2 подтипа. Представлены гётитом, образующим псевдоморфозы по пириту, и охристыми рыхлыми скоплениями лимонита. Совместно с лимонитом отмечаются охристые скопления скородита.

### Нерудные минералы

Кварц – наиболее распространенный минерал как ранних, так и поздних минеральных комплексов. Значительная часть жильного кварца относится к додайковым образованиям. В последайковой группе установлено пять его генераций. Кварц 1 широко развит в зонах метасоматически измененных пород совместно с серицитом, карбонатом. Количество его варьирует от 5-10 до 35-40%. В нем отмечаются реликты пород с нечеткими, как бы растворенными границами. Обладает облачным погасанием, часто отмечается грануляция. Кварц 2 связан с проявлением кварц-арсенопиритовой ассоциации. На участке Балпантау он развит незначительно в виде секущих маломощных прожилков с арсенопиритом 2 и кальцитом. Кварц белый, контакты с вмещающими породами четкие. Содержание золота редко превышает 0,1 г/т. Кварц 3 является основной составляющей кварц-полевошпат-золотой минеральной ассоциации, отлагается совместно с полевым шпатом, небольшим количеством доломита, самородным золотом, халькопиритом, пиритом. Составляет около 80% от объема ассоциации. Формы выделения микро- и макропрожилковые. Содержание Au в нем варьирует от 0,1 до 26 г/т. Кварц 4 связан с проявлением полисульфидного комплекса и входит в состав кварц-галенит-серебряной (?) ассоциации. Он белый, содержит гнездовидные скопления галенита с включениями сульфосолей серебра (?). В нем повышенные содержания серебра, свинца. Кварц 5 слагает пострудные, секущие ранние минеральные образования прожилки. Совместно с ним встречается альбит, пирит, карбонат. Содержание золота 0,01 г/т.

Группа карбонатов на рудопроявлении весьма широко распространено и представлена как ранними, предрудными разновидностями, так и поздними. Наиболее известные минералы этой группы – доломит и кальцит.

Доломит входит в состав нескольких парагенетических минеральных ассоциаций и является наиболее широко развитым минералом группы карбонатов. Доломит 1 характерен для золото-пирит-арсенопиритовой минеральной ассоциации и развит в виде метасоматических скоплений мелкозернистых агрегатов в песчано-сланцевых отложениях и меньше в лиственитизированных эффузивах. Доломита 1 с пятнистым характером, часто отмечаются желваковые скопления, к которым приурочивается пирит и арсенопирит. Доломит 2 входит в состав кварц-полевошпат-золотой минеральной ассоциации. Количество его варьирует в зависимости от состава вмещающей среды. В более карбонатной среде отмечается около 20% доломита в кварце. К доломиту иногда приурочивается самородное золото. Доломит 3 связан с карбонат-халькопирит-серебряной ассоциацией и образует секущие прожилки с халькопиритом, сфалеритом. Цвет бело-розовый, среднезернистая структура. Доломит 4 встречается совместно с кварцем в пострудных прожилках.

*Кальцит* развит в кварц-карбонат-серицит-пиритовой и кварц-арсенопиритовой минеральных ассоциациях. В последней количество его достигает 10-15% от объема ассоциации. Образует гнезда, массивные скопления. К карбонату часто приурочиваются сульфиды этой ассоциации, при окислении которых он приобретает бурый цвет.

*Серицит* распространен на месторождении в составе минералов стадии прерудного изменения и в кварц-полевошпат-золотой минеральной ассоциации. Наибольшие скопления серицита 1 отмечаются в сланцах. Он развивается совместно с кварцем, образует тонкие прожилки, скопления по трещинам, замещает полевой шпат в метасаммитах и глинистые прослои в сланцах. В свою очередь он замещается карбонатом. Серицит 2 образует гнездовые скопления в кварце. Частично серицитом замещается полевой шпат.

*Альбит* отмечается в составе кварц-полевошпат-золотой ассоциации и тесно связан с самородным золотом 2 и халькопиритом.

### Выводы

На месторождении Балпантау выделены три ПТР, характеризующихся своими минералогическими и геохимическими особенностями: 1) метатерригенные, карбонатные и вулканогенные породы метасоматически преобразованные, с тонкопрожилковой сульфидно-кварцевой с золотом минерализацией; 2) кварцево-жильный золотосодержащий; окисленный.

Первый ПТР подразделяется на 3 подтипа: 1) метатерригенные породы (углистые сланцы, бластолевропсаммиты), окварцованные с сульфидами и самородным золотом; 2) метаэффузивы (андезиты, андезибазальты) сульфидизированные; 3) апокарбонаты окварцованные лимонитизированные выщелоченные. Золотоносность метасоматитов в выделенных подгруппах связана с наличием сульфидно-кварцевой, карбонат-сульфидно-кварцевой с золотом минерализации.

Второй ПТР представлен кварцевыми жилами различной мощности. Этот ПТР являются наиболее продуктивными на золото.

Третий ПТР – окисленный, представлен кварцевыми жилами с гнездами лимонитизированного карбоната, обломками пород, полевого шпата обеленного. В пустотах выщелачивания охры лимонита с включениями самородного золота.

Минеральный состав руд месторождения Балпантау относительно прост. Он включает 32 минерала. Среди них минералы, образующие заметные скопления – пирит, арсенопирит. Большое количество минералов встречаются постоянно, но значительных концентраций не образует. Таковыми являются халькопирит, пирротин, марказит и др. Они отмечаются как в виде самостоятельных макровыделений так и в виде микровключений в других минералах. Остальные минералы встречаются спорадически в виде микровключений или редких прожилков.

Золото, представленное злектроумом и кустелитом, концентрируется в кварце, карбонате, пирите, арсенопирите, оксидах железа и мышьяка. Размеры золотин в аншлифах от менее 0,001 до 0,2 мм и до 0,5 мм в пробах-протолочках. Золото приурочено к трещинам в сульфидах (пирите, арсенопирите), а затем в результате гипергенных процессов сохраняется в контурах продуктов разложения сульфидов (гётите-гидрогётите) и вблизи них. Это золото, наложенное на сульфиды, легко извлекаемое.

По результатам рационального анализа, в разных пробах от 20 до 91,6% золота и от 71,1 до 81,9% серебра находятся в свободном состоянии.

Месторождение Балпантау относится к малосульфидной золото-кварцевой формации.

Судя по имеющимся минеральным ассоциациям, на месторождении развиты ранняя продуктивная пирит-арсенопиритовая с золотом (преобладает) и в небольшом количестве поздняя золото-серебряная парагенетические минеральные ассоциации.

Кроме главных рудных, выделены попутные элементы-примеси: свинец, цинк, медь, сурьма, мышьяк, сера сульфидная и др. К вредным примесям относятся мышьяк, группа слюдистых минералов, которые затрудняют обогащение руд. К шлакообразующим компонентам относится оксид кремния. При определенных содержаниях  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , As в рудах, а также крупности зерен руды I и II ПТР могут быть использованы в качестве флюсов.

### Глава III. ПРИРОДНЫЕ ТИПЫ РУД ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГОР АУМИНЗАТАУ, ДЖИТЫМТАУ

В Ауминзатау известны месторождения Аджибугут, изученные ранее В.Ф.Проценко и С.М.Колосковой, «1 Сентябрь», Песчаный и др. По Джитымтау приводятся результаты исследований по участку Караунгур. На месторождении Аджибугут специальных минералого-геохимических исследований не проводилось, поэтому по материалам предыдущих исследований, с учетом результатов посещения месторождения, нами выделены три ПТР: 1) метатерригенный с прожилково-метасоматической минерализацией; 2) кварцево-жильный; 3) окисленный. Эти ПТР повторяются на изученном нами месторождении 1 Сентябрь, поэтому здесь они приводятся в общем виде, без деталей.

Первый ПТР составляют метасоматически измененные породы с наложенной рудной, преимущественно пирит-арсенопиритовой с золотом, минерализацией.

Таблица 16

Список минералов месторождения Аджибугут

Распространенность минералов	Минералы		
	рудные	гипергенные	породообразующие
Главные	Золото самородное	Гётит	Кварц
		Гидрогётит	Серицит
	Пирит	Лимонит	Ортоклаз
	Арсенопирит	Ярозит	Альбит
Второстепенные	Халькопирит		Доломит, анкерит, хлорит, антраксолит, графит, влатит, мусковит, биотит, актинолит
	Марказит		
	Пирротин		
Редкие, аксессуарные	Сфалерит	Лейкоксен	Олигоклаз-альбит
	Блеклая руда	Кераргирит	Адуляр
	Шепит	Иодирит	Сфен
	Галенит	Скородит	
	Акантит		
	Бурнонит		
	Ковеллин		
	Магнетит		
	Мальниковит-пирит		
	Серебро самородное		
	Полибазит		
	Буланжерит		
	Джемсонит		
	Циркон		
	Ильменит		
	Флюорит		
	Рутил		
	Монацит		
	Цоизит		
	Гранат		
	Эпидот		
	Андалузит		
	Анорт		
Турмалин			
Везувиан			
Касситерит			
Целестин			
Каолинит			

Второй ПТР представляет секущие кварцевые жилы с сульфидной минерализацией. Сульфиды в основном в виде пирита, арсенопирита, реже минералов так называемой полисульфидной ассоциации – галенита, сфалерита, халькопирита, блеклой руды и др.

Третий ПТР – это окисленные руды, развивающиеся по первому и второму ПТР. Сульфиды в этом типе разложены до гётит-гидрогётитового состояния.

На месторождении выявлено, по данным В.Ф.Проценко, 72 рудных, породообразующих и окисленных минерала. Основными минералами-концентраторами золота являются пирит, арсенопирит, кварц, ярозит, оксиды и гидрооксиды железа, кераргирит. Среди породообразующих минералов преобладают кварц, серицит, альбит, карбонаты, хлорит. В зоне окисления распространены глинистые минералы, гипс, алуниит (табл. 16).

Месторождение 1 Сентябрь

На месторождении выделены 2 ПТР. Окисленный тип руд также отмечается, но он слабо представлен в собранных материалах.

Первый ПТР характеризуется метатерригенными породами – алевролитами и песчаниками. Породы частично брекчированы, рассланцованы; постоянно присутствуют послойные, секущие прожилки кварца. Обломочная часть породы почти на 95% перекристаллизована, цемент превращен в лепидогранобластовый серицит-хлорит-кварцевый агрегат, и лишь по размеру зерен соответствует алевролиту и песчанику. Полевые шпаты, кварц уплощены, вытянуты вдоль сланцеватости; замещены агрегативными скоплениями серицита, хлорита, реже, биотита; содержат вросстки рутила, рудных минералов. Отмечается развитие карбоната, редкие скопления эпидота. Рудная минерализация представлена окисленными и полуокисленными сульфидами – пиритом, марказитом, мельниковит-пиритом, арсенопиритом; в подчиненном количестве – включения халькопирита, сфалерита, галенита, самородного золота. Самородное золото приурочено к участкам дробления, выщелачивания в кварце.

Химический состав представлен в табл. 17. Минеральный состав (табл. 18) довольно стабилен и отличается лишь количественными соотношениями минеральных компонентов, %: кварц – 38-65,2; альбит – 13-49; серицит – 1-29,5; хлорит, биотит – 0,2-0,5; карбонат – 0,5-8,1; гипс – до 6; гидроксиды Fe – 0,9-8,6 и др.

Таблица 17

Химический состав ПТР месторождения 1 Сентябрь

Порода, ПТР	Номер пробы	Содержание, %																	
		SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	TiO <sub>2</sub>	MnO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	NaO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S <sub>общ.</sub>	ППП	Σ	CO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	
Сланец окварцованный	Снт-10	69	4,08	1,08	0,97	0,007	14	0,39	1,1	3,65	2,62	0,2	0	3,1	100,17	0,22	0	0,5	
Метаалевропсаммит, окварцованный, углефицированный	Снт-16	69,5	1,7	2,1	0,83	0,01	11,5	1,8	1,5	1,53	3	0,22	1,82	4,4	99,91	0,11	1,75	1,4	
Метапсаммит с прожилками кварца, вкрапленностью сульфидов	Снт-17	62,2	7,8	0,8	0,94	0,1	10,37	4,7	0,08	1,7	2,5	0,36	1,36	6,5	99,74	1,32	2,78	1,9	
Метаалевропсаммит, окварцованный, углефицированный	Снт-11	78,5	3,72	0,86	0,43	0,02	7,3	1,5	0,72	1,93	1,23	0,25	0,26	3,7	100,4	1,76	0,41	0,6	
Метаалевропсаммиты, метапсаммоалевролиты, метаалевролиты окварцованные с примесью углисто-го вещества	5037	78	2,35	0,5	0,8	0,01	11,3	0,4	0,8	2,8	2,34	0,22	0,05	2,9	100,5	0	0	0,62	
	5048	76	0,8	1,9	0,8	0,03	9,3	1	0,3	3	1,6	0,26	0,47	5	100,46	1,32	0,02	3,6	
	5301	65	5,2	0,72	1,06	0,02	14,5	0,6	1,4	1,7	3,5	0,3	0,25	5,6	99,85	0,66	0,005	1,9	
	5520	72	1,95	0,5	1,37	0,005	12,7	0,28	0,29	5,8	0,2	0,08	1,21	3,34	99,73	0,66	0,09	0,82	
	5647	81	2,8	1,3	0,54	0,08	6,5	0,5	1,8	2,8	0,4	0,35	0,07	2,5	100,5	0,22	0,07	0,5	
5995	69	3,4	0,35	0,86	0,02	11,3	3,34	1,33	3,3	1,63	0,2	0,6	5	100,34	0	1,04	1		
Метвалевропесчаник полевошлато-кварцевый	1с-11	76,1	1,6	1,8	0,69	0,05	10	2,24	0,4	3,7	1,8	0,14	0,08	2,2	100	0,22	0,07	1,4	
Андезитовый порфирит	Снт-313	72,4	9	0,79	0,43	0,14	9	0,6	<0,5	4,5	0,3	0,21	<0,04	3	100,8	0,2	0,06	0,52	
Брекчированный, лимонитизированный метаэффузив	Снт-315	78,6	4,6	1,5	0,4	<0,01	7,2	0,9	0,6	3,6	0,65	0,12	0,04	1,2	99,4	0,9	0,1	0,14	
Углистый (сажистый) сланец	Снт-332	28,4	1,8	0,7	0,46	0,01	5,7	30,2	2,7	0,4	1,82	0,07	0,05	28	100,35	24,2	0,1	0,74	

Минеральный состав ПТР месторождения 1 Сентября

Минерал	Содержание в пробе, %									
	Снт-10	Снт-16	Снт-17	Снт-11	5037	5048	5301	5520	5647	5945
Кварц	38	45,2	40,7	63	47,8	55,8	56,7	43	65,2	42,2
Альбит	30,5	13	14,4	16,4	23,8	25,5	14,5	49	23,8	28
Серицит	22	25,5	21,1	10,5	19,8	13,5	29,5	1,5	1	13,9
Египтит хлорит	3,5	4,5	0,2	2,2	2,5	0,8	4,5	0,9	5,5	4
Кальцит	0,8	3,4	8,1	2,8	0,7	7,9	1	0,5	0,9	4,8
Гипс	-	3,7	6	0,9	-	-	-	0,2	0,1	2,1
Fe (Cu)	4,5	1,9	8,5	4	2,6	0,9	5,7	2,1	3	3,8
Рутил	0,9	0,8	0,9	0,4	0,8	0,8	1	1,3	0,5	0,9
Эпидот	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
Пирит	Ед	2	Ед	Ед	Ед	0,8	0,5	1,5	Ед	0,3
(Халькопирит, арсенопирит, сфалерит)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Примечание. Снт-10 – метавальролит окварцевания, Снт-11 – углистые алевросланцы, Снт-16 – метаваллевропсаммит с послойно окварцованными, окисленными сульфидами, Снт-17 – метаваллевропсаммит с послойно окварцованными, окисленными сульфидами, 5301 – метавальролит, 5945 – метаваллевропсаммит, 5647 – метасаммоаллевролит, 5048 – метаваллевролит, 5520 – метасаммит, 5037 – метаваллевролит Ед – единичные зерна, + – присутствуют в виде рудных включений

В углеродсодержащих алевросланцах содержание Au 0-0,12 г/т, серебра 0,8-1,9 г/т. В полевошпат-серицит-кварцевых метаваллевропсаммитах содержания Au 0-4,51 г/т, Ag 0,5-3,4 г/т. В метаваллевролитах серицит-полевошпат-кварцевого состава, ожелезненных, окварцованных содержание золота варьирует в широких пределах – от <0,05 до 65 г/т – в наиболее измененных разностях, с прожилковым, секущим окварцеванием, вкрапленностью сульфидов и гидрооксидов железа; в слабоокварцованных породах, с прослоями сланцев оно не превышает 0,17 г/т, а серебра 0,5-1,16 г/т. В лимонитизированных карбонатных породах содержание золота не превышает 0,08 г/т, а серебра 2,1 г/т.

По данным спектрального анализа установлены ( $n \times 10^{-3}$ ): Au – <03 (24%); Ag – <01-04 (72%); 0,001-0,009 (17%), Pb – 23-66 (2%); 1-8 (48%); 0,4-0,8 (11%); Zn – 10-20 (24%); 1-9 (34%); Cu – 1-9 (72%); 0,5-0,8 (27%); As – 100-800 (14%); 10-99 (59%); S – 0,07-1,82% – по данным хим. анализа; Ni – 10-30 (14%); 1-9 (79%); 0,04-0,09 (7%); Co – 0,3-0,8 (52%); 1-5 (7%); Mo – 1 (7%); 0,1-0,7 (41%); W – 2 (14%); 0,1-1 (3%); Sn – 0,1-0,3 (45%); Be – <01-02 (58%); Nb – 2 (10%); Li – 1-3 (14%); Y – 20 (69%); Yb – 0,1-0,2 (24%); Zr – 6-30 (65%); Sc – 0,8-1 (55%); Ga – 0,1-2 (96%); Ge – 0,1-1,5 (24%); Bi – 0,1-0,7 (14%).

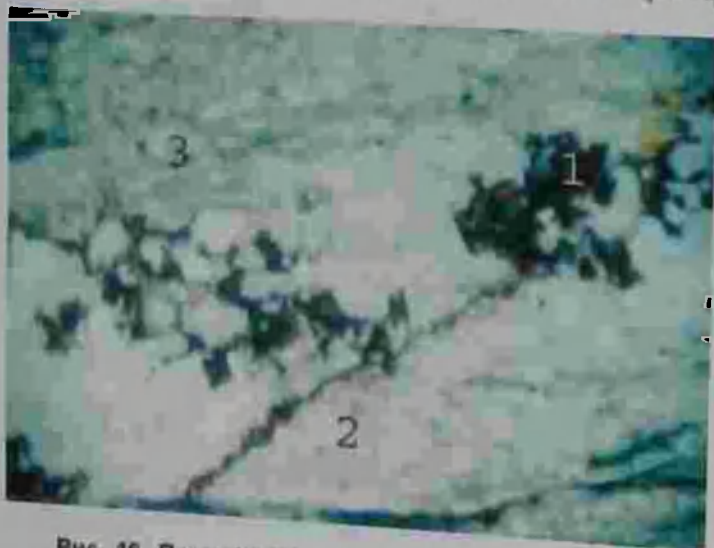


Рис. 16. Послойный кварц с рудной минерализацией. 1 – рудная минерализация, 2 – кварц, 3 – алевросланец. Шлиф Снт-4, увел. 100<sup>x</sup>. Ник. II.

Второй ПТР широко распространен на участке и продуктивен на золото. Руды представлены кварцевыми жилами, прожилками (рис. 16). Кварц серовато-белый, мелкозернистый, содержит включения вмещающих пород; обломки пород метасоматически измененные, как-бы «растворены» в кварце. По трещинам, участками катаклаза развивается карбонат, в кварце отмечаются гнездовые скопления полевого шпата, также измененные, обеленные, серицитизированные. В кварце присутствуют самородное золото, пирит, арсенопирит; отмечаются халькопирит, галенит, сфалерит (рис. 17). Большая часть сульфидов в зоне окисления превращена в оксиды и гидрооксиды соответствующих металлов. Несмотря на то, что все исследованные пробы содержат обломки

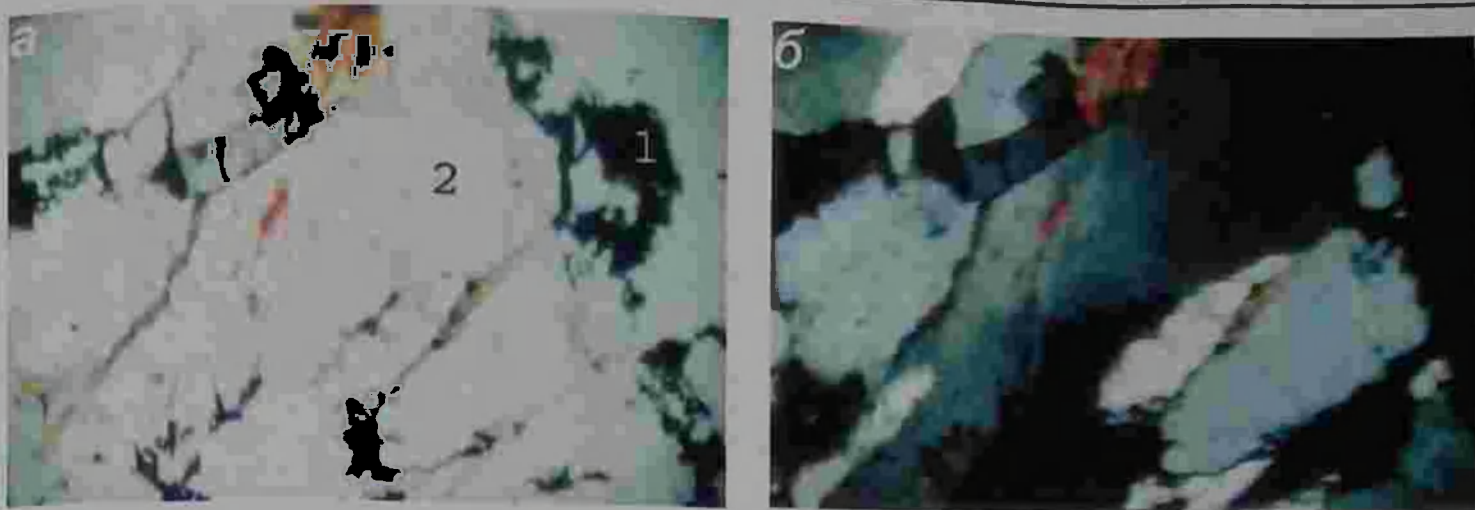


Рис. 17. Рудная минерализация в трещинах разлизованного, катаклазированного кварца. 1 – рудная минерализация: пирит, гидроксиды железа; 2 – кварц. Шлиф 5039 (пл. 40), увел. 100 $\times$ . а – ник. II, б – ник. X.

пород, полевой шпат, сульфиды и гидроксиды железа, содержание золота весьма неравномерное и колеблется от 0 до 138,5 г/т (табл. 19). Содержание серебра 0,3-7,3 г/т.

По данным спектрального анализа, в рудах установлены следующие элементы ( $\mu\text{г} \cdot 10^{-3}$ ): Au – <0,03 (частота встречаемости 61%); Ag – 0,1-0,7 (59%); <01 (28%); Pb – 11-70 (18%); 1-4 (32%); 0,3-0,8 (47%); Zn – 100 (3%); 12-24 (38%); 6-9 (18%); Cu – 1-3 (79%); 0,5-0,8 (20,5%); As – 100-430 (30%); 10-60 (47%); Ni – 10 (3%); 1-8 (82%); 0,5-0,6 (15%); Co – 100-400 (9%); 11 (3%); 1 (12%); 0,3-0,8 (23%); Mo – 1-3 (15%); 0,1-0,6 (76%); 0,05 (6%); W – 0,02-0,2 (6%); Sn – 0,1-0,2 (38%); 0,07-0,09 (9%); Be – <0,1 (11%); La – 10 (10%); Y – 1-3 (18%); Yb – 0,1-0,3 (15%); Sr – 5-7 (35%); Sc – 0,8 (3%); Ga – 0,3-0,8 (29%).

#### Минеральный состав руд участка 1 Сентябрь

Минеральный состав руд включает около 40 минералов (табл. 20). Гипогенными, дающими заметные скопления, являются пирит, арсенопирит, марказит, мельниковит-пирит, самородное золото, халькопирит, пирротин. Они отмечаются как в виде самостоятельных микровыделений, так и в виде микроворостков в других минералах. Остальные минералы встречаются спорадически в виде микровключений. Среди окисленных наиболее широко развиты гётит, лимонит (по всем железосодержащим минералам), скородит. Спорадически отмечаются вторичные сульфиды меди, гематит, ярозит. Главными породообразующими (включая жильные, метасоматические минералы) являются кварц, альбит, серицит, реже, биотит, хлорит, карбонат и совсем редко – эпидот.

Ниже приводится краткая характеристика наиболее важных минералов, определяющих рудоносность площади или имеющих индикаторное значение.

*Самородное золото* – основная практически значимая форма выделения в метасоматитах хлорит-серицит-полевошпат-кварцевого состава. Обнаружено в 8 пробах-протолочках по скважинам 119/1-1, 119-1, 118<sup>а</sup>-1; в аншлифах с шурфа 120 (рассечки 120-2-2-1, 120-2-1-1, квершлаг 120-2). Оно отмечается в свободном состоянии в кварце, содержит примазки карбоната, медной зелени (малахит); сростается с пиритом, арсенопиритом. Постоянные его спутники – пирит, арсенопирит, халькопирит, гидроксиды железа, малахит, реже отмечаются куприт, муассанит, гематит, сфалерит. Самородное золото относится к категории тонкодисперсного (0,001-0,007 мм), пылевидного (0,01-0,05 мм); мелкого (0,1-0,9). Редкие золотины средней крупности (1-2 мм).

Форма выделения самородного золота в аншлифах ксеноморфная, удлиненная определяется формой полостей, трещин. В пробах-протолочках форма золотины разнообразная: амебовидная, комковатая, проволочковидная, округлая (рис. 18). Цвет светло-желтый с красноватым оттенком, светло-желтый, редко темно-желтый. Количество знаков варьирует от 1 до >40.

По данным рентгеноспектрального локального анализа, состав самородного золота варьирует. Так, более крупные золотины (1-2 мм) являются высокопробными, %: Au – 86,81-91,15; Ag – 5,13-13,56. Состав более мелких золотины меняется от 51,82 до 65,68% золота и 34,32-46,92% серебра. Кроме того, обычно отмечаются примеси меди 1,26-2,63% (табл. 21).

Содержания золота и серебра в кварцевых жилах и прожилках месторождения 1 Сентябрь

Номер пробы	Содержание, г/т		Характеристика	Место взятия
	Au	Ag		
СНТ-1	4,32	3,4	Кварц с включениями пирита, лимонитизация	Шурф 120, Р-120-2-2-1, северо-западная стенка, 11,5 м
СНТ-1а	2,4	3,7		То же, 15 м
СНТ-2	0	0,8	Кварц с гидрооксидами железа (г о. Fe)	То же, 15,1 м
СНТ-3	138,5	5	Кварц дробленый лимонитизированный из сланцев	То же, 17 м
СНТ-6	3,34	1,2		То же, 40,5 м
СНТ-7	0,48	1,2	Кварц с прожилками полновесного шлеса (пш), г о Fe, отмечается выщелачивание	Р-120-2-2-2, северо-западная стенка, 30 м
СНТ-8	0,21	0,9		
СНТ-9	0,09	1,2		
СНТ-12	0,52	0,3	Кварц с корочками желтых охр	Квершлаг 120-1, северо-западная стенка инт 1 м
СНТ-13	<0,05	0,3	Кварц дробленый, с пш, г о Fe, реликтами угнистых сланцев	То же, инт 3 м
СНТ-14	<0,05	0,3	Кварц с гнездами обеленного пш	
СНТ-15	0,12	0,8	Кварц дробленый, с гнездами обеленного пш, обломками сланцев	То же, инт 11 м
СНТ-20	7,78	1,4	Кварц дробленый, с реликтами вмещающих пород	Квершлаг 120-2, юго-восточная стенка, инт. 0-1 м
СНТ-21	0,61	1,4	Кварц с г о Fe, обломками сланцев	Квершлаг 120-2, северо-западная стенка, инт 3 м
СНТ-23	0,0	1,1		То же, инт 71 м
СНТ-24	0,09	1,1		Р-120-2-1-1, юго-восточная стенка, 10,7 м
СНТ-26	1,42	2,6	Кварц с гнездами пш г о Fe, обломками сланцев	Р-120-2-1-1, северо-западная стенка, инт 13,5-14 м
СНТ-28	0	0,8		То же, юго-восточная стенка, инт 55 м
СНТ-27	0,08	0,8		То же, юго-восточная стенка, инт 82 м
СНТ-30	0,0	0,4	Кварц дробленый из эффузива	Р-120-2-1-2, северо-западная стенка, инт 28,5 м
СНТ-35	0,0	0,5	Кварц с прожилками полновесного шлеса (пш), г о Fe, отмечается выщелачивание	Р-120-2-2-3, северо-западная стенка, инт. 9,5 м
СНТ-36	25,0	1,1	Кварц-пш жила, с окисленными сульфидами	То же, инт 12,3 м
СНТ-43	0,87	1,4	Кварц дробленый с обеленным пш окисленными сульфидами	Р-120-2-2-4, юго-восточная стенка, инт. 7,5 м
СНТ-44	0,11	0,9	Кварц с гнездами обелен пш окислен сульфидами	То же, инт 15 м
СНТ-45	0,11	1,6	Кварц-пш жила, с окисленными сульфидами	То же, инт 13 м
СНТ-48	0,11	1	Пш дробленая порода с окисленными выщелоченными сульфидами	То же, инт 20 м
СНТ-48	0,1	1,7	Кварц с прожилками выщелочен сульфидов и гнездами пш	То же, инт 39 м
СНТ-49	8,15	7,3	Кварц с гнездами обелен пш, скопления лимонита	То же, северо-западная стенка, инт 40,5 м
СНТ-51	0		Кварц с окислен сульфидами, выщелачивание	Р-120-2-1-3, западная стенка, инт. 1 м
СНТ-53	0,05			
СНТ-55	<0,05		Кварц с гнездами пш, выщелоченных сульфидов	То же, инт. 8,5 м
СНТ-57	<0,05			То же, инт. 22,5 м
СНТ-62	0,05		Кварц с гнездами обелен пш	То же, восточная стенка, инт 28 м
СНТ-66	<0,05		Кварц с реликтами пород, окисленными сульфидами	То же, восточная стенка, инт. 38 м
			Кварц с оксидами Fe	Р-120-2-1-4, восточная стенка, инт 10,5 м

Пирит является наиболее распространенным минералом рудных зон. Количество его в рудах – от единичных зерен до 1.5%, а в тяжелых фракциях – от единичных зерен до >90%. Форма выделения разнообразная: кубическая, реже, пентагондодекаэдрическая; часто отмечаются ксеноморфные, агрегативные по трещинкам отмечаются кварц, карбонат, халькопирит. Часто пирит сростается с арсенопиритом, замещается марказитом, мельниковит-пиритом. Пирит содержит включения пирротина; встречаются рутил в сростании с самородным золотом. Пирит замещается гидроксидами железа вплоть до псевдоморфоз.



Таблица 20

Минеральный состав рудоамещающих пород месторождения 1 Сентябрь

Масштаб развития	Минералы вмещающих пород; жильные минералы	Рудные	Гипергенные	
Главные	Кварц	Золото	Лимонит	
	Альбит	Пирит	Гётит	
	Серицит	Марказит	Скородит	
	Угlistое вещество	Мельниковит-пирит		
		Арсенопирит		
Второстепенные	Хлорит (пеннин)	Пирротин	Халькозин	
	Кальцит	Халькопирит	Ковеллин	
	Сидерит	Сфалерит	Малахит	
		Галенит	Каолинит	
	Магнетит	Оксиды Pb, Zn		
			Гипс	
Рудные	Эпидот	Тетраэдрит	Лейкоксен	
	Рутил	Фосфат редкозем.	Куприт	
	Циркон	группы (монацит)	Cu самородная	
	Муассанит	Sn-Cu минерал	Pb-As-Fe-S(?)	

Содержания золота в пиритовом концентрате (пирит > 80%) – 5,6-21,48 г/т, серебра – 4,33-102,5 г/т.

Из сопутствующих элементов установлены, %: Cu – 0,1; Pb – 0,12; As – >1; Ni – 0,013; Co – 0,03; Mo – >0,03; Cr – 0,027 (проба 5520); Zn – 5,2.

*Арсенопирит* отмечается постоянно в пробах-протопочках и аншлифах. Форма выделения вкрапленная; форма зерен – короткостолбчатые кристаллы, часто в сечении – ромбы. Наблюдаются сростания с пиритом, халькопиритом. В арсенопирите установлены включения пирротина, блеклой руды; по трещинкам, периферии зерен развивается скородит. Иногда весь кристалл замещается скородитом, а в процессе выщелачивания остаются футляровидные текстуры, выполненные карбонатом, лимонитом. Размер кристаллов – от <0,003 до 0,5-1,5 мм.

Содержания золота в концентратах, где количество арсенопирита составляет 82% – 8,06 г/т, серебра – 30 г/т (проба 5647).

В виде примеси в арсенопирите установлены, %: As – >1 (37,8%); Cu – 0,0054; Pb – 0,0036; Sb – 0,14; Ni – 0,024; Co – 0,024; Mo – >0,03; Cr – 0,027.

*Пирротин* отмечается в виде спорадической вкрапленности в метатерригенных породах по трещинкам сланцеватости; линзовидных скоплений; редкой эмульсионной вкрапленности в пирите, арсенопирите. Встречаются сростки с марказитом, мельниковит-пиритом, магнетитом. Размер выделений – от <0,001 до 1-1,3 мм.

*Мельниковит-пирит* развит в гипогенных рудах в виде ксеноморфных скоплений, прожилков, нитевидных просечек по сланцеватости. Замутнен темными включениями. Срастается с марказитом, пиритом.

*Марказит* отмечается среди скоплений мельниковит-пирита, пирротина. Форма сростаний извилистая, неровная. Размер зерен – от <0,003 до 0,2-0,5 мм. В зоне окисления замещается лимонитом.

*Халькопирит* постоянно наблюдается в метатерригенных породах, кварцевых прожил-

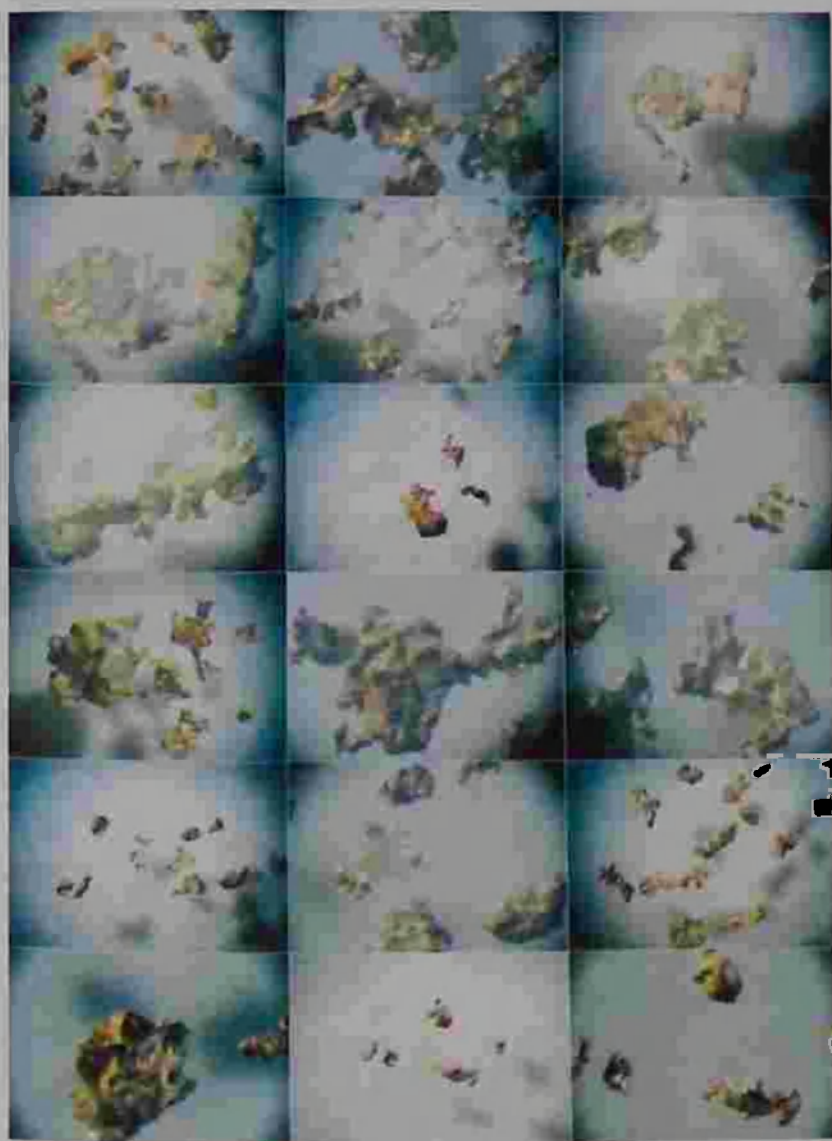


Рис. 18. Форма выделения самородного золота в пробах-протопочках. Размеры зерен от 0,01 до 1 мм.

Состав самородного золота и сопутствующих минералов, по данным рентгеноспектрального локального анализа

Минерал	Номер пробы	Содержание, %			Минерал	Номер шлифа	Содержание, %																	
		Au	Ag	Cu			Cu	Sn	Fe	Si	Al	S	O	As	Pb	SO <sub>2</sub>	FeO	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	PbO					
Золото самородное крупное (1-2 мм)	5041	95,16	5,13	0,28	Pb-Sn-Cu минерал в кварце	Снт-6	69,76	20,53	0,62	5,11	4,96													
		86,81	13,56	0,27			87,72	11,17	0,81	0,48														
То же мелкие зерна (<0,3 мм)	5045	45,68	34,82	0,00	Соединения Pb-Ag-Fe-S в сидерите	Снт-20			18,87				2,91	61,53	11,5	5,19	4,54	26,42	25,75	22,58				
	5048	61,83	36,3	1,77					18,56					3,25	81,49	10,98	5,72	5,00	26,04	24,63	28,84			
		51,82	46,92	1,28	Сидерит	Снт-20			41,29	0,69			0,19		2,59		0,32	63,13	6,33					
	0023	58,32	46,92	1,26	Яросл (7) кайма асирит Pb-сидер мин	Снт-20			20,99	0,12	0,29	11,4		1,05			25,21	41,98	3,37					
	50,09	42,63	1,27	Биотит	Снт-20			0,71	18,5	12,07								2,16						

Продолжение табл. 21

Номер шлифа	Содержание, %																				
	O	Mg	Ca	Zn	Mn	MgO	SiO <sub>2</sub>	CaO	MnO <sub>2</sub>	ZnO	Na	K	Ba	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	BaO	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ti	PO <sub>2</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
Снт-6																					
Снт-20	3,00																				
	3,00																				
Снт-20		1,07	1,38	0,26	0,03	0,92	0,89	1,65	0,06	0,46											
Снт-20		60,96					0,21				1,08	3,99	0,21	0,93	5,23	0,31	0,41				
Снт-20	80,93	1,94				3,3	47,06				0,22	5,43	0,08	0,29	10,82	0,53	26,01	0,13	0,45	0,01	

ках. Форма выделений ксеноморфная, размер зерен – от <0,005 до 0,01 мм. В виде включений отмечается в пирите, сфалерите; сростается с галенитом, замещается ковеллином, халькозином, купритом, малахитом.

**Сфалерит** встречается в тяжелых фракциях в виде зерен буро-коричневого, красновато-коричневого цвета. Размер – до 1-1,5 мм. Количество сфалерита в тяжелых фракциях – от единичных зерен до 7,7%. Совместно с ним присутствуют халькопирит, галенит, иногда самородное золото, пирит, арсенопирит, гидроксиды железа. В шлифах встречается довольно редко. Содержит включения халькопирита, отмечаются сростки с галенитом.

**Галенит** развит редко в виде единичных зерен в шлифах. Размер от 0,003 до 0,01 мм. Количество минерала не превышает 0,4%. В галените отмечаются вроски блеклой руды (не более 0,001 мм).

**Минералы окисленных руд.** Зона окисления представлена в основном продуктами разложения первичных сульфидов – пирита, арсенопирита, пирротина, марказита, халькопирита и др. Ниже приводится описание наиболее распространенных минералов, встречающихся в рудных зонах. Количество гидроксидов железа в зоне окисления варьирует от 0,9 до 8,6%. В тяжелых фракциях содержание гидроксидов железа достигает 48%.

**Гётит** – широко распространенный минерал зоны окисленных руд. Встречается в виде псевдоморфоз по пириту, марказиту, мельниковит-пириту, пирротину. Макроскопически представлен плотными темно-бурными скоплениями, различной формы кристаллами: кубической, пентагондодекаэдрической и др. Микроскопически в гётите отмечается концентрическая зональность, выраженная различными оттенками серого цвета. В нем встречаются реликты пирита, пирротина, марказита. Большая часть гётита замещается землистыми охрами лимонита. Присутствуют включения нерудных минералов – кварца, серицита, глинистых частиц. Содержание золота – от 1,1 до 158 г/т.



Рис. 19. Кристалл ярозита в кварце. 1 – ярозит, 2 – кварц. Шлиф Снт-30, увел. 47,5. Ник. II.

**Гематит** встречается в виде ксеноморфных зерен размером до 0,1-0,5 мм. Срастается с магнетитом, гётитом; замещает магнетит. Содержание Au в гётит-гематитовом концентрате – 1,11 г/т.

**Ярозит** отмечается в незначительном количестве в кварце (СНТ-25) в виде гнездовых скоплений, прожипок, вкрапленности. Зерна размером до 0,1-0,15 мм (рис. 19). Цвет ярко-желтый, форма зерен четырехугольная. Количество золота в ярозит-кварцевом агрегате 1,42 г/т. Химический состав приведен в табл. 21. В гидрооксидах железа постоянно отмечается примесь мышьяка (до 0,п%); меди (до 0,00п-0,п%); свинца (0,00п- 0,п%); висмута до 0,018%.

**Скородит** – широко распространенный минерал зоны окисления. Развивается по арсенопириту, иногда полностью замещает последний. Часто ром-

бические, призматические кристаллы арсенопирита замещаются темно-серыми скоплениями скородита. Большая часть скородита замещена впоследствии охрами лимонита и, совместно с пелитовидным карбонатом, гипсом локализуется в трещинах, кавернах, либо простовыщелачивается и выносится. В скоплениях охр отмечаются реликты арсенопирита. Содержание скородита не превышает 2,2% (проба 8024). Совместно с ним отмечаются самородное золото, оксиды Fe, Cu. Следует отметить, что в окисленных и полуокисленных рудах с содержанием As 0,4->1% отмечается самородное золото, а содержание металла (Au) в гравиконцентрате 100-1785 г/т.

**Ковеллин** отмечается в окисленных сульфидно-кварцевых жилах в виде мелких гнезд, заполненных сажистыми пелитоморфными скоплениями. В аншлифах гипогенных руд развивается по халькопириту, халькозину. Размер – <0,003- 0,006 мм.

**Халькозин** отмечается в окисленных и смешанных рудах; совместно с ковеллином замещает халькопирит.

**Малахит** (брошантит) постоянно встречается в тяжелых фракциях в сростках с кварцем, карбонатом, иногда как примазки на самородном золоте (проба 5047). Образует срастания с купритом (проба 5047). Цвет голубовато-зеленый, форма выделения – примазки, пятна, пропитка зерен кварца, карбоната.

**Медь самородная** установлена в тяжелой фракции пробы 5024. Размер – 0,6 мм.

Наличие оксидов Zn, Pb в окисленных рудах предполагается по наличию этих элементов.

**Соединение Pb-As-Fe-O** состава обнаружено в сидерите среди кварца. Состав по данным рентгеноспектрального локального анализа, %: As – 11,5-10,98; Pb – 5,19-5,72; Fe – 18,87-18,56; O – 61,53-61,49 (см. табл. 21).

**Фосфаты редких земель** (пробы СНТ-20, 26) встречены в скоплениях биотита из кварцевого прожилка. Состав фосфатов неоднороден (табл. 22). Отмечаются Nd-Ce-La и Y соединения. Кроме основных элементов, в подчиненном количестве в состав минерала входят Pr, Sm, Gd, Th, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Tb. Содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 27,7-32,16%.

**Минералы вмещающих пород и жил.** Кварц является широко распространенным минералом ПТР. Отмечается развитие и совмещение в пространстве нескольких генераций. Кварц 1 реликтовые обломочные зерна в алевролитах, псаммитах. Кварц 2 связан с метасоматическими процессами, отмечается в

Таблица 22

Состав фосфатов, по данным рентгеноспектрального локального анализа

Номер аншлифа	Si	P	Ca	Fe	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Gd	Th	O	Y	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Tb
Снт-20	0,25	15,77	0,13	0,45	3,5	8,27	0,83	3,34	0,6	0,36	0,23	66,29							
Снт-26	9,81	11,78		1,04						0,35		66,47	8,27	0,67	0,21	0,67	0,14	0,6	
	6,29	13,95		-0,01						0,56		66,84	9,49	1	0,18	0,63	0,16	0,74	0,19

метатерригенных породах совместно с серицитом, биотитом, хлоритом, карбонатами, пиритом. Формы проявления – метасоматические зоны окварцевания, тонкие ветвящиеся прожилки. В кварце постоянно отмечаются реликты породы, гнезда слюд, хлоритов, включения сульфидов. Микроскопически в нем отмечается облачное погасание, межзерновая грануляция, мозаичное распадение зерен. Эти явления указывают на процессы внутрирудного метаморфизма. Наложение последующих минеральных ассоциаций приводит к появлению в кварце примесей Au, Ag. Кварц 3 широко распространен во II ПТР. Формы выделения – жилы, прожилки различной мощности, развиты во всех метасоматически измененных породах. В кварце встречаются самородное золото, пирит, арсенипирит, халькопирит, галенит, сфалерит, TR-минералы (монацит, коенотим и др.). В участках подверженных окислению, – лимонит, гётит, скородит. Кварцевые жилы содержат включения обломков измененных пород, скопления биотита, сидерита, полевого шпата, замещенного серицитом, глинистыми частицами, карбонатом. Обломки пород как бы «растворены» в кварце – контакты расплывчатые (см. рис. 16).

Содержание золота в кварце варьирует в широких пределах – от 0-0,05 до 138,5 г/т (см. табл. 19). Здесь отмечается широкий спектр примесей.

Кварц 4 распространен в значительных количествах, это жилы секущие материнские породы. Цвет белый, структура крупнокристаллическая. Часто в массе кварца 4 находятся участки мелкозернистого кварца 3. Содержание золота <0,01 г/т. Количество кварца в метасоматически измененных породах 38-65,2%.

Полевой шпат (альбит) образует 2 генерации. Альбит 1 входит в состав терригенных пород. Минерал практически нацело замещен серицитом, пелитовидным карбонатом. Содержит включения хлорита, пирита. Альбит 2 входит в состав золото-сульфидно-кварцевых жил. Развивается в виде гнезд, прожилков, обычно каолинизирован, серицитизирован. Полевого шпата в металородах 13-49%.

Серицит – широко развитый минерал метатерригенных пород – алевролитов, песчаников, сланцев. Количество варьирует от 1 до 25,5%. В кварцевых жилах серицит встречается в обломках пород. Формы проявления – чешуйки, скопления по сланцеватости. Серицит замещает полевой шпат, вплоть до псевдоморфоз. В породе он развивается совместно с хлоритом, реже, с биотитом; содержит вроски пирита и рутила.

Биотит отмечается в алевросланцах совместно с сидеритом, кварцем. Постоянно замещается хлоритом, по спайности видны скопления магнетита, пирротина. Состав биотита определен рентгеноспектральным анализом (см. табл. 21).

Хлорит постоянно встречается в метатерригенных породах, образуя прожилки, гнезда, чешуйчатые скопления. Замещает биотит, содержит включения рудных минералов. Цвет хлорита зеленовато-серый; сам минерал замещается кварцем, карбонатом; развиты вроски рутила, охристые скопления. Его петрографические характеристики близки пеннину. Суммарное содержание биотита и хлорита 0,8-5,5%.

Карбонаты широко распространены, хотя содержания их не более 0,5-8,1%. Это связано с тем, что значительная часть карбонатных пород подверглась метасоматическим изменениям – окварцеванию, окремнению. В метатерригенных породах присутствуют кальцит и сидерит.

Кальцит. Установлены две генерации кальцита. Кальцит 1, встречающийся в метатерригенных породах, образует пятна, гнезда. Имеет буроватый цвет, переполнен пелитовым материалом. К этим участкам приурочены включения сульфидов, реликты полевого шпата, слюд. Карбонат развивается совместно с серицитом по полевому шпату пород. Редко совместно с ним отмечается эпидот. Кальцит 2 обнаружен в прожилках, рассекающих кварц-полевошпатовый агрегат. Кальцит среднезернистый, чистый, содержит меньше пелитовидных включений.

Сидерит установлен рентгеноспектральным локальным анализом в кварцевой жиле в скоплениях биотита (см. табл. 21). В составе минерала присутствуют, %: FeO – 63,13; As<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 6,33; ZnO – 0,46; CaO – 1,65; SO<sub>3</sub> – 0,32; SiO<sub>2</sub> – 0,83; MgO – 0,92. В сидерите отмечаются включения минерала с составом Fe-As-Pb-O. Остальные минералы встречаются спорадически (гипс, эпидот, муассанит и др.).

### Рудопроявление Караунгур

На рудопроявлении Караунгур выделены 2 ПТР: I – метатерригенный и II – жильный кварцевый. К I ПТР отнесена группа терригенных пород, интенсивно преобразованных метасоматическими процессами. В результате этого первичные осадочные черты почти полностью стертые, так как перекристаллизация подверглись не только цемент, но и обломочная часть. В эту группу вошли метаалевролиты и филлитовидные сланцы. Локально отмечаются псаммиты с реликтами обломочной структуры.

**Алевросланцы.** Обширная группа с довольно широкими вариациями состава. Структура пород алев-ролитовая, лепидогранобластовая; текстура сланцеватая, полосчатая, линзовидная, иногда плейчатая. Полосчатость выражена неоднородным составом прослоев: от существенно кварцевых до полевошпатовых, кварцевых, хлорит-серицитовых, углисто-слюдистых. Обычно отмечается вкрапленность рудных минералов (рис. 20). Основная масса часто сложена железо-кварцевым цементом, слюдисто-хлоритовым. Иногда основная тонкозернистая масса интенсивно карбонатизирована (рис. 21-23). Сланцеватость подчеркивается вытянутыми вдоль трещин сланцеватости зернами кварца с ориентированными в одном направлении слюдистыми скоплениями. Прожилковая минерализация представлена прожилками: хлорит-эпидот-кварцевого, карбонат-кварц-хлоритового, эпидот-хлоритового состава. Отмечаются рудные прожилки карбонат-пиритового состава. Прожилки как согласные так и секущие сланцеватость (рис. 24). Отмечается вкрапление рудных минералов: в зоне окисления это гётит, гематит, скородит, реже, ярозит (рис. 25), а на глубоких



Рис. 20. Метаалевролит рассланцованный с вкрапленностью рудных минералов. Участок Караунгур, шлиф Кру-202, 1 – рудная минерализация; увел. 120; ник. ||.

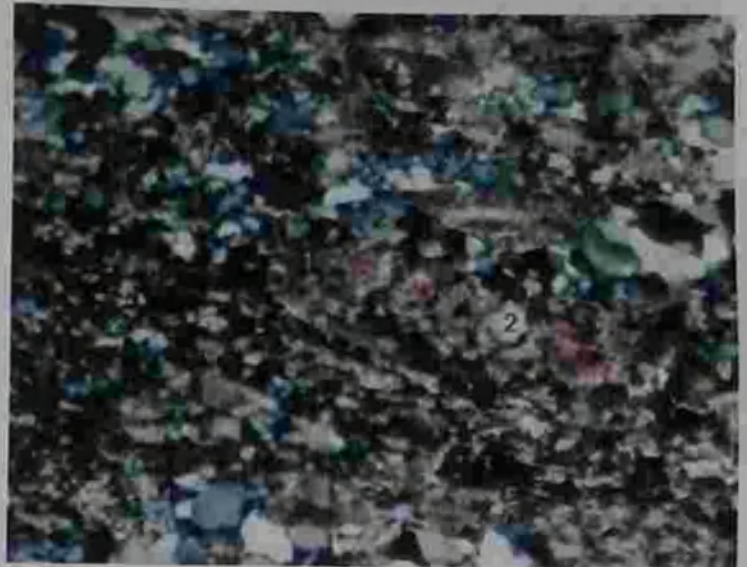


Рис. 21. Карбонатизация алевросланца. Участок Караунгур, шлиф Кру-58; 1 – карбонат; 2 – полевошпат; увел. 120; ник. +.



Рис. 22. Алевросланец карбонатизированный. Участок Караунгур, шлиф Кру-58; 1 – мелкие зерна карбоната; увел. 63; ник. ||.

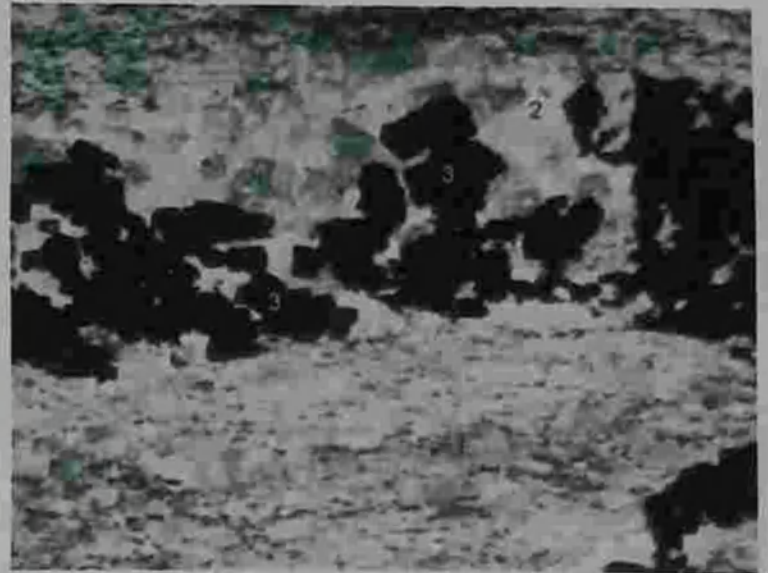


Рис. 23. Прожилки карбонат-пиритового состава в алевросланце. Участок Караунгур, шлиф Кру-60; 1 – карбонат; 2 – кварц; 3 – пирит, гётит; увел. 120; ник. ||.

горизонтах – арсенопирит, пирит, блеклая руда, сфалерит, галенит. В кальците встречаются включения тонкодисперсного самородного золота. Полевые шпаты обычно каолинизированы, серицитизированы.

Химический состав, %:  $\text{SiO}_2$  – 52,54-82;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 3-14,4;  $\text{FeO}$  – 0,07-0,43;  $\text{Ti}$  – 0,2-0,49;  $\text{MnO}$  – 0,01-0,12;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 3,3-9,2;  $\text{CaO}$  – до 10,64;  $\text{MgO}$  – отс.;  $\text{Na}_2\text{O}$  – 0,6-0,11;  $\text{K}_2\text{O}$  – 0,66-3,2;  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 0,06-0,2;  $\text{S}_{\text{св}}$  – 0;  $\text{ppp}$  – 11,3;  $\text{CO}_2$  – 0-5,5;  $\text{SO}_3$  – 0,02-0,03;  $\text{H}_2\text{O}$  – до 0,12.



Рис. 24. Рудные прожилки секущие и согласные со сланцеватостью в алевросланце. Участок Караунгур, шлиф Кру 75. 1 – рудная минерализация увел 63; ник ||

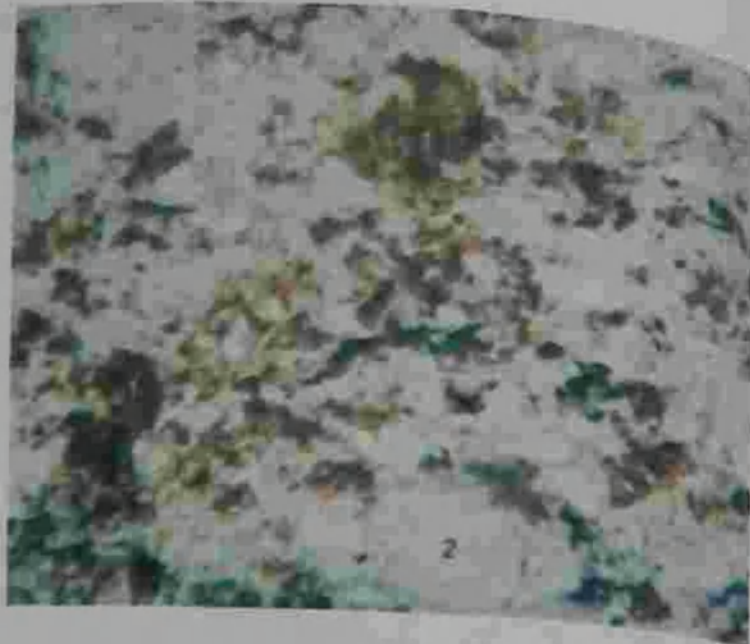


Рис. 25. Ярозит-лимонитовые скопления в цементе металевроалита участка Караунгур, шлиф Кру-12; 1 – ярозит (желтое), 2 – кварц, увел 300; ник ||.

Таблица 23

Содержание золота (г/т) в алевросланцах участка Караунгур (I ПТР)

Номер пробы	Ав	Характеристика пород
Кр-213	2,8	Сланец углисто-серцит-хлоритовый
Кр-208	0,11	Алевросланец обеленный, лимонитизированный с выщелачиваниями окислов
Кр-207	0,67	
Кр-205	0,15	
Кр-217	<0,1	
Кр-218	<0,1	
Кр-56	0,3	Алевросланцы лимонитизированные гематитизированные, полосчатые
Кр-57	<0,1	
Кр-65	0,15	
Кр-66	0,81	Алевросланец окварцованный карбонатизированный, слабо лимонитизированный
Кр-67	0,11	
Кр-68	2	Алевросланец карбонатизированный, полевошпатизированный, дробленый
Кр-71	0,29	Углисто-слюдистый алевросланец лимонитизированный
Кр-72	0,88	Металевроалит обеленный, окварцованный, в кварце гетит-гематитовая минерализация
Кр-73	1,6	Алевросланец лимонитизированный
Кр-74	0,86	Алевросланец лимонитизированный, гематитизированный
Кр-75	0,34	Алевросланец серцит-полевошпат-кварцевый с реликтами углистого вещества, полевошпатизированный
Кр-80	<0,1	Углисто-кварц-карбонатный сланец с пиритом, прожилки кварца с пиритом
Кр-81	0,41	Прожилок кварца с включением пирита из алевросланца
Кр-82	<0,1	Углисто-кварц-карбонатные алевросланцы с послойными скоплениями пирита
Кр-83	<0,1	
Кр-84	<0,1	Сланцы карбонат-кварц-хлоритовые с послойным кварцем; в кварце пирит
Кр-47	1,7	Сланцы слюдисто-кварц-полевошпатовые лимонитизированные с ярозитом

Минеральный состав, полученный путем пересчета химических анализов (Висьневский, 1965) с уточнением по шлифам, следующий, %: кварц – 46,3-74,3; полевые шпаты – до 1; серцит – 5,5-27, карбонат – 9-12; каолинит – до 8; рутил – до 0,6, гидроокислы Fe, As – 3-16, хлорит. Содержание золота – от <0,1 до 2,8 г/т (ср. 0,71 г/т) (табл. 23).

Из сопутствующих элементов установлены (содержания, п-10<sup>-3</sup>%): As – <10 (17%), 10-50 (30%), 10-500 (48%), >1100 (4%); Cu – <1 (30%), 2-7 (43%), 10-15 (22%); Pb – <1 (4%), 2-7 (43%), 10-50 (48%), 10 (4%), Ag – 0,03-0,07 (65%), 0,1-0,15 (30%), 7 (4%); Sb – <2 (4%), 3-7 (30%), 10-70 (61%), 100 (4%); Zn – <6 (13%), 7 (4%), 10-70 (89%), 200 (4%); Co – <0,1 (17%), 0,1-0,7 (35%), (8%) 1-7 (48%); Ni – <0,6 (22%), <1 (13%), 1-5 (30%), 10-20 (35%); Ti – 100-700 (87%), 1000 (4%); Mn – <4 (9%), <5 (13%), 7 (13), 10-70 (35%); V – 3 (5%), 10-70 (78%), >110 (17%); Mo – <0,1 (19%), <1 (39%), 1-1,5 (44%); Be – 0,07+3; Bi – <0,2; W – 1+<10; Ge – <0,1+<1; Cd – <0,1-7; Sn – <0,6-1; Cr – 7 (9%), 10-70 (87%), 100-> (4%); Nb – <0,4+<10; Ta – <10; Li – <3+<6.

**Филлитовидные сланцы.** Тонкорассланцованные породы, часто полосчатые, местами окварцованные. Основная масса слюдисто-хлорит-полевошпат-кварцевая с включениями более крупных зерен кварца. Структура филлитовидная, гранолепидобластовая до лепидобластовой. Текстура тонкосланцевая (см. рис. 25), полосчатая, плейчатая (рис. 26). Слюдистые



Рис. 26. Микроплойчатая текстура филлита с гидроксидами железе по трещинам. Участок Караунгур, аншлиф Кру-16; 1 – гётит, лимонит, увел. 120; без анализатора

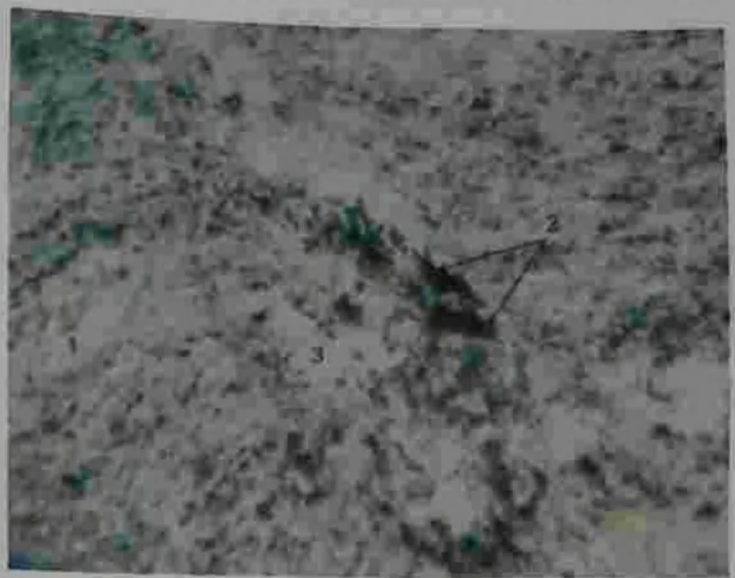


Рис. 27. Вкрапленность рудных минералов по трещинкам сланцеватости в филлите. Участок Караунгур, шлиф Кру-3; 1 – серицит; 2 – рудные минералы; 3 – кварц, увел. 300; ник ||.

минералы, часто совместно с углистыми частицами, образуют прослои мощностью до 0,5 мм; отмечаются тонкорасланцованные серицит-углистого состава с примесью глинистых частиц. По трещинам расланцевания отмечается скопления рудных минералов (рис. 27). Часто, совместно с серицитом, отмечается мелкочешуйчатый хлорит светло-зеленого цвета; по оптическим характеристикам соответствует пеннину. В зоне контактов существенно слюдястых прослоев с преимущественно углистыми отмечено скопление рудной минерализации (рис. 28). Прожилки кварца, часто субсогласные со сланцеватостью, катаклазированы и цементируются карбонатом с рудной минерализацией (рис. 29). Химический состав, %:  $\text{SiO}_2$  – 67,7-91,2;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 2-7,13;  $\text{FeO}$  – 0,79-1,5;  $\text{Ti}$  – 0,14-0,9;  $\text{MnO}$  – 0,02-0,05;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 2,66-15,3;  $\text{CaO}$  – 0,11-0,68;  $\text{MgO}$  – 0,56-2,2;  $\text{Na}_2\text{O}$  – 0,08-0,45;  $\text{K}_2\text{O}$  – 0,48-3,8;  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 0,098-0,32;  $\text{S}_{\text{общ}}$  – 0,016-0,34;  $\text{CO}_2$  – 0;  $\text{SO}_3$  – 0,04-0,86;  $\text{H}_2\text{O}$  – 0,2-1,16.

Минеральный состав, %: кварц – 25,7-81,7; плагиоклаз – 1-8, серицит – 4-32; хлорит – 1,5-10; каолинит – 2-4; гидроокислы Fe – 2-7,8; ярозит – до 2; рутил до – 0,8; циркон, апатит, монацит, магнетит – ед.з.

Содержание золота – <0,1+2,6 г/т (ср. 0,64 г/т), Ag – 0,56-1,7 г/т (табл. 24).

Содержание сопутствующих элементов ( $10^{-3}\%$ ): As – <10 (4%), 15-70 (25%), 100-700 (67%), 1000 (4%); Cu – <1 (21%), 2-7 (3%), 10-50 (44%); Pb – <1 (62%), 2-7 (25%), 10-15 (13%); Ag – <0,01 (75%), 0,01-

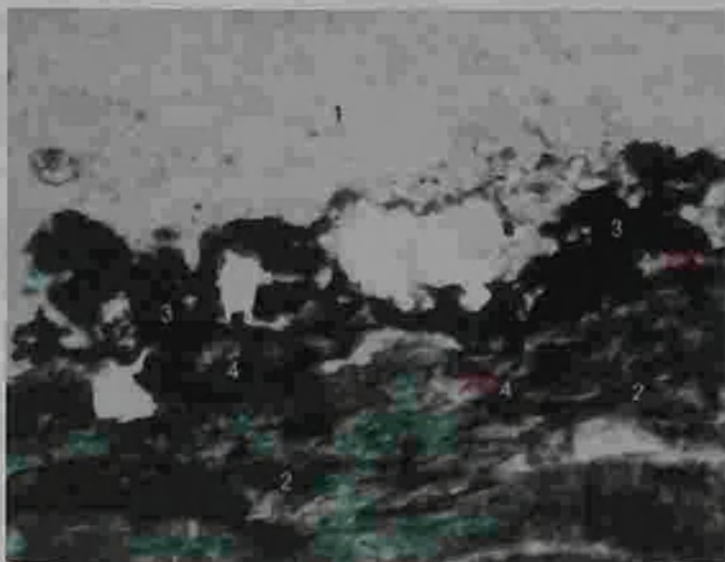


Рис. 28. Скопление рудной минерализации на контакте углистого и серицитового сланцев. Участок Караунгур, шлиф Кру-5\*, 1 – серицитовый сланец; 2 – углистый сланец; 3 – гётит; 4 – лимонит, увел. 120; ник ||.

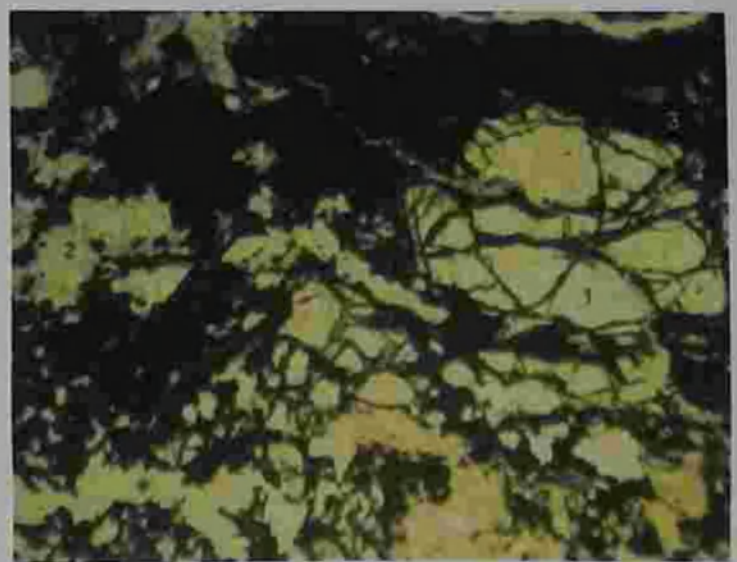


Рис. 29. Цементация кварцевого прожилка в филлите рудным агрегатом и карбонатом. Участок Караунгур, шлиф Кру-53; 1 – кварц; 2 – карбонат; 3 – рудный агрегат (гётит, гематит); увел. 83; ник ||.

Таблица 24

Содержание Au и Ag (г/т) в филлитовидных сланцах участка Караунгур (I ПТР)

Номер пробы	Au	Ag	Характеристика пород
Кру-5а	0,77	1,4	Филлит глинисто-слюдисто-кварцевый лимонитизированный, окварцованный
Кру-10	0,73	1,4	Филлит серицит-кварцевый ожелезненный, хлоритизированный
Кру-12	0,67	0,46	
Кру-3	<0,1	0,18	Филлит глинисто-полевошпат-серицит-кварцевый, иногда хлоритизированный, карбонатизированный
Кру-7	1	1,4	
Кру-8	1,2	1,5	
Кру-11	0,33	1,4	
Кру-16	0,26	1,4	
Кру-17	0,4	0,85	
Кру-31	1		
Кру-40	<0,1		Филлит карбонатизированный с ярозитом
Кру-43	0,36		
Кру-44	0,4		Филлит глинисто-полевошпат-серицит-кварцевый
Кру-45	2,6		
Кру-48	1,7		
Кру-54	0,41		Филлит глинисто-полевошпат-кварц-серицитовый
Кру-49	0,28		Гематитизированный филлит
Кру-18	1,3	0,38	Дробленка кварц-полевошпат-глинистая слюдяная
Кру-19	0,14-0,13	1,1	
Кру-14	1,5	1,7	
Кру-1	<0,1	1,4	
Кру-38	<0,1		Бурый железняк
Кру-37	0,13		
Кру-15	0,18		Бурый железняк (по филлиту)

0,07 (17%), 0,1-0,5 (8%); Sb - <2 (25%), 3-7 (25%); 10-50 (50%); Zn - <6 (67%), 7 (4%), 10-30 (21%), 100-150 (8%); Co - <0,1 (33%), 0,1-0,5 (54%), 1-2 (12%); Ni - <1 (58%), 2-7 (37%), 15 (4%); Ti - 10-70 (21%), 100-500 (70%); Mn - <5 (67%), 5-7 (8%), 10-50 (25%); V - <1-8, 3-7 (25%), 10-70 (25%), 100 (4%); Mo - <0,1 (62%), 1-7 (33%), 20 (4%).

В алевросланцах отмечается рост частоты встречаемости повышенных содержаний Pb, Zn, Mo, тогда как в филлитах прослеживается обратная тенденция. В алевросланцах, по сравнению с филлитами, частота встречаемости ванадия выше, чем в филлитах, преобладающее содержание бария в алевросланцах 10-70 10<sup>-3%</sup> (83%), тогда как в филлитах преобладают содержания 1-7 10<sup>-3%</sup> (88%). В алевросланцах отмечается увеличение содержания никеля и кобальта.

II ПТР продуктивен на золото и довольно широко распространен. Это кварцевые жилы различной мощности. Часто содержат обломки сланцев, ожелезненные обломки пород труднодиагностируемого состава, в кварцевых жилах часты включения, обычно серицитизированных и каолинизированных плагиоклазов, гнезда, прожилки карбоната с включениями самородного золота, пирита, вкрапления арсенолирита и минералов поздних ассоциаций - халькопирита, галенита. Текстура массивная, часто брекчиевидная, иногда кварц по трещинам пропитан лимонитом, отмечается ярозит. Часто кварц рассекает алевросланцы. Микроскопически он неравномернозернистый, зерна с облачным погасанием, по контактам зерен отмечается грануляция. Это признаки процессов внутрирудного метаморфизма (Ярош, 1973).

Химический состав, %: SiO<sub>2</sub> - 84,2; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 7,13; FeO - 1,17; Ti - 0,14; MnO - 0,016; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 2,66; CaO - 0,45; MgO - 0,56; Na<sub>2</sub>O - 0,08; K<sub>2</sub>O - 0,46; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 0,094; S<sub>св</sub> - 0,34; CO<sub>2</sub> - отс; ппл - 2,3; SO<sub>3</sub> - 0,86; H<sub>2</sub>O - 0,2. Содержание Au - от <0,1 до 7 г/т (ср. 0,91), Ag - 0,2-1,6 г/т (табл 25).

Минеральный состав брекчий, %: кварц - 78; плагиоклаз - 4,5; серицит - до 7,5; хлорит - 2; глинистые - 2,0; гидроксиды Fe - 6; пирит - ед. з. Кроме того, отмечаются единичные знаки скородита и золота самородного.

Содержание и встречаемость примесей, (10<sup>-3%</sup>): As - 7 (6%), 10-70 (50%), 100-700 (39%), >1100 (5%); Cu - <0,8 (55%), 3-7 (33%), 10-20 (12%); Pb - <1 (33%), 2-7 (61%), 10 (6%); Ag - <0,01 (45%), 0,01-0,05 (33%), 0,1-0,5 (22%); Sb - <2 (17%), 2-7 (61%); 10-20 (22%); Zn - <3 (22%), <6 (39%), 3-7 (22%), 15-20 (17%); Co - <0,1 (22%), 0,1-0,7 (78%); Ni - <0,6 (2%), 0,7 (6%), 1-7 (82%); Ti - 5 (54%), 20-70 (39%), 100-500 (55%); Mn - <5 (22%), 5-7 (22%), 10-70 (55%); V - 0,5-0,7 (11%), 1-7 (55%), 10-30 (33%), Mo - <0,1 (18%), 0,1-0,2 (39%), 1-1,5 (11%), <1-7 (39%).

В кварцевых жилах наблюдается тенденция уменьшения частот встречаемости повышенных содержаний As, Cu, Sb, Zn, Mn, V, Mo.

Кроме литологических разностей, являющихся ПТР, на участке отмечены породы, которые не попадают в категорию ПТР из-за низких содержаний в них полезного компонента. К таким породам отнесены песчаники, карбонатные породы, метаэффузивы. Песчаники полевошпат-кварцевые с хорошо проявленной обломочной структурой, мелкозернистые, с полуокатанными обломками. Цемент поровый, контактный слюдисто-кремнистый с лимонитовой пропиткой. Обломки представлены кварцем, полевым шпатом, крем-



Содержание Au и Ag (г/т) в кварцевых жилах, брекчиях участка Караунгур

Тип руды	Номер пробы	Au	Ag	Характеристика пород
Поздняя герцизация кварца	Кру-200	<0,1		Кварцевые жилы, прожилки с гнездами, включениями каолинизированного полевого шпата, очень слабая лимонитизация по трещинам. Отмечаются участки халцедоновидного кварца, локально каолинизированные зерна полевых шпатов; выщелоченные каолиниты
	Кру-203	<0,1		
	Кру-204	<0,1		
	Кру-205	0,14		
	Кру-209	<0,1		
	Кру-4	<0,1	0,23	
	Кру-55	<0,1	<0,2	
II ПТР	Кру-211	1,4		Кварц с сетью прожилков лимонитизированного карбоната, обеленных лимонитизированных пород
	Кру-212	0,34		
	Кру-210	7		Кварц с гнездами обеленного полевого шпата, скоплениями охристого лимонита
	Кру-214	1,1		Кварц с гнездами обеленного полевого шпата, обломками пород, включениями пирита
	Кру-2	1,1	1,6	Кварц с гнездами обеленного полевого шпата, г.о. Fe, по трещинам (охры лимонитов)
	Кру-6	0,77	1,2	
	Кру-9	2	1,5	Кварц с гнездами лимонитизированного карбоната
	Кру-13	0,35	1,2	Брекчия кварца лимонитизированная
	Кру-32	1,5		Кварц с включениями, прожилками карбоната, красноватых охр (ге-матит)
	Кру-34	0,25		
Кру-69	0,49		Кварц с включениями обеленного полевого шпата, обломками пород, кавернозный	

нистыми породами. Отмечается рассланцевание, участками полосчатость выражена чередованием существенно кварцевых прослоев со слюдисто-полевошпат-кварцевыми. Рудная минерализация представлена пиритовой вкрапленностью, единичными зернами арсенопирита. Отмечается интенсивное окварцевание, при котором обломки подвергаются перекристаллизации и порода приобретает кварцитовидный облик. Часто по плоскостям сланцеватости присутствует лимонит и включение пирита.

Химический состав, %:  $\text{SiO}_2$  – 84;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 2,48;  $\text{FeO}$  – 0,54;  $\text{Ti}$  – 0,43;  $\text{MnO}$  – 0,02;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 6,6;  $\text{CaO}$  – 4,48;  $\text{MgO}$  – 0;  $\text{Na}_2\text{O}$  – 0,05;  $\text{K}_2\text{O}$  – 0,58;  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 0,14;  $\text{S}_{\text{в.к.}}$  – 0,0;  $\text{CO}_2$  – 0; лпп – 7;  $\text{SO}_3$  – 0,24;  $\text{H}_2\text{O}$  – 0,2. Содержание Au от 0,1 до 1,4 г/т (ср. 0,37), в метасоматитах по песчанику. Из сопутствующих элементов установлены ( $10^{-3}\%$ ):  $\text{Cu}$  – <0,8-70;  $\text{Mo}$  – 0,2-5;  $\text{As}$  – <10-700;  $\text{Ni}$  – 0,7-10;  $\text{Pb}$  – 3-20;  $\text{Ag}$  – 0,05-0,3;  $\text{Sb}$  – 7-15;  $\text{Ti}$  – 150-200;  $\text{Cr}$  – 7-15;  $\text{Au}$  – <0,03-0,5;  $\text{Bi}$  – <0,2.

В карбонатных породах содержание Au <0,1 г/т; в туфах кварц-карбонатного состава – от <0,1 до 0,13 г/т; в лимонитизированных карбонатных породах – 0,14 г/т; в метасоматитах кварц-глинисто-полевошпатовых (по эффузивам) – 0,17 г/т, отмечаются кремнистые сланцы, содержание Au – <0,1 г/т.

### Минеральный состав пород, руд участка Караунгур

Минералого-петрографическими исследованиями, проведенными на участке Караунгур выявлено 36 минералов, из них 26 – гипогенные, а 10 – гипергенные, развитые в зоне окисления пород (табл. 26).

Минеральный состав ПТР складывается из: а) минералов пород (включающих собственно минералы пород и более поздние, связанные с процессами метаморфизма, метасоматоза); б) минералов руд; в) акцессорных минералов как обломочного происхождения, так и новообразованных; г) гипергенных минералов.

Ведущим минералом, определяющим промышленную значимость, является самородное золото. Главные сопутствующие – пирит, арсенопирит, марказит; второстепенные – халькопирит, пирротин; ред-

Таблица 26

Минеральный состав пород и руд участка Караунгур

Распространенность	Гипогенные		Гипергенные
	нерудные	рудные	
Главные	Кварц Полваши шпат Серпичит ультрастое вещество Кальцит Хлорит	Золото самородное Пирит Арсенпирит	Гётит Лимонит Скородит Ярозит Квацитит
Второстепенные	Эпидот Цоизит	Халькопирит Пирротин Тетраэдрит Герсдорфит Мельничковит-пирит	Гематит Ковеллин Халькозин
Редкие и цеосорные	Роскозит Циркон Рутил Апатит Бiotит Барит Молибденит	Сфалерит Галенит Магнетит	Гипс Целестин

кие микровидимые – сфалерит, галенит, тетраэдрит, герсдорфит. В зоне окисления основная роль принадлежит гётиту, лимониту, ярозиту, скородиту.

Диагностика минералов проводилась минералогическим, минераграфическим, петрографическим, рентгеноспектральным локальным анализами («Supergrober» JXA-8800R), аналитик М.А.Ким.

Некоторые породообразующие и рудные минералы в процессе рудоотложения неоднократно переотлагались – кварц, карбонат, хлорит и др., что привело к появлению разновременных, часто, совмещенных пространственно генераций.

Самородное золото установлено в кварцевой жиле с гнездами железистого карбоната. Золотины (3 шт.) локализируются в карбонате, размер – от 0,003 до 0,009 мм, форма округлая, линзо-, конусовидная; цвет ярко-желтый, не темный. Состав, по данным рентгеноспектрального локального анализа на микрозонде: Au – 99,68-

100,35%; Ag, Fe, Cu – на уровне чувствительности прибора (табл. 27). Растровые снимки представлены на рис. 30. Самородное золото в концентратах гравииобогащения не установлено. По-видимому, основной формой выделения является тонкодисперсное невидимое золото в сульфидах. Изучение концентратов под микроскопом также не обнаруживает наличие даже очень мелких золотинок. На наличие тонкодисперсного золота указывает зависимость между содержанием золота и количеством сульфидов или продуктов окисления в концентратах. Так, в концентратах, где преобладает гётит, содержание золота варьирует от 1-5 г/т (50%) до 5-20 г/т (4-9%), содержание <1 г/т (~20%). В смешанных по составу концентратах (гётит > пирит) содержания 1-5 г/т – 57%; 10-15 – 14%, 1 г/т – около 28%.

Таблица 27

Результаты рентгеноспектрального локального анализа минералов участка Караунгур

Номер пробы	Минерал	Содержание элементов, %																			
		Au	Ag	Fe	Cu	Ca	Mg	O	Mn	Se	S	Sb	As	Zn	Co	Ni	Cd	Ba	V		
Кру-211*	Золото самородное (в кальците)	100	0,1*	0,17*	0,06*																
		100	0,04*	0,20	0,10*																
		99,68	0,09*	0,22	0,01*																
	Кальцит (с золотом самородным)	-	-	0,24	-	38,83	0,33	15,89	0,04*												
Кру-83	Блеклая руда	-	1,85	3,32	35,48						1,21	25,28	28,47	0,28*	3,89						
		-	1,69	3,14	35,7						1,07	25,4	28,88	0,21*	3,59						
		-	1,54	3,22	36,39						0,83	25,5	28,7	0,18*	3,64						
		-	-	14,97	1,46							18,39		46,1		0,32	18,92				
				12,52	1,35							18,08		45,88	0,34	0,76	21,07				
			15,13	1,14							18,14		45,51	0,57	0,31	18,67					
			16,1	1,56							18,49		45,86	0,10*	0,10*	18,42					
			1,57	1,03							33,12		61,9		0,32	1,52					
		Сфалерит		1,91	0,89						32,77		62,18		0,42	1,66					
				1,78	1,4						32,99		61,94		0,28	1,72					
Кру-5*	Лягушь			0,20	0,67		1,48	43,67			0,1					0,16		6,07	14,73		
				0,52	0,52		1,15	43,3			0,00*					-0,08*		6,07	14,99		
				0,13	0,63		1,28	44,33			0,14					0,00*		3,98	16,69		
				0,42	83,92											0,00*					
			0,32	84,49										0,09*	0,01*	0,05*					
			0,37	84,67										0,21	-0,06*	0,07*	-0,1*				
										0,36					0,12*	0,01*	0,04*				

Номер пробы	Минерал	Содержание элементов, %					Содержание окислов, %													
		П	К	Si	Al	Cr	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	NiO	CuO	BaO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Sn	
Кру-211*	Золото самородное (в кальците)																			
	Кальцит (с золотом самородным)																			
Кру-63	Блестящая руда																			
	Сфалерит																			
Кру-63	Роскозлит	0,09*	6,02	18,54	8,44		2,46	15,95	39,66	0,25	7,25	0,16*	26,3	0,28	0,2	1,09	6,77			
		0,25*	5,42	18,26	8,6		1,9	16,25	39,07	0,00*	6,52	0,42*	26,77	0,74	-0,10*	0,65	6,78			
		0,16*	6,11	18,89	7,33	0,34	2,13	13,86	39,99	0,34	7,36	0,26*	29,79	0,27	0,01*	0,61	4,45	0,65		
Кру 5*	Патунь					0,45														14,22
						0,39														13,9
						0,41														14,03

Примечание. \* - на пределе чувствительности анализа.

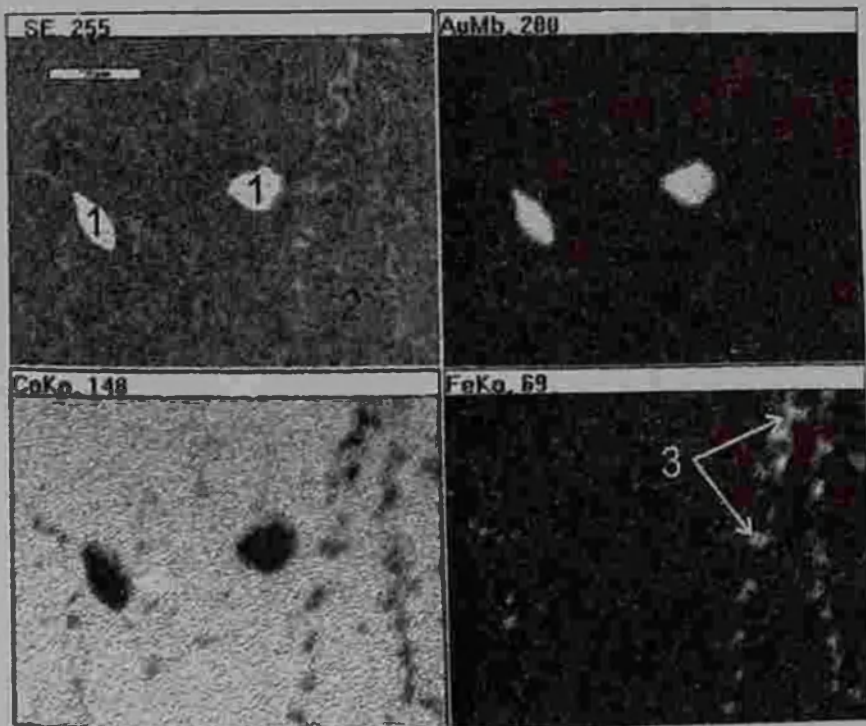


Рис. 30. Самородное золото в кальците. Растровые снимки в ХРИ. Караунгур, аншлиф КРУ-211-а; 1 - золото самородное; 2 - кальцит; 3 - гидрокислы железа.

В концентратах с преобладанием пирита, но в которых присутствует и арсенопирит, содержание Au 10-15 г/т составляет 7%, <1 - 55%, 1-5 - 35%.

В концентратах, где количество арсенопирита достигает 5-7%, а пирита 20-30%, отмечается разброс содержаний золота от <1 (5%) до 105 г/т; преобладают содержания 5-10 г/т (25%) и 10-15 г/т (20%); содержание 25-45 г/т отмечено в 25% проб. Таким образом, с увеличением количества арсенопирита увеличивается содержание Au в концентратах.

Пирит - широко распространенный минерал руд. Отлагается в течение длительного периода рудоотложения и в процессе метасоматического преобразования пород. В метатерригенных породах пирит, связанный с процессом березитизации, образует вкрапленность, тонкие агрегативные скопления по сланцеватости. Размер

зерен от  $0,5-0,7$  мк до  $< 0,07$  мк. Количество варьирует от десятых долей до 1-2%. В зоне окисления лимонит замещается гетит-гидрогетитовым агрегатом лимонитом. Часто в кварцевых жилах встречаются обломки пиритинолованных пород. Пирит содержит включения черудных минералов, мерказита, пирротина. Форма его кристаллов кубическая.

Пирит 2 второй генерации является золотоносным минералом и ассоциирует с арсенопиритом. Встречается в виде микрокристаллов, гнездовых скоплений, в зонах окисления. Содержит включения осесимметричного кальцитоподобного пирита. Образуется с арсенопиритом. Часто обрастает более поздним мерказит-пирротинным агрегатом. Содержание золота в местах развития пирита арсенопирита варьирует от десятых долей до десятков г/т. Форма зерен - кубическая, октаэдрическая. Наше это осесимметричные тетраэдрические агрегаты. В зоне окисления по пириту развиты гетит, яросит. Развитие пирита 2 в сочетании с арсенопиритом - прямой индикатор на золото. Размер зерен от  $0,5-1,5$  до  $< 0,05$  мк.

Пирит 3 - наиболее поздняя генерация. Образуется в трещинах и жилах кварца. Размер до 1-2 мк. Встречается в виде зернистости, друзок.

Арсенопирит - основной золотоносный минерал метатерригенных пород - метавулканиитов, диоритов. Встречается в количестве от ед. зерен до  $0,5-0,7\%$ . В концентратах содержание варьирует от 10 до 15%. Арсенопирит ассоциирует с пиритом 2, содержит включения кальцитоподобного пирита. С увеличением количества арсенопирита в руде заметно растет содержание золота (рис. 31). Арсенопирит кристаллизуется по трещинам, зонам метатерригенных пород, участкам карбонатизации. Форма зерен тонкопластинчатая, игольчатая (1,4, 1,8), реже ромбическая. Размер от  $< 0,07$  мк до 10 мк. В кварцевых жилах арсенопирит приурочен к контакту кварца с обломками пород. В зоне окисления по арсенопириту развивается скородит, местами превращающийся в мышьяк содержащий лимонит. В концентратах, где наряду с пиритом 2 обильно встречается арсенопирит (1-7%), содержание золота варьирует от 1 до 150 г/т. Для сравнения в концентратах с преобладанием пирита (арсенопирит  $< 1\%$ ) содержание золота до 1 г/т составляет 95%, а максимум не превышает 10-15 г/т (45%).

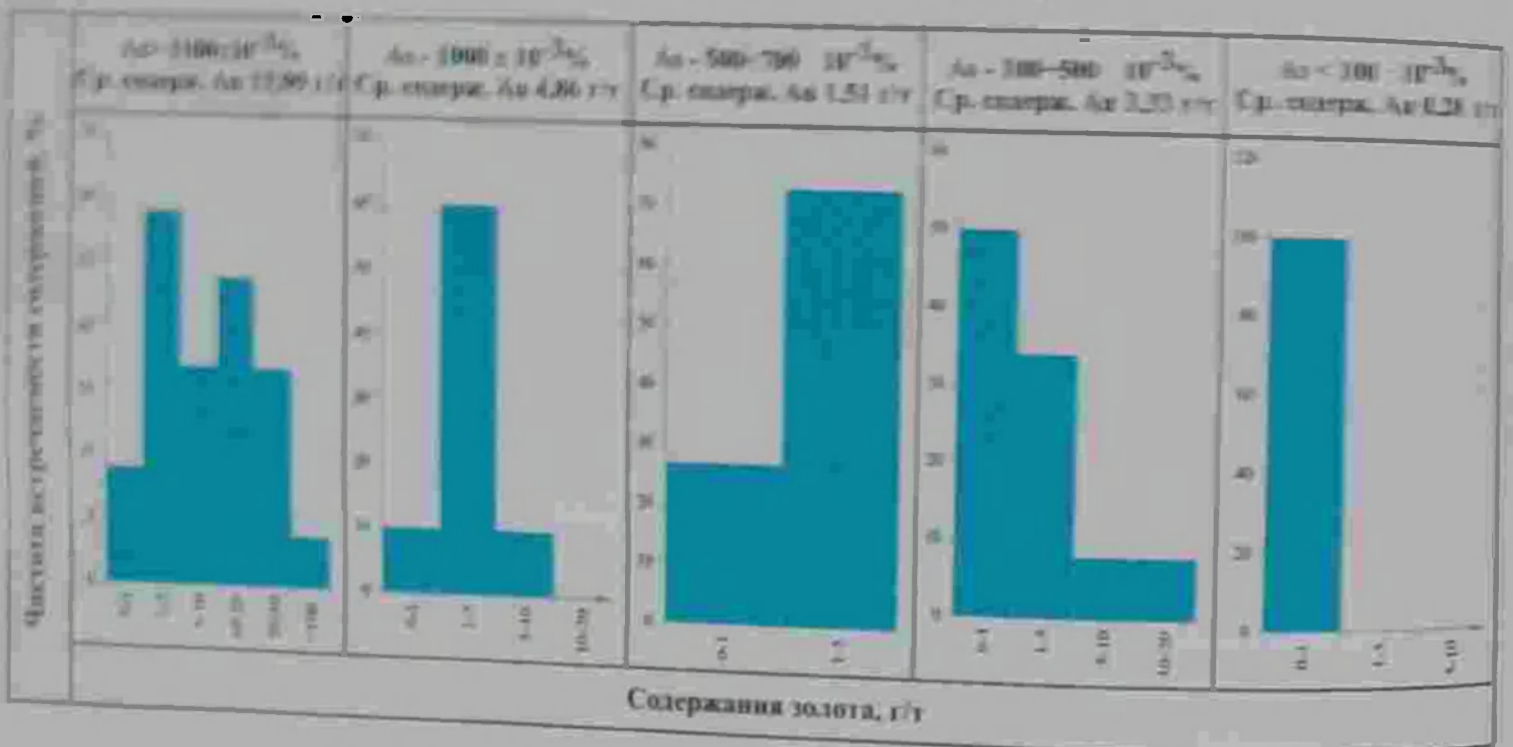


Рис. 31. Зависимость между содержаниями Au и As, участок Караунгур.

Мерказит - широко распространенный минерал метатерригенных пород, отмечается на глубине 182,7-203,8 м (сх. Вк-21) в углито-кварцевых метавулканиитах. Образуется по трещинам спанцеватости. Ассоциирует с пиритом, замечены каймы мерказита вокруг зерен пирита. Оптические характеристики минералов стандартны. Часто совместно с мерказитом встречается мельниковит-пирит. По видимому, мерказит является продуктом замещения пирротина. Подобные ассоциации широко известны (Смирнов, 1955). В зоне гипергенеза мерказит, так же как и пирит, окисляется до лимонита, яросита.

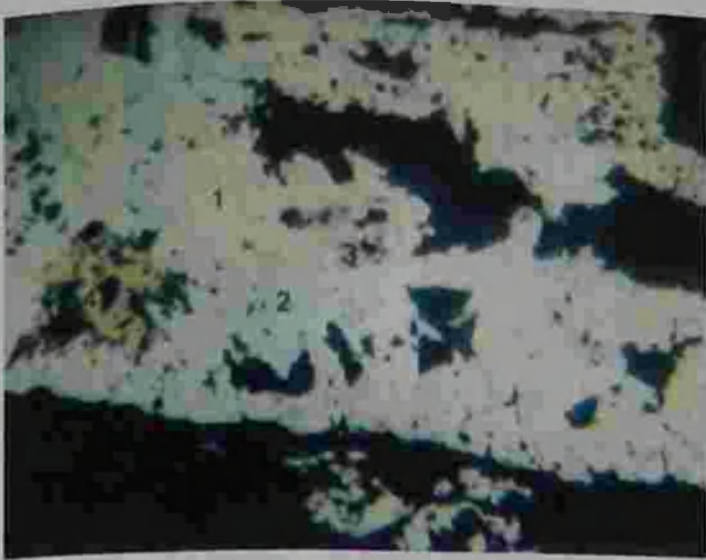


Рис. 32. Включение пирротина и халькопирита в пирит-марказитовом скоплении. Участок Караунгур, аншлиф Кру-60; 1 – пирит, 2 – марказит, 3 – пирротин, 4 – халькопирит, увел. 300; без анализатора.

**Пирротин** отмечается спорадически в виде включений в пирите, марказите (рис. 32), арсенопирите, гётите. Размер  $<0,05$  мм. Встречается пирротин на глубоких горизонтах в скв. Вк-21. Форма зерен неправильная, края изрезанные. Замещен марказитом практически полностью. Содержит включения нерудных. Постоянно вместе с пирротинном встречается халькопирит в виде зерен размером от  $<0,03$  до  $0,05$  мм.

**Халькопирит** развит часто в алевросланцах, кварцевых брекчиях. Приурочен к участкам карбонатизации, трещинам катаклаза. Размер зерен от  $<0,005$  до  $0,02$  мм. Форма неправильная. Зерна часто образуют кучные скопления, срastaются с пирротинном, марказитом. Встречаются включения халькопирита в пирите, арсенопирите. Максимальное количество халькопирита в метаапевролитах не превышает первых долей процента. В процес-

се окисления он замещается ковеллином, который впоследствии переходит в карбонат меди. Встречаются зерна халькопирита среди скоплений блеклой руды.

**Галенит.** Микровключения галенита в метаапевролитах, филлитах приурочены к микропрожилкам кварца. Срastaется с пиритом, халькопиритом. Размер  $<0,01$  мм. В зоне окисления по галениту развивается церуссит, большая часть которого замещена лимонитом. Единичные зерна размером  $0,1-0,3$  мм встречены в концентратах.

**Блеклая руда** наблюдается в аншлифе Кру-63 в виде ксеноморфного скопления по трещине (рис. 33). Минерал серого цвета со слабым двупреломлением изотропный, отражательная способность (R)  $\sim 30-35\%$ . В нем отмечены вроски герсдорфита, сфалерита размером  $<0,01$  мм. В сфалерите в срastании с минералом встречен халькопирит. Рентгеноспектральный анализ минералов представлен в табл. 27.

**Герсдорфит.** Включения размером  $<0,01$  мм в блеклой руде (см. рис. 33). Состав минерала приведен в табл. 27.

**Сфалерит.** Включения размером  $0,02-0,04$  мм в блеклой руде (см. рис.33). Состав минерала приведен в табл. 27.

**Магнетит** постоянно встречается в концентратах в виде полуокатанных зерен черного цвета. Зерна сильно магнитные, блестящие. Размер  $0,1-0,3$  мм.

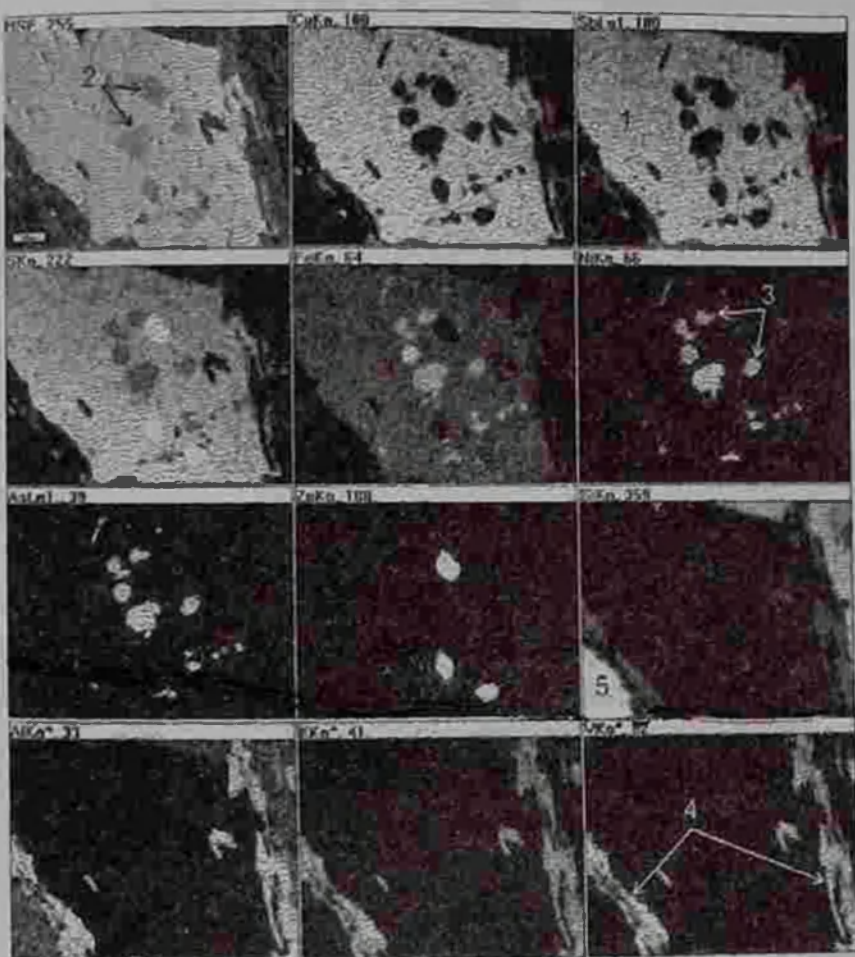


Рис. 33. Блеклая руда с включениями герсдорфита, сфалерита. Растровые снимки в ХРИ. Караунгур, аншлиф КРУ-63; 1 – блеклая руда; 2 – сфалерит; 3 – герсдорфит; 4 – роскозлит; 5 – полевой шпат.

## Гипергенная минерализация

Зона окисления рудопоявления Караунгур представлена продуктами гипергенного преобразования первичных минералов руд. Так, пирит, пирротин, марказит преобразуются в гидроксиды и сульфаты Fe (гётит, лимонит, ярозит); арсенопирит замещается скородитом; халькопирит – халькозином, ковеллином, галенит, сфалерит – сульфатами, карбонатами Pb, Zn. При более глубокой проработке железосодержащие минералы переходят в лимонит. Часто охристые скопления лимонита подвергаются выщелачиванию.

**Гётит** – широко распространенный минерал окисленных руд. Встречается в виде псевдоморфоз по пириту, марказиту, пирротину. Представлен плотными почти черными скоплениями или кристаллами кубической формы, ксеноморфными агрегатами, кружевными скоплениями. Окраска неоднородная; присутствуют различные оттенки серого цвета. Гётитом выполняются трещины кливажа, трещины катаклаза. В нем часто встречаются реликты пирита, марказита, пирротина, халькопирита. Часто замещается лимонитом. В гётите, кроме реликтов пирита, марказита, отмечены включения нерудных минералов. Иногда он, образованный по ранней генерации пирита, окаймляется более поздним гётитом, образованным по марказиту. В концентрате с содержанием гётита до 95% содержание Au 1,88-3,43 г/т (скв. 13, гл. 32-36 м, пр. 21618, 21619). В гётитах, развивающихся по марказиту, содержание Au 0,11-0,42 г/т.

**Лимонит** – широко распространенный минерал окисленных руд. Является конечным продуктом изменения всех железосодержащих минералов, включая карбонаты железа, алюмосиликаты (хлорит, биотит) (Смирнов, 1955). Лимонит в филлитовидных сланцах выполняет трещины кливажа и сланцеватости, подчеркивая часто микропунктирную текстуру породы. Иногда филлит нацело замещается лимонитом. Содержание Fe<sub>общ</sub> в таких лимонитизированных участках пород достигает 57% (82,2% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Лимонитом почти полностью замещается гётит. Часто от кубических кристаллов гётита остаются лишь контуры. Часто лимонитизации подвергается скородит. Лимонит содержит повышенные содержания мышьяка.

**Гематит** встречается в виде включений, кайм по гётиту. Бесцветный, слабоголубоватый оттенок; отражение умеренно низкое, внутренние рефлексы заметны в иммерсии.

**Ярозит** встречается спорадически в филлитовидных углистых сланцах (Кру-43, Кру-5\* № 21084), в карбонатизированных алевросланцах (Кру-6). Количество от ед. з. до 10%. Изометричные, квадратной формы зерна желтого цвета с высоким показателем преломления и сильно анизотропные. Размер 0,007-0,02 мм. Часто среди скоплений ярозита отмечаются включения гидроксидов Fe. Ярозит образует прожилки, вкрапленность, гнездовые скопления.

**Скородит** – широко распространенный минерал. Замещает арсенопирит вплоть до псевдоморфоз. При этом сохраняется удлиненная, игольчатая форма кристаллов арсенопирита. Скородит часто развивается совместно с лимонитом. Микроскопически встречается в виде аморфных землистых масс желтого цвета. Макроскопически диагностируется плохо, так как повсеместно ассоциирует с лимонитом и свм впоследствии окисляется до лимонита. Иногда в скоплениях охр попадаются реликты арсенопирита (до 0,01 мм).

**Ковеллин** развивается по халькопириту. Устанавливается в аншлифах, в зоне окисления халькопирит почти полностью замещается ковеллином, халькозином. Цвет ковеллина индигово-синий, с сильными эффектами анизотропии. Отмечается ассоциация ковеллина с теллуридами золота и висмута.

**Каолинит** – широко распространенный минерал зоны окисления. Встречается в алевросланцах, филлитовидных сланцах, где замещает полевые шпаты, ассоциирует с серицитом, содержит включения кварца, хлорита, иногда нацело пропитывается лимонитом. Морфологически это землистые тонкодисперсные массы, легко размокающие в воде. В кварцевых жилах, прожилках включения каолинизированных полевых шпатов отмечаются постоянно. Иногда изменение полевых шпатов настолько глубоко, что они представляют рыхлые мепоподобные скопления. В иммерсионном препарате каолинит узнается по чешуйчатому строению агрегатов;  $n = 1,568-1,560$ ; двупреломление слабое; угол погасания 1-3°.

## Породообразующие минералы

*Кварц* – чрезвычайно широко распространенный минерал I ПТР и жильных образований. Для него характерно совмещение в пространстве разновозрастных генераций. Кроме обломочных зерен кварца в песчаниках, метаалевролитах, в I ПТР присутствуют и более поздние генерации.

*Кварц 1* входит в состав кварц-карбонат-пирит-серицитовой ассоциации, связанной с процессами березитизации терригенных пород. Широкое развитие получил в участках интенсивного метасоматического преобразования пород. Часто нарастает в виде кайм на обломочные зерна кварца; участвует в процессе перекристаллизации цемента; вместе со слоистостью сминаются в микроскладки. Микроскопически в кварце отмечаются признаки метапреобразований: облачное погасание зерен, межзерновая грануляция, мозаичное распадение. Содержит гнезда полевого шпата, наблюдается слабая лимонитизация по трещинам.

*Кварц 2* представлен жилами, прожилками различной мощности в метатерригенных породах. В участках брекчирования он цементирует обломки пород. Иногда прожилки кварца катаклазируются, а трещины заполняются рудными минералами, карбонатом. В кварце постоянно присутствуют скопления полевого шпата, обычно каолинизированного, в зоне гипергенеза, сеть прожилков, включения железосодержащего карбоната, обломки измененных пород, вкрапленность пирита. Содержание золота 0,25-7 г/т, серебра 1,2-1,6 г/т. Из сопутствующих элементов, по данным полуколичественного спектрального анализа установлены ( $n \cdot 10^{-3}\%$ ): Cu – <0,8-20; As – 30+>1100; Ni – <1; Pb – <1-10; Ag – <1-10; Sb – <2-20; Ti – 70-500, редко – 5-30; Cr – <3-20; Au – <0,03-2; V – 0,5-50; Mn – <4-70 и др. Содержание Ca в кварце 2,6%, Fe<sub>общ</sub> – 2,02%, CO<sub>2</sub> – 2,2%.

*Кварц 3* отмечается в значительных количествах в виде жил, прожилков рассекающих все ранние минеральные образования. Часто содержит обломки пород или более раннего кварца с сульфидной минерализацией. Содержание золота <0,1-0,14 г/т, Ag <0,2-3,23 г/т. Содержание попутных элементов по данным полуколичественного анализа ( $n \cdot 10^{-3}\%$ ): Mn – <4-50; Cu – <0,8; Mo – <0,1-0,3; As – 7-50; Ni – <0,6-5; Sn – <1-1,5; Pb – <1-7; Ag – <0,01-0,15; Sb – <2-7; Ti – 20-200; Cr – 3-10; Zn – <3-7; Au – <0,03; V – 1-7 и др.

*Полевые шпаты.* Плагиоклаз встречается в виде обломочных зерен в метатерригенных породах и в виде гнездовых скоплений, прожилков в кварцевых жилах, брекчиях; встречаются прожилки альбита в алевросланцах; гнездовые скопления. В туфах полевые шпаты основного состава отмечаются в виде порфирированных зерен, ветвящихся прожилков среди скоплений тонкозернистых карбонатов. Обычно в зоне гипергенеза полевые шпаты каолинизированы, серицитизированы. Иногда процесс заходит так далеко, что остаются лишь контуры первичных зерен, а все зерно полностью замещается смесью карбонат-серицит-глинистого состава. Часто совместно с такими образованиями встречается хлорит в виде прожилков, гнездовых скоплений. Отмечаются скопления розкоэлитита по контакту полевого шпата с рудной минерализацией. Содержание полевых шпатов до 1-8%.

*Серицит* является одним из главных минералов I ПТР. Количество его меняется: в алевросланцах – 1,5-27%; в филлитах – 1,5-32%; в брекчиях – 7,5%. Форма проявления тонкочешуйчатые агрегативные скопления. Серицит замещает, совместно с глинистыми минералами, зерна полевого шпата, выполняет трещины сланцеватости, кливажа; часто образует тесные срастания с хлоритом, карбонатом, кварцем; в филлитах ассоциирует с углистым веществом и является практически основным минералом породы. В кварцевых жилах отмечается в обломках пород, часто встречается в жильном кварце и развивается по полювому шпату. В зоне окисления рудных минералов серицит пропитан гидрооксидами Fe и приобретает буроватую окраску.

*Хлорит* – довольно широко распространенный минерал метатерригенных пород, встречается в алевросланцах совместно с карбонатом. Форма проявления – гнезда, прожилки, розетковидные скопления, плотные массы. Цвет светло-зеленый, слабо плеохроитует, аномальные коричневые цвета интерференции. По оптическим характеристикам соответствует пеннину (Винчелл). В хлорите отмечаются включения рутила, охристые лимонитовые включения. Содержания хлорита в алевросланцах варьирует в

широких пределах, %: от ед.з. до 32; в филлитовидных сланцах до 10; в окварцованных песчаниках до 1,5; в карбонатных породах до 3,5; в брекчиях полевошпат-кварцевых до 7,5.

**Цоизит** встречается в алевросланцах (Кру-64) в прожилке хлорит-карбонатного состава. Прожилок согласный с трещинами кливажа. Цоизит представлен зернами размером 0,03–0,05 мм; зерна изометричной формы или короткопризматические. Двупреломление сильное, рельеф высокий, аномальная интерференционная окраска; совместно с цоизитом присутствует эпидот.

**Эпидот** отмечается совместно с карбонатом, хлоритом, цоизитом в прожилках в алевросланцах (Кру-60, Кру-64) в виде равномерной вкрапленности. От цоизита отличается яркими интерференционными цветами. В шлифах – зерна изометричной, короткопризматической формы, агрегативные скопления. Количество эпидот-цоизитовых скоплений – 4% (Кру-64).

**Карбонат** – широко распространенный минерал руд. Количество его в алевросланцах составляет 1,5–15%; в филлитах – до 1–8%; в карбонатных породах – 94%. Преобладают железосодержащие разновидности карбоната. Карбонат встречается в виде мелкозернистых пелитоморфных разновидностей в алевросланцах, иногда полностью замещая цемент породы. Часто встречаются прожилки карбоната, сопровождающиеся хлоритом, цоизитом, эпидотом. Совместно с глинистыми минералами развивается по полевому шпату и, часто, в скоплениях карбоната отмечаются гнездовые скопления полевого шпата. Встречаются прожилки карбоната с включением пирита. Иногда карбонат отлагается по контакту скоплений полевого шпата и хлорита. В алевросланцах встречаются тонкокристаллические скопления карбоната. По-видимому, это поздняя генерация минерала. Иногда карбонат присутствует в брекчиях полевошпат-кварцевого состава. В нем устанавливаются включения тонкодисперсного золота (Кру-211). Широко развит в туфах, где им цементируются кристаллы полевого шпата. Из примесей отмечается (10<sup>-3</sup>%): Mn – 300; As – 70; Ti – 10–150; Zn – <6–70 и др.

К категории редко встречающихся (аксессуарных) минералов отнесены циркон, рутил, апатит, биотит, барит, монацит. Минералы отмечаются постоянно в метаалевролитах, филлитовидных сланцах в виде ед. зерен. Размер зерен от 0,005 мм до 0,02–0,04 мм.

**Циркон** – окатанные, полуокатанные зерна, редко призматические; высокий показатель преломления; яркие цвета интерференции; бесцветный.

**Монацит** – удлиненные зерна, часто округлые; цвет красно-бурый; высокий рельеф и очень сильное двупреломление.

**Апатит** – короткопризматические зерна, чаще окатанные; очень слабое двупреломление; бесцветный. Встречается в участках карбонатизации, в метаалевролитах, в карбонатных породах.

**Рутил** – широко распространенный минерал, хотя и встречается в виде единичных или частых зерен среди всех разновидностей пород. Представлен короткостолбчатыми зернами или игольчатыми кристаллами; локализуется обычно среди хлорита, углистых скоплений; очень высокое светопреломление; цвет буровато-черный с красноватым оттенком. В зоне гипергенеза переходит в лейкоксен.

**Биотит** – редкие лейсты коричневого цвета с отчетливым плеохроизмом в метаалевролитах.

**Роскозлит**. Отмечается в скв. Вк-2 на глубине 192–194 м. Образует скопления по контакту блеклой руды с полевым шпатом. Состав минералов приведен в табл. 27.

**Углистое вещество** постоянно присутствует в метатерригенных породах участка Караунгур. Морфологически выделяются следующие разновидности: 1 – пылевидное, рассеянное; 2 – нитевидное по сланцеватости, кливажу; 3 – гнездообразные скопления в зонах катаклаза. В участках окисления руд углистое вещество практически отсутствует. Исследование состава углистого вещества показало преимущественное развитие антраколита, керита и графита (Отакузиев, 1978).



## Глава IV. ПРИРОДНЫЕ ТИПЫ РУД ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГОР БУКАНТАУ

### Месторождение Кокпатас

Золоторудные и золотосодержащие месторождения Кокпатаасского рудного района (Кокпатас, Турбай, Барханный, Булуткан, Саутбай и др.) имеют некоторые общие черты и отличительные особенности. Это касается, прежде всего, минерального состава руд. Причем в рудном районе базовым объектом по классификации А.А.Сидорова (1992), является золоторудное месторождение Кокпатас. В связи с этим выделяется Кокпатаасский геолого-промышленный подтип в золото-сульфидном типе месторождений (Голованов, 2000). Минеральные ассоциации, установленные на этом месторождении (Маркова и др., 1969; Клемперт и др., 1980, 1985, 1986), отмечаются и на других, в т. ч. и золотосодержащих (скарново-шеелитовых) месторождениях. Исследование ПТР и их минералого-геохимических особенностей представляет большой интерес для определения рациональной схемы обогащения первичных руд на ГМЗ-3 НГМК, являющегося основным потребителем имеющихся в районе запасов золотых и золотосодержащих месторождений.

На месторождении Кокпатас золото установлено в породах карашахской (ныне кокпатаасской) свиты, в кварцевых жилах и в окисленных породах. В составе карашахской свиты отмечаются терригенные песчано-алевро-сланцевые породы, прослои вулканогенных и карбонатных образований. Т.е. свита имеет довольно пестрый литологический состав, что очень важно для золотого рудоотложения. Учитывая приуроченность золотого оруденения, на месторождении выделены следующие ПТР: 1) метавулканогенно-терригенный с прожилково-вкрапленной золото-сульфидной минерализацией; 2) сульфидно-кварцевый жильный; 3) окисленный. Метавулканогенно-терригенный тип является ведущим по масштабу развития и золотоносности. Проявлен на всех участках месторождения. Этот тип представлен пирит-арсенопиритовыми рудами с субдисперсным золотом. Приурочен к протяженным (свыше 1 км) и мощным (до первых сотен метров) тектонически нарушенным (трещиноватым и рассланцованным) зонам гидротермально измененных (серицитизированных, окварцованных и карбонатизированных) песчано-сланцевых пород карашахской свиты. Содержание главных рудных минералов – пирита и арсенопирита – колеблется от 1,5 до 20,5%. В них сконцентрирована подавляющая масса золота. Золото находится в субдисперсном состоянии и рассеяно в пирите и арсенопирите (рис. 34), где содержание в отдельных монопробах составляет соответственно 16 и 50 г/т. Микроскопически видимое самородное золото встречается очень редко. В качестве элементов-

примесей пробирным анализом в рудах установлены Pt – 0,002 г/т, Pd – 0,006 г/т. Величина отношений Ag/Au = 0,25, а Pd/Pt = 3. Кроме того спектральным анализом установлены примеси Cu, Sb, Pb, Zn, Ni, Cr, Sn.

Сульфидно-кварцевый жильный тип проявляется локально, в частности, на северо-западном фланге месторождения (участок Кварцевый 1). Золотое оруденение расположено в кварцевой жиле протяженностью более 1 км с неравномерной вкрапленностью пирита, в различной степени замещенной гидроксидами железа. Видимые скопления пленочного самородного золота приурочены к гидроксидам железа. Кроме пирита, в этом типе руд иногда отмечаются сфалерит, пирротин, халькопирит, галенит, блеклая руда, джемсонит, бурнонит, халькостибит, люционит-фаматинит, герсдорфит и др.

Окисленный тип руд выделен, исходя их технологических отличительных особенностей руд. Он охватывает

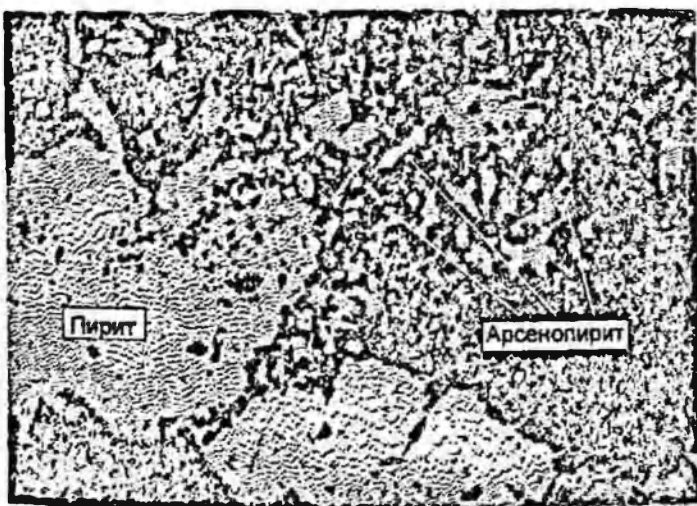


Рис. 34. Золото-пирит-арсенопиритовая ассоциация в кварц-углисто-серицитовом сланце. Месторождение Кокпатас, юго-восточный участок. Увел. 95 $\times$ .

зону окисления месторождения и представлен как первым, так и вторым типами руд, подверженными процессам гипергенеза. Окисленные руды распространены на всех участках. Мощность коры выветривания колеблется от 10 до 50 м, а вблизи тектонических нарушений гипергенная минерализация распространяется до глубины 100 м. Сульфиды и карбонаты в зоне окисления подвергаются замещению гидроксидами железа и выщелачиванию. Гидроксида железа присутствуют как в виде самостоятельных минералов (гётит-

гидрогётит), так и в виде трудно диагностируемых тонкозернистых выделений. Содержание гидрооксидов железа в рудах достигает 5,2%. Характерным минералом окисленных руд является ярозит (от 4,5 до 9,0% на участках с наиболее выветрелыми породами). Второстепенные минералы – скородит, питтицит, палломелан.

Породообразующие минералы в зоне окисления замещаются гидрослюдами и каолинитом. Окисленные руды сохраняют текстурные особенности первичных руд и видоизменяются лишь за счет появления натечных образований гидрооксидов железа и, реже, марганца. Для окисленных руд характерны более высокие содержания золота (в 1-1,25 раза) по сравнению с первичными рудами. В зоне окисления происходит переотложение и укрупнение золота до 1 микрона.

### Месторождение Турбай

На месторождении Турбай выделены следующие ПТР: 1) метакarbonатно-терригенный с сульфидной минерализацией; 2) сульфидно-кварцевый жильный; 3) окисленный.

Метакarbonатно-терригенный тип представляет измененные, кремненные вмещающие породы кокпатасской свиты с золотосодержащей сульфидной минерализацией (рис. 35). В этом типе выделены два подтипа (своего рода фациальные разновидности, связанные с карбонатной и терригенной частями рудовмещающей кокпатасской свиты): а) алокарбонатный (кварцитовый); б) роговиковый.

Алокарбонатный (кварцитовый) подтип образуется в результате проработки карбонатных (преимущественно доломитов) пород гидротермальными существенно силикатными рудоносными растворами. В итоге получают в различной степени (вплоть до кварцитов) кремненные породы содержащие сульфидную минерализацию и золото (рис. 36, 37). В этом подтипе встречается и шеелит. Схема формирования алокарбонатных золото-редкометалльных руд освещалась ранее (Цой, 2001) и показана на рис. 35. В гидротермальных растворах, наряду с золотом, присутствуют анионы  $WO_3$ . Карбонатные породы, взаимодействуя с силикатными рудонесущими растворами, превращаются в кремненные (кварциты, джаспероиды, кремни) образования. При этом в условиях нейтрализации кислых растворов выделяется самородное золото, а также шеелит ( $CaWO_4$ ), образующийся за счет избытка  $CaO$  из карбонатов и поступающего из гидротермальных растворов анионов  $WO_3$ .

Содержание золота в этом подтипе в зависимости от степени окварцевания и наличия сульфидной минерализации варьирует от десятых долей до 13,19 г/т в единичных пробах (здесь и далее для золота и серебра приводятся результаты атомно-абсорбционного анализа, выполненного в лаборатории ПП «НИИМР»). Среднее содержание золота в этом подтипе – 2,87 г/т. Содержания серебра 0,42-13,75 г/т. В качестве элементов-примесей спектральным полуколичественным анализом установлены: Fe, Mn, Ni, Mo, Cu, Ag, Bi, Sn, Na, Ba.

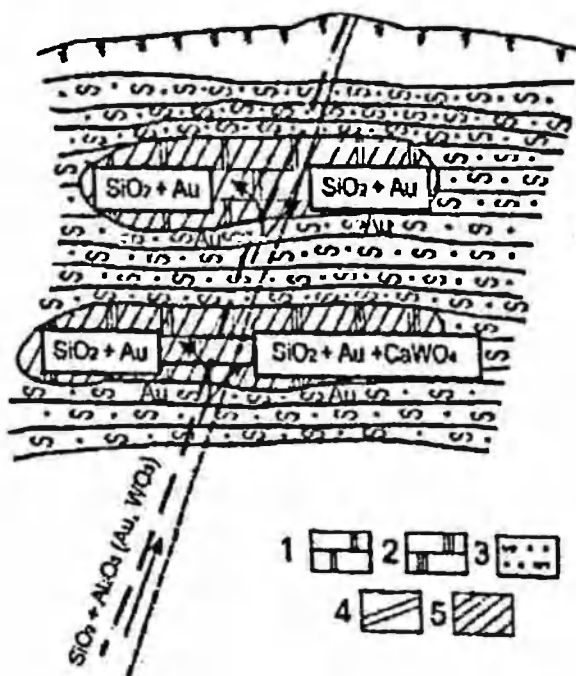


Рис. 35. Схема формирования алокарбонатно-золотого оруденения в Центральных Кызылкумах. 1 – доломиты, 2 – кварциты, 3 – терригенные породы, 4 – рудоподводящий разлом, 5 – рудные тела.

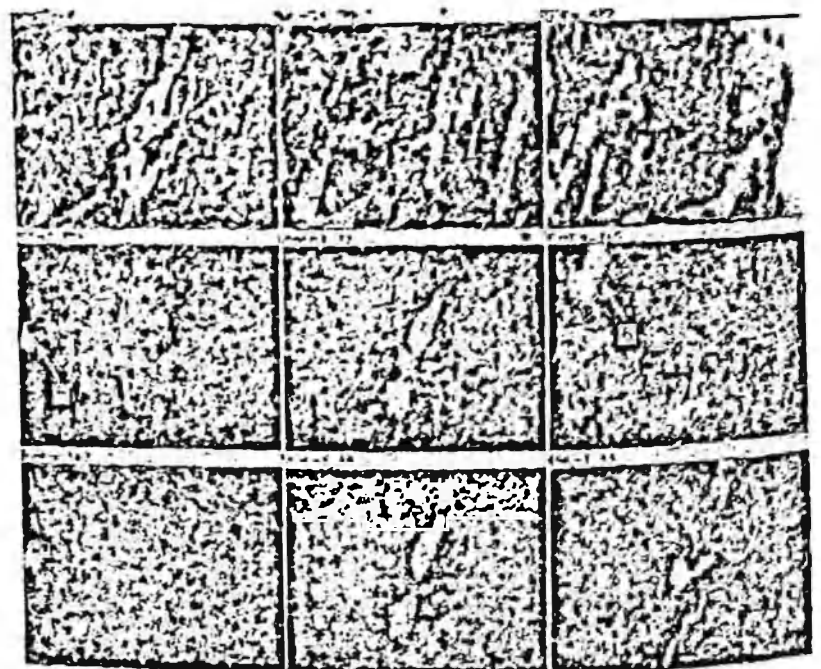


Рис. 36. Самородное золото (1), висмут (2) в кварц-кальцит-хлоритовом метасоматите. 3 – хлорит, 4 – кварц, 5 – пирит, 6 – кальцит. Растровые картины распределения Mg, Si, S, Ag, Ca, Fe, Au, Bi. Месторождение Турбай, увел. 1100<sup>х</sup>.

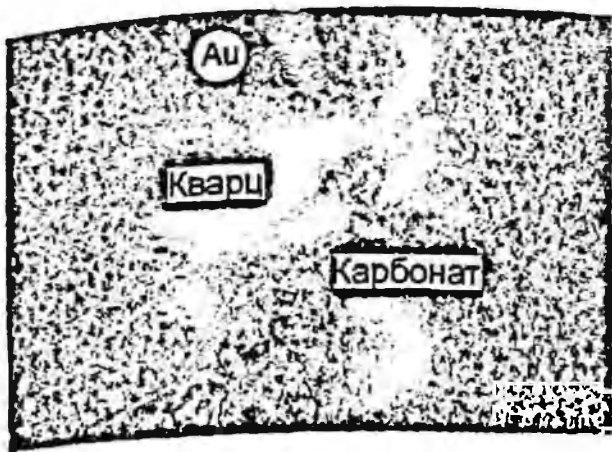


Рис. 37. Самородное золото в кварце. Месторождение Турбай, увел. 320x.

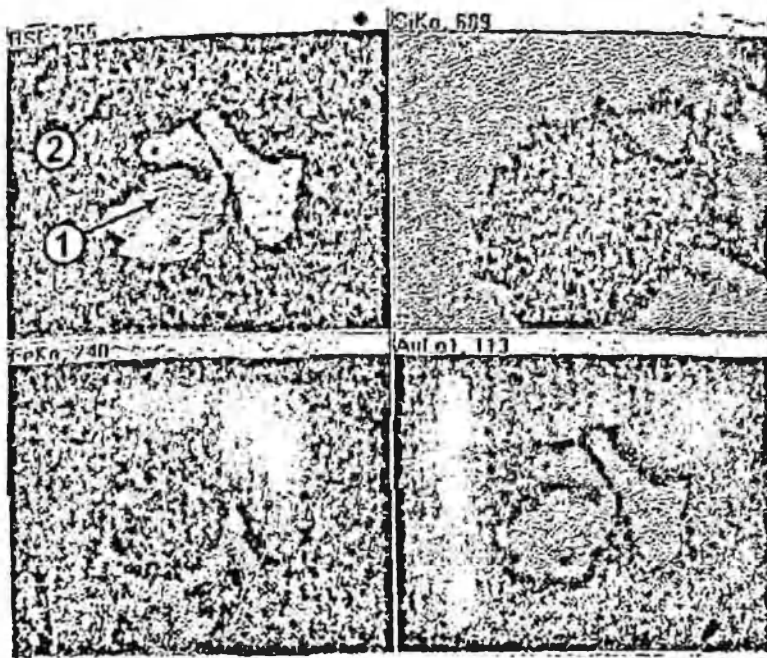


Рис. 38. Самородное золото (1) в кварце (2). Растровые картины распределения Si, Fe, Au. Месторождение Барханное, увел. 2000x.

Роговиковый подтип представлен полевошпат-биотит-кварцевыми метасоматитами с переменным количеством составных минералов. В них отмечается тонкая вкрапленность магнетита, титаномагнетита, пирротина, халькопирита, апатита, сфена, углистого вещества. Структура роговиков гранобластовая, иногда порфиробластовая; текстура массивная, полосчатая, пятнистая. В составе прожилковой минерализации выявлены кварц, гранат, полевошпат, пироксен, актинолит, тремолит, сульфиды. Содержание золота также зависит от наличия сульфидов и колеблется от десятых долей г/т до 3,2 г/т (в среднем 1,35 г/т). Серебро присутствует — 1,56-13,08 г/т. Основными элементами-примесями

по данным спектрального полуколичественного анализа, являются: Fe, Mn, Ni, Co, Mo, Cu, Pb, Ag, As, Zn, Sn, Na, Sr, Ba, в единичных пробах установлен Bi. Химическим анализом выявлены содержания  $WO_3$  — от 0,02 до 0,05%.

Кварцево-жильный тип руд преобладает на месторождении (рис. 38). Кварцевые жилы формировались в течение длительного (многостадийного) периода, о чем свидетельствует их сложное строение. В жилах совмещены кварцы разных генераций, дорудный, метасоматический, с полевым шпатом и шеелитом, и золотоносный. Среднее содержание золота — 2,8 г/т, серебра — 2,08 г/т. Для руд этого типа характерны элементы-примеси: Fe, Mn, Ni, Co, Ti, Mo, Cu, Pb, Ag, Bi, Na, Sr, Ba.

В первичных (гипогенных) типах руд самородное золото чаще всего встречается в кварцевых жилах и зонах интенсивного метасоматического окварцевания в гранитоидах и роговиках, где сопровождается сульфидной — пирит-арсенопиритовой,

халькопирит-пирротиновой, сфалерит-галенитовой и висмутиновой минерализацией. Самородное золото установлено в кварце вблизи карбоната, пирите, на контакте пирита с арсенопиритом, совместно с галенитом в виде волосовидных прожилков в пирите и арсенопирите, в виде микровключений в арсенопирите, замещенном галенитом, где ассоциирует с самородным висмутом и блеклой рудой. Состав самородных золота и висмута, висмутина, теллуридов висмута приводится в табл. 28. Пробность золота, как следует из таблицы, колеблется от 785 до 882‰. Закономерности размещения, взаимоотношения самородного золота с другими минералами показаны на рис. 35-38.

Окисленный тип слабо проявлен на месторождении. Зона окисления редко превышает 10 м. Зона смешанных руд колеблется от 40 до 105 м в некоторых скважинах. Окисленные руды представлены гидроспудисто-каолинистыми образованиями с продуктами окисления сульфидов (гётит-гидрогётит, лимонит, ярозит, скородит, питтицит и др.). Гипергенное золото присутствует в ковеллин-халькозиновой массе по халькопириту вблизи контакта с пиритом, в пухерите и порошокватом гематите. Пробность гипергенного золота расположенного в пухерите ( $BiVO_3$ ), — 784-973‰ (см. табл. 28).

### Месторождение Барханное

Здесь выделены три ПТР: 1) апокарбонатный; 2) кварцевый жильный; 3) окисленный.

Апокарбонатный тип руд представлен в разной степени метасоматически окварцованными карбонатными породами с вкрапленностью сульфидов и самородного золота. В составе руд установлены минералы, %: кальцит — 9-40, доломит — 1,5-18, кварц — 42-86, серицит — 0,1-8,7, гётит — 0-22, ярозит — до 1,

Состав минералов (%) участка Турбай, по данным рентгеноспектрального локального анализа

Минерал	Au	Ag	Cu	As	Bi	S	Se	Te	Sb	Fe	V	O	Sn	Pb
Золото самородное	88,2	11,7	0,03											
	88,5	13,2	0,04	0,12										
	84,4	13,9												
Золото в сульфозумоите	79,3	20,6												
	87,3	2,7												
Золото в пухерите	78,5	21,5												
	82,8	17,2												
Золото в гиалофане	82,8	17,2												
Золото и висмут самородный	39,4	3,6			54,18	0,49		0,66						
					69,58	0,52								
Висмут самородный					99,35	0,92	0,05	0,18						
			0,91	0,15	89,16	0,51	0,16	0,11						
			0,01	0,10	89,81	0,49	0,09	0,02						
					96,41	3,45		0,14						
				0,17	98,74	0,21		0,48	0,3					
Висмутин					83,17	16,80	0,34							
			0,25		81,77	16,90	0,74		1,4					
				0,07	80,50	17,10	0,79		1,5					
					80,70	17,10	0,88	0,09	1,3					
Ингадит					68,83	5,06	1,81	21,88		0,30				
					70,55	4,80	1,42	21,37		0,18				
Жозеит А (грюнлингит)					89,49	5,86	0,75	10,80						
					82,40	5,48	2,35	9,98						
				0,73	80,34	5,32	1,93	11,46						
Тетрадимит				0,08	83,70	5,88		10,12						
				0,59	59,10	18,30	1,67	19,37		0,35				
Пухерит					81,98	18,00	1,33	20,68						
					18,96			0,10		0,06	16,3	66,5		
Олово самородное					15,78	1,47				0,24	14,0	66,8		
						1,01				1,79			92,3	1,3

пирит – 0,1-0,5, магнетит – 0,6-4,3, самородное золото – знаки. Включения самородного золота в карбонатах и тонких кварцевых прожилках размером от 0,001 до 0,015 мм. Золотины часто образуют «облачные» скопления. Структура руд мелкозернистая, скрытокристаллическая, порфириовидная; текстура массивная, брекчиевидная, катаклазированная. Содержание золота 0,0-1,46 г/т, серебра – 0,0-23,3 г/т. Основными элементами-примесями являются: As, Cu, Pb, Zn, Sb, Sn.

Кварцевый жильный тип сложен кварцем с реликтами углистых пород и скоплениями по трещинкам оксидов и сульфатов железа, а также спорадической вкрапленностью пирита. Этот тип слагают минералы, %: кварц – 81-93, кальцит – 0,3-5,5, доломит – 0,3-2,0, серицит – 0,5-12, гётит – 1-10, ярозит – до 2, пирит – 0,1-0,2, магнетит – 0,4-2,5, самородное золото – знаки. Самородное золото располагается в межзерновых пространствах, трещинах и на контакте с оксидами железа в кварце. Размер золотинок 0,001-0,05 мм. Золото от низкопробного (электрум) до относительно высокопробного. Структура руд мелкозернистая, метазернистая, полосчатая, зональная; текстура массивная, брекчиевая, пятнистая, вкрапленная. Содержание золота 0-0,96 г/т, серебра – 0,3-6,4 г/т. Основные элементы-примеси: As, Cu, Pb, Zn, Sb, Sn.

Окисленный тип руд представлен двумя подтипами: скородит-ярозит-кварцевым (главный золотопродуктивный) и гётит-гематитовым.

Первый подтип характеризуется интенсивно измененными метаалевролитами серицит-кварцевого состава с карбонатным цементом и продуктами окисления пирита, арсенопирита (скородитом, ярозитом). В его составе установлены минералы, %: кварц – 25,6-59,2, кальцит – 0,3-1,5, доломит – 0,0-0,5, серицит – 0,9-15, гётит – 8,0-42, ярозит – 1-62, пирит – 0,2-7,7, магнетит – 0,8-1,0, скородит – 0,5-2,0, самородное золото – знаки, электрум – знаки, а также единичные включения халькопирита, ильменита, пирротина, халькозина, церуссита, акантита, тетраэдрита. Самородное золото микровидимое, встречается редко,

основная его масса в субдисперсном состоянии в оксидах железа. Структура руд коррозионная, порфировидная; текстура брекчиевая, пористая, порошокватая, кавернозная. Содержание золота 3,1-17,5 г/т, серебра – 0,0-48,7 г/т. Основные элементы-примеси: As, Cu, Pb, Zn, Sn.

Второй подтип представляет существенно гётит-гематитовую (на 76%) метатерригенную породу типа «железной шляпы». Составные части руд, %: кальцит – 3, кварц – 10, серицит – 4, сфен – 1,3, гематит – 71, гётит – 7, ярозит – 2, магнетит – 1, пирит – 0,4, а также единичные знаки пирротина, адамина, стибиконита, церуссита. Самородное золото также находится в субдисперсном состоянии в гидрооксидах железа. Содержание золота 0,0-0,95 г/т, серебра – 0,8-4,72 г/т. В качестве примесей установлены: As, Cu, Pb, Zn, Sb, Sn, Bi.

### Месторождение Булуткан

Здесь выделены четыре ПТР: 1) апокарбонатный (кварцитовый), 2) кварцевый, 3) эпискарновый и 4) колчеданный.

*Апокарбонатный (кварцитовый) тип* – это в разной степени окварцованные карбонатные породы с сульфидной минерализацией. В его составе минералы: кварц, кальцит, доломит, реже, мусковит, гётит, ярозит, магнетит, пирит, сфен, апатит. Слабо измененные (окварцованные) породы без сульфидной минерализации практически безрудны. Содержание золота в зависимости от степени окварцевания и наличия сульфидной минерализации варьирует от 0,0 до 26 г/т, серебро – 0,0-7,5 г/т. Кроме того, в рудах установлены примеси Ni, Co, Cu, Pb, Zn, Sn, Sb, As, Mo, Bi.

*Кварцевый тип* содержит от 81 до 95% кварца, а также реликты кальцита, доломита. Кроме того, в небольшом количестве присутствуют мусковит, гётит, ярозит, магнетит, пирит, сидерит, хлорит и ортоклаз. Содержание золота меняется в пределах от 0,0 до 4,1 г/т, серебра – от 0,0 до 28,6 г/т. Элементы-примеси – Ni, Co, Cu, Pb, Zn, Sn, Sb, Mo.

*Эпискарновый тип* представлен гранат-пироксеновыми, пироксеновыми скарнами с наложенной золото-сульфидной минерализацией. Содержание золота от 0,0 до 0,9 г/т, а серебра – от 0,0 до 10 г/т. В рудах установлены примеси Ni, Co, Cu, Zn, Sn, Mo.

В качестве самостоятельного типа выделен *колчеданный*, развивающийся по актинолит-тремолитовым скарнам. В составе руд преобладают пирит, халькопирит, марказит и, в подчиненном количестве, самородное золото. Этот тип отличается наиболее высокими значениями золота (от 2,36 до 1190,5 г/т) и серебра (от 2,2 до 200,7 г/т). В нем содержатся примеси Ni, Co, Cu, As, Pb, Zn, Bi, Sn, Mo.

На *скарново-шеелитовом месторождении Саутбай, участке Бургут* установлена золотая минерализация. Она связана с золото-пирит-арсенопиритовой парагенетической минеральной ассоциацией (ПМА), основной продуктивной на месторождении Кокпатас. Там, где проявилась эта ПМА, следует ожидать золотую минерализацию. Вмещающей средой для них служат скарны, карбонатные, вулканогенные, терригенные и интрузивные породы. На участке Бургут золото-вольфрамовое оруденение приурочено к апомагнезиальным известковым скарнам и гранат-кварц-полевошпат-пироксеновым скарноидам, располагающимся в пределах карбонатсодержащих пачек кремнисто-терригенных отложений кокпатаской свиты. Сульфиды обычно цементируют раздробленные скарны и сопровождаются отложением кварца и карбоната. Вблизи от пирита и арсенопирита развита тонкая вкрапленность шеелита.

В сводной схеме гипогенного минералообразования для Центральных Кызылкумов продуктивные на вольфрам и золото ПМА располагаются рядом. Причем более ранняя альбит-шеелитовая ПМА сменяется золото-пирит-арсенопиритовой. Этим и объясняется совместное нахождение золота и шеелита.

Таким образом, для золоторудных месторождений Кокпатацкого рудного района характерны единые ПТР, охватывающие метасоматически измененные вмещающие породы с наложенной рудной минерализацией, кварцевые жилы с сульфидами и зону окисления. Некоторые отличительные особенности ПТР связаны с литологическим составом вмещающих пород.

Следует отметить, что круг полезных попутных компонентов руд может быть намного расширен металлами платиновой группы, селеном, теллуrom и др. Их геохимическое поведение в данной главе не рассмотрено.

Основной продуктивной ПМА для золоторудных месторождений Кокпатацкого рудного района является золото-пирит-арсенопиритовая, подчиненное значение имеют поздние ПМА полиметаллической и золото-серебряной стадий.

## Глава V. ПРИРОДНЫЕ ТИПЫ РУД ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГОР НУРАТАУ

### Месторождение Пистали

На основе изучения имеющегося материала выделены ПТР: два из них окисленные и полуокисленные руды, а один – первичные руды глубоких горизонтов.

К первому ПТР отнесены терригенные породы, алевролиты, псаммиты мелкозернистые расщепленные, перекристаллизованные, вплоть до исчезновения первичных обломочных структур. Поэтому все породы мы относим к категории бластических. Текстура пород сланцеватая, полосчатая; структура лепнидогранобластовая, гранобластовая, бластоалевритовая, бластопсаммитовая, бластоалевропсаммитовая. Характерной особенностью пород являются вкрапленные, послойные линзовидные скопления окисленных и полуокисленных сульфидов – пирита, пирротина, марказита, арсенопирита, часто выщелоченных, такая вкрапленность придает породе «щербатый» облик.

Химический состав типа, %:  $\text{SiO}_2$  – 72-75,9;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 0,15-0,32;  $\text{FeO}$  – 2,05-2,66;  $\text{TiO}_2$  – 0,5-0,73;  $\text{MnO}$  – 0,02-0,09;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 9,5-13,1;  $\text{CaO}$  – 1,68-1,52;  $\text{MgO}$  – 0,6-1,8;  $\text{Na}_2\text{O}$  – 2,33-2,93;  $\text{K}_2\text{O}$  – 1,74-3,5;  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 0,15-0,12;  $\text{S}_{\text{общ}}$  – 0,03-0,09;  $\text{CO}_2$  – 0,11-1,82.

Количественный минеральный состав, %: кварц – 43-44,5; альбит – 19,7-23,9; серицит – 4,0-29,0; биотит – 0,6-15,5; хлорит – 1,5-2,0; пирит – 0,2-1,8; гидроксиды Fe – 0,2-1,3. Из рудных минералов, кроме пирита, отмечаются единичные зерна халькопирита, галенита, вторичных сульфидов меди, скородит. Самородное золото – довольно редко.

Содержание золота 0-28 г/т (ср. 2,1 г/т), серебра 0,6-3,6 г/т (ср. 0,7 г/т) (табл. 29). Содержание золота в концентратах, состоящих, в основном, из гидроксидов железа 0,11-33,6 (ср. 6,8), серебра 0,8-12,6 г/т. Серебро в рудах участка Пистали не образует значительных концентраций даже в тяжелых фракциях.

Содержания и частота встречаемости (в скобках) сопутствующих золоту элементов в породах и рудах, %: Pb – 0,0015-0,009 (50), 0,013-0,097 (31), 0,11-0,98 (11); Zn – 0,012-0,034 (57), 0,001-0,0099 (43); As – 0,11-0,82 (69), 0,011-0,096 (25); Ni – 0,0011-0,008 (88); Co – 0,00017-0,00094 (53); Bi – 0,00011-0,00086 (67), 0,001-0,004 (14), 0,011 (2); Mo – 0,00032-0,00069 (33), 0,001-0,0088 (42); W – 0,00015-0,00077 (7), 0,0014 (2).

Ко второму ПТР относятся кварцево-жильные образования с обломками измененных пород, вкрапленностью окисленных сульфидов (рис. 39), гнездами ожелезненного карбоната. Кварц серый, тонкокристаллический, окраска неравномерная, пятнистая, характерны процессы брекчирования, интенсивная лимонитизация и выщелачивание. Отмечаются обеленные гнезда полевого шпата. Структура



Рис. 39. Дробленный кварц с гидроксидами железа. Черное – гидроксиды железа. Шлиф Пи-3, увел. 220 $\times$ , ник. II.

неравномернозернистая, гнездовая, прожилковая, текстура брекчиевая, катакластическая.

Химический состав, %:  $\text{SiO}_2$  – 75,9;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 1,32;  $\text{FeO}$  – 2,5;  $\text{TiO}_2$  – 0,5;  $\text{MnO}$  – 0,05;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 9,5;  $\text{CaO}$  – 1,68;  $\text{MgO}$  – 0,6;  $\text{Na}_2\text{O}$  – 2,93;  $\text{K}_2\text{O}$  – 1,74;  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 0,15;  $\text{S}_{\text{общ}}$  – 0,97;  $\text{SO}_3$  – 0,04;  $\text{CO}_2$  – 0,66.

Минеральный состав, %: кварц – 94; альбит – 0,3; серицит – 0,2; кальцит – 2,0; пирит – 0,5; гидроксиды железа – 4,0. В аншлифах отмечаются включения сульфидов меди, реликты арсенопирита. Содержание золота 0,34-4,12 г/т (ср. 0,98 г/т) (табл. 30). Среднее содержание серебра – 9,2 г/т, а разброс содержаний 0,2-10,68 г/т. Из примесей в рудных кварцах возрастает содержание Pb – от 0,015-0,087 до 0,1-0,99%, повышается частота встречаемости цинк-

Таблица 29

Содержание Au, Ag (г/т) в породах 1 ПТР участка Пистали

Типы руд	Номер пробы	Au	Ag	Характеристика породы, руды
Не являются рудой	Пи-31	<0,05	0,9	Алевросланцы окварцованные
	Пи-34	0	0,9	
	Пи-40	0	0,9	
	Пи-9	0,07	0,7	Метвпесчаник биотит-серицит-полевошпат-кварцевый с прожилками гётита
	Пи-30	0	0,9	
	Пи-105	0	0,8	Метаалевросаммиты с прожилками кварца, вкрапленностью гётита, скоплениями лимонита по трещинкам; часто породы имеют роговиковую текстуру, кварцевый состав
	Пи-135	0	1,4	
	Пи-147	<0,05	0,8	
	Пио-4	0	0,95	
	Пио-27	0,08	0,85	
	Пи-101	0	1,1	
	Пи-102	0	1,4	
	Пио-13	0,1	1,6	
	Пис-18	0,2	1,15	
	Пис-26	0,1	1,1	
	Пис-32	0,17	0,7	
1 ПТР - углисто-слюдисто-полевошпат-кварцевые алевросланцы с вкрапленностью окисленных и полуокисленных сульфидов	Пи-27	0	1,0	Углистые полевошпат-серицит-кварцевые сланцы, метаалевросланцы с вкрапленностью полуокисленного пирита, послойными прожилками кварца, отмечаются прослой метасаммитов
	Пи-28	0	1,0	
	Пи-181	0	0,9	
	Пи-116	2,96	0,7	
	Пи-118	3,28	0,7	
	Пи-123	0,3	0,9	
	Пи-126	0	0,8	
	Пи-129	1,07	0,6	
	Пис-20	1,78	1,25	
	Пис-23	0,77	3,6	
	Пи-33	0	2,4	Сланец серицит-полевошпат-кварцевый с вкрапленностью частично окисленного пирита, с послойным окварцеванием, вкрапленностью г.о. Fe
	Пи-15	0	1,6	
	Пи-109	0,5	0,7	
	Пи-122	0	0,6	
	Пи-127	0,52	0,9	
	Пио-7	0,13	0,95	
	Пис-9	1,33	1,3	Лимонитизированные метатерригенные породы
	Пис-24а	0,06	0,95	
	ПСТ-200	0,06	1,1	Сланцы слюдисто-кварцевые с гётитом, лимонитом, частичное выщелачивание, г.о. Fe
	11686	2,4		
	11996	2,6		
	11999	2		
	Пио-21	0,66	1,0	
11125	28			
11138	1,2			
11685	2			
11686	2,4		Лимонитизированные породы	
11996	2,6			
11997	4,2		Карбонатизированные полевошпат-серицит-кварцевые породы	
11998	4			
Пи-115	1,72	2,1	Лимонитизированные терригенные породы с остаточными сульфидами	
Пи-16	0	2,2		
Пи-36	0	3,7		
Пи-42	2,5	6,0		

содержащих проб, хотя содержания остаются такими же, как и в 1 ПТР, появляется сурьма – 0,0003-0,0018%, увеличивается встречаемость W-содержащих проб, увеличиваются содержания W до 0,0013%, а висмута в единичных пробах – до 0,11%.

К третьему ПТР отнесены руды, встреченные на глубоких горизонтах в скважинах (до 228 м). Они представляют углисто-слюдисто-кварцевые алевросланцы с вкрапленностью пирита, марказита, арсенопирита и пирротина. Текстура руд сланцеватая, полосчатая. Структура руд линзовидно-вкрапленная.

Химический состав (пр. 31, скв.46, гл.117 м), %: SiO<sub>2</sub> – 75,9; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 1,32; FeO – 2,5; TiO<sub>2</sub> – 0,5; MnO – 0,05; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 9,5; CaO – 1,68; MgO – 0,6; Na<sub>2</sub>O – 2,93; K<sub>2</sub>O – 1,74; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,15; S<sub>в.к.</sub> – 0,97; CO<sub>2</sub> – 0,66; SO<sub>3</sub> – 0,04.

Минеральный состав, %: кварц – 50,8; альбит – 25,9; серицит – 9,72; хлорит – 2,0; апатит – 0,3; рутил – 0,5; кальцит – 1,5; биотит – 5,0; пирит – 0,9-9,6 (в концентратах); халькопирит – ч. з.; гидроксиды железа.

Содержания золота в породе <0,0003% а в тяжелых фракциях – 10,01-76,62 г/т (ср. 29,4 г/т); серебро не превышает 0,00018%, а в тяжелых фракциях – 9,55-19,0 (ср. 14,2 г/т).

В концентратах отмечается, %: Pb – 0,006-0,041; Zn – 0,007-0,028; Cu – 0,03-0,06; As – >1; Ni – 0,015-0,12; Co – 0,017-0,1; W – 0,0032-0,0088; Bi – до 0,001%. В руде содержание, %: Pb – 0,001-0,0017; Zn – 0,002-0,02; Cu – 0,011-0,013; As – 0,0067; Ni – до 0,0004; Co – до 0,0027; Mo – 0,0012-0,00073; Bi – до 0,00037%. Несколько повышенные содержания Ni, Co в концентрате объясняется наличием в рудах пирротина.

Минеральный состав руд участка Пистали

Таблица 30

Содержание Au и Ag (г/т) в кварцевых жилах и брекчиях участка Пистали

Номер пробы	Au	Ag	Характеристика ПТР
Пи-8	0,49	0,3	2 ПТР. Кварц серый, мелкозернистый, часто дробленый, деформированный с обломками железистых (лимонитизированных) сланцев, с включениями окисленных сульфидов. Пропитка г.о. Fe по трещинам. Содержание г.о. Fe 4,0%
Пи-12	0,51	1,1	
Пи-21	0,34	1,7	
Пи-42	2,51	6	
Пи-100	0	108,6	
Пи-110	0,52	3,9	
Пи-112*	0,6	0,9	
Пи-131	0,37	0,2	
Пи-138	0,78	0,4	
Пис-2	0,32	0,55	
Пис-8	0,78	0,85	
Пис-10	0,59	0,85	
Пис-11	4,12	3,8	
Пис-19	0,7	0,95	
Пис-30	1,17	1,3	
Пи-1	0	0,4	Не является рудой. Секущие, субсогласные, со сланцеватостью прожилки, жилы с обломками, в основном, псаммитового состава, глезда ожелезненного карбоната, содержание г.о. Fe - 0,4%
Пи-42	0	0,4	
Пи-100	<0,05	0,3	
Пи-13	0,14	1	
Пи-19	0,11	0,5	
Пи-23	0	1,4	
Пи-35	0	1,3	
Пи-100	0	0,8	
Пи-130	0	0,4	
Пи-134	0	2,3	
Пи-137	0,11	0,5	
Пи-32	0	0,8	
Пи-41	0	0,7	
Пст-201	0,06	1,1	Кварц массивный, средне-крупно-кристаллический
Пис-1	0,22	0,35	
Пис-3	0	0,6	
Пис-6	<0,05	0,55	
Пис-14	0,06	1,5	
Пис-15	0,16	1,05	
Пис-16	0	1,4	
Пис-17	<0,05	0,9	
Пис-22	0,23	1,25	
Пис-25	0,08	0,65	
Пис-24	0,1	0,7	
Пис-28	0,11	11,6	
Пис-29	0,12	3,3	

Минеральный состав руд представлен 29-ю минералами (табл. 31). Главные минералы вмещающих пород – кварц, альбит, серицит, частично – биотит, хлорит слагают метатерригенные разности – алевропесчаники, алевролиты, сланцы. Главными рудными минералами, постоянно в том или ином количестве присутствующими в ПТР, являются пирит, марказит, арсенопирит, реже, халькопирит, пирротин, галенит, сфалерит. В окисленных рудах преобладают гётит, лимонитовые охристые скопления, скородит, встречается самородное золото. Ниже приводится краткая характеристика наиболее важных минералов, определяющих рудоносность площади или имеющих индикаторное значение.

Самородное золото встречено в пробе-протопочке. Количество знаков – 2, размер золотинок 0,003-0,2 мм. Меньшая из них светло-желтого цвета, пластинчатая, окраска неоднородная, отмечается красноватый отлив, края золотины неровные. Вторая золотины тоже пластинчатая, расщепленная, окраска неровная, цвет светло-желтый. Сопутствующие минералы – гётит (>90%), единичные зерна пирита, арсенопирита, галенита, халькопирита, магнетита, окисленные обломки пород, единичные листочки биотита, гипс. При просмотре полированных шлифов самородное золото не отмечено, хотя в сульфидах содержание его достигает высоких значений (табл. 32). По-видимому, имеющееся золото относится к разряду мелкого, пылевидного.

Пирит – широко распространенный минерал. В метатерригенных породах его 0,2-1,8%, в кварцево-жильных – 0,1-0,5%. Размер кристаллов от 0,0п мм до 1-3 мм. Преобладающие формы – кубические кристаллы, агрегативные срастания. В метатерригенных породах присутствуют в виде вкрапленности, линзовидных скоплений, по сланцеватости замещается марказитом, а в зоне гипергенеза почти нацело замещен гётитом. Ассоциирует с арсенопиритом, пирротинном, марказитом, которые либо срастаются с пиритом, либо образуют вкрапления в зоне окварцевания. В пирите встречаются включения пирротина, халькопирита размером <0,0п мм. В пиритовых концентратах с примесью арсенопирита содержание Au 27,2 г/т.

Вещественный состав пород участка Пистали

Таблица 31

Распространенность	Гипогенные		Гипергенные
	нерудные	рудные	
Главные	Кварц, альбит, серицит, биотит, углистые вещества	Пирит, марказит, мельниковит-пирит, арсенопирит, золото самородное	Гётит, лимонит, скородит
Второстепенные	Хлорит, рутил, кальцит	Халькопирит, пирротин	Гематит, гипс, каолинит, ковеллин, халькозин
Редкие	Апатит, циркон	Галенит, сфалерит, магнетит	Кераргирит (?)



Таблица 32

Содержания золота и серебра в продуктах гравобогащения участка Пистали

Продукты гравистолы	Номер пробы	Содержание, г/т		As, %	Место отбора
		Au	Ag		
Тяжелая фракция	77/108	19,87	14,0	4,87	Скв. 77, 116-117 м
	77/107	10,41	9,8	0,4	117-118
	77/108	10,78	12,0	2,9	118-119
	77/109	76,72	19,0	>1%	119-120
	11125	33,6	9,0		Скв. 161, 13-15 м
	11138	2,07	1,0		39-41 м
	11185	0,59	0,8		29-31 м
	11186	0,11	1,1		31-33 м
	11196	5,99	2,2		Скв. 210, 30-32 м
	11197	12,5	12,6		32-34 м
	11198	1,21	2,0		34-38 м
	11199	1,09	0,9		36-38 м
	128000	4,52	0,89		Скв. 241, 32-34 м
	С-91	1) 0,15; 2) 0,13	1) 0,0; 2) Нет материала		Скв. 91
	ТПИ-1	85,4	16,67		Рас. 26; 70-72 м
	Пр.1, обл.	1,5	5,0		Траншея 2
Пр.пенка	1,7	1,75			
Пр.2, обл.	1,82	2,85			
Пр.2, пенка	7,43	Нет материала			
Т-1/1	28,39	6,63		Траншея 1, 8-8 м	
Пром. продукт	С-91	0,69	1,2		
	ТПИ-1	3,12	1,0		
	Пр.1, обл.	0,1	1,1		
	Пр.1, песок	0,08	1,4		
	Пр.2, обл.	0,38	1,4		
Легкая фракция	Пр.2, песок	0,43	1,2		
	С-91	0,19	1,0		
	ТПИ-1	2,8	0,8		
	Пр.1, обл.	<0,05	0,7		
	Пр.1, песок	0,1	0,9		
Шлам	Пр.2, обл.	0,16	1,1		
	Пр.2, песок	0,24	0,3		
	С-91	0,18	1,5		
	ТПИ-1	3,02	2,67		
	Пр.1, обл.	0,32	1,5		
	Пр.1, пес.	0,16	1,1		
Пенный продукт	Пр.2, обл.	0,3	1,4		
	Пр.2, пес.	0,32	1,2		
	11197	25,5			
Магнит. фр.	11199	2,08			
	ТПИ-1	103,28			
	ТПИ-1	28,9			

**Арсенопирит** устанавливается в третьем ПТР – в аншлифах и тяжелых фракциях проб-протокочек. Форма ромбическая, коротко-столбчатая, размер кристаллов от 0,0п до 0,п мм. Арсенопирит ассоциирует с пиритом, марказитом; совместно с пирротин-марказитовым, пирит-марказитовым агрегатом размещается по плоскостям сланцеватости углистых сланцев; содержит включения пирротина и нерудных минералов. В 1 ПТР арсенопирит отмечается в виде единичных зерен среди окисленных минералов, практически полностью замещен смесью скородита, лимонита. Иногда такие лимонитовые скопления имеют ромбическую форму. В тяжелой фракции максимальное содержание арсенопирита – 10,6%, в таком концентрате установлено 19,87 г/т золота, в концентрате с содержанием арсенопирита <1% содержание золота 10,41 г/т.

**Пирротин** – довольно широко распространенный минерал 3ПТР, отмечается в аншлифах (скв. 46, гл. 117-197,5 м), размер зерен от 0,00-0,0п до 0,3 мм, образует ксеноморфные, чаще, линзовидные, ленточные, изогнутые скопления по сланцеватости; ассоциирует с пиритом, марказитом, арсенопиритом. В пирите, арсенопирите встречается вкрапленность пирротина размером <0,005 мм.

**Марказит** – широко распространенный минерал глубоких горизонтов. Встречен в скважинах 46, 68, 83, 85-87, на глубинах

49-228 м. Срастается с пиритом, замещая его; также отмечаются срастания с пирротинном, арсенопиритом. Размер зерен 0,00п -0,0п мм, форма неправильная, оптические характеристики стандартные.

**Мельниковит-пирит** – тонкодисперсный бисульфид железа, развит только по пирит-марказитовому агрегату.

**Халькопирит** установлен в единичных тяжелых фракциях в виде ксеноморфных единичных зерен размером до 0,1 мм (проба ТПИ-1 и в аншлифах). Ассоциирует с самородным золотом, гидроксидами Fe, галенитом, магнетитом.

Галенит отмечен в виде единичных зерен в тяжелой фракции пробы ТПИ-1, размеры 0,05-0,1 мм. Ассоциирует с самородным золотом, халькопиритом, пиритом, гётитом.

Магнетит встречается в тяжелой фракции в виде ксеноморфных зерен и магнитных шариков размером до 0,05-0,07 мм.

В зоне гипергенеза постоянно отмечается гётит в виде псевдоморфоз по пириту, скородит замещающий арсенопирит, лимонитовые охры. Содержание золота в концентрате, состоящем из лимонит-гётитового агрегата, варьирует от 0,11 до 33,6-85,4 г/т.

### Участок Сулук

Разновидности пород на участке Сулук, объединяющиеся в ПТР, относятся к категории окисленных и частично окисленных со свободным самородным золотом и незначительным количеством сульфидов на глубине.

I ПТР слагают терригенные породы (псаммиты, алевролиты, псаммо-алевролиты, алевропсаммиты) расланцованные, перекристаллизованные, вплоть до исчезновения первичных обломочных структур. В этой группе выделены несколько разновидностей, отличных по составу, минеральным компонентам, структурно-текстурным особенностям.

Ко II ПТР отнесены кристаллические биотит-амфиболовые сланцы.

К III ПТР – кварцево-жильные образования с окисленными сульфидами, обломками измененных пород, полевошпатовыми скоплениями, самородным золотом.

Общим для всех групп является наличие свободного самородного золота.

#### Первый ПТР.

1. *Метаалевропсаммиты, псаммоалевролиты* с перекристаллизованным обломочным материалом и цементом. Текстура пород сланцеватая, полосчатая, брекчиевидная. Сланцеватость определяется ориентированными вдоль трещин скоплениями слюд, удлинёнными зернами кварца, пелитизированного полевого шпата (рис. 40). Полосчатость выражена чередованием прослоев существенно кварцевых и полевошпат-слюдисто-кварцевых. Иногда по плоскостям сланцеватости отмечается углистое вещество.



Рис. 40. Полосчатая текстура метаалевропсаммита. Шлиф Су-6, увел. 60<sup>х</sup>, ник. X.

Структура лепидогранобластовая неравномерно-зернистая. Рудная минерализация (оксиды, сульфаты железа, а на глубине – сульфиды) носит вкрапленный послойно-линзовидный, «лентовидный» характер.

Процессы изменения широко представлены серицитизацией, пелитизацией полевого шпата, развитием биотита, частично замещенного хлоритом, окварцеванием – послойным и секущим. Самородное золото отмечается в виде вкрапленности в породах, кварце, окисленных минералах.

Химический состав пород, %: SiO<sub>2</sub> – 68,7; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 4; FeO – 0,86; TiO<sub>2</sub> – 0,86; MnO – 0,03; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 14,3; CaO – 0,5; MgO – 1,3; Na<sub>2</sub>O – 1,2; K<sub>2</sub>O – 3,9; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,07; S<sub>общ</sub> – 0,38; ппп – 3,6; CO<sub>2</sub> – 0; SO<sub>3</sub> – 0,41; H<sub>2</sub>O – 0,94.

Количественный минеральный состав получен путем пересчета химических анализов на минеральные компоненты (Висьневский, 1965) с корректировкой по данным микроскопии. Минеральный состав, %: кварц – 46; плагиоклаз – 10; биотит – 11; серицит – 25; хлорит – ед. зерна; глинистые – 2,5; гидроксиды Fe – 3,0; ярозит – 1,2; углистое – 0,5; рутил – 0,8; пирит – ед. зерна; золото самородное – ед. зн. Содержания Au от < 0,01 до 0,4-2,9 г/т; серебра – от 0,5-2,4 г/т. Из сопутствующих элементов отмечаются (10<sup>-3</sup>%): Cu – 3-30 (82% проб); Pb – 2-20 (82), 70 (9); Ag – 0,01-0,2 (100); Zn – 15-20 (82), 100-150 (18); Bi – 0,02-1,5 (18); W – 1,5-5 (64), 50 (18), >100 (18); Mn – 7-30 (91), 200 (9). Из вредных примесей: As – 20-70 (36), 200-800 (18); Sb – 3-7 (100).

2. **Метаалевролиты углисто-биотит-полевошпат-кварцевые** с подчиненным количеством серицита и примесью хлорита. Обломки и цемент перекристаллизованы, зерна новообразованного кварца линзовидные, вытянутые по сланцеватости и заключены в слюдисто-полевошпат-кварцевый тонкозернистый агрегат (рис. 41). Структура породы гранолепидобластовая, алевролитовая. Текстура тонкосланцеватая, полосчатая, микроплойчатая, филлитовидная (рис. 42). Процессы замещения широко проявлены: по полевым шпатам развивается серицит, биотит, пелит. Трещины сланцеватости выполнены углисто-слюдистым агрегатом с включениями окислов, сульфидов, а на глубине – сульфидов Fe, As, Cu; отмечаются зоны окварцевания, брекчирования. В зоне гипергенеза углистое вещество выгорает почти полностью, остаются реликты в виде линзовидных скоплений по сланцеватости. В прожилках кварца частая вкрапленность рудных минералов.

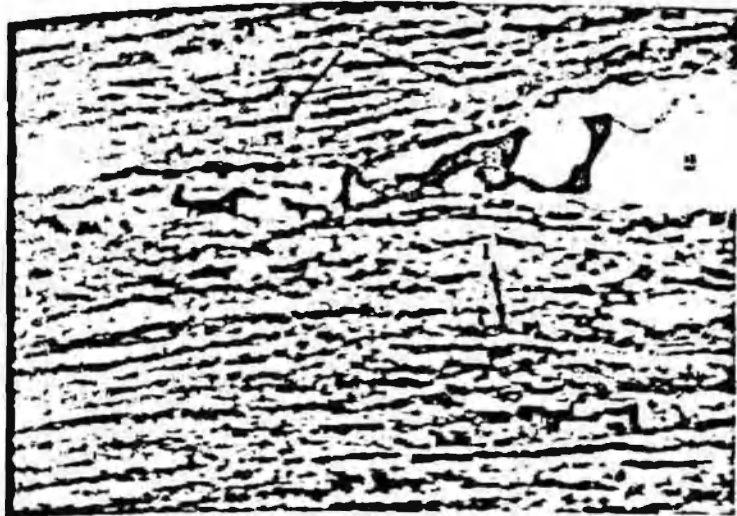


Рис. 41. Углисто-биотит-полевошпат-кварцевый алевросланец. 1 – биотит-полевошпат-кварцевая масса, 2 – кварцевый прожилок, 3 – рудная минерализация, 4 – углистое вещество по трещинам сланцеватости. Шлиф Су-55, увел. 60 $\times$ , ник. II.

Рис. 42. Углисто-биотит-кварцевый филлитовидный сланец с гвездовидным скоплением рудных минералов. 1 – рудные скопления, 2 – углистое вещество в трещинах сланцеватости, 3 – кварцевый прожилок. Шлиф Су-57, увел. 60 $\times$ , ник. II.

Химический состав, %: SiO<sub>2</sub> – 71,2; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 4; FeO – 1,08; TiO<sub>2</sub> – 0,74; MnO – 0,03; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 11,2; CaO – 1,7; MgO – 2,0; Na<sub>2</sub>O – 3,25; K<sub>2</sub>O – 2,6; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,074; S<sub>общ.</sub> – 0,25; ппп – 3,8; CO<sub>2</sub> – н/о; SO<sub>3</sub> – 0,58; H<sub>2</sub>O – 0,22.

Минеральный состав, %: кварц – 38,8; полевошпат – 27,5; биотит – 17,0; серицит – 10,5; хлорит – 2,3; рутил – 0,2; гидрооксиды Fe – 1,0; ярозит – 2,0; углистое вещество – 3,0, золото самородное – от ед. до ч. зн.

На глубине 40-50 м (скв. 400, 401) присутствуют пирротин, марказит, мепьниковит-пирит, халькопирит, ковеллин, халькозин. Сумма сульфидов ~3%. Наряду с ними отмечаются в незначительных количествах и оксиды Fe. Содержания золота <0,01 г/т, серебра 0,15-1,4 г/т. Из сопутствующих элементов присутствуют (п $\times 10^{-3}$ %) постоянно: Cu – 2-10; Pb – <1-3; Ag – 0,01-0,03; Zn – <6; Bi – <0,2; As, W – <10; Sb – <2; Mn – <5-7.

3. **Метаалевропсаммиты кварцитовидные** темно-серые, мелкозернистые полосчатые породы с серией разноориентированных прожилков кварцевого состава. Количество кварца ~90%; незначительные примеси серицита, биотит по сланцеватости; вкрапления рудных среди слюдистых прожилков. Структура гранобластовая и роговиковая, текстура массивная неясно сланцеватая. Из аксессуарных встречаются циркон, апатит.

Содержание золота 0,053 г/т, серебра 4,6 г/т.

Из примесей установлены, п $\times 10^{-3}$ ‰: медь – 0,7 (7), 1,5-7 (55), 15-30 (22), свинец – 0,07 (7), 0,5-7 (44), 2-10 (44), серебро – 0,01-0,05 (67), 0,1-0,3 (22), цинк – <6-7 (22), 20-50 (55), 200 (11), висмут – <0,2-0,5 (33), вольфрам – 2-5 (67), 30-50 (22), мышьяк – 2-3 (44), 30-50 (22), сурьма – 0,01-0,05 (67), 0,1-0,3 (22), марганец – 0,05 (11), <5 (11), 10-20 (78).

Ко второму ПТР отнесены метасоматиты по андезитовым порфирирам. Породы плотные серого или зеленовато-серого цвета, часто обеленные с порфировой структурой. Количество вкрапленников варьирует от единичных (реликтовых) до обильных; размеры их 1,5-2 мм. Вкрапленники представлены средним Ca-Na-плагиоклазом, а основная масса полевошпат-глинисто-серицитовым (с примесью хлорита, биотита) агрегатом. Порфировые зерна плагиоклаза иногда практически полностью серицитизированы,

пелитизированы; сохраняется лишь контур зерен. Отмечается пересечение хлоритовыми, карбонатными, кварцевыми прожилками. В слабоизмененных разностях встречаются участки, сложенные вулканическим стеклом. Порода в различной степени рассланцована. Процессы метасоматоза представлены в метаандезитовых порфиритах в виде широкого развития амфибола (роговая обманка), крупнолистовидного биотита, хлорита. Породы преобразуются в кристаллические сланцы с хорошо проявленной сланцеватой полочной текстурой. Структура лепидонематогранобластовая, неравномернозернистая.

Химический состав метасоматитов, %:  $\text{SiO}_2$  – 54,5-73,0;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 1,7-4,3;  $\text{FeO}$  – 1,3-3,89;  $\text{TiO}_2$  – 0,29-0,86;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 8,3-18,7;  $\text{CaO}$  – 1,6-8,6;  $\text{MgO}$  – 2,1-8,9;  $\text{Na}_2\text{O}$  – 1,6-2,3;  $\text{K}_2\text{O}$  – 1,5-2,9;  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 0,1-0,3;  $\text{S}_{\text{общ}}$  – 3,2-6,0;  $\text{CO}_2$  – до 0,7;  $\text{SO}_3$  – <0,04-0,61;  $\text{H}_2\text{O}$  – 0,38-1,5.

Минеральный состав, %: кварц – 17,5-49,1; полевой шпат – 13,5-20; биотит – ед.-36,0; серицит – ед.-1,0; хлорит – до 8; амфибол – 15,5-36,0; калиевый полевой шпат (КПШ) – до 11,5; карбонат – до 1,5; глинистое вещество – сл.-7,0; г.о. Fe – 0,5-2; ярозит – 2,3; углистое вещество – 2,0.

Содержания золота в метаандезитовых порфиритах 0-0,08 г/т, серебра 0-4,6 г/т; в амфиболовых сланцах – 0,071-0,38 и <0,1-0,92 соответственно.

Из сопутствующих элементов в андезитовых порфиритах установлены ( $\mu \times 10^{-3}\%$ ): Cu – до 0,2-10; Pb – 7-15; Ag – 0,01-0,03; Sb – 1,5-3; Zn – 7-50; W – 1,5-3; Co – 0,15-15; Ni – 2-10; As – I до 150 (30% встречаемость).

В амфиболовых сланцах установлены ( $\mu \times 10^{-3}\%$ ): Cu – до 1-3; Pb – до <1-20; Ag – 0,01-0,15; Zn – 7-50; W – 0,3-5; Co – до 1-7; Ni – 2-20; As – до <10; Sb – до 2-7.

К третьему ПТР отнесены кварцево-жильные образования различной мощности с самородным золотом. Кварц серовато-белый, содержит обломки вмещающих пород (терригенных и эффузивных); обломки как бы «растворены» в кварце, контакты нечеткие. В кварце встречаются прожилки, гнезда обеленного полевого шпата, оксиды и сульфаты железа; редко устанавливаются мало измененные сульфиды. Самородное золото развито как в самом кварце по трещинам, выполненным охрами железа, так и в сульфатах железа, в обломках пород по сланцеватости среди слюдистых минералов.

Содержание золота варьирует от 0 до 0,18 г/т, серебра 0-0,34 г/т.

Из сопутствующих элементов встречаются ( $\mu \times 10^{-3}\%$ ): Cu – 0,03-0,1 (11), 7-15 (28), 50 (7); Pb – <1-10 (64); Ag – <0,1-2 (86); Zn – <1-20 (100); W – 0,07-0,2 (28); W – 1-7 (100); As – до 0,2-7 (50), 10-100 (36); Sb – <2-5 (100); Mn – <5 (14), 5-7 (21), 10-30 (43), 100-500 (21).

Общим для всех ПТР является наличие свободного самородного золота и незначительное количество рудной минерализации. Среди выявленных разновидностей установлены карбонатные слабоимонитизированные с прожилками кварца породы. Текстура массивная, структура мелкозернистая. Набор элементов примесей однотипный. Встречаются дайки диабазовых порфириров. Серая с зеленоватым оттенком плотная порода массивной текстуры, слабоимонитизированная и карбонатизированная, очень крепкая, вязкая. Микроскопически видна «диабазовая» структура: порфиновые выделения железистого карбоната заключены в слуганно-волокнутой массе, сложенной полевым шпатом хлоритизированным почти нацело, амфиболом, серицитом с незначительной примесью кварца.

### Минеральный состав руд участка Сулук

Минеральный состав руд насчитывает около сорока минералов (табл. 33). Главные минералы вмещающих пород – кварц, полевые шпаты (плагиоклаз Ca-Na, калиевый полевой шпат, альбит), серицит, биотит, часто хлорит, роговая обманка.

Руды с поверхности окислены, а на глубине 30-50 м рудная минерализация представлена пирротинном, марказитом, пиритом и переходными разностями дисульфидов железа. Отмечается редкая вкрапленность арсенопирита, халькопирита и вторичных сульфидов меди. Редко встречаются единичные зерна галенита, сфалерита, аргентита. В зоне гипергенеза сульфиды отсутствуют, и отмечаются оксиды и сульфаты железа (ярозит), сульфаты Pb, Ag, Cu. Самородное золото встречается спорадически во всех ПТР. Ниже приводится краткая характеристика минералов руд и метасоматитов.

Таблица 33  
Минеральный состав метасоматитов участка Суюк

Рудные минералы

Распространенность	Гипогенные		Гипергенные
	нерудные	рудные	
Главные	Кварц Плагиоклаз (альбит) Серицит (Са-На) Биотит Хлорит Угlistое вещество	Золото самородное Электрум Пирротин Марказит Пирит	Глинистые минералы Гётит Лимонит Ярозит
Второстепенные	Калиевый полевой шпат Амфибол (роговая обманка) Эпидот Карбонат Fe Кальцит Мусковит Рутил Цоизит Лепидолит	Арсенопирит Халькопирит Галенит Акантит	Лейкоксен Ковеглин Халькозин
Редкие	Гранат Циркон Апатит Монацит Пироксен Барит	Магнетит Сфалерит Штрёмейерит	Церуссит Англезит

Золото самородное встречается в аншлифах и концентратах. Количество знаков варьирует от 1 до 10; в единичных аншлифах (P-1/2) встречено >50 золотин размером от <0,003 до 1,2-0,5 мм.

Самородное золото свободное, локализуется в кварце, сульфате железа, лимоните, гётите, в серицитовом агрегате, пронизанном тонкими прожилками лимонита, в серицит-полевошпатовом агрегате.

Золото свободное локализуется в следующих породах и минералах: а) углисто-слюдистых (биотит-серицитовых) алевросланцах по сланцеватости (штриховое золото) (рис. 43, 44). Приурочено к тонким субогласным со сланцеватостью прожилкам гидрооксидов Fe; б) лимонитизированном брекчированном серицит-полевошпатовом агрегате (рис. 45); в) сульфатах железа (рис. 46); г) оксидах и гидрооксидах Fe (лимоните, гётите) (рис. 47). Часто золото в виде тонких каемок нарастает на оксиды Fe или сростается с ними (рис. 48). Нередко локализуется в смешанных оксидно-сульфатных агрегатах; д) кварцевых брекчиях, кварце встречается наиболее часто (рис. 49, 50).



Рис. 43. «Штриховое» золото в углисто-серицитовом алевросланце. Ярко желтое — самородное золото. Аншлиф 312/1, увел. 510<sup>x</sup>, без анализатора.

Форма разнообразная: точечная, ксеноморфная, дендритовидная, пластинчатая, линзовидная, лентовидная, прожилковая, амбовидная; часто мелкие золотины собраны в агрегаты. Цвет от светло-желтого до ярко-, темно-желтого с красноватым оттенком. Поверхность золотин из концентратов неоднородна: скульптурная, с фрагментами граней кристаллов; дырчатая с изрезанными краями. Содержание золота варьирует от 53,33 до 99,94%, серебра 0,0-46,73%.

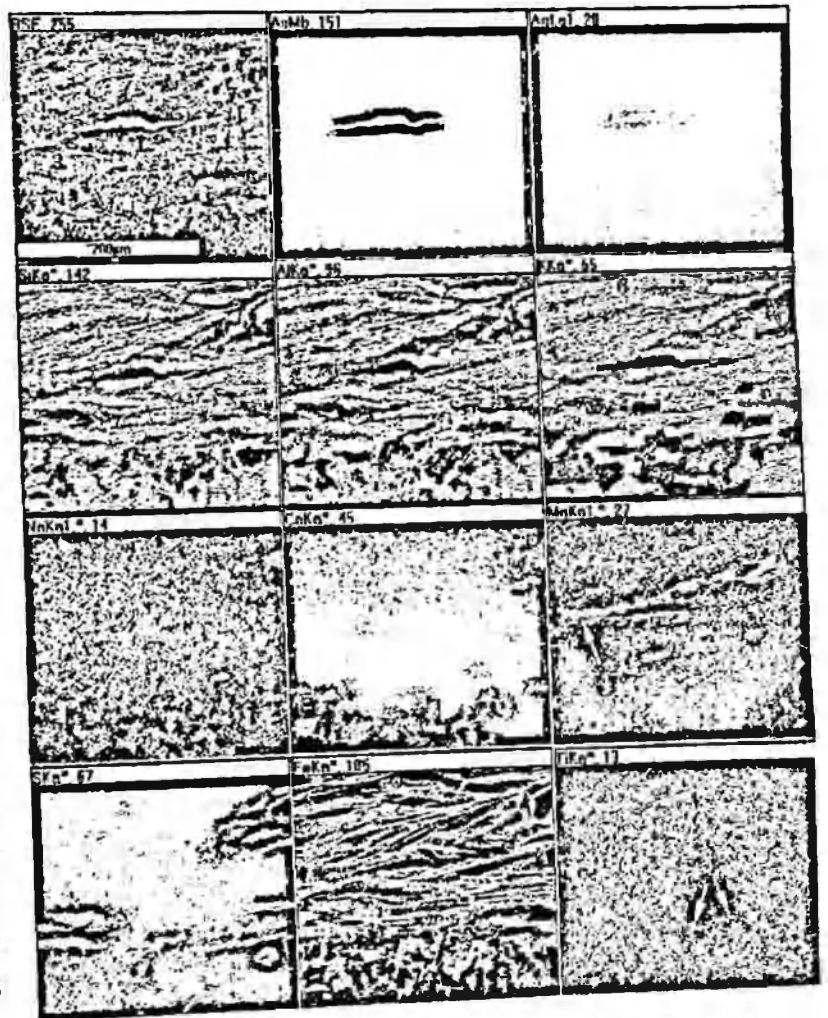


Рис. 44. Лентовидное самородное золото в лимонитизированном биотит-серицит-полевошпат-кварцевом металевросланце. Растровые снимки в ХРИ. 1 — золото, 2 — гётит, 3 — сульфат железа, 4 — биотит, 5 — рутил, 6 — серицит, 7 — лимонит. Аншлиф P-1/2-5.

ет

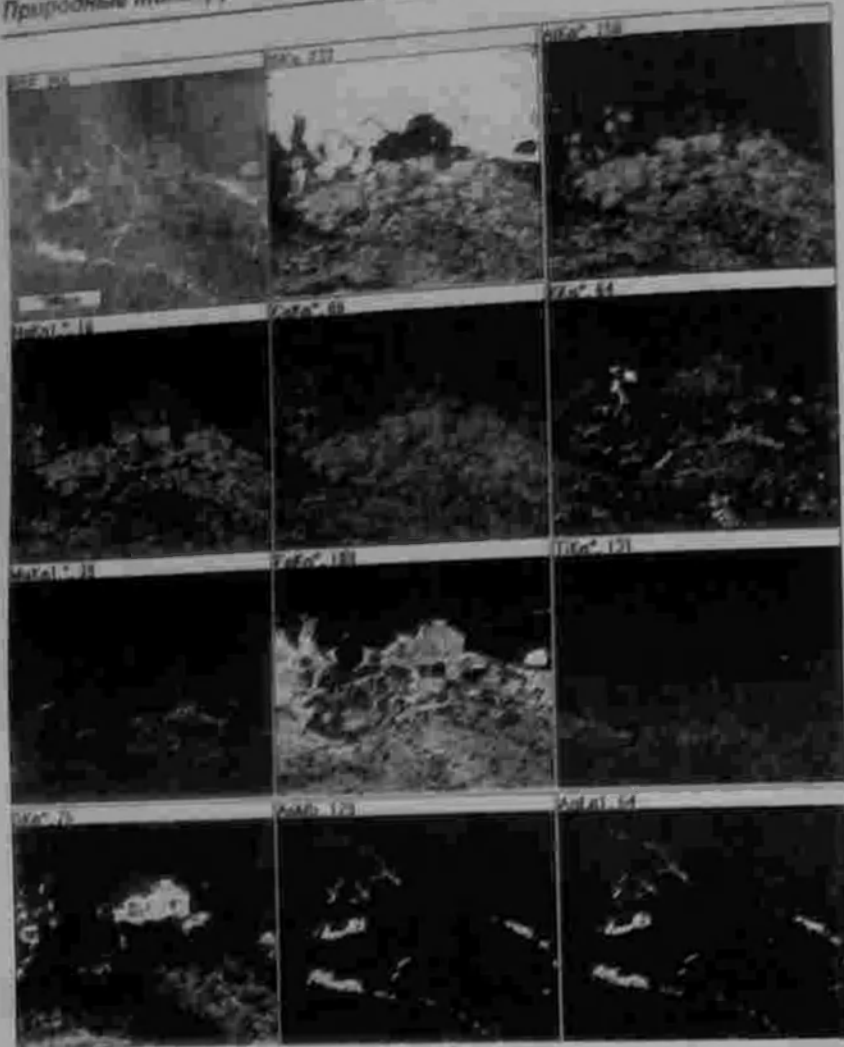


Рис. 45. Самородное золото в кварце, лимонитизированном и серицитизированном плагиоклазе. Растровые снимки в ХРИ: 1 – кварц, 2 – прожил, 3 – серицит-полиэлектрический агрегат цементированный лимонитом и сульфатом железа, 4 – золото самородное. Аншлиф Р-1/2-1



Рис. 46. Самородное золото в сульфате железа (ярозите). Растровые снимки в ХРИ: 1 – золото самородное, 2 – ярозит, 3 – варронит. Аншлиф Р-1/2-3.

Согласно классификации самородного золота (Н.В. Петровская, 1972), из 33-х замеров (табл. 34), содержащих золото 33,3% приходится на весьма высокопробное (98,09-99,94%); 12% – высокопробное (92,47-94,43%); в категорию умеренно высокопробного попадают 18,5% замеров (81,08-87,89%), относительно низкопробному соответствует 24,2% (70,12-79,2%), низкопробное составляет 65% (62,55-66,9%), а высокосеребристое золото встречается в 6% замеров (53,33-53,34%). Из примесей в золоте отмечаются Cu – от ниже предела чувствительности до 0,38-0,50%, Fe – от ниже предела чувствительности до 0,19-1,56%, Si – до 0,81-9,23% (см. табл. 34).

Пирит – широко распространенный минерал. Содержание пирита в метатерригенных породах не более 1,5-2% (в зоне полуокисленных руд по скважинам). В концентратах из кварцево-жильных образований – не более 0,3-0,5%. Присутствует в виде линзовидных скоплений, нитевидных прожилок по сланцеватости метатерригенных пород, замещается марказитом, мельниковитом, постоянно присутствуют переходные разности – мельниковит-пирит.

В кварцево-жильных образованиях пирит встречается в виде ксеноморфных зерен, гнездовых скоплений, прожилок или реликтов в прожилках гетита. По-видимому, пирит и сопровождающие его дисульфиды Fe являются продуктами изменения пирротина.

Пирротин встречается в зоне полуокисленных руд в скважине 400 (гл. 51,8). Количество его не более 0,3%. Образует вкрапленность, линзо-



Рис. 47. Самородное золото среди оксидов железа в кварце: 1 – золото, 2 – кварц, 3 – оксиды железа. Аншлиф Р1/2, увел. 115 $\times$ .

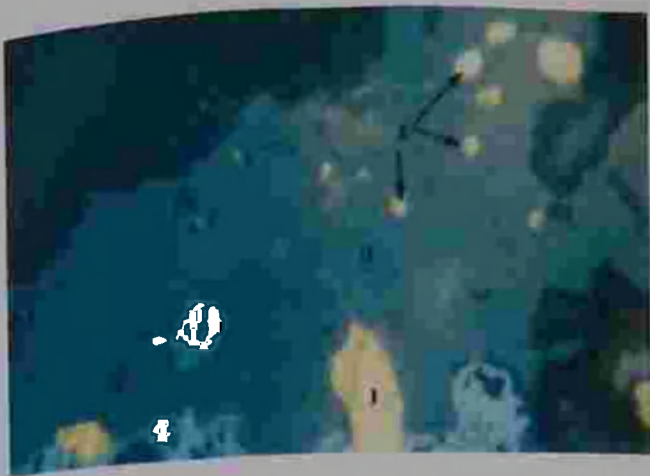


Рис. 48. Самородное золото в срастании с оксидами железа. 1 – золото самородное, 2 – оксиды железа, 3 – кварц. Аншлиф 704/1, увел. 255 $\times$ , без анализаторв.

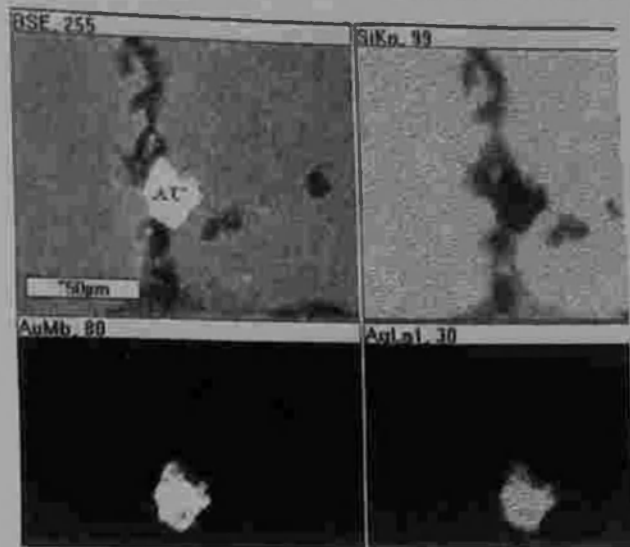


Рис. 49. Самородное золото в кварце. Рас-  
тровые снимки в ХРИ. Аншлиф К-12-2



Рис. 50. Самородное золото в кварце из  
брекчированного алавросланца. 1 – самород-  
ное золото, 2 – кварц, 3 – алавросланец. Аншлиф  
P1/2, увел. 115 $\times$ .

видные скопления по сланцеватости. Размер колеблется от <0,005 до 0,05-0,1 мм. Пирротин повсеместно подвергался преобразованию по схеме: мельниковит-пирит-марказит+пирит. Эти продукты преобразования пирротина отмечаются повсеместно в малоокисленных участках руд. Он сростается с арсенопиритом, халькопиритом.

**Марказит** – широко распространенный минерал слабо окисленных зон (на глубине). Постоянно ассоциирует с пиритом, мельниковит-пиритом. Тесные срастания марказита с пиритом наблюдаются по трещинам сланцеватости в виде удлинённых, ните-, линзо-, «веретеновидных» скоплений. Форма зерен пластинчатая, оптические характеристики стандартные. В свою очередь по марказиту развиваются оксиды, сульфаты железа в зоне окисления. Мельниковит-пирит – тонкодисперсный дисульфид железа, развит только по пирит-марказитовым агрегатам.

Таблица 34

Состав самородного золота из проб-протолок участка Сулук,  
по данным рентгеноспектрального локального анализа

Минерал	№ проб	Содержание, %				
		Au	Ag	Cu	Fe	Si
Золото самородное рис. 202/5	202/5 (иск. аншлиф)	81,8	19			
		81,1	18,8	0,14		
Золото самородное перистое	202/5 (иск. аншлиф)	70,5	13,1	0,05	0,2	0,23
		66,9	13,5	0,1	0,03	0,81
Золото самородное Группа мелких золотин (рис. 202-1)	2021/1 (иск. аншлиф)	53,3	46,7		0,05	
		53,3	46,7		0,05	
		78,9	20,7	0,1	0,37	
		93,5	5,19	0,09	1,19	
Золото из проб- протолок (концентраты)	202/1 (1)	98,7	0,51	0,02	0,67	
	202/1 (2)	80,5	18,6	0,38	0,19	
	202/1 (3)	62,6	36,9	0,13	0,18	
	202/5 (1)	92,5	6,98			
	202/5 (2)	98,2	1,79		0,1	
	202/5 (3)	87,9	12	0,13	0,11	
	202/5 (4)	85,8	14	0,14	0,07	
	Су-1 (1)	94,1	5,3	0,5	0,09	
	Су-1 (2)	98,6	1,23	0,08	0,15	
	Су-1 (3)	83	16,4	0,16	0,42	
Золото в аншлифах	К-12/2	71,3	29,2			
		71,1	29,2			
		70,1	29,9	0,01		
	P-1/2	79,2	20,8			
		79	20,8	0,01	0,02	
		79,2	21,2		0,1	
		99,1	-0,1	0,12	0,17	
		98,1	0,65	0,03	1,2	
		99	-0		0,84	
		99	0,14	0,05	0,84	
		98,4	0,15		1,23	
		99,9	-0		0,65	
		99,2	0,04	0,01	0,78	
		98,2	0,31		1,56	

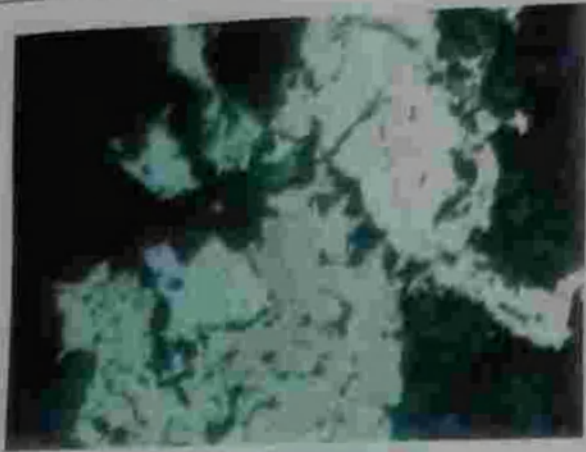


Рис. 51. Срастание арсенипирита в мельниковите 1 - арсенипирит 2 - мельниковит. Аншлиф 402/2 (1) угол 115° без аплаватора



Рис. 52. Вкрапленность галенита в кварце. Растровые снимки в ХФИ 1 - галенит 2 - кварц 3 - оксид железа 4 - штрмейерит. Аншлиф 1538/1.

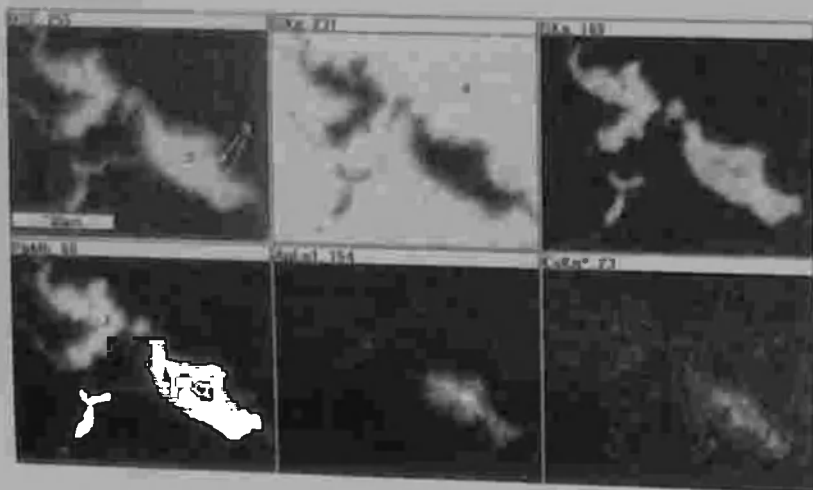


Рис. 53. Галенит с включением сульфидов Cu и Ag. Растровые снимки в ХФИ 1 - галенит, 2 - штрмейерит, 3 - акантит. Аншлиф 1538/1-2.

Арсенипирит отмечается спорадически в виде ромбических зерен размером до 0,05 мм. Срастается с пирротинном, мельниковитом (рис. 51).

Халькопирит развит часто в метатерригенных образованиях, где ассоциирует с пиритом, марказитом. Развивается в виде спорадической вкрапленности. Размер от <0,005 до 0,04 мм. Форма неправильная, по халькопириту развиваются вторичные сульфиды меди - ковеллин, халькозин. Встречаются срастания халькопирита с арсенипиритом, пирротинном.

Галенит встречен в аншлифе 1538/1-2. Зерно размером 100×30 м. Форма неправильная. Вмещающая среда - кварц. В галените отмечаются включения акантита (Ag<sub>2</sub>S) и штрмейерита (Ag-CuS) (рис. 52, 53).

Магнетит отмечается в виде единичных зерен (0,05-0,07 мм) в концентратах.

Ковеллин, халькозин наблюдаются спорадически в I и II ПТР. Зерна ксеноморфные. Ковеллином и халькозином замещается халькопирит, который, в виде реликтов, часто устанавливается среди агрегатов вторичных сульфидов.

Гидрооксиды Fe представлены гетитом, лимонитом. Они развиваются по пириту, марказиту, практически полностью замещая их в зоне окисления. Часто замещают сульфаты железа. Содержат включения самородного золота.

### Нерудные минералы

Кварц является широко распространенным минералом. Так, в I ПТР его содержание варьирует от 38 до 87%, во II ПТР - от 17 до 49%. Значительная часть представлена кварцевыми, полевошпат-кварцевыми жилами, содержащими обломки измененных вмещающих пород. Отмечается несколько генераций кварца: а) кварц 1 в реликтах обломочной фракции метатерригенных пород (псаммитов, алевролитов); б) кварц 2 метасоматический, ассоциирует с серицитом, хлоритом; образует послойные линзы, прожилки в рассланцованных породах. Мощность от 0,5п до 1 мм. Кварц деформирован, часто с облачным или мозаичным погасанием зерен. Содержит реликты пород, рудную вкрапленность. В метазффузивных образованиях данная разновидность кварца присутствует незначительно, в) кварц 3 составляет жилы, прожилки, секущие трещины мощностью до нескольких сантиметров. В зонах катаклаза этой разновидностью кварца цементируются обломки металпород (см. рис. 50). В кварце встречаются гнездово-прожилковые скопления по-



левого шпата (плагиоклаз Ca-Na), обычно пелитизированного; прожилки железосодержащего карбоната. Зерна, слагающие массу кварца, обычно шестоватые, с облачным погасением. Часто в нем встречаются отдельные золотины, реже гнездово-прожилковые скопления; г) кварц 4 молочно-белый, массивный с пустотами выщелачивания. Практически не содержит обломков пород, выполняет трещины, зоны дробления; является безрудным.

*Полевые шпаты* отмечаются постоянно в виде порфировых включений плагиоклаза Ca-Na состава в основной массе метаэффузивов, среди обломочной фракции терригенных пород, встречается альбит. Кроме того, отмечаются спорадически встречающиеся гнезда калиевого полевого шпата. Количество полевых шпатов в I ПТР колеблется от 1,5 до 27,5%, во II ПТР – от 13,5 до 25%. Полевой шпат серицитизирован и пелитизирован иногда полностью. Скопления серицит-глинистых частиц часто сохраняют прямоугольные очертания порфировых зерен. В альбите сохраняются полисинтетические двойники, а серицитизация зерен весьма незначительная.

*Серицит* – широко развитый минерал I и II ПТР, количество варьирует от 3 до 25% в I ПТР. Развивается по полевым шпатам, образует почти моноскопления в филлитовидных сланцах. Часто ассоциирует с биотитом, хлоритом, углистыми, рудными частицами, пелитовым веществом. В метатерригенных породах лейсты серицита ориентированы вдоль плоскостей сланцеватости. В скоплениях серицита отмечается самородное золото (см. рис. 44). Во II ПТР содержание серицита ~ 1%.

*Биотит* – широко распространенный минерал. Количество варьирует от 11 до 17% (I ПТР). Размер лейст до  $0,1 \times 0,05 + 0,07$  мм. Концентрируется совместно с серицитом, хлоритом, углистым веществом. Биотит замещается хлоритом вплоть до псевдоморфоз. В биотите отмечаются включения рудных минералов (пирит, марказит, пирротин). Содержание биотита во II ПТР до 36%.

*Хлорит* отмечается в I и II ПТР. Содержание минерала не превышает 8%. Размер скоплений от 0,03-0,05 до 0,4 мм. Хлорит замещает биотит, сростается с серицитом, кварцем; содержит включения рудных минералов.

*Роговая обманка*. Присутствует в виде главного породообразующего минерала в кристаллических амфиболовых сланцах II ПТР. Количество от 15,5 до 36%. Размер кристаллов до  $0,02 \times 0,1 - 0,2$  мм. Цвет желтовато-зеленый. Оптические характеристики стандартны (Винчелл, 1949). Амфибол замещается биотитом, хлоритом, карбонатом и содержит включения рудных минералов.

*Карбонат* отмечается в виде гнезд, мелкозернистых скоплений в метаалевролитах и кристаллических сланцах (I и II ПТР). Карбонат совместно с серицитом, пелитом замещает полевые шпаты. Встречается в виде гнезд в кварцево-жильных образованиях.

*Рутил* развит в метапсаммоалевролитах. Содержание ~ 1%. Часто встречается в виде игольчатых скоплений в хлорите, биотите.

*Апатит* – идиоморфные зерна размером до 0,0п мм наблюдаются в метатерригенных породах.

*Циркон* – акцессорный минерал метатерригенных пород. Размер кристаллов до  $0,01 \times 0,04$  мм. Облик кристаллов дипирамидальный.

Из вторичных минералов отмечаются каолинит, лейкоксен.

*Каолинит* образует сплошные скопления по полевому шпату. Совместно с серицитом замещает Ca-Na плагиоклазы. Количество его варьирует от 1-2,5% в I ПТР и до 3-7% во II ПТР.

*Лейкоксен* встречается в виде беловато-серых хлопьевидных скоплений в метатерригенных породах. Часто содержит реликты рутила.

*Углистое вещество* широко развито в метатерригенных породах (апевропанцы, филлиты). Морфологически выделяются следующие разновидности: 1) пылевидное, рассеянное; 2) игольчатые скопления по сланцеватости; 3) гнездообразные скопления в участках катаклаза. В участках скопления присутствует примесь тонкодисперсных сульфидов и оксидов. В участках окисленных руд углистое вещество практически отсутствует (выгорает) и отмечается в виде линзовидных скоплений по трещинкам.

### Месторождение Каракудук

На месторождении выделены два ПТР, каждый из которых подразделен на подтипы. К первому ПТР отнесены первичные золото-сульфидно-кварцевые с незначительной примесью окисленных минералов. Данный тип подразделен, в свою очередь на подтипы с учетом состава рудовмещающих пород, ассоциаций, сопутствующих золоту минералов, текстурно-структурным особенностям. Такое удобное деление позволяет легко картировать руды.

К первому подтипу отнесены золото-пирит-кварцевые руды, проявленные в виде тонкозернистого метасоматического кварца в метатерригенных породах – сланцах, песчаниках. Встречаются маломощные

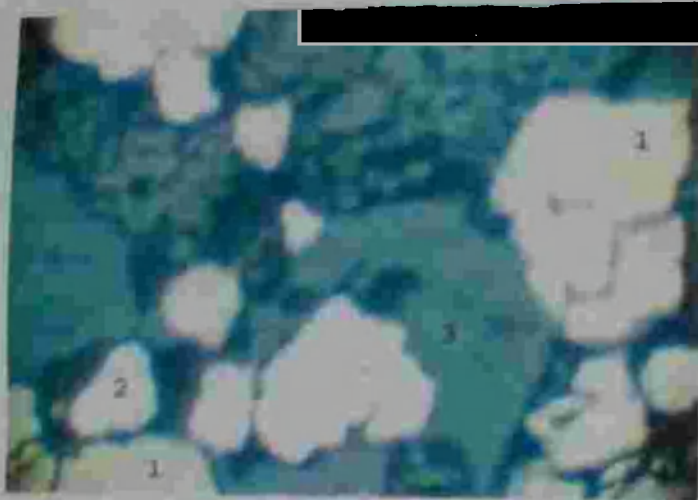


Рис. 54. Гнездовая, вкрапленная текстура пирит-арсенопиритовых руд в кварц-карбонатной породе. 1 - пирит, 2 - арсенопирит, 3 - кварц, 4 - карбонат. Аншлиф Крд-3<sup>а</sup>, увел. 85<sup>х</sup>

кварцевые жилы с неравномерной вкрапленностью или гнездово-прожилковыми скоплениями сульфидов (рис. 54). В таких кварцевых образованиях отмечаются реликты измененных пород, карбонатные включения. Содержание железа в первом подтипе 27,3%, мышьяка 1,18%, серы сульфидной 37,21%.

Содержание пирита 55,8%, арсенопирита 2,5% (табл. 35). Встречается вкрапленность халькопирита, единичные зерна блеклой руды, пирротина. Самородное золото в аншлифах не встречено, хотя в сульфидном концентрате оно составляет 7,60-10,22 г/т (табл. 36). Золото, по-видимому, тонкодисперсное, расположенное в сульфидах.

Содержание золота в метасоматически измененных породах 1,2-11,7 г/т (табл. 37), в метасоматическом кварце с пиритом – 0,37-8,49 г/т. Содержа-

Таблица 35

Минеральный состав ПТР участка Каракудук

Минерал	Содержание в пробах, %											
	I ПТР					II ПТР					Сланцы	
	1 <sup>а</sup>	3 <sup>а</sup>	3-б	2 <sup>а</sup>	3 <sup>б</sup>	14	20	124	3	8	127	28
Арсенопирит	2,5	1,3	1,5	42,0	48,0							
Пирит	55,8	12,9	13,1	13,0	5,0							
Халькопирит				2,0	4,3							
Кварц	41,7		47,2	43,0	48,0	47,9	76,8	88,9	40,0	4,0	49,7	77,0
Альбит						1,5	1,0	2,5	0,5	12,5	3,9	3,2
Серицит						11,0	12,2	3,5	2,0		33,8	13,5
Хлорит						4	1	1			ед	1,2
Кальцит						2	0,5	0,5		0,5	0,3	2,1
Анкерит (?)		3	38,3							39		
Апатит												
Рутил						0,2				2,0		
Гипс						0,2	0,1	0,1			0,7	0,5
Каолинит						0,8	4,2				1,5	0,5
Г/о Fe											3,8	
Ярозит						31,6	3,0	2,1	16,6		5,0	2,0
Скородит						0,8	1,2	1,3	0,4	Сп	1,2	Сп

Примечание: 1<sup>а</sup> – сульфидно-кварцевая жила, 3<sup>а</sup>, 3б – сульфидно-кварц-карбонатная брекчия; 2<sup>а</sup>, 3<sup>б</sup> – массивная кварц-сульфидная руда; 14 – лимонит-гётит-кварцевая жила (№1<sup>а</sup>); 3<sup>а</sup>, 3<sup>б</sup>, 2<sup>а</sup>, 3<sup>б</sup> – хим. анализ на Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и S<sub>2</sub>. 20, 124 – лимонит-кварцевая брекчия; 3 – карбонат-пирит-кварцевая брекчия; 8 – кварц-ярозитовая брекчия; 127, 28 – сланец серицит-кварцевый.

ние серебра меняется от 0,15 до 318,4 г/т (ср. 36,8 г/т).

В слабоизмененных терригенных породах – сланцах, песчаниках с незначительным ожелезнением, при отсутствии сульфидной минерализации, содержание золота составляет <0,05-0,17 г/т.

Из элементов примесей в рудах присутствуют постоянно, %: As – 0,02 - >1, Cu – 0,001- >1), Zn – 0,006-0,2, Sb – 0,01-0,3. Спорадически отмечаются Pb – 0,004-0,2, Bi – до 0,002.

Во вмещающих породах встречаются Cu – <0,001-0,1; Pb – до

Содержание золота и серебра (г/т) в сульфидах участка Каракудук

Таблица 36

0,002; Ag – <0,001-0,19; Sb – 0,01-0,9, Bi – до 0,00079; As – 0,02-0,19; Zn – 0,001-0,3

Номер пробы	Размер фракции, мм	Золото	Серебро	Минерал
Крд-31	+0,5	8,71	22,5	Концентрат пирита с примесью арсенопирита (4%), халькопирита (0,8%) из кварцевых прожилков
	-0,5+0,3	7,6	23,3	
	-0,3+0,19	10,22	21,8	
	-0,19+0,12	8,41	21	
Крд-116	-0,5+0,3	9,5	34,5	Пирит из метасоматического кварца
		9,5	38	Примесь кроме пирита, халькопирит
Крд-121	-0,3+0,19	12,5	53,5	Пирит из кварцевой брекчии
Крд-127	-0,19+0,12	14	64,5	Пирит из окварцованных сланцев
Крд-1*	Разнозернистая	15,1	50,2	Пирит из сульфидно-кварцевой брекчии
Крд-2, крд-3*	До 0,5	68,8	7,5	Арсенопирит (с включением пирита)

Второй подтип представлен брекчиями сульфидно-кварцевого и карбонат-сульфидно-кварцевого состава. В кварце с обильной сульфидной минерализацией присутствуют округлые сфероидальные скопления, гнезда карбоната размером до нескольких (7-9) сантиметров в диаметре. Кварц с сульфидами цементирует

Таблица 37  
Содержание золота и серебра (г/т) в I ПТР месторождения Каракудук

Номер пробы	Au	Ag	Характеристики руды
91	36,36		Углистые сланцы, окварцованные, сульфидизированные и метасоматиты
94	1,37		Метасоматит кварцевый с сульфидами
95	1,2		Песчаник окаварцованный, сульфидизированный
97	11,7		
98	2,2		
Средн	3,36		
10	0,37	3,05	Кварц метасоматический и тонкопрожилковый с густой вкрапленностью пирита, примесью арсенопирита; единичные включения халькопирита, блеклой руды
13	1,04	318,4	
30	1,9	6,5	
31	8,49	18,38	
32	0,26	1,92	
36	0,11	0,15	
116	5,39	12	
117	0,49	1,15	
121	5,75	4,8	
123	1,05	1,43	
Средн	2,48	36,8	
85	1,15		Катаклазит сульфидно-кварцевый. Преобладание пирита, содержащего включения арсенопирита
86	1,89		
87	4,93		
88	2,68		
89	0,95		
90	1,08		
92	6,44		
Средн	2,73		
Крд-3х	2,23	1,1	Анкерит, сульфидно-кварцевая брекчия
Крд-2х	60	13	Массивная пирит-арсенопиритовая руда (сливная).
Крд-3х	77,6	2,09	
93	9,41		
Средн	49,0	7,15	

карбонат, при этом сульфидов в самих карбонатных скоплениях мало, приурочены они к контакту кварца с карбонатом и к кварцу (см. рис. 54).

Химический состав, %: SiO<sub>2</sub> – 47,2; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 8,02; FeO – 2,23; MnO – 0,119; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 0; TiO<sub>2</sub> – 0; CaO – 11,2; MgO – 8; Na<sub>2</sub>O – 0,08; K<sub>2</sub>O – 0,07; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,08; S – 6,03; ппп – 17,56; CO<sub>2</sub> – 16,94; SO<sub>3</sub> – 0,05; H<sub>2</sub>O – 0,04

Содержание карбоната (анкерита) – 38,3%, кварца – 47,2%, пирита – 12,9-13,1, арсенопирита – 1,3-1,5 (см. табл. 35).

Содержание золота 2,23 г/т, серебра 1,1 г/т в карбонатсодержащих брекчиях и 0,95-6,44 (ср. 2,73 г/т) в кварц-сульфидных брекчиях (см. табл. 37). Отмечаются также, %: Pb – 0,001; Zn – 0,001; Cu – 0,17; Bi – 0,0003.

К третьему подтипу отнесены участки массивных сплошных сульфидных руд кварц-пирит-арсенопиритового состава. Этот подтип отмечается совместно с брекчиями карбонат-сульфидно-кварцевого состава (подтипом 2).

Содержание (%) железа – 21-14,78, As – 19,5-22,25, S – 15,27-14,03, Cu – до 0,79.

Минеральный состав, %: арсенопирит – 42-48, пирит – 5-13, халькопирит – 2,0-2,3, встречаются включения галенита, блеклой руды, сфалерита в пирит-арсенопиритовом агрегате. Пирит и арсенопирит катаклазированы, трещины выполнены кварцем с примесью карбоната.

Самородное золото в аншлифах не обнаружено. Содержание золота в руде – 9,41-77,6 г/т (ср. 49,0 г/т), серебра – 2,09-13,0 (ср. 7,5 г/т) (см. табл. 37)

Постоянно отмечаются, %: Pb – до 0,012; Zn – 0,003-0,03; Cu – 0,05->1; Sb – 0,19-0,2.

Ко второму ПТР отнесены окисленные руды кварц-лимонитового, кварц-карбонат-лимонитового, ярозит-кварцевого, скородит-лимонитового составов. В связи с разнообразием окисленных руд, различием текстурно-структурных особенностей, содержания в них полезных компонентов, второй ПТР подразделен на три подтипа.

Таблица 38

Содержания золота и серебра (г/т) во II ПТР месторождения Каракудук

Номер пробы	Au	Ag	Характеристика руды
60	2,87	4,0	Метасоматические измененные углисто-серицит-кварцевые сланцы, песчаники; окварцевание послойное и сегущее; вкрапленности гётита в участках окварцевания, ожелезнения, брекчирования, выщелачивания; колленка охр лимонита, скородита
71	5,07	193,0	
72	2,16	30,0	
102	15,1		
103	7,8		
104	1,78		
105	2,12		
106	1,62		
107	1,46		
108	1,06		
112	1,48		
Средн.	3,86	75,8	
85	6,51	64,5	Кварц прожилковый, жильный с реликтами окварцованных, ожелезненных пород; гнезда лимонита, гётита, ад. зерна пирита, самородного золота. Пустоты, заполненные охрами лимонита, скородита с примесью окислов меди. Золото - в участках скопления Fe-Au окислов. Часто в таких окисленных участках встречаются реликты арсенопирита
89	3,18	86,1	
109	4,15		
113	2,09		
6	0,43	29,95	
9	0,5	1,17	
14	1,43	0,20	
21	0,82	1,0	
29	1,47	2,28	
33	1,15	1,8	
37	19,35	4,18	
124	4,83	7,3	
Средн.	3,8	5,98	
61	4,28	10,0	Брекчированные, катлазирванные породы кварц-лимонитового, реже карбонат-кварц-лимонитового состава, среди обломочного материала - реликты измененных терригенных пород, гнездовые скопления карбоната. Цементирующая масса - кварц с вкрапленностью лимонитовых охр, гётита, скородита, с реликтами арсенопирита. Встречается самородное золото в скородите, мышьяк содержащем лимоните
62	4,54	9,3	
68	2,87	17,7	
68	52,25	175,0	
70	20,9	978,0	
73	24,8	51,7	
75	9,4	53,2	
78	3,1	31,0	
77	35,8	11,1	
78	15,66	555,0	
80	2	13,1	
81	1,2	6,8	
83	7,4	30,0	
84	1,18	5,8	
96	35		
110	8,81		
111	3,8		
1	0,44	5,82	Брекчированные, катлазирванные породы кварц-лимонитового, реже карбонат-кварц-лимонитового состава, среди обломочного материала - реликты измененных терригенных пород, гнездовые скопления карбоната. Цементирующая масса - кварц с вкрапленностью лимонитовых охр, гётита, скородита, с реликтами арсенопирита. Встречается самородное золото в скородите, мышьяк содержащем лимоните
3	0,87	1,9	
11	0,73	2,65	
17	43,1	10,29	
18	8,96	101,02	
20	4	1,02	
24	3,56	0,63	
114	0,6		
115	1	9,7	
Средн.	11,38	95,3	
63	189,3	74,3	Рыхлые охристые карбонат-кварц-скородит-лимонитовые брекчии
64	442,2	894,0	
67	125,8	452,0	
74	118	930,0	
79	64	58,5	
82	28,4	88,3	
Средн.	161,4	417,5	

Первый представлен метасоматически измененными, березитизированными, углисто-серицит-кварцевыми сланцами, мелкозернистыми песчаниками. Породы окварцованы, окварцевание метасоматическое, прожилковое. Совместно с кварцем отмечается вкрапленность, гнездовые скопления гётита, лимонита; характерны пустоты выщелачивания, заполненные скоплениями разноокрашенных охр (лимонит, скородит). Содержание золота 1,06-15,1 г/т (ср. 3,86 г/т). К этому же подтипу отнесены кварцево-жильные образования, содержащие реликты окварцованных, лимонитизированных пород, карбонатные скопления. Текстура руд гнездово-вкрапленная, обломочная, сетчатая. Выщелоченные участки заполнены смесью лимонита, скородита с единичными знаками самородного золота.

Химический состав, %:  $\text{SiO}_2$  - 53,6;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  - 29,2;  $\text{FeO}$  - 0,72;  $\text{TiO}_2$  - 0,25;  $\text{MnO}$  - 0,02;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - 6,0;  $\text{CaO}$  - 1,0;  $\text{MgO}$  - 1,2;  $\text{Na}_2\text{O}$  - 0,16;  $\text{K}_2\text{O}$  - 1,4;  $\text{P}_2\text{O}_5$  - 0,13;  $\text{S}_{\text{обш}}$  - 0,167;  $\text{CO}_2$  - 0,44;  $\text{SO}_3$  - 0,412;  $\text{H}_2\text{O}$  - 0,7.

Минеральный состав, %: кварц - 47,9; альбит - 1,5; серицит - 11,0; хлорит - 4,0; кальцит - 2,0; апатит, рутил - 0,2; гипс - 0,8; гидроксиды Fe - 31,8; скородит - 0,8; самородное золото - знаки.

Содержание золота в руде 0,43-19,35 (ср. 3,8 г/т), серебра - 1-29,95 (ср. 5,98 г/т) (табл. 38).

Сопутствующие элементы, %: Pb - 0,001-0,008; Zn - 0,006-0,06; Cu - 0,001-0,4; As - 0,03-0,8; Sb - 0,008-0,06.

Второй подтип представлен в основном лимонит-кварцевыми и реже встречающимися карбонат-лимонит-кварцевыми брекчиями. Обломки измененных терригенных пород, железосодержащего карбоната сцементированы кварцем со скоплениями гётита, вкрапленностью полуокисленного пирита, охристыми скоплениями в пустотах и по трещинкам лимонита, скородита. В скородите встречаются реликты арсенопирита.

По трещинам в кварце отмечаются оксиды меди. Текстура брекчиевидная, участками каркасная; структура неравномернозернистая, пятнистая, порошковатая, гнездово-вкрапленная. Ниже приводится химический и минеральный состав, а также элементы-примеси двух разновидностей брекчий.

Химический состав кварц-лимонитовых брекчий, %:  $\text{SiO}_2$  - 82-87,5;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  - 3,08-3,76;  $\text{FeO}$  - 1,2-1,73;  $\text{TiO}_2$  - 0,15-0,2;  $\text{MnO}$  - до 0,037;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - 2-4,2;  $\text{CaO}$  - 0,84-1,12;  $\text{MgO}$  - 0,2-0,4;  $\text{Na}_2\text{O}$  - 0,13-0,3;  $\text{K}_2\text{O}$  - 0,4-1,46;  $\text{P}_2\text{O}_5$  - 0,06-0,28;  $\text{S}_{\text{обш}}$  - 0,52-0,79;  $\text{CO}_2$  - 0,22;  $\text{SO}_3$  - 1,09-2;  $\text{H}_2\text{O}$  - 0,43-0,6.

Минеральный состав кварц-лимонитовых брекчий, %: кварц – 76,8-86,9; альбит – 1-2,5; серицит – 3,5-12,2; хлорит – 1; кальцит – 0,3; рутил – 0,1; гипс – 2,1-4,2; лимонит – 2,1-3; скородит – 1,2-1,3.  
Содержание золота 0,44-52,25 г/т (ср. 11,38 г/т), серебра 0,63-101,02 г/т (ср. 16,6).

Из примесей, сопутствующих золоту, отмечены, %: Pb – 0,002-0,01; Zn – 0,006-0,3; Cu – до 0,1; Sb – до 0,8.

Химический состав карбонат-лимонит-кварцевых брекчий, %: SiO<sub>2</sub> – 41,4; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 19,86; FeO – 0,58; TiO<sub>2</sub> – 0; MnO – 0,074; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 1,2; CaO – 11,36; MgO – 7,2; Na<sub>2</sub>O – 0,18; K<sub>2</sub>O – 0,24; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,25; S<sub>общ.</sub> – 0,11; CO<sub>2</sub> – 16,06; SO<sub>3</sub> – 0,27; H<sub>2</sub>O – 0,9.

Минеральный состав, %: кварц – 40; кальцит – 34; лимонит – 21,6; скородит – 0,4; альбит – 1,5; серицит – 2,0; гипс – 0,5 (см. табл. 35).

Содержание золота 0,87 г/т, серебра 1,9 г/т.

Примеси, %: Pb – 0,002, Zn – 0,04; Cu – 0,001; As – 0,3; Sb – 0,03.

На месторождении встречаются очень богатые руды, связанные с рыхлыми охристыми кварц-скородит-лимонитовыми брекчиями. Они являются аналогами предыдущих брекчий. Эти руды условно выделены в виде самостоятельного третьего подтипа.

Отдельно в группе окисленных руд можно выделить кварц-ярозитовые породы (брекчии). Золото в них и сопутствующие золоту элементы (As, Pb, Sb) отсутствуют. Отмечается Cu – 0,002%. (проба крд. - 3).

Химический состав породы, %: SiO<sub>2</sub> – 12,1; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 37,76; FeO – 0,22; TiO<sub>2</sub> – 0; MnO – 0,022; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 3,0; CaO – 0,56; MgO – 0; Na<sub>2</sub>O – 1,3; K<sub>2</sub>O – 4,46; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,82; S<sub>общ.</sub> – 10,34; CO<sub>2</sub> – 0,22; SO<sub>3</sub> – 25,86; H<sub>2</sub>O – 1,2.

Минеральный состав, %: ярозит – 81,0; кварц – 4,0; альбит – 12,5; кальцит – 0,5; апатит – 2,0; скородит – следы.

Преобладание таких окисленных образований в массе золотосодержащих лимонит-кварцевых пород может значительно понизить содержание золота в зоне окисления.

### Минеральный состав руд месторождения Каракудук

Таблица 39

Минералы руд месторождения Каракудук

Распространенность	Минералы		
	породообразующие	рудные	гипергенные
Главные (слагают породы, метасоматиты с рудной минерализацией)	Кварц Серицит Карбонат (кальцит, анкерит)	Золото самородное Арсенопирит Пирит	Гётит (гидрогётит) Скородит Ярозит Фармаколит Лимонит
Второстепенные (реликты в породе жилах большей частью измененные)	Хлорит Биотит Угlistое вещество	Халькопирит Магнетит Пирротин	Ковелин, халькозин Cu-зелень (малахит) Гематит Гипс Каолинит
Редкие, акцессорные	Рутил Апатит Циркон	Галенит, блеклая руда Сфалерит Аргенто-ярозит (?) Кераргирит (?), эмболит (?)	Пирролюзит Лейкоксен Смитсонит

В результате минералогических исследований на участке Каракудук выявлено 19 гипогенных и 12 гипергенных минералов (табл. 39).

Минеральный состав включает минералы пород, руд, акцессорные минералы. Ведущими минералами гипогенных руд являются арсенопирит, пирит, кварц, самородное золото тонкодисперсное в сульфидах.

В окисленных рудах ведущими минералами являются золото самородное, лимонит, скородит, кварц.

Минералы зоны окисления отражают, в различной степени, особенности состава сульфидов на нижележащих горизонтах. На месторождении Каракудук минералы окисленных руд играют весьма ощутимую роль. В некоторых участках содержания их достигают 81%. Ниже приводится описание минералов указанных в табл. 39.

Самородное золото является основной практически значимой минеральной формой выделения.

Нами выделяются две значимые его генерации. 1 – золото субдисперсное в сульфидах и, частично, микровидимое; 2 – золото самородное в гипергенных минералах (скородите, лимоните, смеси лимонит-карбонат-кварцевого состава).

Золото 1 субдисперсное, по-видимому, синхронно с отложением пирита и, преимущественно, арсенопирита. При высоких (до 77,6 г/т) содержаниях золота в арсенопирит-пиритовом агрегате (I ПТР, 3-й подтип), самородное золото не встречено. Количество арсенопирита составляет 42-48%, а пирита всего 5-13%.

В концентрате, преимущественно состоящим из пирита, где доля арсенопирита составляет ~ 4%, содержание золота 6,7-10,22 г/т, т.е. основным концентратом субдисперсного золота является арсенопирит.

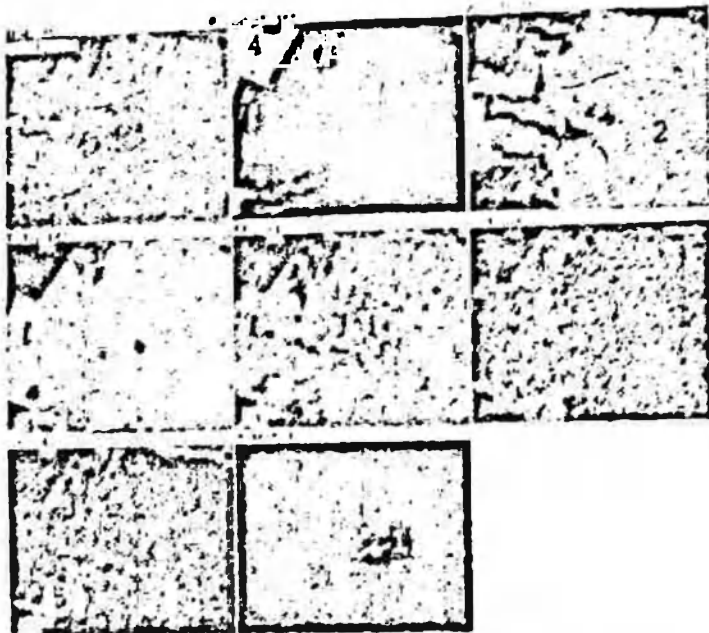


Рис. 55. Самородное золото в окисленном пирит-арсенопиритовом агрегате из II ПТР. Растровые снимки в ХРИ 1 - золото самородное; 2 - скородит; 3 - лимонит; 4 - кварц; 5 - реликты сульфидов. Аншлиф Крд-17<sup>а</sup>.

Самородное золото 2 является второй практически значимой формой выделения элемента. Отмечено в зоне окисления пирит-арсенопиритовых руд. Приурочено к скородиту, к смеси окислов - скородит, фармаколит, ярозит. В таких смесях, по данным рентгеноспектрального локального анализа, отмечаются реликты пирита, арсенопирита (рис. 55).

Размер встреченных золотин колеблется в пределах 0,004-0,006 мм.

Рентгеноспектральным локальным анализом установлен состав самородного золота, %: Au - 88,33-88,47; Fe - 5,91-9,94; As - 1,11-5,1 (табл. 40); Ag, Ni, Cu, Se, Te, Sb - на пределе или ниже чувствительности микрозонда Superprobe JXA-8800R.

Форма золотин определяется конфигурацией выполняемых полостей - пустоты, трещины, контакты и др. Цвет - желтый. Состав самородного золота соответствует категории умеренно высокопробного.

Состав самородного золота из скородит-лимонитового агрегата (рентгеноспектральный локальный анализ на "Jeol")

Таблица 40

Номер аншлифа	Содержание, %								
	Au	Ag	Fe	As	Ni	Cu	Se	Te	Sb
КРД-17 <sup>а</sup> (II ПТР)	88,47	0,48*	9,94	1,11	-	-	-	-	-
	88,85	0,34*	5,91	3,85	0,52*	0,14*	0,20*	-0,07	0,4*
	88,83	0,14*	6,01	5,1	0,32*	-0,3	0,11*	-0,11	0,41*

Примечание. \* - предел чувствительности прибора; (-) - ниже предела чувствительности прибора.

скопления вдоль сланцеватости, прожилки мощностью 0,3-0,5 мм. В зоне окисления пирит переходит в гетит-гидрогетитовый, ярозитовый или лимонитовый материал.

Пирит 2 наряду с арсенопиритом является золотосодержащим минералом I ПТР. Отмечается в кварцевых жилах, прожилках, зонах микропрожилкового кварцевания пород. Ассоциирует с арсенопиритом (особенно в третьем подтипе I ПТР), халькопиритом. В пирите постоянно отмечаются включения арсенопирита, халькопирита, реже, блеклой руды. Форма зерен кубическая, чаще, ксеноморфные агрегаты, для последних характерны трещиноватость и катактаз. Пирит отмечается в брекчиях карбонат-сульфидно-кварцевого состава, при этом в самом карбонате он практически отсутствует, а концентрируется в кварце, цементирующем обломки карбоната.

Содержания золота и серебра в пиритовых концентратах из различных подтипов I ПТР представлены в табл. 36. Содержание золота варьирует от 6,71 до 15,1 г/т, серебра от 21 до 64,5 г/т.

Арсенопирит является главным золотосодержащим минералом. Основная часть арсенопирита связана с кварц-сульфидными жилами, где он ассоциирует с пиритом, халькопиритом. В незначительном количестве (<1%) отмечается в березитизированных породах, где приурочен к зонам метасоматического окварцевания.

В I ПТР арсенопирит проявляется в виде вкрапленности в кварце, обычно совместно с пиритом (первый подтип), в агрегативных скоплениях, в брекчиях кварц-сульфидного состава (второй подтип), в сливных массивных рудах (третий подтип), где количество арсенопирита достигает 48%. Но даже в таких рудах отмечаются примеси пирита, халькопирита. Форма отдельных его кристаллов призматическая, короткостолбчатая (1:2; 1:3). В сплошных массах арсенопирит зернистый и в виде шестоватых агрегатов. Характерно наличие катаклаза – агрегативные скопления трещиноваты, давленные; по трещинам развит кварц, реже карбонат, частично, гидроксиды Fe. Содержания золота в сливных рудах 9,41-77,6 г/т (до 49,0 г/т) (см. табл. 37). В зоне окисленных руд арсенопирит переходит в скородит, возможно, частично – в фармаколит, позже в As-содержащий лимонит. Арсенопирит в зоне окисления встречается в виде реликтов среди поликомпонентных смесей (см. рис. 55).

*Халькопирит* отмечается в количестве до 2% в сливных сульфидных рудах (третий подтип I ПТР, см. табл. 35). В сульфидных концентратах из кварцевых жил, прожилков содержание Cu в концентратах составляет 0,24-0,52. Это соответствует содержанию халькопирита 0,69-1,5%. В арсенопирите, пирите халькопирит встречаются в виде ксеноморфных включений размером до 0,3 мм. В кварце встречаются ксеноморфные выделения размером <0,003 мм.

Во II ПТР халькопирит практически весь превращен в агрегат ковелпина, халькозина; по трещинам, сколам встречается малахит. Содержание меди в концентрате окисленных руд 3,63-7,48%, что соответствует 6-11% ковеллин-халькозинового агрегата.

*Пирротин* развит спорадически в терригенных породах в виде ксеноморфных включений в пирите, кварце. Размер зерен 0,00п мм.

*Магнетит* наблюдается в виде единичных зерен в метатерригенных породах. Приурочен к скоплениям хлорита. Размер зерен 0,01-0,03 мм. В магнитной фракции встречаются магнитные шарики (?).

*Кварц* – наиболее широко распространенный минерал всех ПТР и вмещающих пород. Отмечается развитие и совмещение в пространстве разновозрастных генераций кварца. Кварц 1 связан с проявлением кварц-карбонат-серицит-пиритовой ассоциации и развит в зонах метасоматически измененных пород совместно с серицитом, полевым шпатом, карбонатом. В терригенных породах – в виде послойных прожилков, смятых в микроскладки.

Микроскопически кварц характеризуется облачным погасанием, отмечается межзерновая грануляция, мозаичное распадание зерен – все это указывает на процессы внутрирудного метаморфизма. Наложение последующих минеральных ассоциаций приводит к появлению в кварцах примесей золота и серебра. Содержание золота в терригенных породах с подобным типом кварца <0,05-0,17 г/т.

Кварц 2 широко распространен в I и II ПТР. Форма выделений – метасоматические прожилки, гнезда, жилки в терригенных породах. Серовато-белый, часто, пятнистый, содержит включения карбоната, обломки измененных пород. В кварце обильная вкрапленность пирита, арсенопирита, реже, халькопирита. В зоне окисления он обычно кавернозный, выщелоченный. Полости и трещины заполнены лимонитом, скородитом, оксидами Cu. В таких участках встречается самородное золото, обычно приуроченное к участкам лимонитовых охр.

Содержание золота в кварце с единичными включениями сульфидов (пробы № крд-32, 36-а, 117, iū в табл. 37) составляет 0,11-0,49 г/т, тогда как с включениями сульфидов возрастает до 8,49 г/т. Локально в нем установлено повышенное содержание Ag 318,4 г/т (проба крд-13). Это может быть связано с проявлением поздней Ag-содержащей ассоциации.

В кварце из зон окисленных руд также отмечено неравномерное распределение содержания золота. При незначительном развитии оксидов Fe, As оно не превышает 0,43-0,5% (крд-б, 9).

Микроскопическое изучение кварца показывает, что визуально безсульфидные участки содержат микроворстки сульфидов размером часто <0,002 мм.

*Полевой шпат (альбит)* – широко распространенный минерал, отмечается в виде обломочной фракции в метатерригенных породах; иногда в виде редких включений – в кварцевых жилах. Обычно серицитизирован, превращен в глинисто-слюдистый агрегат. Содержание полевого шпата 3,2-3,9% в сланцах к 1-2,5% в кварцевых брекчиях (см. табл. 35). До 12,5% альбита отмечено в кварц-ярозитовых брекчиях.

**Рутит** развит в березитизированных терригенных породах совместно с карбонатом, хлоритом, магнетитом. Содержание 0,5-0,7%. В кварцевых брекчиях 0,1-0,2%. В зоне окисления отмечен лейкоксен.

**Биотит** встречается в виде лейст, пластинок по сланцеватости в углистых сланцах. По биотиту развивается хлорит, а трещины спайности часто выполнены пирротинном.

**Серицит** — один из широко распространенных минералов метатерригенных пород. Количество варьирует от 13,5 до 33,6% и в кварц-лимонитовых брекчиях от 2 до 12,2% (см. табл. 35). В кварцевых жилах встречается в обломках пород. Формы проявления — тонкие чешуйчатые скопления, часто, скопления по трещинам сланцеватости, серицитом замещается большая часть полевого шпата. Иногда отмечаются псевдоморфозы серицита по кристалликам полевого шпата. Ассоциирует с хлоритом, карбонатом, в метатерригенных породах развит в цементирующей массе. В окисленных рудах серицитовые массы пропитаны гидроксидами Fe, приобретая золотисто-коричневую окраску.

**Хлорит**. Содержание хлорита 1-4%, отмечаются в сланцах, кварц-лимонитовых брекчиях. Формы проявления — гнезда, прожилки. Цвет зеленовато-серый, развивается по биотиту, ассоциирует с серицитом, карбонатом, замещаясь последним. В хлорите отмечаются скопления рутила, часто к нему приурочены As-содержащие охры.

**Карбонат** распространен в I ПТР (второй подтип) и II ПТР (второй подтип). Содержание его в этих рудах 38,3 и 39%. Химическим анализом установлено наличие Ca, Mg, Fe, что соответствует составу анкерита. В кварц-сульфидно-карбонатных брекчиях (крд-3<sup>а</sup>) развит в виде сферических, округлых включений размером до нескольких сантиметров в диаметре. Кварц с сульфидами как бы цементирует карбонатные гнезда. Сульфидов в карбонате практически нет (см. рис. 55). В зоне окисленных кварц-сульфидно-карбонатных руд карбонат становится буро-желтым, по трещинам спайности отлагается лимонит. В кварцевых жилах метатерригенных пород карбонат часто образует разноориентированные прожилки, часто совместно с серицитом, хлоритом развивается по сланцеватости.

**Кальцит**. Содержание 0,3-2%, отмечается в виде гнезд, линз, прожилков в метатерригенных породах. Бесцветный, часто совместно с серицитом развивается по полевоому шпату. В линзах кальцита отмечаются зерна халькопирита.

**Углистое вещество** присутствует в углисто-серицит-кварцевых сланцах. Морфологически выделяются разновидности: 1) пылевидное, рассеянное; 2) нитевидное по сланцеватости, трещинам кливажа; 3) гнездообразные скопления, вытянутые стяжения в участках катаклаза. В зонах окисленных пород углистое вещество практически не фиксируется. Исследование состава типов углистого вещества показало развитие втраколита, керита, графита (Отакузиев и др. 1978).

### Минералы зоны окисления

**Гётит** — широко распространенный минерал. Встречается в виде псевдоморфоз по пириту, пирротину. Макроскопически представлен плотными, почти черными скоплениями или кристаллами кубического, реже, пентагондодэкаэдрического габитусов. Микроскопически в нем проявлена концентрическая зональность, выраженная различными оттенками серого цвета. Это свидетельствует о неоднородности минерала (возможно, есть гидрогётит, лелидокрокит). В гётите встречаются реликты пирита, нерудные минералы, реже, гематит. Большая его часть переходит в лимонит, ярозит. Содержание гётита (с лимонитом) во II ПТР 2,1-31,6%

**Лимонит** — наиболее широко распространенный минерал окисленных руд, конечный продукт изменения всех железосодержащих минералов: Fe-содержащих карбонатов, сульфидов Fe, As, Cu, хлоритов, ярозита. В зоне окисленных руд он развит в виде охристых, землистых агрегатов порошковатых скоплений, карбонатных форм всех оттенков желто-коричневого цвета. Отмечаются псевдоморфозы лимонита по гётиту, скородиту, ярозиту. Охристые пелитоморфные скопления содержат примесь As, K, Ca, S (см. рис. 55). Лимонитовые скопления представляют сложную смесь скородита, As-содержащего лимонита фармаколита, ярозита. К таким участкам приурочено самородное золото. В третьем подтипе (II ПТР) сложным охристыми рыхлыми скоплениями лимонита и скородита (см. табл. 38), отмечено очень высокое содержание



золота (28,4-442,25 г/т), данные Л.М.Крикуновой. По-видимому, в схеме зональности зоны окисления, мы столкнулись с фрагментами подзоны богатых окисленных руд (Смирнов, 1955 г.)

*Гематит* встречается в виде ксеноморфных зерен в гетите, размер зерен до 0,05 мм. Образует каемки по кристаллам гетита. В отраженном свете белый со слабо голубоватым оттенком, отражение умеренно низкое.

*Ярозит* наблюдается в виде скоплений совместно с кварцем, среди кварц-лимонитовых брекчий. Количество его в таких образованиях достигает 81,5% (крд-8, табл. 35), ассоциирует с полевым шпатом, кварцем. Цвет желто-бурый, размер зерен до 0,008 мм. Диагностирован микроскопически и подтвержден химическим анализом.

*Скородит* – широко распространенный минерал зоны окисленных руд – брекчий, кварцевых жил с лимонитом. Установлен рентгеноспектральным локальным анализом (см. рис. 55). Образует псевдоморфозы по арсенопириту, а также встречается в виде землистых масс желто-зеленого, коричнево-желтого цвета. Повсеместно ассоциирует с лимонитом, приобретая вследствие этого желто-коричневый цвет. В скоплениях скородита отмечается фармаколит ( $\text{CaH}[\text{AsO}_4]2\text{H}_2\text{O}$ ), чем объясняется присутствие Са на растровых снимках, а также ярозита (К-содержащего). Т. е. золотовмещающая среда представлена не одним скородитом или лимонитом, а сложной смесью оксидов, сульфидов, гидроксидов.

*Ковеллин* и *халькозин* постоянно встречаются совместно в зоне окисления и, часто, в участках сульфидных руд. Развиты по халькопириту в виде кайм, пленок, включений. Размеры 0,005-0,01 мм. Наличие примесей Pb, Sb, Zn предполагает присутствие микровыделений церуссита, смитсонита, окисленной блеклой руды.

*Лейкоксен* развивается по рутилу в окисленных метатерригенных породах. В шлифах – мутный, непрозрачный, хлопьевидный агрегат с примесью иголок рутила. В отраженном свете – белый, желтоватый.

*Гипс* встречен в участках окисленных руд и пород в виде корочек, примазок, игольчатых скоплений. Содержание его 0,5-4,2%.

### Месторождение Марджанбулак

Основные сведения по различным аспектам геологии Марджанбулакского рудного поля освещены в монографии «Рудные месторождения Узбекистана» и отдельных публикациях (Ахмедов, 1978, 1985). Минералого-геохимические исследования на месторождении Марджанбулак проводили Р.П.Бадалова (1973), Э.Б.Бертман, В.А.Хорват, Л.Н.Николаева и др. (Рудные месторождения Узбекистана, 2001), С.К.Смирнова, В.В.Козлов (1998), В.Д.Цой, И.В.Королева и др. (1998).

Рудные тела представлены первичными и, в большей мере, окисленными и полуокисленными рудами золото-кварцевой и золото-сульфидно-кварцевой формации. Текстура руд прожилково-вкрапленная, вкрапленная, брекчиевидная, полосчатая, пятнистая. Структура мелко- и среднезернистая, иногда тонкозернистая.

На Марджанбулакском рудном поле выделены три ПТР, некоторые из которых подразделяются на подтипы.

*Первый ПТР* – золото-вкрапленный в углистых метаалевролитах полевошпат-хлорит-серицит-кварцевого состава. Содержание минералов, %: кварц – 41,3-62,6, серицит – 8-44, хлорит – до 7,5, альбит – 1-5,4, цельзиан – 0,2-0,5. В отдельных участках содержание кальцита достигает 20%, хотя обычно он отсутствует, а доломита 6,5%. Отмечается монтмориллонит 0,5-1,5%; от единичных знаков до 0,1% циркона, апатита, фаялита, рутила. Из рудных минералов преобладают пирит – от единичных знаков до 5-7% и арсенопирит – до 0,1%; встречаются редкие выделения халькопирита, пирротина, сфалерита, блеклой руды, самородного золота. Пересчет химических анализов двухвалентного железа, серы сульфидной и сульфатной на минеральный состав показал, %: магнетит – 0,4-9, ярозит до 1, гетит – до 12, гематит – до 0,5. Отмечаются симплезит, смитсонит и халькозин.

Породы изменены, обломочная структура просматривается локально. Количество обломочных зерен составляет не более 5-10%. Это преимущественно кварц, обломки кремнистых пород, полевой шпат. Породы рассланцованы, часто полосчатые. Трещины кливажа выполнены углистым веществом, кварцем,

микроглобулярным пиритом. Отмечаются кварцевые прожилки субсогласные со слоистостью. Трещины кливажа разбивают их на линзовидные будины, часто содержащие включения глобуль пирита. Более поздняя ассоциация сульфидов – пирит, арсенопирит, образуют равномерную вкрапленность, наложенную на ранние деформационные элементы. Содержания золота в рудах варьируют от 0,4 до 2,12 г/т серебра – 0,19-2,49 г/т, мышьяка – 0-0,4%. Отмечаются примеси меди 0,008-0,036%, цинка – 0,004-0,04% свинца – 0-0,02%.

Самородное золото отмечается довольно редко, в кварце, сгустках углистого вещества.

**Второй ПТР.** Для него характерно наличие брекчированных участков пород. Обломки метаалевролитов сцементированы кварцем молочно-белого цвета. Данный тип руд подразделяется на три подтипа, отличающиеся количеством обломков, характером их изменений и наложенной минерализацией.

**Подтип 1.** Характеризуется интенсивным штокерковым прокварцеванием углисто-(полевошпат-хлорит)-серицит кварцевых метаалевролитов (тип 1) с вкрапленностью сульфидов железа и мышьяка. Количество обломков пород не менее 50-65%. Породы состоят, %: кварц – 61,9-78,7, альбит – 1-1,5, цельзиан – 0,14-0,3, серицит – 13,5-23,5, хлорит – 2,1-3,6. Отмечается незначительная примесь кальцита, апатита, циркона, монтмориллонита. Количество сульфидов (пирит, арсенопирит) незначительно – единичные знаки; золото, самородное, пирротин, халькопирит, блеклая руда – встречаются редко. Содержания окисленных минералов: магнетит – 1,8-5,1%, гётит – 1,4-3,1%. Самородное золото отмечается в виде единичных знаков в кварцевой составляющей породы, или по трещинам в кварце, содержащим реликты перетертых пород. Содержания золота в подтипе 1 колеблются от 0,32 до 3,26 г/т, серебра от 0,0 до 0,72 г/т, мышьяка от 0,03 до 0,56%, меди 0,007%, цинка 0,005%.

**Подтип 2.** Интенсивно брекчированные, сцементированные молочно-белым кварцем метаалевролиты углисто-полевошпат-хлорит-серицит-кварцевого состава. Породы серого цвета, в зоне окисления становятся буро-коричневыми, довольно плотные, с брекчиевидной текстурой. Количество обломков от 20 до 30%. Обломки пород замещены мелкозернистым сахаровидным серым кварцем и почти лишены алюмосиликатной составляющей, контакты их с кварцем брекчий становятся расплывчатыми. Химический состав пород %: кварц – 38-84; серицит – 5,6-10; хлорит – 0,6-1,6; альбит – 0,7-1,5; цельзиан – 0,01-0,2; незначительные примеси кальцита, рутила, фтор-apatита и циркона. Отмечается в большом количестве самородное золото, размером 0,00п-0,04 мм в пирите. Сульфиды приурочены исключительно к реликтам обломков пород, образуя там скопления, вгрегаты (40%). По количеству FeO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, S сульфидной и сульфатной установлены содержания окисленных минералов, %: магнетит – 2-6,4; ярозит – 0,1-1,4; гётит – до 22; гематит – 0,7. Кроме того, выявлены скородит, симплезит (0,3-2,0%), смитсонит, халькозин.

Содержание золота в подтипе 2 колеблется от 4,95 до 23,1 г/т, серебра – 0-3,3 г/т, мышьяка – 0,53-1,03%, меди – 0,02-0,03, свинца – 0,005%.

**Подтип 3** характеризуется процессами карбонатизации по брекчированным метаалевролитам. В состав пород входят серицит, кварц, кальцит, вкрапленность почти полностью окисленных сульфидов. Кварц составляет до 56-62%, серицит до 7%, альбит, цельзиан – 0,п%, единичные знаки (ед.зн.) рутила, апатита, циркона. Пирит присутствует в виде ед.зн., гётит – до 6%, ярозит – 1,5%, гематит – 0,п-1,0%, магнетит – до 2%, скородит – 0,п%. Кальцит развивается в виде прожилок, секущих кварц и реликты породы, часто образует гнездовые скопления. Самородное золото встречается в количестве от 15 до 27 знаков в аншлифе. Размер золота варьирует от 0,001 до 0,15 мм, размещаются в кварце, гётите. Содержание золота в этом типе руд от 0,2 до 22,8 г/т, серебра – 0,2-5,0 г/т, мышьяка – 0,12-0,43%, меди и цинка – 0,4-0,5%, свинца – 0,005%.

**Третий ПТР** – собственно кварцевый. Представлен кварцем молочно-белого или слабо желтоватого цвета, с линзовидными скоплениями углисто-сульфидного агрегата по трещинам. Часто совместно с кварцем отмечаются крупнокристаллические лейсты хлорита, просечки альбита. Обломки метаалевролитов практически не встречаются. Текстура массивная, иногда с элементами катаклаза. Состав пород, %: кварц – 69,7-92, серицит – 40,5, хлорит – 1,1-11, альбит – 0,5-8, цельзиан – 0,0п, рутил – 0,1-0,9, кальцит – 0,5, циркон – ед.зн. Отмечаются единичные знаки самородного золота по трещинам в кварце, хлорите; пирита, магнетита 1-4,1%, гётита 0,6-9,0%, симплезита – 0,12%. Содержания золота – 0,06-1,4 г/т, серебра – 0,21-

Таблица 41  
 Минералогический состав руд Марджанбулакского рудного поля  
 (с использованием данных В.А.Хорвата, Э.Б.Бартмана, Д.У.Ермебаевой,  
 С.К.Смирновой, В.В.Козлова)

1,54 г/т, мышьяка – 0,08-0,32%, меди, цинка, свинца – от 0,002-0,009%.

Рудные минералы		Нерудные минералы		Распростра- ненность
гипогенные	гипергенные	гипогенные	гипергенные	
Пирит Арсенопирит Теннантит Тетраздрит Галенит Золото самородное Электрум	Гидрооксиды Fe Ярозит Кераргирит	Кварц		Главные
Сфалерит Бурнонит Фрейбергит Халькопирит Буланжерит Серебро самородное	Гидрооксиды Mn Скородит Малахит Азурит Вульфенит Церуссит Англезит	Доломит Анкерит Сидерит Кальцит Углеродистое вещество Серицит Альбит Хлорит Рутил Лейкоксен	Кварц (халцедон) Барит Целестин Кальцит Fe-доломит Гидрослюда Алунит	Распростра- ненные
Пирротин Халькозин Марказит Штернбергит Антимонит Фалькманит Полибазит Джемсонит Геокронит Мальдонит Ауровисмутин Ауростибит Петцит Калаверит Сильванит Креннерит Кюстелит Гессит Прустит Пираргирит Миаргирит Штроемейерит Фрейслебенит Фаматинит Овихит Айкинит Андорит Шеелит Киноварь	Аргентит Йодирит Эмболит, Бромирит Хризокolla Атакамит Биндгеймит Смитсонит Стибиконит Сванбергит Йодобромит Сурьма самородная Базобисмутит	Турмалин Эпидот Барит Флюорит		Редкие и очень ред- кие

Минералогический состав первичных руд Марджанбулакского рудного поля весьма сложен (табл. 41). Представлен простыми и сложными сульфидами; сульфосолями Ag, Pb, Bi, самородным золотом, серебром и их природными сплавами; интерметаллическими соединениями и теллуридами – более 30 минералов. Однако большая часть их относится к редким и очень редким, а руды сложены преимущественно пятью-шестью основными минералами, образующими две продуктивные минеральные ассоциации: 1) раннюю – золото-пирит-арсенопиритовую; 2) позднюю – золото-серебряную.

Ранняя продуктивная ассоциация связана с деформированными участками, гранулированным кварцем, часто раздробленным по границам зерен, с облачным и мозаичным угасанием. Главные рудные минералы пирит, арсенопирит. Количество их не превышает 5%. Золото в сульфидах находится в дисперсном состоянии и в виде сростков (рис. 56). Микроскопически видимое золото с размером золотин от 0,001 до 0,2-0,3 мм.

Поздняя продуктивная ассоциация связана с полупрозрачным сероватым кварцем призматического сечения с ровным угасанием, залечивающим трещины и пустоты в раннем кварце, или образующим самостоятельные жильные образования. Основные рудные минералы ассоциации – пирит, галенит, блеклая руда, самородное золото. Достаточно часто встречаются сфалерит, бурнонит, фрейбергит, буланжерит, халькопирит, самородное серебро. Другие сульфиды, сульфосоли Pb, Ag (рис. 57), теллуриды и интерметаллиды встречаются достаточно редко и в очень небольших количествах.

При изучении последовательности выделения минералов в золото-серебро-полисульфидно-сульфо-сульфо-карбонат-кварцевой ассоциации установлено, что золото выделяется одним из последних (в интерстициях между зернами кварца, по трещинам и порам в сфалерите, пирите (рис. 58); в краевых частях

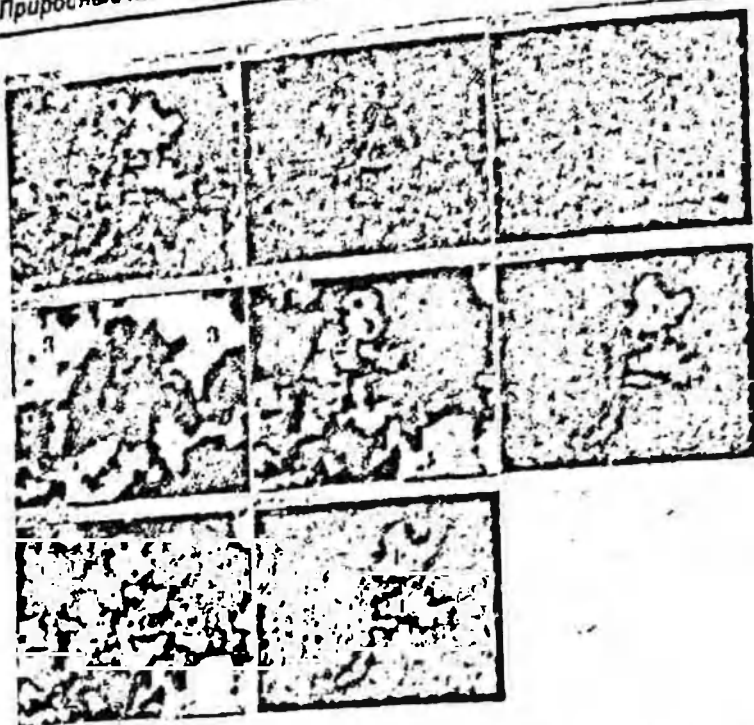


Рис. 58. Самородное золото (1) в сростках с мышьяковистым пиритом (2), скородитом (4) в кварце (3). Растрсовые картины распределения As, Al, Si, S, Ag, Fe, Au, увел. 800 $\times$ .



Рис. 57. Микропрожилки дивфорита  $As_2S_3$  (1) в галените (2). 3 - кварц. Участок Сарык-Баль. Снимок в отраженных электронах, увел. 850 $\times$ .



Рис. 59. Самородное золото (1) замещает зону роста и образует микропрожилки в зональном мышьяковистом пирите (2). 3 - микровключения арсенопирита, 4 - кварц. Участок Кучумсай. Снимок в отраженных электронах, увел. 650 $\times$ .

выделений блеклых руд; образует цепочкообразные выделения по трещинам в кварце.

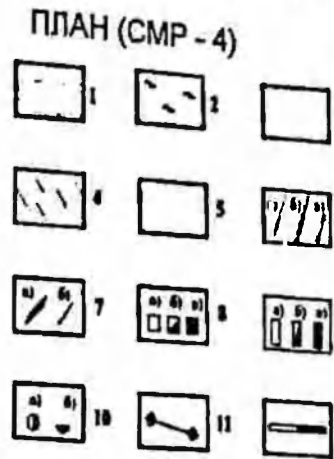
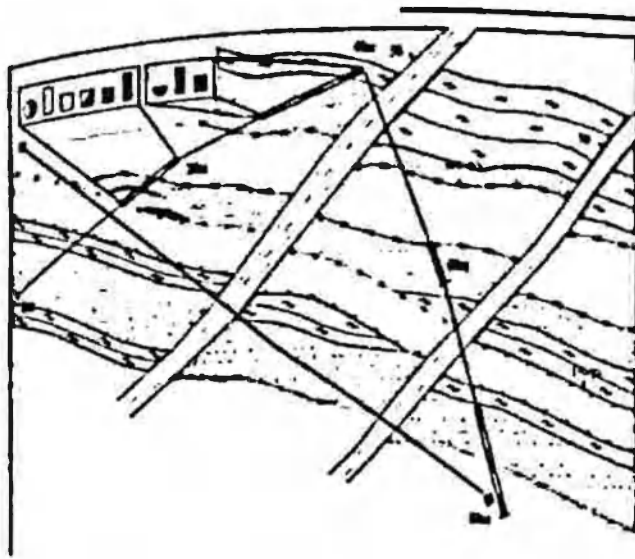
В рудах с преобладающим развитием ранней ассоциации и относительно мало нарушенным (кварцево-прожилковая минерализация с вытесненным пиритом и арсенопиритом в алевролитах) золото находится преимущественно в сульфидных. При окислении подобных руд мелкое, микроскопически видимое гипергенное золото отмечено в трещинах, заполненных продуктами окисления (смесь гидрооксидов железа и гидросиликата) - в кварце и березитизированных породах.

Для руд с преобладанием ранней ассоциации характерно относительно низкое содержание Ag, одного порядка с Au (низкосеребряные руды). В рудах с преобладанием поздней ассоциации содержание Ag как минимум на порядок выше содержаний золота (высокосеребряные руды).

Важное значение имеет пространственное положение продуктивных ассоциаций. Участки, где проявлена ранняя продуктивная ассоциаций характеризуются рядовыми содержаниями золота. Там же, где отмечается совмещение двух продуктивных ассоциаций, мы имеем богатые руды. Совместное нахождение ранней и поздней продуктивных ассоциаций отмечено практически на всех участках Марджанбулакского рудного поля, что и определяет промышленную ценность руд.

В пределах рудного поля выявлена интересная закономерность. Как показано на рис. 59, структурная позиция ранней золото-пирит-арсенопирит-кварцевой минерализации определяется ее приуроченностью к лежащему боку широтной структуры (азимут падения  $0^\circ < 65^\circ$ ) вблизи ее сопряжения с разломом запад-северо-западного простирания. В другом случае (рис. 60), высокосеребряный тип оруденения (поздняя золото-серебряная ассоциация) тяготеет к структуре северо-западного (азимут падения  $215-220^\circ < 65-70^\circ$ ) направления (Нарванская серия разрывов), к узлу ее пересечения с разломами широтного направления. В узле пересечения структур северо-западного, широтного и запад-северо-западного простираний отмечается совмещение ранней и поздней продуктивных ассоциаций (рис. 61).

При наложении поздней продуктивной ассоциации на раннюю увеличивается общее содержание золота в рудных телах; происходит его укрупнение - за счет нарастания низкопробного золота на реликты раннего высокопробного, а также увеличение общего количества свободного золота - за счет высвобождения и обособления в микро- и макроскопически видимые зерна тонкодисперсного золота из сульфидов при их перекристаллизации в результате динамотермального метаморфизма. Последним, видимо, объясняется большое количество видимого золота в ранней пирит-арсенопирит-кварцевой ассоциации; признаки его деформирован-



ности; часто встречаемая угловатая форма с отпечатками кристаллов кварца и ранних сульфидов, характерная для метасоматического переотложения и заполнения пустот при выщелачивании кварца и сульфидов.

Анализ закономерностей размещения минеральных ассоциаций в Марджанбулакском рудном поле показал, что наиболее полно процесс гипогенного минералообразования проявился в северо-западной части (участки Сарык-Бель, Западный, Салын) и меньше — в юго-восточной. В частности, в северо-западной части рудного поля, наряду с ранней продуктивной (золото-пирит-арсенопиритовой) минеральной ассоциацией, широко развита поздняя золото-серебряная с сульфосолено-полисульфидной минерализация.

В юго-восточной части рудного поля на участке Кучумсай распространена в основном ранняя продуктивная минеральная ассоциация. Поздняя серебряная почти не проявилась.

В связи с этим перспективы выявления богатых руд связаны с северо-западной частью рудного поля. Юго-восточная часть характеризуется большой эродированностью и поэтому она мало перспективна.

#### Участок Кошар

На участке Кошар выделены два ПТР.

Рис. 59. Положение золото-пирит-арсенопирит-кварцевой минеральной ассоциации на восточном фланге Марджанбулакского рудного поля. Составил Д.В.Шнырев. 1 — песчаники (силициты); 2 — сланцы; элементы внутреннего строения зон; 3 — милонитизация, брекчирование; 4 — линейная трещиноватость; 5 — ориентированное дробление; 6 — границы зон разломов: а — северо-восточных (СВ), б — запад-северо-западных (ЗСЗ), в — широтных; 7 — кварцево-жильные образования: а — линзы, б — прожилки; 8 — пирит: а — неокисленный, б — полуокисленный, в — псевдоморфозы гидроксидов железа по пириту; 9 — арсенопирит: а — неокисленный, б — полуокисленный, в — псевдоморфозы гидроксидов железа по арсенопириту; 10 — а — золото самородное (гипергенное), б — ксергирит, 11 — канавы; 12 — интервал опробования

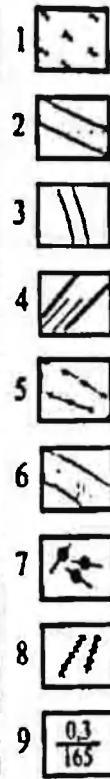
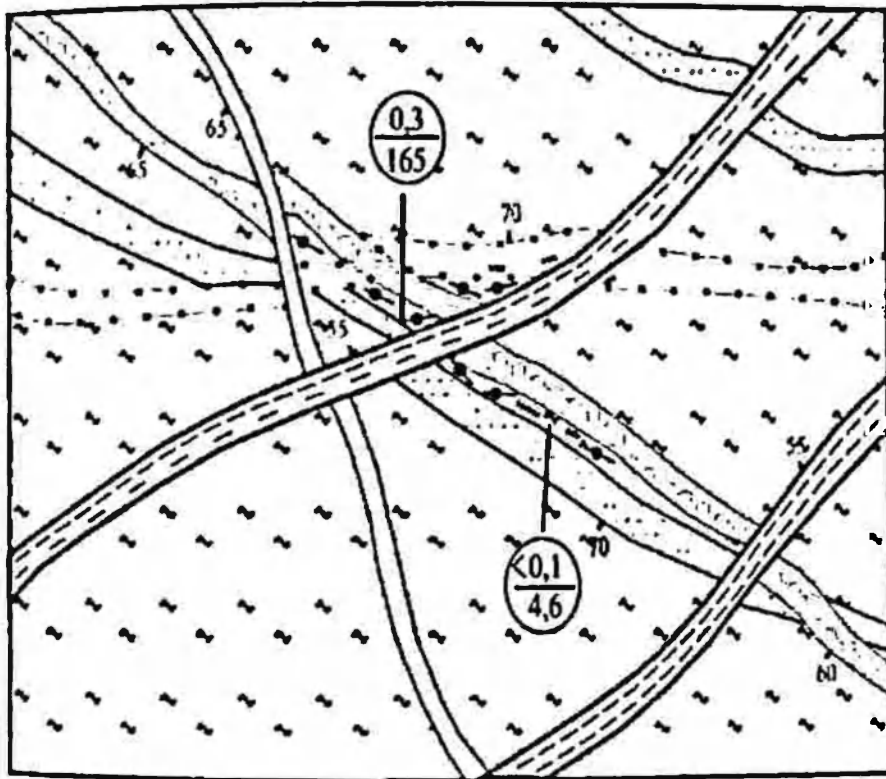


Рис. 60. Геолого-структурная позиция поздней золото-серебряной ассоциации. Составил Д.В.Шнырев. 1 — сланцы; 2 — песчаники; 3 — зоны разломов; 4 — ориентированное дробление, линейная трещиноватость; 5 — брекчирование, милонитизация; 6 — катаклазиты; 7 — кремни; 8 — кварцевые прожилки; 9 — содержание, г/т: в числителе — Au, знаменателе — Ag.

Первый ПТР представлен метаалевролитами серицит-хлорит-кварцевого состава с прослоями окварцованных карбонатных пород, часто принимаемых за песчаники, и алевроспанцев серицит-хлорит-полевшпат-кварцевого состава. Породы интенсивно окварцованы, дробленные, ожелезненные. Кварцевые прожилки различной мощности, от миллиметра до нескольких сантиметров, рассекают породу и придают ей брекчиевидный облик. Количество кварца варьирует в широких пределах, иногда отмечаются участки

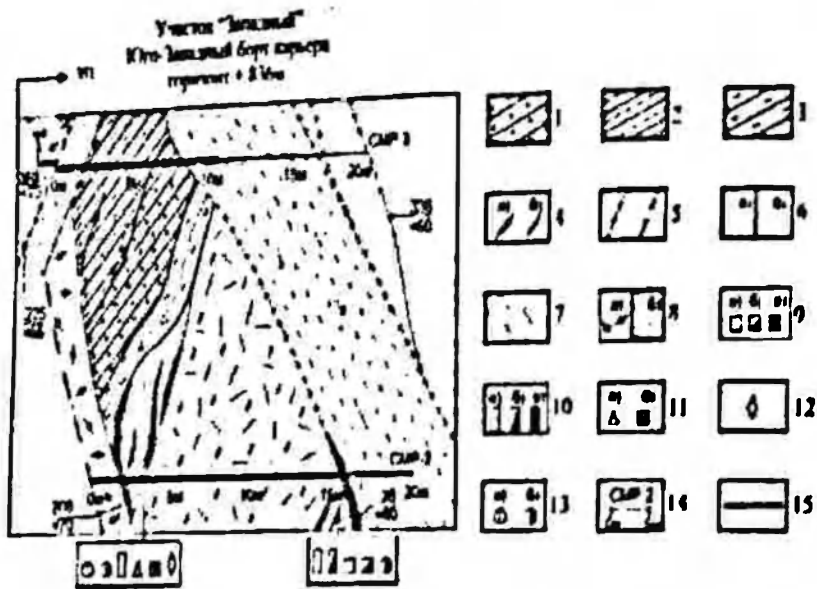


Рис. 61. Совмещение золото-пирит-арсенопирит-кварцевой и золото-серебряно-пирит-арсенопирит-кварцевой ассоциаций в узлах сопряжения субширотных и север-западных нарушений. Составил Д.В. Шмелев. 1 - песчаники (силициты); 2 - алевролиты; 3 - сланцы; 4 - кварцевые: а - жилы, линзы; б - границы зон разрывных нарушений; 5 - границы зон разрывных нарушений; 6 - приотложение, милонитизация; 7 - дробление; 8 - кремний: а - обломки, б - тектонические блоки, пакеты; 9 - пирит: а - неокисленный, б - псевдоморфозы гидрооксидов по луокисленный, в - псевдоморфозы гидрооксидов по арсенопириту; 10 - арсенопирит: а - неокисленный, б - псевдоморфозы гидрооксидов по арсенопириту; 11 - а - блеклые руды, б - сфалерит; 12 - сульфосоли серебра, свинца, висмута; 13 - золото самородное: а - гипогенное, б - гипергенное; 14 - линия разреза, 15 - интервал опробования.

интенсивно окварцованные с реликтами терригенных пород. Кварц рассекается сетью карбонатных прожилков, в зоне окисления имеющих бурый цвет. В кварце отмечаются гнезда полевого шпата, большей частью серицитизированные.

Химический состав породы, %:  $\text{SiO}_2$  - 57,5-95,0;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  - 0,75-5,5;  $\text{FeO}$  - 0,58-3,2;  $\text{TiO}_2$  - 0,04-0,95;  $\text{MnO}$  - 0,02-0,75;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - 1-13,0;  $\text{CaO}$  - 1,12-10,08;  $\text{MgO}$  - 0-1,4;  $\text{K}_2\text{O}$  - 0,07-3,8;  $\text{Na}_2\text{O}$  - 0,01-0,13;  $\text{SO}_2$  - 0,01-7,61;  $\text{S}_{\text{св}}$  - 0-3,24;  $\text{CO}_2$  - 0,7-8,82. В результате пересчета состава породы на минеральные компоненты установлены, %: кварц - 99,7-77,5; альбит - 3,5-8,3; серицит - 4,5-15,0; гипс - 1,6-16,3; лимонит - 0,8-6,1.

Содержание золота в первом ПТР составляет 0,98-71,6 (ср. 14,06 г/т), серебра 0-14,7 (ср. 2,5 г/т) (табл. 42).

В породах слабо окварцованных, лимонитизированных содержание золота не превышает десятых г/т. Повышенные содержания золота отмечаются в окварцованных карбонатных породах («песчаниках») - до 2 г/т. В кварцевых жилах содержание золота в среднем 0,17 г/т (табл. 43).

Ведущие элементы I ПТР, %: Pb - 0,001-0,008; Cu - 0,001-0,01; Sb - 0,01-0,03; As - 0,01-0,08; Zn - до 0,08; Ga - до <0,001; В - до 0,002.

Таблица 42  
Содержания золота и серебра (г/т) в ПТР участка Кошар

ПТР	Номер пробы	Золото	Серебро	Характеристика
I	Кш-139	25,15	14,7	Кварцевые жилы с гнездами карбоната, полевого шпата, гидроксидами железа по трещинам и самородным золотом
	Кш-108	71,8	0,85	
	Кш-153	2,35	0,6	Окварцованные метаалевролиты
	Кш-154	2,17	0,5	Окварцование прожилково-жильное, сопровождается прожилками карбоната, гнездами полевых шпатов
	Кш-155	4,0	0,6	Содержит включения лимонит-гетитового состава, скородита; редкие зерна арсенопирита
	Кш-156	0,98	0,4	
	Кш-157	16,0	4,75	
	Кш-158	2,6	0,3	
	Кш-162	2,0	0,0	Самородное золото в участках катаклаза
II	Средн.	14,06	2,5	
	Кш-100	5,18	0,4	Метасоматиты лимонитизированные, карбонат-калишпат-кварцевого состава
	Кш-100*	2,99	0,02	
	Кш-102	24,5	0,0	
	Кш-103	2,35	0,0	
	Кш-142	0,77	0,0	Скопления охристого лимонита, скородита. Часто отмечается самородное золото
II	Кш-161	0,44	0,13	
	Средн.	6,3	0,06	

Во вмещающих породах, жилах кварца эти элементы отсутствуют, либо встречаются спорадически. Самородное золото отмечается в виде частых знаков в агрегативных скоплениях кварц-карбонат-скородит-лимонитового состава и является высокопробным.

Второй ПТР - лимонитизированные метасоматиты сложного состава: серицит-хлорит-карбонат-калишпат-кварцевого. Порода бурого цвета, комковатой, брекчиевидной, порошокватой текстуры. Часто отмечается выщелачивание, охристые скопления лимонита содержат включения окисленного пирита, реже пирит и арсенопирит, отмечаются скопления скородита, к которому часто приурочено самородное золото высокой пробы. Самородное золото отмечается в пелитоморфных скоплениях серицита, карбоната, часто совместно с ним встречается гипс (данные рентгеноспектрального анализа, аншл.224,103).

Таблица 43  
Содержание золота и серебра (г/т) в жильных кварцах участка Кошар

Номер пробы	Золото	Серебро	Характеристика
Кш-104	0,0	0,0	Кварцевые прожилки послойные со слоистостью метатерригенных пород
Кш-105	0,09	0,0	
Кш-106	0,33	0,06	
Кш-113	0,0	0,02	
Кш-115	0,34	0,02	
Кш-117	0,03	0,02	
Кш-118	0,0	0,03	
Кш-120	0,01	0,01	
Кш-121	0,03	0,01	
Кш-123	0,47	0,02	
Кш-128	0,24	0,04	
Кш-129	0,26	0,0	
Кш-131	0,26	0,0	
Кш-133	0,24	0,0	
Кш-134	0,33	0,0	
Кш-135	0,37	0,0	
Кш-138	0,31	0,2	
Кш-140	0,32	0,2	
Кш-141	0,3	0,0	
Кш-143	0,4	0,0	
Кш-147	0,39	0,0	
Кш-148	0,32	0,0	
Кш-149	0,28	0,0	
Кш-150	0,28	0,0	
Кш-202	0,2	0,0	
Кш-203	0,14	0,2	
Кш-208	0,02	0,4	
Кш-208	0,02	0,0	
Кш-209	0,03	0,2	
Кш-214	0,01	0,1	
Кш-215	0,02	0,0	
Кш-216	0,0	0,0	
Кш-217	0,03	1,0	
Кш-219	0,03	0,0	
Кш-220	0,02	0,1	
Кш-222	0,5	0,6	
Средн., г/т	0,17	0,09	

Секущие кварцевые жилы, часто цементующие обломки пород

Химический состав породы, %:  $\text{SiO}_2$  – 32,4-44,36;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 4,15-16,0;  $\text{FeO}$  – 0-1,44;  $\text{TiO}_2$  – 0,35-0,58;  $\text{MnO}$  – 0,03-0,35;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 4,4-11,6;  $\text{CaO}$  – 3,36-20,84;  $\text{MgO}$  – 1,6-10,0;  $\text{K}_2\text{O}$  – 1,26-5,5;  $\text{Na}_2\text{O}$  – 0,08-0,22;  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 0,12-0,28;  $\text{SO}_3$  – 0-3,96;  $\text{S}_{\text{общ}}$  – 0,03-3,9;  $\text{CO}_2$  – 1,1-15,8.

Минеральный состав, %: кварц – 8-55; альбит – 0,5-1,7; ортоклаз – 4,5-15,5; серицит – 3-9; хлорит – 5-25,0; кальцит – 6-37,0; гипс – до 8,3; рутил – 0,2-0,5; лимонит (с гетитом, скородитом) – 4,6-17,0; пирит – до 2,0; арсенопирит – ед. зн.; золото самородное – ед.зн. Содержание золота в II ПТР 0,77-24,5 (ср. 6,3 г/т), серебра 0-0,4 (ср. 0,06 г/т) (см. табл. 42).

Сопутствующие элементы, %:  $\text{Cu}$  – <0,001-0,08;  $\text{Sb}$  – 0,03;  $\text{As}$  – 0,03-0,3;  $\text{Zn}$  – 0,006-0,01;  $\text{Pb}$  – (редко) до 0,003;  $\text{Ga}$  – <0,001-0,006;  $\text{V}, \text{Y}, \text{Yb}$ .

### Минеральный состав руд участка Кошар

Минеральный состав руд участка Кошар не отличается разнообразием (табл. 44). Это редко встречающиеся рудные минералы (пирит, арсенопирит), минералы метасоматитов и вмещающих пород (кварц, полевой шпат, серицит, хлорит, карбонат) и минералы зоны окисления (лимонит, гетит, скородит).

Самородное золото отмечается в рудах I и II ПТР (Кш-103; Кш-100). Размер золотин 0,00п-0,01-0,03 мм. Форма различная – от округлой до прово-лочной, часто форма золотин определяется формой трещин, полостей (рис. 62). Цвет темно-желтый. Состав золота определен рентгеноспектральным локальным анализом на микроанализаторе JXA - 8800R (табл. 45) и содержания его варьируют от 98,08 до 100%. В нем отмечается примесь железа (0,82-0,83%). Этим же анализом определен химический состав пелитоморфной минеральной смеси, в которой постоянно отмечается самородное золото. Эта смесь выполняет трещины в кварце, карбонате, полевоом шпате. Она характеризуется широкой вариацией составов элементов (см. табл. 45). Минеральный и фазовый

состав следующий: фаза 1, преобладающая в аншл. Кш-224 (рис. 63), состоит из кварца, лимонита, скородита, магний-кальциевого карбоната, примесей гипса и хлора. Фаза 2 более простая и состоит из серицита, кварца, лимонита, Эта фаза отмечается как золотовмещающая среда во II ПТР (Кш-103, табл. 45).

Пирит отмечается редко во II, реже, I ПТР. Размер выделений 0,00п-0,0п мм. Форма ксеноморфная. Ассоциирует с арсенопиритом. Количество его ч.зн. – 2%. Часто отмечается в виде реликтов в гетите.

Арсенопирит отмечается во II, I ПТР в виде удлиненных кристаллов размером до 0,01-0,05 мм. Приурочен к изоморфным скоплениям гидроксида железа, в трещинах кварца, карбоната. Часто почти полностью окислен и диагностируется по форме выделений. Количество арсенопирита – редкие знаки.

Халькопирит развит в виде единичных зерен размером 0,003-0,004 мм в кальците.

Кварц – один из самых распространенных минералов ПТР и пород. Содержание варьирует в широких пределах: от 8-55% во II ПТР, до 41-90,8% в I ПТР. Отмечается несколько разновидностей кварца. Кварц 1 входит в состав алевропсаммитовых пород в виде обломочных зерен. Кварц 2 – минерал березитизированных пород, ассоциирует с серицитом, хлоритом, образует линзы, послойные прожилки в рассланцованных породах.

Таблица 44  
Вещественный состав руд участка Кошар  
(сокращенный список)

Распространенность	Минералы		
	рудные гипогенные	нерудные	окисленные
Главные	Золото самородное	Кварц	Гетит
	Пирит	Кальцит	Лимонит
	Арсенопирит	Доломит	Скородит
		Св-Мg-Fe карбонат	
		Ортоклаз	
Второстепенные	Сфалерит	Альбит	Ковеллин
	Сульфосоли (?)-Pb-Sb	Рутил	
	Пирротин	Гипс	
		Турмалин	
		Биотит	
Редкие	Халькопирит	Апатит	Лейкоксен
	Марказит	Циркон	
		Барит	



Рис. 62. Самородное золото в карбонатной массе. 1 – самородное золото, 2 – карбонат, 3 – кварц. Увел. 100<sup>x</sup>, ник II.

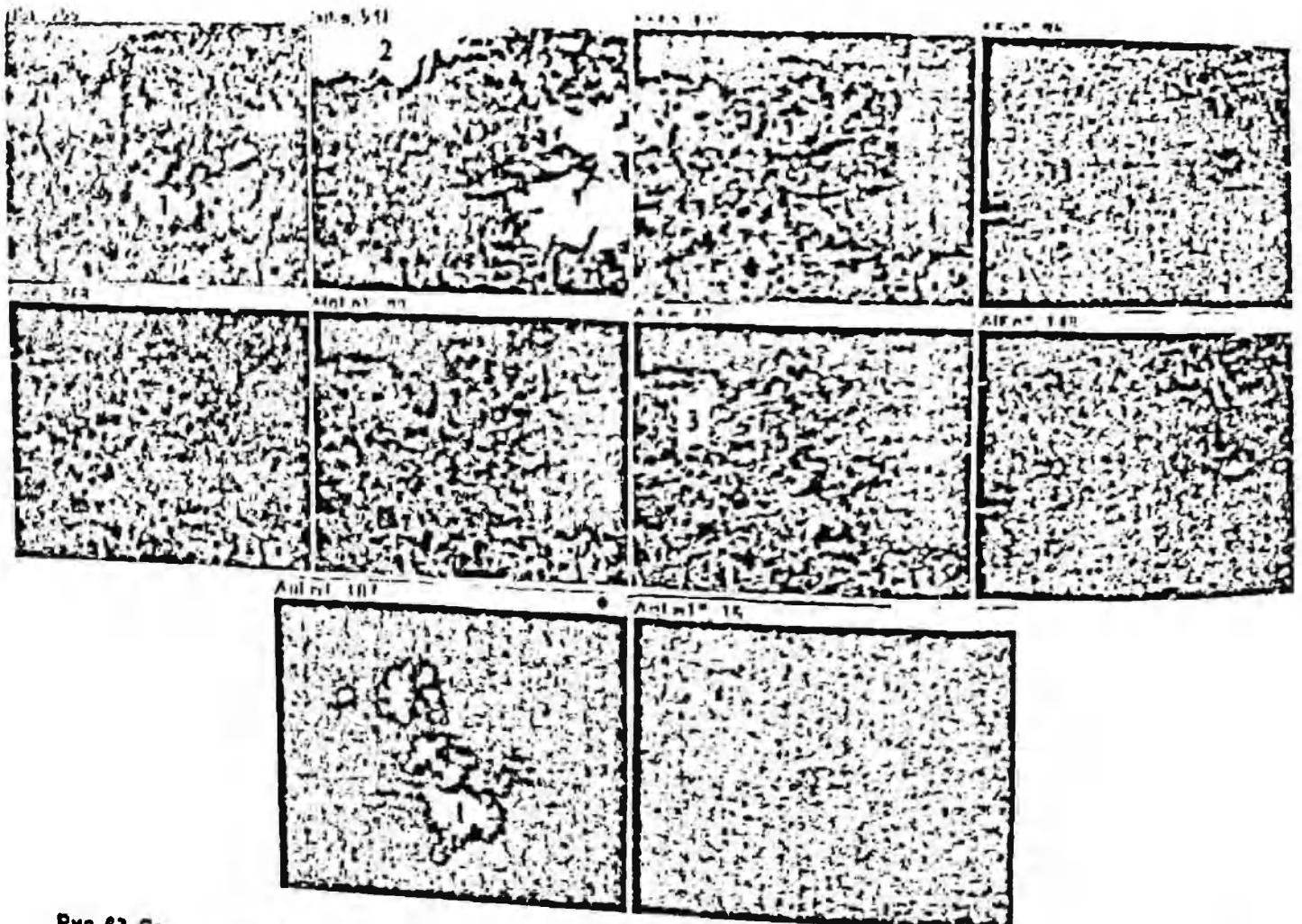


Рис. 63. Самородное золото в кварц-карбонатной массе, пропитанной железом и мышьяком. 1 – самородное золото, 2 – кварц, 3 – карбонатная (доломит, анкерит) масса, пропитанная железом и мышьяком. Аншлиф Кш-224, увел. 400<sup>x</sup>.





ключающего процесс рудоотложения. Он молочно-белый, практически не содержит обломков пород, выполаживает трещины, зоны дроблений.

Карбонат является широко распространенным минералом руд. Содержание его в I ПТР 4,5-15%, во II ПТР – 6-37%. Развита в виде прожилков. Мощность прожилков от 0,1 до 1-3 мм, отмечаются гнездовые скопления. В зоне окисленных руд по трещинам спайности отлагается лимонит пелитоморфный, в результате чего текстура карбоната становится решетчатой. Состав карбоната определен рентгеноспектральным анализом, %: CaO – 45,38-50,52; FeO – 3,67-5,4; MgO – 1,08-3,58 (см. табл. 45). Содержание золота в карбонате 0,3 г/т, серебра 1,1 г/т (Кш-151). Часто прожилки карбоната налагаются на трещины, выполненные кварцем 4.

Полевые шпаты. В породах и рудах участка Кошар отмечаются Na и K-полевые шпаты. Альбит входит в состав метатерригенных пород (0,8-7,5%). В I ПТР количество его 3,5-6,3%, а во II – 0,5-1,7%. Альбит серицитизирован, пелитизирован, часто рассекается хлоритовыми прожилками, кварцем.

Ортоклаз отмечается в I ПТР, слагает зальбанды кварцевых жил. Развита в них в виде гнездовых скоплений. В зоне дробления, брекчирования ортоклаз интенсивно изменен, обелен или интенсивно пропитан гидроксидами железа. Содержание его 4,5-25,5%. Содержание золота в измененном ортоклазе (Кш 161-2) 2,5 г/т, серебро отсутствует.

Серицит – широко распространенный минерал. Содержание его в I ПТР достигает 32%, во II ПТР – не более 9%. Развита по полевому шпату, иногда практически полностью замещая его, в алевросланцах серицит развита по слоистости, замещая цемент пород.

Хлорит встречается часто в метаалевролитах. Содержание его в метаалевролитах 2,5-22%, во II ПТР – 5-25%, а в I ПТР не превышает 4,5%. Ассоциирует с серицитом, полевым шпатом, карбонатом, рутилом. Хлорит замещает биотит, который отмечается в виде реликтов среди скоплений хлорита. Хлорит светло-зеленого цвета, содержит включения рутила, наблюдается тонкие прожилки, розеточные скопления. Размер частиц 0,001-0,05 мм.

Биотит встречается в количестве 6% в метапсаммитах, размер 0,03-0,08 мм, часто замещается хлоритом. Совместно с биотитом отмечаются скопления игольчатого рутила, серицита.

Гипс широко развита в II и I ПТР, где содержание минерала достигает 8,3-8,5%. Образует скопления бесцветных кристаллов в полостях, трещинах, участках брекчирования.

Гётит отмечается в окисленных участках I и II ПТР в виде кубических или ксеноморфных зерен размером до 1-1,7 мм. Часто в гётите отмечается реликтовый пирит.

Лимонит – широко распространенный минерал руд и пород в зоне окисления. Существует несколько разновидностей лимонита. Лимонит 1 развивается по пириту березитов. Обычно отмечаются псевдоморфозы гётита, гидрогётита, но иногда встречаются пустоты, выполненные скоплениями буро-желтых охр. Лимонит 2 развивается по алюмосиликатам – хлориту, биотиту. В зоне окисления породы приобретают буро-желтую окраску. Этим лимонитом выполняются трещины сланцеватости, часто слоистости. Лимонит 3 результат изменения железосодержащего карбоната. Отлагается по трещинам спайности карбоната, образует решетчатую текстуру. Окрашивает карбонат в желто-коричневый цвет. Лимонит 4 отмечается в зоне окисления и является золотосодержащим. Образован по пириту, арсенопириту, замещает скородит. Содержит примеси мышьяка, постоянно отмечается самородное золото. Часто скопления лимонита 4 отмечаются среди карбоната, кварца, реликтов измененных пород. Максимальное количество лимонита 4 присутствует во II ПТР и, частично, в I ПТР. Содержание золота в охрах красно-коричневого цвета 8,01 г/т (Кш-161-1).

Скородит развита в трещинах, зонах брекчирования, выполняет совместно с лимонитом трещины, межзерновые пространства в I и II ПТР. Содержит реликты арсенопирита и скопления самородного золота. Состав золотосодержащей смеси во II ПТР (рентгеноспектральный локальный анализ, табл. 45) показал наличие пятиоксида мышьяка: 3,32-14,14%.

Остальные минералы (см. табл. 44) отмечаются в небольших количествах.

## Глава VI. ПРИРОДНЫЕ ТИПЫ РУД ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗИРАБУЛАК-ЗИАЭТИНСКИХ ГОР

### Месторождение Янги-Давон

На месторождении Янги-Давон выделены 3 ПТР: 1) метасоматически измененные терригенно-вулканогенные образования с золотой минерализацией, 2) кварцево-жильный частично окисленный и 3) окисленные руды по метасоматитам.



Рис. 64. Замещение кристалла пироксена карбонатом, хлоритом и рудным минералом в метаандезите. 1 – пирит, 2 – карбонат, серицит, 3 – хлорит. Шлиф Кыз-301, увел. 220 $\times$ , ник. II

Первый ПТР представлен метасоматитами по терригенно-вулканогенным образованиям (андезибазальты, сланцы, рис. 64). Породы плотные, массивные, участками слабо-рассланцованные, содержат пропластки углистых сланцев. Цвет породы от серого до темно-серого. Постоянная вкрапленность пирита, арсенопирита. По трещинам, ослабленным зонам – слабая лимонитизация, замещение сульфидов гидроксидами железа.

Химический состав, %:  $\text{SiO}_2$  – 66,5-68,0,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 4-4,27;  $\text{FeO}$  – 1,01-1,37;  $\text{TiO}_2$  – 0,65-0,85;  $\text{MnO}$  – 0,017-0,095;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 12,6-12,7;  $\text{CaO}$  – 0-1,2;  $\text{Na}_2\text{O}$  – 2,25-4,21;  $\text{K}_2\text{O}$  – 0,3-3,35;  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 0,05-0,13;  $\text{S}_{\text{общ}}$  – 2,04-3,15;  $\text{CO}_2$  – 0,22-4,4;  $\text{SO}_3$  – 0,13-0,15.

По сравнению с неизменными терригенными породами (углисто-сланцевыми и кварц-серицитовыми сланцами) в метасоматитах повышенные содержания:  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и пониженные  $\text{CaO}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{MgO}$ .

Минеральный состав пород и руд, %: кварц – 29-41,8; полевой шпат – 35,6-19,0; серицит – 2,5-28,4; анкерит – 1,0-1,5; каолинит – 0-12, рутил – 0,6-0,8; пирит – 5,8-3,8; гидроксида Fe – 4,5-4,7.

В терригенных породах содержание золота 0-0,11 г/т, серебра 0,6-5,4 г/т. В дайках (?) Au – 0-0,39 г/т, серебра – 0,8-5,0 г/т.

В метаандезитах, андезитовых порфиритах с хорошо сохранившимися текстурно-структурными особенностями, содержания золота 0-0,18 г/т; серебра 0,3-4,9 г/т; в метасоматитах 0,47-49,0 г/т (ср. 13,05 г/т), 1,8-27,8 г/т (ср. 9,7 г/т) соответственно.

Золото свободное в кварце, серицит-полевошпатовом агрегате.

Сопутствующие элементы, %: Pb – 0,001-0,04 (64% проб), Zn – 0,006-0,03 (96), Cu – 0,001-0,04(100), Sn – 0,001-0,002 (52) и др.

Ко второму ПТР мы относим кварцево-жильные образования, нередко брекчиевидной структуры, лимонитизированные с самородным золотом. Второй ПТР представлен кварцевыми жилами, содержащими обломки лимонитизированных метасоматитов, гнезда лимонитизированного карбоната, единичные зерна пирита, самородное золото. Характерные структуры и текстуры – гнездово-вкрапленная, катак-ластическая, брекчиевидная, выщелачивания.

Химический состав, %:  $\text{SiO}_2$  – 89,5;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 2,4;  $\text{FeO}$  – 0,94;  $\text{TiO}_2$  – 0,27;  $\text{MnO}$  – 0;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 2,0;  $\text{CaO}$  – 1,0;  $\text{MgO}$  – 1,2;  $\text{Na}_2\text{O}$  – 0,33;  $\text{K}_2\text{O}$  – 0,5;  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 0,025;  $\text{S}_{\text{общ}}$  – 0,08;  $\text{CO}_2$  – 0,11;  $\text{SO}_2$  – 0,15.

Пересчет химического анализа на минеральные компоненты, %: кварца – 87,5; серицита – 4,4; анкерита – 2,0; гипса – 0,3; рутила – 0,2; пирита – ед.знаки; гидроксида Fe – 2,7.

Содержания золота 0-34,0 г/т (ср. 1,28 г/т), серебра 0,4-50,0 г/т (ср. 3,9 г/т).

Сопутствующие элементы, %: Pb – 0,001-0,08 (64), Zn – 0,006-0,2 (93), Cu – <0,001-0,2 (100), As – 0,02-0,2 (95), Ga – <0,001-0,004 (82), Sn – 0,001-0,002 (27) и др.

Третий ПТР представлен лимонитизированными метасоматитами. В составе – кварц с обломками лимонитизированных пород железистого карбоната. Самородное золото свободное в лимонитизированных обломках, охристых скоплениях.

Кварц серовато-белый, пятнистый, мелкозернистый, отмечается брекчированность, выщелоченность.  
 Химический состав, %:  $\text{SiO}_2$  – 67,7;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 6,7;  $\text{FeO}$  – 0,72;  $\text{TiO}_2$  – 0,75;  $\text{MnO}$  – 0;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 13,0;  $\text{CaO}$  – 0,68;  
 $\text{MgO}$  – 0,4;  $\text{Na}_2\text{O}$  – 3,97;  $\text{K}_2\text{O}$  – 1,81;  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 0,1;  $\text{S}_{\text{общ}}$  – 0,23;  $\text{CO}_2$  – 0,44;  $\text{SO}_3$  – 0,55.  
 Минеральный состав, %: полевой шпат – 33,5; кварц – 38,7; серицит – 15,5; лимонит – 7,2; пирит – 0,4;  
 рутил – 0,7; эпидот – 2; хлорит; кальцит – 1.  
 Содержания золота 0-94,0 г/т (ср. 8,72 г/т), серебра 1,1-11,3 г/т (ср. 4,74 г/т).

Для выяснения характера ассоциаций золота и серебра, форм их нахождения проведены рациональные анализы 4-х проб. Вес каждой пробы 1,5 кг. Пробы представляют в основном метасоматиты (1 ПТР) с прослоями углистых сланцев, кварцево-жильной минерализацией, обломками даек диабазовых порфиритов, диоритовых порфиритов. Содержания золота в средних пробах 0,39-16,94 г/т. Основное количество золота (от 64,1 до 93,7%) – свободное и золото в виде сростков с рудными компонентами. От 3,1 до 12,8% золото ассоциирует с оксидами и гидроксидами железа. Тонковкрапленное золото в сульфидах (пирит, арсенопирит) присутствует в количестве 2,45-11,3%, а тонковкрапленное в алюмосиликатах – 0,37-12,8%. По распределению форм золота и характеру ассоциаций пробы Т-3 и Т-4 практически идентичны.

### Минеральный состав руд месторождения Янги-Давон

Минеральный состав руд месторождения Янги-Давон представлен в табл. 46. Минерализация довольно неравномерно распределяется в рудах, носит вкрапленный, гнездово-вкрапленный характер. Ниже приводится краткое описание основных минералов руд.

Таблица 46

Минеральный состав пород и руд

Распространенность	Гипогенные		Гипергенные
	нерудные	рудные	
Широко распространенные	Кварц Альбит Серицит Угlistое вещество	Золото самородное Пирит Арсенопирит Халькопирит	Гидрооксиды железа (гётит, лимонит) Скородит Халькозин Ковеллин
Среднераспространенные	Биотит Хлорит Эпидот Анкерит Кальцит	Марказит Пирротин Сфалерит Галенит Блеклая руда	Гипс Гематит Лепидокрокит Глинистые минералы
Редкие	Рутил Циркон	Висмутин Магнетит	

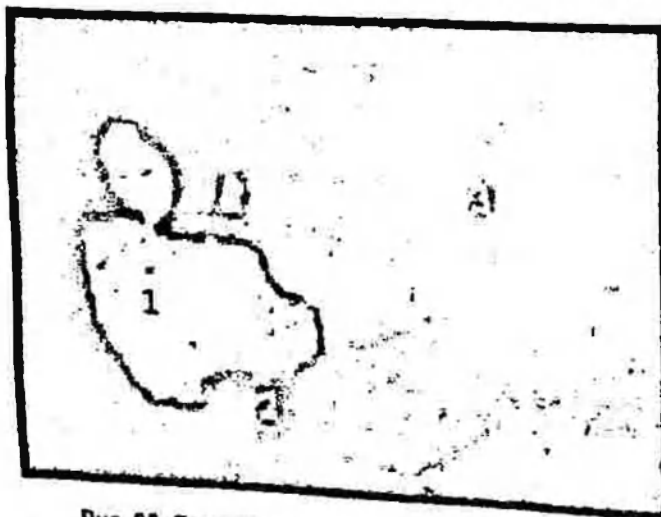


Рис. 65. Срастание самородного золота с обломком породы в кварце. 1 – золото самородное, 2 – обломки пород, 3 – кварц. Аншлиф 3и-88, увел. 550 $\times$ .

Золото самородное встречается в метасоматитах, кварце, в прокварцованных реликтах пород, в участках брекчирования. Количество знаков встреченных в пяти аншлифах варьирует от 3 до 12 (рис. 65). Размер золотинок <0,001 до 0,075 мм, от светло- до густо-желтого цвета, форма точечная, овальная, ксеноморфная, отмечаются гнездовые скопления точечных золотинок (<0,001 мм). В тяжелой фракции (3И-51-2, штольня 40, штр. 2) найдена золотинок (0,03 мм) с ямчатой поверхностью и неправильной формы. Отмечаются сростки золота с арсенопиритом (аншлиф 3И-72, шт. 40, штр. 1). Золотинок постоянно находятся в ассоциациях с рудными минералами, пиритом, халькопиритом, блеклой рудой и более поздними гидроксидами Fe, вторичными сульфидами меди, кварцем с включениями арсенопирита, самородного золота, халькопирита, иногда, блеклой руды, галенита. Отмечаются цепочковидные скопления пирита вдоль прожилков кварца, в трещинах сланцеватости. Пирит замещается гидроксидами Fe вплоть до псевдоморфоз.

Состав самородного золота установлен рентгеноспектральным анализом на микрозонде Superprobe JXA 8800R (табл. 47). Золото относится к категории относительно низкопробного (Петровская, 1973), содержит Au 70,51-71,57% Ag 27,58-28,05%. В виде примесей отмечаются железо – 0,5-0,7%; на уровне и ниже уровня чувствительности прибора установлены Ni, Cu, Se, Te.  
 Пирит – наиболее широко распространенный минерал руд и пород. Отмечается в количестве 3,8-5,8%

Таблица 47

Состав самородного золота (%) месторождения Янги-Давон, проба Ази-11 (рентгеноспектральный локальный анализ)

Au	Ag	Fe	Ni	Cu	Se	Te
71,57	27,58	0,52	0,22	0,1	0,2	0,2
70,51	28,05	0,71	0,47	0,04	0,04	0,18

В метасоматитах, в метатерригенных породах содержание 3-4%, в брекчированных окварцованных породах – единичные знаки, в лимонитизированных породах – единичные знаки – 0,4%. Форма кристаллов кубическая, пентагондодэкаэдрическая. Он приурочен к трещинам, зонам контактов, в кварцах, содержащих обломки пород. Пирит концентрируется в основном в породе. В пиритах отмечаются включения нерудных, единичные зерна пирротина, халькопирита. Пирит часто брекчирован.

**Арсенопирит** встречается от единичных - частых знаков до 1,5%. Содержание арсенопирита в концентрате стола >10-15%. Форма ромбическая, короткостолбчатая, отмечаются сростания с пиритом, халькопиритом; в арсенопирите – единичные знаки самородного золота.

**Халькопирит** наблюдается постоянно в виде вкрапленности в кварце, карбонате, сростается с пиритом, арсенопиритом. В виде эмульсионной вкрапленности присутствует в сфалерите. Отмечается в участках скопления самородного золота. Форма зерен ксеноморфная, размер зерен до 0,01-0,08 мм. По халькопириту часто развиваются вторичные сульфиды – ковеллин, халькозин. Содержание халькопирита в концентратах стола – от единичных знаков до 1%, а в рудах – единичные – частые знаки.

**Пирротин** встречается в керне глубоких горизонтов скважин, где приурочен к черным метасоматитам слюдисто-полевошпат-кварцевого состава. Пирротин сростается с пиритом, халькопиритом, замещается марказитом и промпродуктом. Пирротин отмечается в виде линзовидных, ксеноморфных скоплений.

**Марказит** ассоциирует с пирротином, образуя агрегативные сростания с пирротином, мельниковит-пиритом.

**Блеклая руда** отмечается в виде единичных знаков в халькопирите, где размещается по трещинам, межзерновым промежуткам. Размер 0,003-0,006 мм. Иногда совместно с ними встречаются зерна висмутина (?).

**Галенит** развит в виде единичных зерен размером <0,005 мм. Содержания в породе – единичные знаки – 0,5%. Сростается с полевым шпатом, карбонатом, сфалеритом.

**Сфалерит** отмечается довольно часто в виде единичных зерен, гнездовых скоплений. Он светлый, внутренние рефлексии в медово-желтых тонах, форма ксеноморфная, размер 0,03-0,5 мм. Содержит включения халькопирита (рис. 66, 67).



Рис. 66. Цементация катаклазированного пирита сфалеритом и халькопиритом. 1 – пирит, 2 – халькопирит, 3 – галенит, 4 – сфалерит. Аншлиф 3и-59, увел. 52°.



Рис. 67. Сфалерит с эмульсионными включениями халькопирита. 1 – сфалерит, 2 – халькопирит. Аншлиф 3и-59, увел. 100°.

**Минералы зоны гипергенеза.** **Гётит** отмечается в окисленных метасоматитах, кварцевых брекчиях. Он образует псевдоморфозы по пириту, поэтому формы его выделения соответствуют формам замещенного пирита. Содержание пирита в 1 ПТР 4,5-4,7%, во 2 и 3 ПТР – до 7,2 2,7%. В углистых сланцах,

серицит-кварцевых сланцах, содержание гидроокислов железа – 1-2%. Часто по гётиту развивается гематит и лимонит.

Скородит встречается в виде псевдоморфоз по кристаллам арсенопирита. В зонах гипергенеза он превращается в лимонит.

### Участок Тилля-Таг

На участке Тилля-Таг выделены два ПТР. К I ПТР отнесены карбонат-полевошлат-кварцевые метасоматиты с прожилковой кварц-полевошлатовой, кварц-карбонат-полевошлатовой минерализацией. Ко II ПТР отнесены кварцево-жильные образования. Золото как в I, так и во II ПТР свободное, пробы 741-750‰.

Первый ПТР представлен окварцованными метаалевросланцами с интенсивной полевошлатизацией, окварцеванием, часто сопровождающейся карбонатизацией. В зоне окисления породы рыхлые, часть карбоната выщелочена. Гидроокислы железа окрашивают породы в желто-бурый цвет. Химический состав неизмененных алевросланцев и подвергшихся метасоматическому преобразованию представлен в табл. 48.

Химический состав (%) пород руд участка Тилля-Таг

Таблица 48

Порода	Номер пробы	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	S	CO <sub>2</sub>	ППП
Алевросланец с кварцевыми прожилками	Тил-22	62,5	10,75	5,4	15,0	1,4	1,4	2,28	2,98	0,05	0,23	0,2	0,206	0,085	0,0	3,0
Сланец с карбонатными прожилками	Тил-32	43,8	8,0	6,69	11,2	15,92	3,6	0,21	2,92	0,2	0,1	0,2	0,274	0,192	11,0	14,8
Алевросланец с кварц-карбонатными прожилками	Тил-39	53,0	2,2	1,94	9,4	15,68	0,8	0,25	3,87	0,129	0,05	0,2	0,617	0,245	12,8	14,3
Карбонат-полевошлатовый прожилки из I ПТР	Тил-33	53,8	1,7	1,5	12,8	12,72	0,8	0,12	7,2	0,147	0,05	0,4	0,208	0,082	9,8	11,8
	Тил-35	40,6	2,0	1,44	11,2	21,52	0,2	0,22	8,2	0,012	0,08	0,0	0,0	0,632	17,6	18,6
Рыхлая полевошлат-карбонат-кварцевая порода	Тил-21	62,7	3,5	0,58	15,2	3,92	0,0	0,28	9,0	0	0,17	1,6	2,88	1,236	0,68	3,8
Карбонат-полевошлат-кварцевый метасоматит с Au	Тил-3	73,5	2,5	1,15	5,4	7,58	0,4	0,39	1,22	0,114	0,07	0,2	0,343	0,139	6,0	8,0
Кварцевые жилы с карбонатом, полевым шлатом, обломками вмещающих пород (II ПТР)	Тил-4	72,5	2,95	2,8	7,2	6,04	1,0	0,29	2,8	0,114	0,16	0,0	0,137	0,219	4,3	6,8
	Тил-6	78,5	2,2	1,94	2,0	9,24	0,4	0,04	0,14	0,078	0,08	0,2	0,208	0,082	6,18	7,8
	Тил-8	91,5	2,0	1,8	2,0	2,52	0,0	0,12	0,28	0,072	0,18	0,2	0,0	0,087	1,32	2,0
	Тил-12	74,0	2,9	2,59	7,8	5,68	1,4	0,77	1,22	0,08	0,08	0,0	0,137	0,082	1,32	5,2
	Тил-16	58,8	6,75	5,4	11,0	5,8	2,0	3,85	2,25	0,114	0,19	0,8	0,137	0,055	3,3	7,0
	Тил-18	76,0	1,35	1,2	4,2	6,12	2,0	0,25	0,93	0,114	0,07	0,2	0,0	0,055	6,18	7,8

Минеральный состав варьирует в широких пределах; постоянно присутствуют серицит, хлорит, альбит, кварц, кальцит, гидроокислы железа (табл. 49). Текстура брекчиевидная, комковатая, порошокватая.

В метасоматитах, представляющих I ПТР, химический состав, %: SiO<sub>2</sub> – 62,7-73,5; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 3,5-25; FeO – 0,58-1,15; CaO – 3,92-7,56; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 5,4-15,2; MgO – 0-0,4; K<sub>2</sub>O – 0,26-0,39; Na<sub>2</sub>O – 1,22-9,0; MnO – 0-0,11; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,07-0,17; SO<sub>3</sub> – 0,34-2,88; S<sub>общ</sub> – 0,139-0,236; CO<sub>2</sub> – 0,66-6,0 (см. табл. 48).

Минеральный состав руд, %: кварц – 4,2-67,8; альбит – 10,4-76,5; ортоклаз – ед.-2,2; кальцит – 3,5-40,0; серицит – 0-2,2; хлорит – до 2,5; гипс – до 6,1; гидроокислы железа – 1,8-3,5; пирит – 0,1; рутил – ед.; апатит – до 0,4.

Минерал	Содержания минералов в пробах, %												
	Тил-22	Тил-32	Тил-39	Тил-33	Тил-35	Тил-21	Тил-3	Тил-4	Тил-6	Тил-8	Тил-12	Тил-16	Тил-18
Кварц	38,0	27,6	30,4	11,7	4,2	7,8	67,8	59,9	76,3	90,4	67,0	32,0	68,2
Альбит	25,0	24,8	33,0	61,0	52,5	78,5	10,4	23,6	1,2	2,0	10,4	19,0	8,0
Санидин				Ед.зн.	Ед.зн.	Ед.зн.	2,2	2,2	0,2	0,7	4,5	23,0	1,5
Кальцит	1,4	25,0	28,5	22,2	40,0	3,5	13,6	10,5	18,5	4,4	10,5	10,0	14,4
Серицит	19,5	2,0	2,0	1,0	0,5	2,2			-				
Хлорит	4,5	11,0	2,4	1,8	0,6	-	2,5	-	0,2	-	4,4	6,0	6,4
Гипс	0,4	0,5	1,3	0,4	-	6,1	0,7	0,2	0,4			0,3	
Апатит	0,5	0,2				0,4		0,3	0,3	0,4		0,4	
Глинистый минерал									1,5				
Гидрооксиды железа	10,7	8,9	2,4	1,8	2,1	3,5	2,8	3,3	2,4	2,1	3,2	9,3	1,5
Пирит				0,1	0,1								
Рутил	Ед.зн.	Ед.зн.	Ед.зн.		Ед.зн.	Ед.зн.	Ед.зн.						

Содержание золота в этом ПТР 0,3-11,35 (ср.3,3 г/т), серебра 0,1-3,7 (ср.1,8 г/т) (табл. 50). В слабо измененных породах, минералах и метасоматитах, содержание золота не превышает 0,12 г/т (ср.< 0,05 г/т).

Самородное золото размером 0,005-0,01 мм приурочено к скоплению рутила среди хлорит-слюдисто-кварцевого агрегата (аншлиф Тил. 3-1; Тип. 3-3).

Сопутствующие элементы, %: Cu – 0,001-0,006, Pb – 0,001-0,01, As – 0,01-0,2, Ga – <0,001 до 0,3. В рутиле, вмещающем золото отмечен V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 1,113-1,33; SiO<sub>2</sub> – 1,24-2,57; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 0,17-0,5.

Таблица 50

Содержание золота и серебра (%) в I и II ПТР участка Тилля-Таг

Номер пробы	Золото	Серебро	Природный тип руд
Тил-3	4,05	3,7	Первый ПТР Метасоматит карбонат полевошпат-кварцевый с включениями пирита, оксидами железа
Тил-10	0,3	0,4	
Тил-21	0,46	1,2	
Тил-33	11,35	3,6	
Тил-35	0,49	0,1	
Средн., г/т	3,3	1,8	
Тил-13	5,43	1,1	Второй ПТР Кварцевые прожилки, жилы с включениями полевых шпатов (альбит, ортоклаз), прожилками ожелезненного карбоната, обломками алевросланцев, вкрапленностью окисленного пирита, охристыми скоплениями по трещинам
Тил-6	5,34	0,3	
Тил-8	15,0	6,5	
Тил-1	0,35	0,4	
Тил-12	0,3	13,1	
Тил-14	0,46	0,3	
Тил-18	11,7	4,0	
Тил-18	37,5	24,7	
Средн., г/т	9,5	6,3	

В самородном золоте присутствуют (%): золото 74,11-75,08, серебро 24,63-23,92 и до 0,4 титана (табл. 51).

Второй ПТР представлен кварцевыми жилами, прожилками, секущими слоистость терригенных пород. В кварце постоянно обнаруживаются обломки пород, сильно измененные, серицитизированные, карбонатизированные, гнезда полевых шпатов – альбит, санидин, прожилки бурого карбоната, гнезда лимонита, кристаллы гётита. Текстура массивная брекчиевидная, прожилковая.

Таблица 51

Химический состав самородного золота (%) из I ПТР участка Тилля-Таг (по данным рентгеноспектрального локального анализа на микроанализаторе JXA-8800R)

Номер аншлифа	Минерал	Au	Ag	П
Тил. 3-1	Золото самородное	74,27	25,73	
		74,11	25,46	
Тил. 3-3	Золото самородное (в скоплениях рутила)	74,38	25,71	0,4
		74,72	25,48	
		75,98	23,92	
		74,62	24,63	

Химический состав, %:  $\text{SiO}_2$  – 58,8-91,5;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 2-11,0;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 1,35-8,75;  $\text{FeO}$  – 1,2-5,4;  $\text{CaO}$  – 2,52-9,24;  $\text{MgO}$  – 0-2;  $\text{K}_2\text{O}$  – 0,04-3,85;  $\text{Na}_2\text{O}$  – 0,14-2,8;  $\text{MnO}$  – 0,06-0,19;  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 0-0,6;  $\text{SO}_3$  – до 0,206;  $\text{S}_{\text{общ}}$  – до 0,219;  $\text{CO}_2$  – 1,32-8,16 (см. табл. 48).

Пересчет химического состава на минеральные компоненты представлен в табл. 49. Руды сложены, %: кварц – 32,0-90,4; альбит – 1,2-23,6; ортоклаз – 0,2-23,0; кальцит – 4,4-14,4; хлорит – до 6,4; гипс – до 0,4; апатит – до 0,4; сумма глинистых – до 1,5; гидроксиды железа – 1,5-9,3.

Самородное золото приурочено к скоплениям лимонитизированных реликтов пород, к скоплению в них рутила совместно с кварцем, полевыми шпатами. Содержание, г/т: золота – 0,3-37,5 (ср. 9,5), серебра – 0,3-24,7 (ср. 6,3) (см. табл. 50). Попутными элементами являются (%):  $\text{Cu}$  – 0,001-0,004;  $\text{Pb}$  – до 0,1;  $\text{As}$  – до 0,01 (редко встречается),  $\text{Zn}$  – до 0,006 (очень редко),  $\text{Ga}$  – <0,001-0,001.

### Минеральный состав руд участка Тилля-Таз

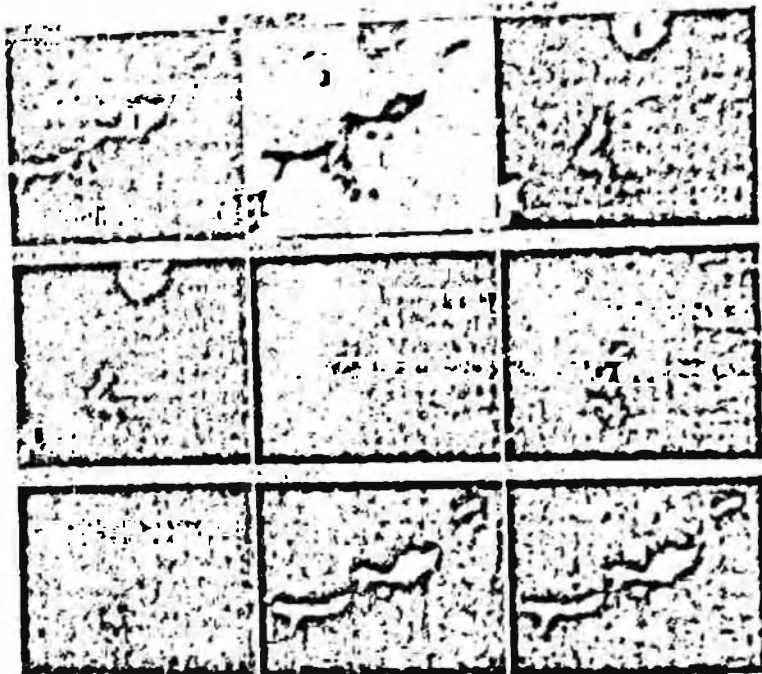


Рис. 68. Ассоциация самородного золота и рутила в кварце. Растровые снимки в ХРИ: 1 – самородное золото; 2 – рутил, ванадийсодержащий; 3 – кварц; 4 – альбит. Аншлиф Тил-302.

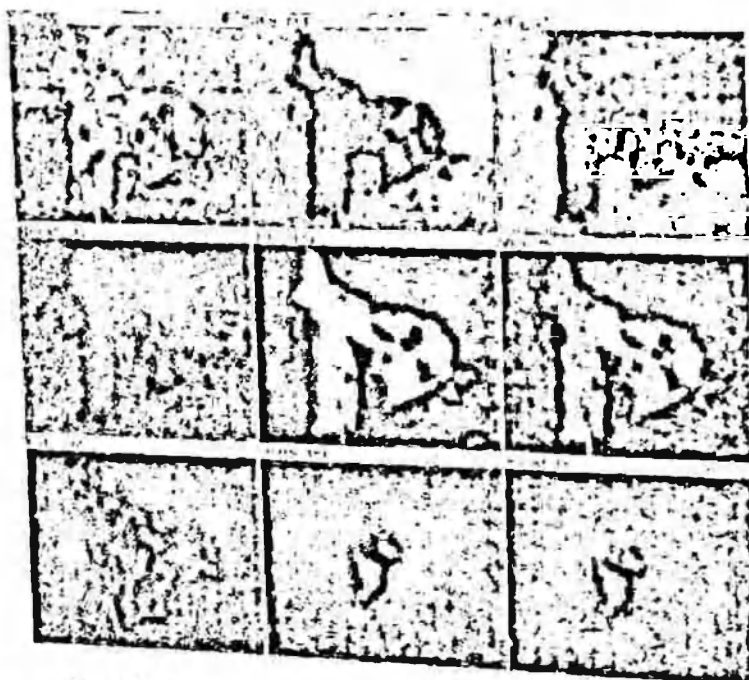


Рис. 69. Самородное золото в рутиле, ванадийсодержащем. Растровые снимки в ХРИ: 1 – самородное золото; 2 – рутил. Аншлиф Тил-3-1а.

Золото самородное отмечается в I и II ПТР (см. табл. 51). Размещается в скоплениях игольчатого рутила в измененных алевросланцах (рис. 68, 69). Сопровождается натриевым и калиевым полевым шпатом, приурочено к трещинам. Размер самородного золота 0,01-0,02 мм. Форма неправильная, цвет желтый. Химический состав определен на микрозонде Superprobe JXA-8800R (см. табл. 51). Содержание золота 74,11-75,08%, серебра 23,92-25,73%, встречены примеси титана (0,4%).

Пирит отмечен в виде единичных зерен во II ПТР. Размер 0,005-0,5 мм. Большая часть кристаллов превращена в гётит.

Лимонит встречается повсеместно в I и II ПТР. В I содержание составляет 1,8-3,5%, во II – 1,5-9,3%. Представлен порошковатыми, корковатыми разновидностями. Отмечается несколько разновидностей лимонита: лимонит 1, образовавшийся за счет окисления железосодержащих минералов алевросланцев – хлорита, биотита, выполняет трещины сланцеватости, текстура корковая, порошковатая. Лимонит 2 образован за счет изменения железистого карбоната. Отлагается по трещинам спайности, окрашивает кальцит в бурый цвет. Представлен пелитоморфным лимонитом. Лимонит 3 образован по сульфидам – до рудному пириту и пириту рудного комплекса. Отмечаются переходы гётита в лимонит порошковатой текстуры, часто на месте кристаллов остаются пустоты, заполненные рыжим порошком, или в них отмечаются реликты лимонита.

Кварц – широко распространенный минерал руд. пород. Отмечаются несколько генераций кварца. Кварц 1 входит в состав перекристаллизованного цемента алевросланцевых пород. Пред-



ставлен тонкозернистым агрегатом с размером зерен 0,003-0,005 мм. Среди этого кварца отмечаются реликтовые обломочные зерна алевролитов. Кварц 2 – послойные со слоистостью пород прожилки серого кварца, смятые, гофрированные. Содержат реликты пород, отмечаются элементы метаморфического изменения зерен – облачное погасание, мозаичное расположение зерен. Содержание золота 0-0,4 г/т, серебро 0-0,9 г/т. Кварц 3 – секущие жилы кварца, прожилки, сеть прожилков. Содержат реликты пород, гнезда калиевых и натриевых полевых шпатов, прожилки железистого карбоната, включения самородного золота. Отмечаются скопления лимонита, кристаллы окисленного пирита. Является золотосодержащим, слагает собственный II ПТР; при наложении на алевролиты в них увеличивается содержание золота.

**Полевые шпаты** – отмечаются натриевые и калиевые полевые шпаты. Натриевые полевые шпаты входят в состав I ПТР, образуя альбитофиры с содержанием альбита до 76,5%. Развиваются в виде гнезд, образуют оторочку в зальбандах жил кварца. Изменены незначительно – слабая серицитизация, пелитизация. Содержание золота <0,05 до 0,15-0,3 г/т, серебра до 3,0 г/т. Санидин – калиевый полевой шпат – отмечается преимущественно во II ПТР в количестве 0,2-23%. Распределен неравномерно в виде гнезд, линз в кварце. Часто на него наложен железосодержащий кальцит в виде секущих прожилков. Химический состав представлен в табл. 52.

Таблица 52

Химический состав (%) полевых шпатов из I ПТР участка Тилля-Тэг

Номер аншлифа	Минерал	Si	Al	Na	K	Ti	Ca	O	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	CaO
Тил-3-1	Альбит	31,3	10,7	8,9	-	-	-	48,2	66,9	20,2	11,9	-	-	-
		31	10,5	8,8	-	0,7	-	48,1	66,2	19,8	11,8	-	1,2	-
Тил-3-3		31,8	10,8	8,4	0,74	-	-	48,9	68	20,3	11,3	0,9	-	-
		31,2	10,5	8,7	-	0,3	0	48,9	66,7	19,9	11,8	-	0,4	0,4
Тил-3-1	Калиевый полевой шпат (санидин)	29,7	9,99	-	14,6	-	-	45,7	63,6	18,9	-	17,6	-	-
Тил-3-3		30,1	10,2	-	14,3	-	-	46,2	64,3	19,3	-	17,2	-	-
		29,8	10,1	-	14,5	-	-	45,9	63,8	19,1	-	17,4	-	-

**Кальцит** постоянно присутствует во всех типах руд и пород. Развивается в виде прожилков, гнезд, пересекает кварцевые жилы с полевым шпатом. Содержит лимонитовые скопления по трещинам спайности, при этом окраска карбоната становится буро-коричневой. Содержание золота 0,35 г/т, серебра 0,3 г/т.

**Рутил** отмечается постоянно в I ПТР. Образует скопления игольчатых кристаллов. Ассоциирует с хлоритом, карбонатом, полевым шпатом. Срастается с самородным золотом (см. рис. 68, 69). Состав определен на микроанализаторе JXA-8800R и представлен в табл. 53. В пересчете на оксиды состав следующий, %: TiO<sub>2</sub> – 95,43-97,21; V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 1,13-1,43; SiO<sub>2</sub> – 1,24-8,57; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – до 0,17-0,5.

Таблица 53

Химический состав (%) рутила из I ПТР участка Тилля-Тэг

Номер аншлифа	Минерал	Ti	V	Si	Fe	O	TiO <sub>2</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Тил-3-1	Рутил с включением самородного золота	57,3	0,98	1,2	0,36	40	95	1,43	2,57	0,5
		57,3	0,77	0,8	0,12	39	95	1,13	1,24	0,17
		58,1	0,87	0,7	-	10	97	1,27	1,58	-
Тил-3-3	58,3	0,9	0,7	-	40	97	1,33	1,46	-	

Примечание. Данные рентгеноспектрального локального анализа на микроанализаторе JXA-8800R, аналитик М.А.Ким.

## Глава VII. ПРИРОДНЫЕ ТИПЫ РУД ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЮЖНОГО УЗБЕКИСТАНА

### Месторождение Широтное

В результате минералого-геохимических исследований предшествующих исследователей (Мирусманов и др., 2007) на месторождении Широтное выделяют четыре ПТР с соответствующим минеральным составом.

*Первый ПТР* – это окисленные золотые и золото-вольфрамовые руды в окварцованных, брекчированных и лимонитизированных сланцах и известняках в зоне Широтного надвига, в субсогласных зонах дробления и брекчирования, на контакте известняков и кремнистых сланцев. Здесь наблюдаются окварцевание, серицитизация, карбонатизация и лимонитизация пород. Новообразованные жильные минералы представлены кварцем, серицитом, кальцитом и анкеритом. Их количественные соотношения меняются в широких пределах. Существенная часть первичных сульфидов окислена.

*Второй ПТР* слагают первичные золото-вольфрамовые руды в окварцованных, брекчированных и сульфидизированных углисто-кремнистых сланцах и известняках, развитых в зоне Широтного надвига, в субсогласных зонах дробления и брекчирования, на контакте известняков и кремнистых сланцев. Здесь отмечаются окварцевание, серицитизация, карбонатизация и сульфидизация пород. Новообразованные жильные минералы представлены кварцем, серицитом, кальцитом, анкеритом, турмалином, а рудные – пиритом и шеелитом. Их количественные соотношения меняются в широких пределах. Существенная часть первичных сульфидов неокислена.

*Третий ПТР* – это первичные золотые руды в окварцованных, брекчированных и сульфидизированных кремнистых, углисто-глинисто-кремнистых и углисто-слюдисто-кремнистых сланцах. В отличие от второго типа, в составе новообразованных минералов нет шеелита и турмалина, а также повышена роль арсенопирита и углеродистого вещества.

*Четвертый ПТР* представляет окварцованные, брекчированные и сульфидизированные кремнистые, углисто-глинисто-кремнистые и углисто-слюдисто-кремнистые сланцы с различной примесью карбонатного материала. Отличительной особенностью этого типа руд является увеличение роли карбонатов и почти отсутствие таких минералов как шеелит и турмалин. Этот тип характеризуется более низким содержанием золота.

Различные типы руд отличаются главным образом по содержанию четырех основных оксидов –  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{CaO}$  и  $\text{CO}_2$ , а также по  $S_{\text{общ}}$  (табл. 54). Остальные оксиды характеризуются небольшими колебаниями содержаний.

По нашим данным, на месторождении Широтное имеются три ПТР: 1) метатерригенный с наложенной золотой минерализацией; 2) кварцево-жильный, характеризующийся содержанием золота от первых ПТР до 12,0 г/т; 3) окисленный. В первом типе в зависимости от состава терригенных пород можно выделить подтипы (2-4 типы руд М.А.Мирусманова).

### Минеральный состав руд

Списочный состав минералов руд довольно небольшой (табл. 55). Рудные минералы представлены в основном сульфидами, оксидами и гидроксидами. Содержание этих минералов в рудах колеблется от 0,5 до 5%, иногда до 10%. Нерудные минералы также отличаются однообразием и небольшим набором.

Главными рудными минералами являются самородное золото, пирит, шеелит, марказит, арсенопирит, гётит и гидрогётит. Остальные рудные минералы встречаются в существенно меньшем количестве. Следует отметить, что пирит составляет более 90% рудных минералов. В окисленных рудах гидрооксиды железа, составляющие также более 90%, чаще всего имеют форму псевдоморфоз по пириту.

Нерудные минералы – кварц, кальцит, серицит и анкерит. Породы подвержены метасоматическим преобразованиям в виде окварцевания, кальцитизации, развитых во всех типах руд. Ниже приводится описание основных рудных и жильных минералов.

Таблица 54

Химический состав различных природных типов руд

ПТР	Номер пробы	Характеристика пород	Содержание оксидов, %														г/т			
			SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	TiO <sub>2</sub>	MnO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	S <sub>общ.</sub>	As	ППП	Au	Ag
I	ТП-2-1	Зона дробления, окварцевания и ожелезня	80,5	3,25	0,22	0,4	0,1	8	1,68	1,2	2,37	0,07	0,51	0,1	0,1	0,1		2,3	15,3	0,7
	Ш-26	Окварцованные кремнистые сланцы	77	2,32	0,43	0,35	0,12	7	5,86	0,6	1,91	0,06	0,04	4,62	0,06	0,07		4,7	1,84	
II	ТП-3-2	Окварцованный кремнистый сланец с золото-вольфрамовой рудой	76,8	2,2	0,72	0,4	0,1	7	4,26	0,8	2,05	0,04	0,45	2,64	0,07	0,04		6	7,3	0,7
	МТП-3	Окварцованные кремнистые породы	82,6	3,15	0,29	0,3	0,32	4,64	2,1	0,41	1,54	0,02	0,2	1,43	0,01	0,6	0,18	2,16	3,74	1,6
III	ТП-4/3	Зона дробления и окварцевания по кремнистым сланцам	84	1,06	1,3	0,3	0,24	6	1,12	0	2,51	0,1	0,05	1,32	0	0,88		2,6	1,01	
	ТП-4/4	Зона дробления и окварцевания по кремнистым сланцам	82,5	1	1,3	0,25	0,22	5,4	1,68	0	2,52	0,14	0,06	1,32	0,03	0,8		3,5	0,96	
III	Ш-24	Осветленная порода с прожилками сульфидов	79	4,3	1,08	0,3	0,06	5,1	1,12	2	1,5	0,07	0	0,22	0,16	3,2		3,2	0,08	
	Ш-41	Слабо окварцованный углеродистый сланец	61,5	1,25	5,18	1,05	0,07	17,4	1,4	3	3,52	1,35	0,14	0,44	0,06	0,48	0,02	4,14	0,06	
IV	22958-1	Зона интенсивного дробления и окварцевания	54,5	6,65	3,74	0,95	0,5	14	2,24	0	4,21	0,17	0,11	1,1	0,14	4,96		7,2	1,1	
	МТП-4	Окварцованные, брекчированные породы с реликтами карбонатов	55,3	6,08	0,36	1,15	0,14	14,1	5,61	3,13	2,94	0,22	0,08	6,16	0,06	0,12	0,01	9,64	1,13	2,8
IV	23080-1	Зона интенсивного дробления и окварцевания	59	2,9	3,24	0,65	0,08	10,9	8,28	0,4	3,17	0,3	0,15	7,48	0	1,25		9,8	0,14	
	Ш-33а	Зона дробления по карбонатным породам и сланцам, осветленным и окварцованным	65	0,72	0,43	0,15	0,12	2,6	16,4	1,2	0,71	0,03	0,19	12,5	0	0,05		13,1	0,36	

Самородные элементы	Сульфиды и сульфосоли	Оксиды и гидроксиды	Карбонаты, сульфаты, вольфраматы и др.	Силикаты
Золото самородное Углеродистое вещество Медь самородная Серебро самородное (?)	Пирит Марказит Арсенопирит Халькопирит Сфалерит Уалькозин Пирротин Галенит Молибденит	Гётит Гидрогётит Магнетит Рутил Анализ Гидроксиды Мп Хромшпинель	Кальцит Анкерит Доломит Шевелит Ярозит Апатит Фосфорит Барит Целестин Малахит	Кварц Серпентин Турмалин Хлорит Гидрослюда Мусковит Флогопит Биотит Альбит Полевой шпат Каолинит Сфен Циркон Пироксены Амфиболы Гранат Эпидот Волластонит Ставролит Силлиманит

Самородное золото – главный промышленно-ценный компонент. Оно представлено в основном самородной формой и, в меньшей степени, в виде субдисперсной примеси в сульфиды и других минералах. Обычно золото образует тончайшие обособленные включения, реже, собранные в мелкие, «облачные скопления». По размеру золотин относится в основном к тонкодисперсному (0,005-0,01 мм) и пылевидному (0,01-0,05 мм), и, реже, к очень мелкому (0,05-0,1 мм) и мелкому (0,1-0,5 мм).

Для определения минеральных форм нахождения золота в рудах выполнены рациональные анализы на золото. В результате выявлены количественные соотношения пяти форм нахождения золота по характеру связи их с рудными компонентами. Золото в рудах I типа на 85,8-90,8% состоит из свободно цианируемого. От 0,5 до 3,9% золота – это ассоциированное с оксидами и гидроксидами железа и марганца (цианируемое после соляно-кислотной обработки).

В рудах второго типа свободно цианируемое золото составляет от 3,6 до 79,7%, и, соответственно, золото тонковкрапленное в сульфиды: пирите, арсенопирите, галените, халькопирите (цианируемое после азотно-кислотной обработки) составляет от 9,6 до 64,7%.

Свободно цианируемое золото в рудах III типа составляет от 20,9 до 42,8%, а тонковкрапленное в сульфиды – от 51,8 до 71,7%.

В рудах IV типа золото свободно цианируемое составляет от 46,9 до 60,4%; цианируемое после щелочной обработки – до 8,8%; цианируемое после соляно-кислотной обработки – от 12,5 до 17,7%; тонковкрапленное в сульфиды – от 21,9 до 22,2%.

В аншлифах золото обнаруживается в среднем до 3-5 включений. Размеры их чаще всего около 0,01 мм, и лежат на границе категорий «тонкодисперсное» и «пылевидное», редко встречаются золотины до 0,05 мм. Цвет золотин в отраженном свете густо-желтый. В окисленных рудах золото связано в основном с гидроксидами Fe в виде скоплений нескольких золотин, величиной 0,00п-0,03 мм. Форма зерен неправильная, близкая к изометричной, комковатая. Иногда золото образует более или менее изометричные, иногда проволочковидные, но чаще тонкие, слегка вытянутые, выделения размером до 0,1 мм. В первичных рудах в кальците, углисто-глинистой массе или в кварце встречаются тонкие пылевидные (0,01-0,05 мм) золотины губчатой формы.

Золотины в концентратах проб-протопочек имеют желтый или темно-желтый цвет, чешуйчатую, ин-терстициальную, комковидную и удлиненную формы, с пористой, ямчатой поверхностью. Большинство из них находятся в мономинеральном виде, и лишь часть образуют сростки с кварцем или покрыты пленкой гидрооксидов железа.

Пробность золотин определялась рентгеноспектральным локальным анализом на микрозонде Superprobe JXA-8800R в ИГиГ АН РУз, аналитик М.А.Ким. Результаты анализа золотин месторождения Широтное при-ведены в табл. 56 и на рис. 70. Большинство золотин, выделенных при минералогических исследованиях,

Результаты рентгеноспектрального локального анализа золотин месторождения Широтное, I ПТР

Таблица 56

Номер пробы	Характеристика исследованных золотин	Содержание элементов, %			Про-бность золотин
		Au	Ag	Сумма	
ТП-2-1	Золото из зоны дробления, окварцевания и лимонитизации (в брикете)	98,98	3,19	100,17	970
		98,28	3,66	99,94	963
		95,83	3,31	99,14	958
ТП-2-4	Золото из зоны дробления, окварцевания и лимонитизации (в брикете)	94,86	4,59	99,45	949
		94,82	4,48	99,3	948
		94,7	4,54	99,24	947
26642	Золото из зоны интенсивного дробления, окварцевания и лимонитизации (в брикете)	95,6	3,81	100,41	968
		95,46	3,95	99,41	955
		96,75	3,33	100,08	968

Примечание. Анализы выполнены в ИГиГ АН РУз на микрозонде Superprobe JXA-8800 R. Аналитик М.А.Ким.

являются однотипными по размерам, цвету, форме и характеру поверхностей. Как видно из табл. 56 и рис. 70 самородное золото представлено мелкоагрегированными зернами однородного строения с высокой пробностью от 947 до 970‰. Значимой примесью в золоте является серебро – от 3,19 до 4,59%.

Минералы в рудах Кызылтурукского рудного поля обычно составляют 1-2% объема руд. Иногда они достигают до 5%, и еще реже – до 10-20%. Текстуры руд чаще всего прожилково-вкрапленные.

Пирит – главный рудный минерал рудного поля, составляет не менее 90% от объема рудных минералов. Он образует три генерации.

Пирит 1 в виде идиоморфных метакристаллов простых кубических форм размером 0,01-1,0 мм. Иногда он в виде небольших сростков кристаллов, подверженных катаклазу. Грани кристаллов деформированы и содержат обильные микровключения нерудных минералов. Эта генерация пирита развита главным образом в различных углистых сланцах. В зоне окисления она раньше других частично или полностью замещается гидрооксидами железа, образуя псевдоморфозы.

Пирит 2 образует гилидоморфные вкрапления, гнезда и прожилки в ассоциации с кварцем 2. Чаще всего наблюдаются неправильные пятнистые выделения агрегатов. Также встречаются цепочечные скопления зерен или прожилкообразные выделения по микротрещинам кварца. Одиночная вкрапленность кристаллов в кварце встречается относительно реже. Размеры зерен 0,001-1,0 мм. Зерна разной формы: трех-, четырехугольные, полигональные, трапециевидные, что свидетельствует о различных комбинациях форм. Из рудных минералов в этой ассоциации встречается арсенипирит, марказит и пирротин.

Пирит 3 отмечается по трещинам в кварце в виде субпараллельных прожилков, образующих ступенчатые в отдельных участках. Иногда тонкие жилки раздуваются до удлиненно-гнездовых выделений. Мощность прожилков в кварце 0,01-0,1 мм, в раздувах до 2-3 мм и более. Местами выделения пирита 3 сосредоточены на границе кварца и кальцита. Из рудных минералов в этой ассоциации отмечаются халькопирит, сфалерит, галенит, самородные золото и серебро (?).

По результатам спектрального анализа, пириты всех генераций содержат одни и те же элементы-примеси (табл. 57), но в разных количествах и с разной частотой встречаемости. Самая надежная типоморфная особенность пирита – его золотоносность (табл. 58).



Рис. 70. Высокопробное золото из зоны интенсивного дробления, окварцевания и лимонитизации (в брикете). Проба ТП-2-1. а – изображение в отраженных электронах; растровая картина распределения; б – золота; в – серебра.

Среднее содержание и частота встречаемости некоторых рудных элементов в пиритах (по результатам спектрального анализа)

Рудопроявление	Генерация	Количество определений	Содержание элементов, 10 <sup>-3</sup> %							
			Au	Ag	As	Cu	Pb	Zn	Sb	Mo
Кызылтурук	I	1	-	-	1000	2	20	30	-	-
	II	12	2.5 92	0.04 40	2800 100	20 100	14 100	30 100	8 50	0.3 40
	III	11	0.2 18	0.3 54	2300 100	14 100	17 100	24 91	2 18	0.4 48
Широтное	I	2	-	-	100 100	5 100	10 100	8 100	-	1 50
	II	2	1.5 100	0.1 100	1550 100	4 100	10 100	7 100	5 50	0.8 100
	III	7	-	0.07 72	880 72	13 100	8 100	7 88	8 57	0.4 43

Примечание. В числителе – среднее содержание элемента, знаменателе – частота встречаемости, %. По материалам К.Х. Адилханова и М.А. Мирусманова (1989 г).

Таблица 58

Среднее содержание золота и серебра в пиритах (по результатам пробирного анализа)

Рудопроявление	Генерация	Количество определений	Содержание, г/т	
			Au	Ag
Кызылтурук	II	9	2.0-128.0 31.5	4.0-23.0 14.1
	III	9	1.0-14.0 6.8	6.0-34.0 18.3
Широтное	II	1	47	17
	III	4	0.4-0 2.2	5.5-14.0 8.2

Примечание. В числителе – содержание элемента от - до, знаменателе – среднее содержание. По материалам К.Х. Адилханова и М.А. Мирусманова (1989 г).

Характер распределения элементов-примесей в пиритах различных генераций частично отражает эволюцию состава растворов от начала процесса рудообразования к его концу. Такая же картина наблюдается для месторождений Восточного и Западного Узбекистана, где пириты всех генераций на отдельных участках содержат одни и те же элементы-примеси, но в разных количествах и с разной частотой встречаемости (Типоморфизм..., 1981).

Шеелит отмечается в виде кристалликов размером до нескольких миллиметров и скоплений размером до 2-3 см, а также тонких прожилков мощностью до 2-3 мм. В заметных количествах встречается только в рудах второго типа. В них шеелит составляет до 50-80% тяжелой фракции гравиконцентратов проб. В I типе – от 1 до 25%, в III и IV типах – <1%. Макроскопически шеелит светло-кремового цвета, с характерным жирным блеском, встречается совместно с кварцем 2. Иногда наблюдаются очень мелкие (до 0,05 мм.) зерна в кальците известняков. Под микроскопом шеелит обычно изотропный, обладает низкой отражательной способностью (около 10), бесцветный, для него характерно отсутствие спайности.

Арсенопирит развит в виде редких кристаллических зерен. Также, как пирит 1, катаклазирован, а обломки некоторых из них «растущены», и между ними отмечаются мелкие гипидиоморфные зерна пирита-2, что указывает на более раннее образование арсенопирита. Зерна арсенопирита гипидиоморфны, с редкими кристаллическими ограничениями. Размеры зерен 0,01-1,0 мм, строение однородное.

Марказит слагает пирит-марказитовые агрегаты, в которых имеет тонкозернистое, тонкопористое строение и неравномерное распределение. Он может наблюдаться и в краевых, и центральных частях агрегатов. Размеры зерен не более 0,03 мм. В единичных случаях марказит образует в породе очень мелкие (до 0,05 мм) гипидиоморфные удлиненные зерна или перистые тонкозернистые агрегаты.

Пирротин образует редкие микровключения в пирите 2. Форма их более или менее овальная, размеры 0,00п мм.

Халькопирит является распространенным минералом в рудах, но размеры зерен очень мелкие (0,00п-0,0п мм). Среди агрегатов пирита между его зернами в редких пустотках и трещинках халькопирит образует ксеноморфные интерстициальные неправильные выделения размером 0,00п – 0,0п мм. Более крупные зерна халькопирита размером до 0,1 мм установлены в кварце совместно со сфалеритом. Здесь они представлены ксеноморфными выделениями. Причем, халькопирит представлен двумя разновидностями: 1) самостоятельные выделения; 2) тонкая эмульсионная вкрапленность в сфалерите величиной 0,00п мм, как продукт распада твердого раствора. Реже халькопирит ассоциирует с кальцитом в прожилках, где имеет интерстициальный характер относительно кварцевых частей. В большинстве случаев выделения халькопирита в разной степени замещены халькозином, который имеет вид каемок замещения мощностью от 0,00п до 0,0п мм. Мелкие выделения замещены халькозином полностью. Ксе-

номорфные включения последнего наблюдаются в агрегатах пирита. В других выделениях халькозина — реликтовые остатки халькопирита, сохранившиеся в центральной части псевдоморфоз халькозина.

Из нерудных минералов наиболее распространен кварц. Он образует несколько генераций. Кварц 1 связан с метасоматическим процессом и является составной частью их образований. Обычно это серицит-кварцевые метасоматиты, которые сложены неравномернозернистым кварцевым агрегатом с размером зерен от 0,01 до 1,5 мм, промежутки которых заполнены серицитовой массой. Метасоматиты неоднократно подвергались брекчированию. Зерна ксеноморфные, края зерен зазубренные, что указывает на их метасоматическую природу. Среди серицита отмечаются мелкие пятнистые скопления хлорита, а среди кварца и серицита — анкерита.

На участках анкеритизации отмечаются единичные вкрапления в 0,03-0,15 мм свежих сульфидов. Эти зоны чаще всего имеют облик линз, прожилков и прослоек, ориентированных субсогласно сланцеватости. Среди анкеритовых метасоматитов встречается переотложенное углистое вещество (?) — скрытокристаллические массы (матовые в отраженном свете) в виде правильных скоплений столбчатой формы длиной 0,2-2,5 мм.

Метасоматический кварц в известняках образует почти мономинеральные гнезда и прожилки до 0,3 мм в мощности. Он ассоциирует с кальцитом, реже, с альбитом (шлиф 22740). Размеры зерен кварца до 0,1 мм, чаще меньше, имеет ксеноморфные очертания, слегка удлинены.

Кварц 2 слагает прожилки мощностью 0,2-2,5 мм. Этот кварц более крупнозернистый (0,3-1,0 мм), ксеноморфные зерна имеют зазубренные края. В наиболее крупных зернах отмечается облачно-мозаичное погасание — признак катакластических деформаций.

Среди мозаично-ксеноморфных агрегатов мелкозернистого кварца располагаются участки микрозернистого кварца с выделениями турмалина, сгустками углистого вещества и примесью серицита. Турмалин бесцветный, встречается в виде длинных призм, в поперечных сечениях имеет дитригональную форму. Кварц 3 слагает прожилки и жилы. В прожилках кварц образует крупнозернистые агрегаты, претерпевшие значительную деформацию. Размеры агрегатов до 5,0 мм. Кварц сильно давленный, неравномерно разлинзованный, сильно замутненный за счет пылевидных включений и тонко трещиноватый. Кроме того, кварц имеет блоковое строение с довольно протяженными трещинами (0,02-0,5 мм), заполненными передробленными частицами кварца, микрозернами окисленного рудного минерала и сгустками гидрооксидов железа. В прожилках часто содержится мелкозернистый (до 0,1-0,5 мм) кальцит, имеющий интерстициальный характер, слагая их центральные участки. С этим кальцитом ассоциируют рудные минералы.

Кальцит образует три генерации. Кальцит 1 в последней ассоциации метасоматических изменений в углисто-хлорит-кремнистых сланцах проявляется в виде небольших линзовидных скоплений, нечетких тонких жилок и рассеянных в породе микрозерен (0,п мм). Скопления часто ассоциируют с кварцем 1. Кальцит 2 мелкозернистый (до 0,1-0,5 мм) обычно имеет интерстициальный характер, содержится в кварцевых прожилках, слагая их центральные участки. С кальцитом 2, ассоциирующим с кварцем 2, связаны рудные минералы (пирит, марказит, арсенопирит). Третья генерация кальцита представлена наиболее поздними прожилками, секущими все более ранние минеральные ассоциации.

Альбит встречается в небольшом количестве в гнездах микрозернистого (метасоматического) кварца. Размеры зерен альбита 0,1-0,3 мм, образует простые двойники; кристаллы удлиненно-призматические, ассоциирует с тонкозернистым рудным минералом.

Углистое вещество похоже на графит по цвету и уровню отражения. Цвет его светло-коричневато-серый, более коричневый, чем у графита. Минерал изотропен, иногда проявляет слабую анизотропию. Представлен обычно скрытокристаллическими черными массами в виде параллельных прерывистых прослоек, нитевидных, обильно-сгустковых, линзовидных и пылевидно-рассеянных скоплений, обуславливающих полосчатую текстуру различных сланцев. Иногда представлено пылевидными зернами различного размера 0,00п-0,0п мм, редко достигая 0,1 мм. Форма их более или менее изометричная с весьма неровными извилистыми ограничениями. Обычно углеродистое вещество распределено неравномерно, ассоциирует в основном с серицитом, придавая прослоям последнего некоторую непрозрачность и, реже, с кварцем, турмалином, рассеянными пылевидными зернами рудных минералов.

В битуминозных известняках углистое вещество представлено скрытокристаллическим агрегатом темно-бурого цвета, пропитывающего остатки немраморизованного мелкозернистого известняка или глобулярные (нодулярные) агрегаты кальцита. Также встречается в цементе сильно брекчированных пород в виде

тонкозернистых агрегатов вместе с кремнисто-глинистым материалом. При окварцевании и анкеритизации внешние части фрагментов сланцев осветлены, очищены от углистого вещества, перекристаллизованы с образованием микролепидобластовой серицитовой массы с четкой сланцеватостью. При многократных деформациях и вторичных преобразованиях углеродистое вещество выносится, мобилизуется как в тонких (0,01 мм) коротких трещинах, так и в более грубых (размером 0,03-0,2 мм) жильных проявлениях, в редких случаях в виде плотных черных скоплений размером до 1,0мм. В последних иногда присутствуют единичные микрозерна (~0,03 мм) пирита. При окварцевании углистых сланцев или известняков углеродистое вещество скапливается в приальбандовых частях жильобразного кварца 2 вместе с рудными минералами в виде сильно затертых микрослойков и линз толщиной 0,01-0,03 мм.

Содержание золота и серебра в породах участка Акба-2  
(ггт – атомно-абсорбционный анализ, % – спектральный анализ с просыпкой) Таблица 59

Участок Акба

На участке выделен один ПТР – окварцованные карбонатные породы с золотой минерализацией. Кроме окварцевания, в породе наблюдается серицитизация, хлоритизация, местами брекчирование, интенсивная трещиноватость. Сульфиды разложены с образованием лимонита, иногда отмечаются гематит, пятна скородита. Брекчии цементируются кварцем, часто пересекаются поздним новообразованным кальцитом. Степень изменения пород различна, отдельные участки приобретают бурый цвет и сложены порошковатыми скоплениями лимонита. Отмечаются прослои слабо измененного гравелита преимущественно кварцевого состава.

Окремненные (окварцованные) породы содержат самородное золото, приуроченное к участкам скопления скородит-лимонитовых охр, к трещинам в кварце.

Состав руд, %: SiO<sub>2</sub> – 54,98-87,0; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 4,0-9,6; FeO – 0,36-1,08; TiO<sub>2</sub> – 0,22-0,53; MnO – 0,019-0,068; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 3,52-8,12; CaO – 2,8-20,52; MgO – 0-1,6; K<sub>2</sub>O – 0,86-1,66; Na<sub>2</sub>O – 0-0,1; SO<sub>3</sub> – 0,0-0,018; S<sub>общ</sub> – 0-0,03; CO<sub>2</sub> – 1,1-15,0.

Основными минералами являются, %: кварц – 50,3-80,4; кальцит – 5,0-36,5; хлорит – до 9,0; серицит – 2-20,0; альбит – до 1,0; рутил – 0,1-0,5; гидроксиды железа – 1,5-4,0. Отмечаются скородит, си-

Породы	Номер пробы	Содержание, ггт		Содержание, %	
		Au	Ag	Au	Ag
Гравелиты	A6-19			-	-
	A6-20	0.14	0.1	-	0,00001
	A6-30	0.18	0.4	-	-
	A6-31	0.2	0.14	-	0,00001
Песчаники кварцевые, иногда полевошпат-кварцевые, сложенная псаммитовая структура сохранена	A6-1			-	0,00001
	A6-2			-	0,00001
	A6-6			-	Сл
	A6-8			-	-
	A6-21			-	-
Слабая брекчизация, окварцевание и карбонатизация. Ожелезнение по трещинам сланцеватости, брекчированность незначительная	A6-23			-	0,00001
	A6-26			-	Сл
	A6-27			-	Сл
	A6-34	0.1	0.375	-	Сл
	A6-41	0.2	0.3	-	Сл
	A6-42	0.1	0.0	-	-
	A6-43			-	Сл
	A6-44	0.3	0.08	-	-
	A6-50	0.11	0.5	-	Сл
	A6-52	0.27	0.2	-	Сл
	A6-10			-	-
	A6-11			-	-
Метаалевросланцы серицит-хлорит-кварцевые	A6-12	0.2		-	Сл
	A6-32	0.1	0.3	-	Сл
	A6-33	0.1	0.3	-	Сл
Карбонатные	A6-37			-	0,000011
	A6-16			-	Сл
	A6-17			-	0,00001
	A6-18			-	Сл
	A6-28			-	-
Кварц жильный, слабо трещиноватый и ожелезненный	A6-29			-	-
	A6-22			-	Сл
	A6-24			-	Сл
	A6-25			-	-
	A6-36			-	0,000016
A6-4			-	Сл	

Примечание. (-) – элемент не обнаружен (спектральный анализ, метод «просыпки»). Белое поле – в этом случае атомно-абсорбционный анализ не проводился. Сл. – следы.



Содержания золота и серебра в рудах участка Акба

Таблица 60

Характеристика руды	Номер пробы	Содержание, г/т		Содержание, %	
		Au	Ag	Au	Ag
Метасоматиты березитизированные, интенсивно окварцованные с лимонитовыми охрами; часто содержащими скородит. Отмечаются прослои алевросланцев, порода брекчирована, цементирована кварцем, карбонатизация участками очень сильная. Карбонатные прожилки расскают кварц, цементирующий обломки пород. Самородное золото отмечено в участках скопления лимонита с примесью скородита. Пробность 985 - 987%	A6-3	5,6	0,4	0,029	0,000019
	A6-5	1,3	0,0	Сл.	Сл.
	A6-7	4,2	0,4	0,0032	Сл.
	A6-9	1,1	0,3	0,00073	-
	A6-38	0,43	0,3	Сл.	-
	A6-33	0,49	0,4	0,00047	Сл.
	A6-45	0,65	0,0	0,00029	-
	A6-46	0,41	0,3	-	Сл.
	A6-47	1,8	0,0	Сл.	0,000014
	A6-48	1,35	0,0	0,00077	0,000014
	A6-49	0,55	0,2	-	0,000014
	A6-51	0,5	0,3	0,0001	Сл.
	A6-13	0,46	0,0	Сл.	0,00002
	A6-14	8,2	0,2	0,0038	0,00002
A6-15	0,5	0,1	-	Сл.	
Среднее		1,8	0,19		
Кварц серовато-белый с реликтами пород и пятнами лимонита	A6-35	0,6	0,2	0,00059	Сл.
	A6-40	1,15	0,2	0,00055	Сл.
Среднее		0,87	0,2		

Примечание. См. табл. 59.

дерит, апатит, циркон, лепидолит, самородное золото.

Содержания золота в породах слабо измененных, без значительного окварцевания, лимонитизации - 0,1-0,3 г/т; серебра - до 0,37 г/т (табл. 59). В интенсивно измененных, окварцованных, с железенных карбонатных породах содержание золота 0,43-8,2 г/т (ср. 1,8 г/т), серебра 0-0,4 г/т (табл. 60).

В кварцах, цементирующих брекчию, содержание золота 0,6-1,15 г/т, серебра 0,2 г/т (см. табл. 60), а в кварцевых жилах, субсогласных со сланцеватостью, оно не отмечено (см. табл. 59).

В метаалевросланцах содержание золота 0,1-0,2 г/т, серебра 0,3 г/т (см. табл. 59), в карбонатных породах оно не отмечено, а содержание серебра - сл.-0,000014% (см. табл. 60).

В составе примесей руд постоянно отмечаются мышьяк, висмут, галлий, медь, цинк, свинец, реже, сурьма, вольфрам. Неполный список минералов из-за ограниченных возможностей изучения участка включает 22 минерала

(табл. 61). Кроме перечисленных в таблице минералов, учитывая геохимические особенности пород и руд, на участке можно ожидать арсенопирит, пирротин, марказит, шеелит, халькозин, реже, галенит, сфалерит, блеклую руду. Из нерудных минералов возможны актинолит, тремолит, эпидот, серпентин и ряд аксессуарных минералов. Таким образом, список минералов может быть увеличен до 35-40.

Самородное золото отмечается в виде единичных знаков размером 0,005-0,01 мм среди скоплений лимонита, скородита. Приурочено к трещинам в кварце, рутиле. Состав самородного золота определен рентгеноспектральным локальным анализом на микроанализаторе Superprobe JXA-8800R, %: золото - 98,48-

Вещественный состав пород участка Акба

Таблица 61

Распространенность, значение	Минералы		
	нерудные	рудные	окисленные
Широко распространенные, главные	Кварц	Золото самородное	Лимонит
	Кальцит	Пирит	Гематит
	Доломит		Скородит
	Серицит		
Малораспространенные, второстепенные	Хлорит	Халькопирит	Гатит
	Альбит	Пирротин	Ковеллин
	Рутил	Марказит	Халькозин
	Сидерит	Арсенопирит	Лейкоксен
	Лепидолит		
	Актинолит		
	Тремолит		
Редкие, аксессуарные	Эпидот		
	Серпентин		
	Гипс	Шеелит	
	Апатит		
	Циркон		
	Биотит		
	Монацит		

Примечание. Курсивом указаны ожидаемые минералы, выделенные по геохимическим данным.

98,7; серебро – 0,97-1,38. В золотосодержащем метасоматите, наряду с кварцем, кальцитом, рутилом, также отмечаются линзы сидерита, включения апатита, циркона. В этих минералах повышенные содержания и Yb (табл. 62).

Таблица 62

Состав минералов (%) слюдясто-карбонат-кварцевой, лимонитизированной породы (ПТР) участка Акба, аншлиф АБ-14 (данные рентгенспектрального локального анализа на микроанализаторе JXA Superprobe-8800R, аналитик М.А.Ким)

Минерал	Si	Al	Ca	Mg	Fe	K	Ti	V	Zr	Hf	P	Yb	Cl	Au	Ag	O	As
Золото самородное														93,48	0,97		
														98,7	1,38		
Кварц	46,62								48,6	1,38						53,12	-
Циркон	15,22								49,28	1,04						34,63	-
	15,38				0,23											35,03	-
Рутил	0,64					0,3	58,21	0,64								39,98	-
						0,15	59,58	1,24								40,41	-
Апатит			40,38								18,54	0,74	0,19			40,15	-
Лепидолит	25,49	15,18			0,33	7,37	0,1									44,48	-
Кальцит	0,2		39,33													15,94	-
Сидерит	2,4	0,78	0,89	-	51,23	0,29	-									18,44	-
	2,27	0,72	0,27	0,74	50,31	0,3	0,13									18,65	0,82

Продолжение таблицы 62

Минерал	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	ZrO <sub>2</sub>	HfO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Золото самородное													
Кварц		99,74											
Циркон		32,88	68,54	1,22							0,29		
		1,37			0,38	97,1	0,93						
Рутил					0,18	99,33	1,82						
								58,47	42,47	0,84			
Апатит													
Лепидолит	29,21	54,53			8,87	0,71					0,45		
Кальцит		0,43						55,08					
Сидерит	1,47	5,17			0,35			0,95			65,31		
	1,38	4,86			0,37	0,21		0,37			64,72	1,22	1,09

В рудах отмечаются примеси As (78%) проб и отмечается связь между золотом и мышьяком. Этот тип руд достаточно хорошо изучен ранее (Цой и др., 1997), поэтому описание его дано в сжатой форме.

Глава VIII. ПРИРОДНЫЕ ТИПЫ РУД ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЧАТКАЛО-КУРАМИНСКИХ ГОР

Участок Междуречье месторождения Кызылалмасай

На участке выделен лишь один ПТР, характеризующийся измененными метавулканидами основного состава. Руды представлены каопит-серицит-кварцевыми метасоматитами по метаандезит-дацитам. Породы трещиноватые, серицитизированные, каолинизированные; с катакластической брекчиевидной текстурой, неравномернозернистой структурой. В полевошпат-кварцевом агрегате вкрапленность, прожилки, гнездовые скопления пирита (2-4%), постоянно присутствуют микровключения арсенопирита, халькопирита, галенита, сфалерита, As-содержащей блеклой руды, селенидов серебра, самородного золота, теллуридов Au-Ag, Bi-содержащих минералов. Золото-серебряная минерализация отмечается в свободном виде в нерудной массе (кварце, полево шпате), часто сростается с пиритом, арсенопиритом, блеклой рудой.

Таблица 63  
Содержания Au и Ag (г/т) в метасоматитах участка Междуречье (I ПТР)

Номер пробы	Au	Ag	Порода	Номер скважины; глубина, м
Мж-2	1,5	27,5	Метасоматит по андезитам	882;
				318,9
Мж-3	21	480	Обеленный, окварцованный, метаэффузив с вкрапленностью пирита, самородного золота	882;
				319,0
Мж-4	1,1	40,1	Обеленный метаэффузив с вкрапленностью пирита	882;
				320,5
Мж-5	7,4	149		882;
				322,0
Мж-7	1,5	37,6	Метаэффузив с сульфидной вкрапленностью и самородным золотом	882;
				325,5
Мж-8	5,6	83,6		882;
				327,0
Мж-9	10	183		882;
				328,0
Мж-10	13	297,5	Обеленный, углисто-кварцевый метасоматит с сульфидами	882;
				331,0
Мж-11	4,9	70,3	Рыхлый полевошпат-кварцевый метасоматит	882;
				334,8
Мж-15	2	8,8	Метасоматит обеленный с сульфидной вкрапленностью	887;
				273,7
Мж-18	19,1	77,9	Рыхлый полевошпат-кварцевый метасоматит с сульфидами и золотом	887;
				274,5
Мж-17	11	29,4	Метасоматит обеленный	887;
				275,5
Мж-19	1,8	9,8	Кварц	887;
				303,5
Мж-20	1,3	13,4	Рыхлый метасоматит	887;
				317,5
Мж-21	2,8	26,6	Кварц с реликтами пород	887;
				321,5
Мж-22	2,7	3,9	Рыхлый метасоматит	887;
				322,0
Мж-23	7,5	16,4	Окварцованный метасоматит	887;
				323,0
Мж-24	17,6	9,5	Метасоматит обеленный	887;
				325,0
Средн.	7,3	86,9		

Химический состав метасоматитов, %:  $\text{SiO}_2$  - 48,5-82,0;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  - 1,5-5,42;  $\text{FeO}$  - 1,08-1,87;  $\text{TiO}_2$  - 0,1-0,5;  $\text{MnO}$  - 0,04-0,19;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - 6,8-16,0;  $\text{CaO}$  - 0,56-4,64;  $\text{MgO}$  - 0-1,2;  $\text{Na}_2\text{O}$  - 0,09-0,19;  $\text{K}_2\text{O}$  - 2,41-9,2;  $\text{P}_2\text{O}_5$  - 0,06-0,31;  $\text{S}_{\text{вск}}$  - 1,53-5,29;  $\text{CO}_2$  - 0,66-5,5;  $\text{SO}_3$  - 0,03-0,14;  $\text{H}_2\text{O}$  - 0,3-0,9.

Химический состав Au-содержащих метасоматитов отличается от состава метаэффузивов по содержаниям  $\text{FeO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{S}_{\text{вск}}$  и по сумме щелочей.

Минеральный состав метасоматитов, %: ортоклаз - до 45 (ср. 21,2), серицит - до 16 (ср. 8,5), кварц - 10-68 (ср. 47,2), альбит - 0,5-1,5 (ср. 1,1), карбонат - 1-12,5 (ср. 5,5), группа глинистых минералов - 2,5-12,0 (ср. 9,7), хлорит - до 2 (ср. 0,6), гидроксиды Fe (гётит), оксиды Cu - 0,3-5,5 (ср. 2,2), пирит - 2,3-4,8 (ср. 3,5). Минеральный состав метаэффузивов отличается от Au-содержащих метасоматитов следующими особенностями состава: а) отсутствие ортоклаза; б) повышенное содержание альбита (ср. 42%), серицита (ср. 53%) и хлорита (ср. 8%).

Содержания золота в метаэффузивах 0-0,06 г/т, серебра 0,5-2,0 г/т. Содержания золота в Au-содержащих метасоматитах 1,1-19,1 г/т, серебра 3,9-480,0 г/т (табл. 63). В метаэффузивах постоянно присутствуют примеси серебра (до 0,0002%), Pb - 0,001-0,03, Zn - 0,006-0,02, Cu - 0,001-0,01, редко - Au-0,001, Bi - 0,0003. Из попутных элементов в Au-содержащих метасоматитах постоянно присутствуют, %: Cu - 0,001-0,01; Pb - 0,003-0,008; Ag - <0,001-0,4; Sb - 0,01-0,02; As - 0,01-0,02; Zn - 0,006-0,01; Sn - до 0,002; Ga - 0,001-0,003 и др.

## Минеральный состав руд участка Междуречье

Минеральный состав руд включает 30 минералов (табл. 64). Минералами, дающими заметные скопления, являются пирит, в подчиненном количестве, но постоянно присутствуют халькопирит, блеклая руда, арсенопирит, самородное золото, галенит, сфалерит. Они отмечаются как в виде самостоятельных макровыделений, так и в виде микроворостков в других минералах.

Основные минералы рудных зон

Распространенность	Нерудные (минералы зон изменения)	Рудные	Гипергенные
Ведущие	Кварц Ортоклаз Серицит	Пирит Халькопирит Блеклая руда (тетраздрит, фрейберит) Галенит Сфалерит Электрум Кюстелит Аргентит Гессит Самородное серебро	Группа глинистых минералов
Второстепенные	Альбит Карбонат Хлорит	Арсенопирит Минералы с составом Ag-Pb-S Ag-Bi-S Ag-Cu-Fe-S	Гидрооксиды железа (гетит) Коваллин Халькозин
Редкие	Рутил Апатит Циркон Эпидот Биотит	Козалит Науманнит Клувсталит Густавит	

Остальные минералы встречаются лишь sporadически в виде микровключений. Ниже приводится краткая характеристика наиболее важных минералов, определяющих рудоносность площади или имеющих индикаторное значение.

**Самородное золото** – основная практически значимая минеральная форма выделения, присутствует в метасоматитах полевошлат-кварцевого состава. Обнаружено в двух пробах-протолочках и в семи аншлифах. Отмечается в свободном состоянии в кварце, в полевошлат-глинистом агрегате метасоматитов, развито срастание золота с пиритом, халькопиритом, с вторичными сульфидами меди, блеклой рудой. Включение самородного золота в кварце сопровождается микровключениями пирита, арсенопирита, блеклой руды, аргентита.

Самородное золото относится к классу тонкозернистого (1-10 мкм) и пылевидного (0,01-0,05 мм). Форма его выделений в протолочках (11 знаков) дендритовидная, пластинчатая. Цвет от светло-желтого до густо-желтого. В аншлифах отмечаются разнообразные формы сечений (рис. 71-73) удлиненные, амёбовидные, чечевицеобразные, S-образные, трапециеобразные, точечные. Форма золотин определяется формой полостей трещин. Цвет светло-желтый, окраска неоднородная.

Состав самородного золота варьирует в широких пределах (табл. 65): от 11,84-16,43% до 33,95-65,24% Au. Такое содержание соответствует составу кюстелита и электрума. Содержание серебра в разновидности, относимой к кюстелиту, 52,71-87,34%, а к электруму – 64,99-34,68%.

В самородном золоте содержатся примеси железа (от следов до 1,68%), Cr (до 0,39-0,96%), на пределе чувствительности прибора фиксируются примеси Cu, Sb, As, Se, Te. Содержание Te достигает 0,9%. Минералы серебра представлены Ag-содержащим тетраздритом, соединениями Ag-Cu-Fe-S, Ag-Pb-Se-S, Ag-Fe-Pb-Bi-S, Ag-Te, простых сульфидов серебра вплоть до самородного серебра. Отмечаются сложные взаимозамещения этой группы минералов. Так, в зерне Ag-содержащей блеклой руды с содержанием серебра 19,91% присутствуют участки с содержанием Ag 88,12%; в блеклой руде с содержанием серебра – 9,73% – наросты аргентита (Ag 53,5%), встречаются микровключения, содержащие, %: Ag – 20,0-44,88; Pb – 10,52-24,54; Se – 8,48-

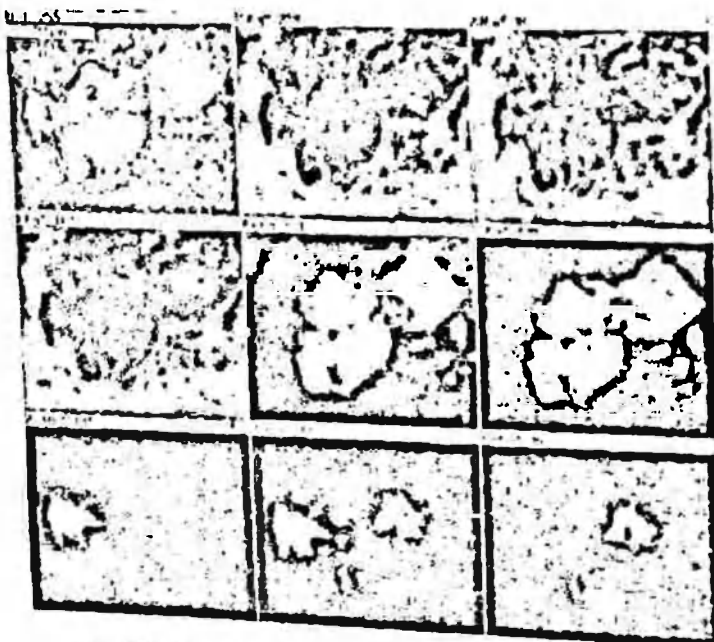


Рис. 71. Срастание самородного золота с пиритом в метасоматите. Растровые снимки в ХРИ. 1 – самородное золото, 2 – пирит, 3 – халькопирит. Аншлиф Мж-3°.



Рис. 72. Самородное золото в метаэффузиве. Растровые снимки в ХРИ. 1 – самородное золото. Аншлиф Мж-189-3.

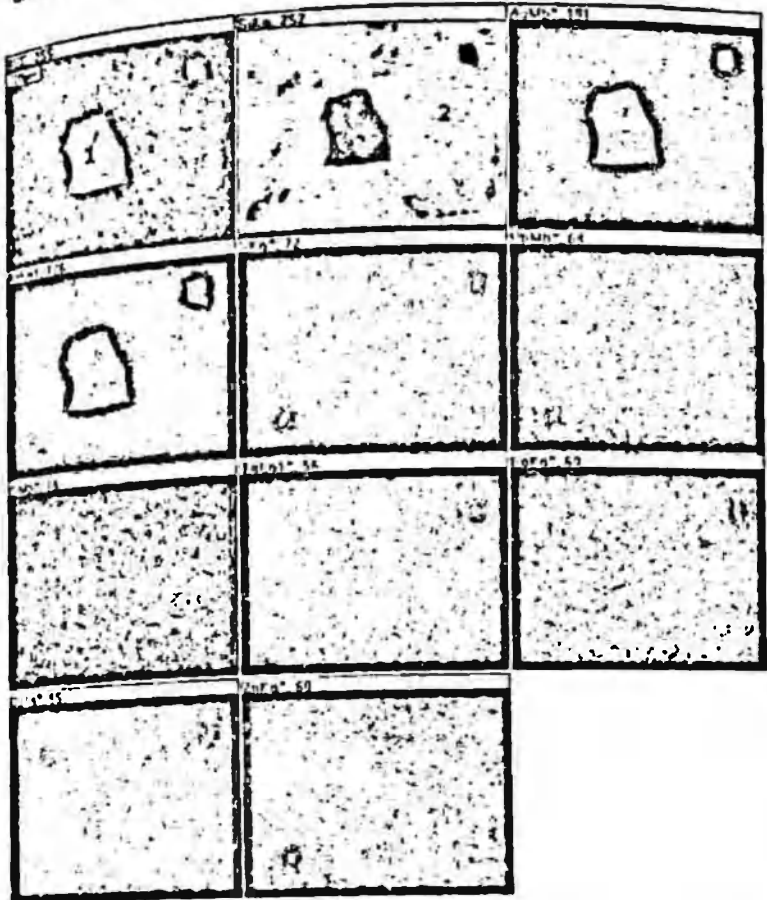


Рис. 73. Самородное золото из полевошпат-кварцевого метасоматита. Растровые снимки в ХРИ. 1 – самородное золото, 2 – кварц. Аншлиф Мж-66.

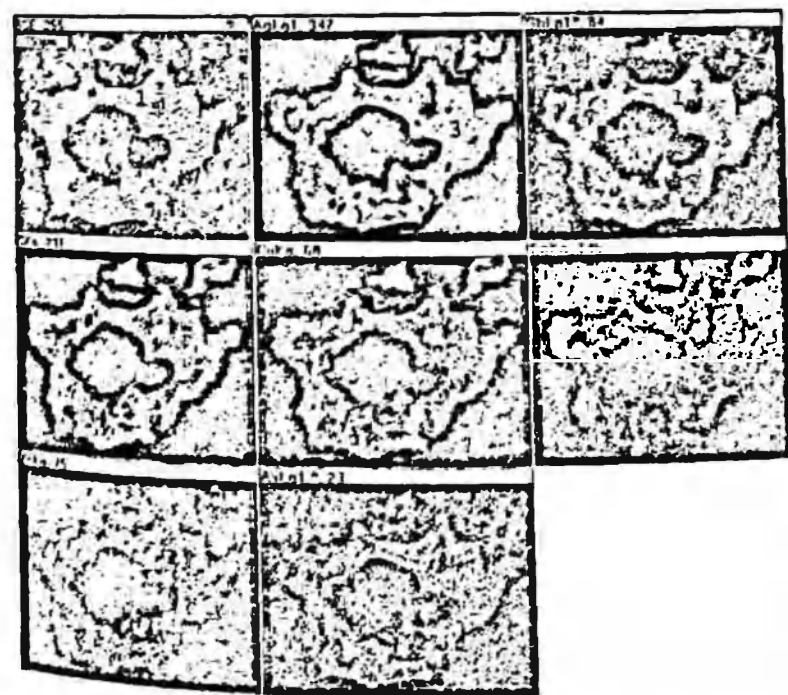


Рис. 74. Ассоциация фрейбергита, сульфидов серебра и самородного серебра в метасоматите полевошпат-кварцевого состава. Растровые снимки в ХРИ. 1 – фрейбергит, 2 – сульфид серебра (акантит), 3 – самородное серебро. Аншлиф Мж-66.

14,76; S – 22,29-36,52. Отмечены включения с содержанием Bi – 8,28, Ag – 9,9.

Самородное серебро установлено рентгеноспектральным локальным анализом, образует вросстки микронного размера в пирите и блеклой руде (рис. 74). Состав, %: Ag – 79,09-94,12. В виде примесей отмечены золото – до 13,56; Fe – 3,05; S – 4,83; Cr – 1,5; Si – 2,55; Ni – 2,57; Mg – 0,6. На пределе и ниже чувствительности прибора отмечаются примеси Cu, Sb, As, Ni.

Аргентит встречается довольно редко в виде микровключений в халькопирите. Состав, %: Ag – 53,53-62,49, S – 28,98-31,52, Cu – 2,36-5,41, Fe – 0,98-1,45, Si – 10,11-2,23, Mg – 0,52-0,42.

Гессит развит в виде микровключений (1 мкм) в кварце, образует сростания с электрумом. Химический состав, %: Ag – 49,99; Fe – 24,49; Au – 0,89; Cu – 0,68; Te – 1,2; Si – 20,15; S – 2,39; Se – сл.

Блеклая руда является наиболее распространенным минералом руд, присутствует в виде свободных включений в кварце, в сростании с пиритом, халькопиритом, галенитом, сфалеритом. Размер зерен 0,01-0,001 мм. В блеклой руде отмечаются вросстки самородного золота и серебра, включения гессита, аргентита, полибазита. По составу блеклую руду можно отнести к серебро-содержащему тетраэдриту (фрейбергиту).

Химический состав по данным рентгеноспектрального локального анализа, %: Ag – 3,13-26,28; Cu – 6,38-22,78; Fe – до 11,15; Zn – 0,11-2,43; Sb – 3,93-13,69; As – сл.-10,07; S – 45,25-7,54. Присутствуют примеси Cr, Si, Al, Mg. В блеклой руде отмечаются включения (1 мкм) минералов в состав которых входят, %: Ag – 20,07-36,43; Cu – 0,36-3,74; Fe – 4,77-6,68; Pb – 24,54-10,78; Se – 8,49-14,73; Te – 0,36-0,9; Sb – сл.-0,18-0,35; S – 36,52-22,29. Кроме того, наблюдаются включения размером 1 мкм козалинта (?). Состав, %: Ag – 9,9; Fe – 16,4; Pb – 7,84; Bi – 8,28; S – 55,25; Cr – 0,47. Подобные включения отмечаются в сростании с сфалеритом, в этом случае состав их несколько иной, %: Ag – 11,59; Cu – 0,95; Fe – 1,95; Zn – 5,0; Pb – 4,09; Bi – 10,33; S – 35,76; Sb, Se, Te – на пределе чувствительности, а также примеси петрогенных элементов (Si, Al, Mg, Ca).

Пирит является наиболее широко распространенным минералом рудных метасоматитов. Форма выделений разнообразна: единичные кубические кристаллы, агрегативные сростания, тонкая пылевидная вкрапленность, пронизывающая метасоматиты. Встречаются небольшие гнезда, линзы, просечки, цепочковидные скопления.



ния зерен. Форма зерен кубическая, реже, ксеноморфная. Размеры колеблются от 0,001-0,003 мм до 0,1-0,5 мм. Зерна катаклазированы. Трещины, поры залечиваются более поздними минеральными видами. Устанавливаются включения самородного золота, серебра, гессита, сульфидов Cu, Zn, Pb; сульфосолей Ag, Cu, Sb. В пирите включения кварца, полевого шпата, карбоната, хлорита фиксируются постоянно. В пирите примеси Cu, As, Co, Ni.

**Арсенопирит** отмечается редко в виде игольчатых кристаллов размером до 0,03-0,2 мм. Кристаллы обычно собраны в агрегативные скопления. В сростании с арсенопиритом встречаются электрум, пирит, аргентит, тетраэдрит с вросками серебра самородного и селенида серебра.

**Халькопирит** относится к числу минералов-носителей золота и серебра. Образует многочисленные, различные по величине агрегаты, гнезда, прожилки. Дает неравномерную вкрапленность в метасоматитах. Встречается в виде эмульсионной вкрапленности в сфалерите, сростается с блеклой рудой, электрумом, галенитом. Размеры зерен 0,004-1,6 мм. Чаще всего халькопирит приурочен к линзам, гнездам карбоната, замещается ковеллином, халькозином.

**Козалит** устанавливается в виде редких знаков. Образует включения в кварце и карбонате. Сростается со сфалеритом; размеры выделений до 1 мкм. Химический состав, %: Bi - 8,28-10,33; Ag - 9,9-11,51; Fe - 1,59-16,4; Cu - до 0,95; Pb - 4,03-7,84; S - 35,25-35,76; Cr - до 0,47; Al - 1,03-4,51; Ca - 0,82-0,53; Mg - до 4,51; Sb, Se, Te - на пределе чувствительности метода (см. табл. 65).

**Галенит** присутствует в ограниченном количестве. Образует мономинеральные агрегаты, слагает галенит-халькопирит-блеклорудные или галенит-блеклорудные прожилки, цепочковидные скопления и рассеян в кварце. Отмечается в более ранних минералах, цементирует раздробленные зерна последних. Сростается с электрумом, самородным серебром. Замещает блеклую руду и сфалерит, пересекает маломощными прожилками агрегаты сфалерита, халькопирита, пирита. Содержание галенита в тяжелой фракции достигает 0,5%. Химический состав, %: Ag - сл.-1,26; Cu - до 5,0; Fe - 1,04-2,74; Pb - 47,26-48,22; S - 48,57. На пределе чувствительности прибора установлены примеси Se, Te, Au (см. табл. 65).

**Сфалерит**, также как и галенит, отмечается в руде в виде единичных зерен, гнезд. Содержание его в гравиконцентрах варьирует от 0,8 до 2,7%. Представлен двумя разновидностями - клейофаном и марматитом. Последний преобладает. Сфалерит, в основном, входит в состав полисульфидных агрегатов, либо прожилков. Образует сложные сростания почти со всеми рудными минералами, содержит довольно часто эмульсионную вкрапленность халькопирита; с периферии замещается галенитом, пересекается просечками галенита. Состав сфалерита, %: Zn - 47,24; S - 50,99; Cu - 0,56; Fe - 1,03; Cd - 0,18 (см. табл. 65).

**Гипергенная минерализация** в пределах изученных зон развита слабо и представлена гидроксидами железа и вторичными сульфидами меди. Количество гетита 0,3-5,5%.

#### Участок Симгуран месторождения Кочбулак

На участке изучен один ПТР, представляющий брекчированные серицит-кварцевые метасоматиты по андезитам (эксплозивные брекчии). Структурно-текстурные особенности первичных пород практически отсутствуют. Породы серого цвета, с брекчиевидной текстурой. Обломочный материал представлен породами (кварцитами) размером до нескольких сантиметров, сложенной в основном мелкозернистым кварцем (размер зерен <0,01 мм). Иногда отмечаются отдельные зерна кварца размером до 0,06 мм. Цементирующая их масса состоит из шестоватого среднезернистого кварца (0,1-0,15 мм), либо из тонкозернистого кварц-серицитового, иногда с примесью карбоната агрегата (размер частиц серицита <0,002 мм). Карбонат образует пятнистые скопления среди серицитовой массы. Порода содержит вкрапленность веретеновидных агрегативных скоплений рудных минералов, приуроченных к контактам, реликтам рассланцованных обломков, серицит-карбонатному агрегату. Отмечаются пересечения метасоматитов жилами барита с галенитом.

Химический состав, %: SiO<sub>2</sub> - 66,5-78,5; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 4-10,6; FeO - 0,9-1,8; TiO<sub>2</sub> - 0,1-0,3; MnO - 0,036-0,072; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 1,4-12,0; CaO - 0-0,34; MgO - 0-1,04; Na<sub>2</sub>O - 0,14-1,04; K<sub>2</sub>O - 0,39-3,3; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 0,1-0,45; S<sub>общ</sub> - 3,01-8,82; CO<sub>2</sub> - 0,22-0,88; SO<sub>2</sub> - 0,12-0,46; H<sub>2</sub>O - 0,2-0,38.

Минеральный состав, пересчитанный с химического, %: кварц - 49-75; серицит - 3-39; кальцит - 0,6-1,8; пирит - 5-17,4; альбит - 1,1-1,6. Содержание Au варьирует от 0,32 до 54,6 г/т (ср. 6,65 г/т) (табл. 66). В метаэффузивах содержание Au <0,05 г/т, Ag 2,0 г/т, в галенит-баритовых жилах среди метаэффузивов

Породы	Номер пробы	г/т		%		Характеристика руды
		Au	Ag	Pb	Zn	
Брекчия серицит-кварцевая по метасоматитам	См-2	8,9	37,8	1,53	0,03	Метасоматит брекчированный с вкрапленностью пирита
	См-3	0,59	37,5			Метасоматит с прожилками кварц-пиритового состава
	См-4	4,14	65,7			Брекчия серицит-кварцевая
	См-5	1,87	24,6			Брекчия с прожилками барита, кальцита
	См-6	0,18	12,3			Брекчия обеленная с прожилками барита
	См-7	0,85	39,7	1,3	0,15	Брекчия с прожилками сульфидов
	См-8	54,8	412			Метасоматит с прожилками кварца, обилием сульфидов
	См-9	7,49	93	0,54	3,4	Брекчия с сульфидами и золотом
	См-10	2,48	54,8			Брекчия с сульфидами
	См-11	0,74	9,5			Брекчия с теллуридами Pb, Ag
	См-12	8,17	82,8	1,08	0,5	Брекчия серицит-кварцевая с пиритом
	См-13	0,32	27,2			Обломки метасоматитов в кварце
	См-14	0,97	17,8			Метасоматит с сульфидами
	См-15	1,21	48,5			
	См-20	11,7	72			
	См-21	2,2	24,9			
	Средн.	8,65	68,12			
Безрудные	См-22	<0,05	2			Метаэффузив с вкрапленностью пирита
	См-1	0	7	> 3		Галенит-баритовые прожилки в метасоматите
	См-18	0,08	2,1			Брекчия лимонитизированная выщелоченная

Минеральный состав руд участка Симгуран

Таблица 67

Минерал	Содержание, %	Размер, мм	Химическая формула
Золото самородное	Ч.зн.	0,001-0,01	Au, Ag
Электрум		0,001-0,01	
Кюстелит		0,001-0,01	
Сильванит	Ед. зн.	0,002-0,004	$Au(Au, Ag)Te_2$
Петцит		0,002-0,004	$AuAg_2Te_2$
Алтаит		0,005-0,08	$PbTe$
Гессит	Ч.зн.	0,005-0,01	$Ag_2Te$
Теллур самородный	Ед. зн.	0,001	Te
Пирит	4-8	0,8-0,8	$FeS_2$
Халькопирит	0,2	0,01-0,04	$CuFeS_2$
Галенит	0,1	0,005-0,01	$PbS$
Сфалерит	Ч.зн.	0,001-0,008	$ZnS$
Фрейбергит	0,03	0,003-0,008	$(Cu, Ag)_{10}(Fe, Zn)_2(Sb, As)_4S_{12}$
Антимонит	Ед. зн.	0,02-0,04	$Sb_2S_3$
Гётцит		2,5	0,1-0,5
Лимонит	0,3	Пропитка по трещинам	$HFeO_2 \cdot nH_2O$
Ковеллин	<0,1	0,003-0,005	$Cu_2S$
Халькозин	<0,1	0,003-0,005	$Cu_2S$
Пирротин	Ед. зн.	0,005-0,007	$Fe_9S_8$ до $Fe_{11}S_{12}$
Кварц	52,8	До 5	$SiO_2$
Полевой шпат	9,5	0,03-0,4	$K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$
Серицит	14	<0,003	$K_2O \cdot 3Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2H_2O$
Биотит	Ед. зн.	0,003-0,008	$K(Mg, Fe)_2[Si, AlO_3]_2(OH, F)_2$
Хлорит		0,003-0,008	$(Mg, Fe)_5Al_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2$
Кальцит	2,8	0,003-0,008	$CaCO_3$
Барит	2,8	0,003-0,008	$BaSO_4$
Рутил	0,5	0,03-0,05	$TiO_2$
Каолинит	0,4	<0,002	$TiO_2$
	9,7	<0,001	$Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$

Au 0,0 г/т, Ag 7,0 г/т. В лимонитизированных, выщелоченных брекчиях содержание Au 0,06 г/т, Ag 2,1 г/т (см. табл. 66).

Полуколичественным спектральным анализом и спектральным анализом с просыпкой установлены, %: Ag – 0,01-0,04 (43% проб), 0,003-0,008 (50); Au – 0,01 (12), 0,001-0,003 (19); Pb – 0,1-0,8 (50), 0,01-0,09 (18), 0,002 (6), >1 (26); Zn – 1-3 (12), 0,1-0,8 (37), 0,01-0,03 (51); Cu – 0,01-0,06 (56), 0,01-0,07 (38); 0,004 (6); Bi – 0,0006-0,003 (10). Из вредных примесей отмечаются: As – 0,01-0,06 (100); Sb – 0,02 (12), 0,007-0,008 (25); S – 4,8.

### Минеральный состав руд участка Симгуран

По минеральному составу руды участка Симгуран похожи на месторождение Кочбулак (табл. 67, 68). Это не случайно, поскольку он является флангом Кочбулака. Ниже приводится краткое описание некоторых выявленных минералов.

Самородное золото неравномерно распределено в штуфном материале и ассоциирует с блеклой рудой, пиритом, сильванитом, гесситом, алтаитом, кварцем (рис. 75). Размер встреченных золотин от 0,001 до 0,03 мм, что соответствует классу тонкодисперсного золота. Химический состав, %: Au – 66,17; Ag – 23,3;



Таблица 68

Химический состав минералов участка Сымгуран (данные рентгеноспектрального локального анализа)

Номер пробы	Содержание, %																	Минерал	Вмещающая порода
	Au	Ag	Cu	Fe	Zn	Pb	Bi	Sb	As	Se	Te	S	Si	Cd	Ni				
См-3а	-0,03	59,74		2,73	1,54					-0,06	30,32	0,79	4,96				Гессит	Метасоматит серицит-кварцевый пиритизированный	
	0,01*	58,54		4,14	2,05				0,61*	28,94	4,09	1,62					Сфалерит		
	0,04	0	0,11*	1,31	0,09*		69,84	-0,06				50,43		0,79			Антимонит		
		0,04*	9,26	21,81	0,25	0,61	7,96	0,18*	1,08			59,81							Тетраэдрит
См-7		0,19	4,74	11,59	0,36	8,95	17,46	0,39*	4,78	0,21*	51,32						Алтайт	Метасоматит серицит-кварцевый сульфидизированный	
				0,39*		46,72			0,83*	45,49	6,58						Гессит		
		49,97		0,19*					-0,42	50,2	0,07*						Галенит		
		0,16*		-0,33		50,47			2,43	0,33	46,94								Алтайт
См-8		0,24*		-0,02		49,99			3,09	0,21*	46,45							Метасоматит серицит-хлорит-кварцевый пиритизированный	
		4,32	0,81	0,64		45,44			0,59*	48,21							Сильванит		
	13,57	51,43	0,52	0,99					0,17*	40,4	0,75						Электрум		
	15,53	49,93	0,52	1					0,63*	-0,03	32,82				0,07*		Гессит		
	66,17	25,3	2,98	2,52					0,15*	0,21*	32,45				0,21*		Тетраэдрит		
		59,48	0,57	2,98					0,54*	1,95	0,25*				0,29*		Халькопирит		
См-12		0,07*	32,51	5,2	3,62		6,39	6,46	-0,03	30,52	3,48	2,95					Пирит	Брекчия серицит-кварцевая с полисульфидной ассоциацией минералов	
	-0,05	0	24,53	24,3	-0,01						45,7						Алтайт		
	-0,05	0,01*	-0,01	33,49					0,02*	0,12*					0,08*		Теллур самородный		
			0,41	33,58					0,04*	-0,08		66,34			0,02		Алтайт		
См-12а		0,06*	33,81						0,02*	0,02*	66,06				0,01			Брекчия серицит-кварцевая с полисульфидной ассоциацией минералов	
			1,32	2,44		46,7	-1,19		0,01*	48,37	4,79						Алтайт		
См-9б	78,94	21,56	-0,68	-0,24					-0,24	100,08	0,12*							Кварц	
	77,91	21,84	0,3*	0,19*		50,15			-0,1	50,82									

Примечание. -0,03 - ниже чувствительности метода; 0,03\* - на пределе.

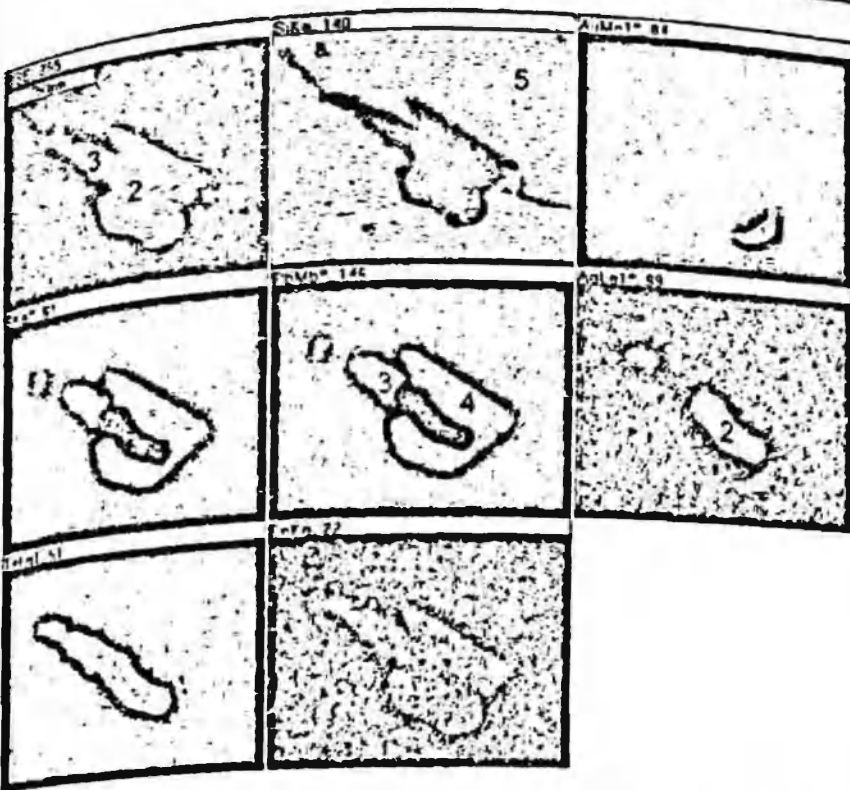


Рис. 75. Самородное золото, теллуриды свинца и серебра в кварце. Растровые снимки в ХРИ: 1 – самородное золото; 2 – гессит, 3 – теллуродержащий галенит; 4 – галенит, 5 – кварц. Аншлиф См 9<sup>6</sup>.

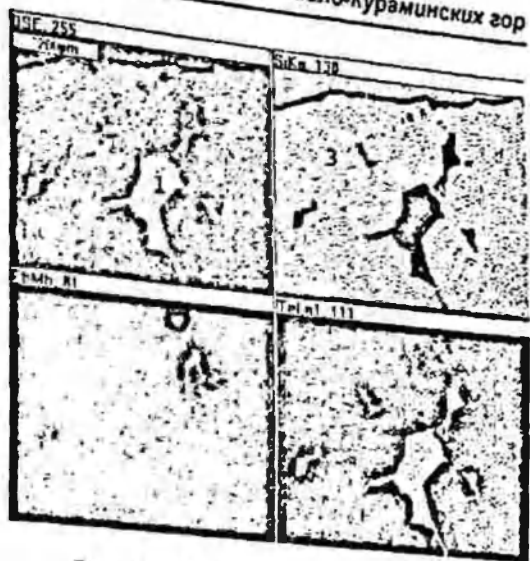


Рис. 76. Сравнение самородного теллура с айкинитом в кварцевой брекчии. Растровые снимки в ХРИ: 1 – самородный теллур; 2 – айкинит, 3 – кварц. Аншлиф См 12<sup>4</sup>.

Cu – 2,98; Fe – 2,52; Se – 1,95; As, Si, Ni – на пределе чувствительности метода.

Самородный теллур встречается в виде отдельных включений в пирите, а также в ассоциациях с гесситом, алтаитом, халькопиритом (рис. 76, 77). Минерал завершен рентгеноспектральным локальным анализом (см. табл. 68). Размеры зерен до 0,3 мм.

Гессит отмечается довольно часто в агрегативных сростках халькопирита, пирита, блеклой руды, галенита, алтаита, золота самородного и сильванита (см. рис. 77). Нередко гессит совместно с алтаитом и самородным золотом выполняет трещины в кварце (см. рис. 75). Размер зерен от <0,001 до 0,004 мм. Форма различная – от каемок вокруг сильванита до самостоятельных точечных выделений. Химический состав минералов по данным рентгеноспектрального локального анализа (см. табл. 68), %: Ag – 49,97-59,74; Te – 28,94-50,2; S – 0,79-4,09; Fe – 2,73-4,14; Zn – 1,54-2,05; Si – 1,6-4,96.

Алтаит подтвержден данными рентгеноспектрального локального анализа (см. табл. 68, рис. 78). Минерал включен в селенсодержащий галенит, образует ассоциации с пиритом, гесситом (рис. 79). Раз-

Рис. 77. Включения самородного теллура, гессита, блеклой руды в пирите. Растровые снимки в ХРИ: 1 – самородный теллур; 2 – гессит, 3 – блеклая руда; 4 – пирит. Аншлиф См-6.

меры зерен до 0,2 мм. Химический состав, по данным рентгеноспектрального локального анализа, %: Pb – 45,44-50,15; Te – до 45,48-50,82; S – до 4,79-6,58; Cu – до 0,8; Fe – до 0,64; Se – ниже и на пределе чувствительности метода.

Сильванит – данные микроскопии подтверждены рентгеноспектральным локальным анализом (см. табл. 68). Отмечается в виде неправильных зерен в агрегативном сростке халькопирита, сфалерита пирита с включениями гессита, тетраэдрита, самородного золота, алтаита. Оптические характеристики стандартны. Химический состав, по данным рентгеноспектрального анализа, %: Au – 13,57-15,53; Ag – 49,93-51,43; Fe – 32,82-32,45; Cu – 0,52; Te – 0,99-1,05; As, Se, Ni – ниже и на пределе чувствительности метода.

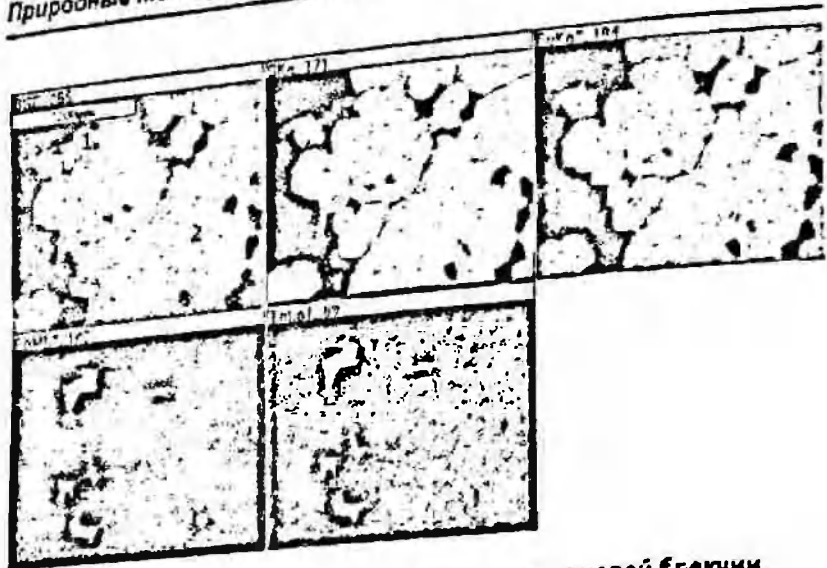


Рис. 78. Алтаит в трещинах пирита из кварцевой брекчии. Растровые снимки в ХРИ 1 – алтаит, 2 – пирит. Аншлиф См-12.

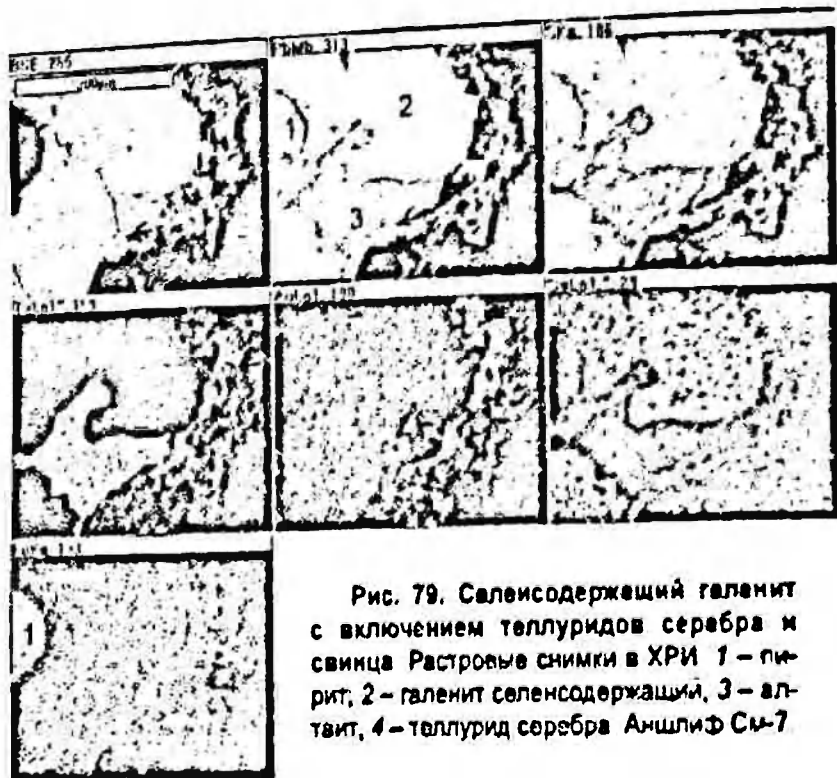


Рис. 79. Селенсодержащий галенит с включением теллуридов серебра и свинца. Растровые снимки в ХРИ 1 – пирит, 2 – галенит селенсодержащий, 3 – алтаит, 4 – теллурид серебра. Аншлиф См-7.

Пирит является главным минералом в пробах. Содержание в пробе 13%. Он неравномерно распределен в штуфах и даже в аншлифах, образуя неравномерную тонкую вкрапленность идиоморфных кристаллов, зернистые агрегаты. Размеры зерен и мономинеральных агрегатов колеблются в пределах 0,001-0,005 мм. Основная же масса минералов содержит выделения размером 0,1-0,5 мм. Пирит, как наиболее ранний минерал, образует многочисленные и разнообразные сростания с халькопиритом, блеклой рудой, галенитом; включает самородное золото, теллур, теллуриды серебра и свинца. Это сростки, микроструктуры замещения и цементации. Пирит минерал-концентратор золота на этом участке. По данным атомно-абсорбционного анализа, содержание золота в пирите варьирует от 0,0 до 35,3 г/т, серебра от 11,1 до 219,5 г/т (табл. 69). Спектральным анализом с просыпкой в пирите отмечают примеси Cu, Sb, Ba, Mn. Химический состав пирита с включениями теллуридов Au, Ag, Pb следующий, %: Fe – 33,81-33,38; S – 66,03-66,06; Cu – до 0,41; Ni – 0,01-0,02; Sb, As – на пределе и ниже чувствительности метода (см. табл. 68).

**Халькопирит.** Содержание минерала в руде 0,02%. Он, как правило, приурочен к выделениям пирита, образуя с ним агрегаты. Ассоциирует с блеклой рудой, самородным золотом, теллуридами серебра и свинца. Это обычно равномерная тонкая вкрапленность, обособленные включения, прожилки. Замещает блеклую руду, образуя структуры краевых каемок. Халькопирит в виде единичных мелких включений отмечается в кварце. В пирите встречаются ксеноморфные включения, секущие прожилки. Кроме того, халькопирит часто сростается с галенитом, блеклой рудой, теллуридами Ag, Pb. Формы его выделения неправильные, жилковидные, изометричные, для них

Таблица 69

Содержания золота и серебра (г/т) в минералах участка Симгуран

Минерал, сростание	Au	Ag
Кварц	6,3	182,5
Пирит с вростками сульфосолей Ag, Au	194	975
Пирит крупнозернистый кубический	0	219,5
	0,22	11,1
Пирит ксеноморфный	20,5	88,4
Пирит с вростками блеклой руды	9,8	173,75
Пирит в смеси с халькопиритом, блеклой рудой	35,3	168,5
Галенит	0	219,5

характерны чрезвычайно малые размеры, в основном не превышающие 0,01-0,07 мм. Локально халькопирит замещается ковеллитом, халькозином. Химический состав, %: Cu – 24,53; Fe – 24,3; S – 51,24. Ниже и на пределе чувствительности рентгеноспектрального анализа отмечены Au, Ag, Zn (см. табл. 68).

**Галенит.** Содержание минерала не превышает 0,05%. Минерал неравномерно распределен в кварце, пирите: основная же масса приурочена к выделениям халькопирита, блеклой руды. В кварце отмечаются

обособленные выделения галенита. В пирите минерал образует ксеноморфные включения, прожилки, выполняет интерстиции зерен. В блеклой руде галенит встречается в виде мелких включений, часто в сростках с халькопиритом, теллуридами Au, Pb. Форма выделений галенита неправильная, мельчайшие идиоморфные кристаллики размером зерен 0,5-1,0 мм. В галените установлены 219,5 г/т серебра (см. табл. 69). По данным рентгеноспектрального локального анализа, состав галенита, %: Pb – 50,47-49,99; S – 46,94-46,48; Se – 2,43-3,09; Te – 0,33-0,21; на пределе чувствительности прибора установлено Ag; а ниже чувствительности – Fe (см. табл. 68).

**Сфалерит.** Встречается часто в ассоциации с галенитом, блеклой рудой, халькопиритом, пиритом. Образует неправильной формы скопления в кварце, карбонате. Размер до 0,1 мм. Обычно содержит микропроростки халькопирита. Химический состав, по данным рентгеноспектрального анализа, %: Zn – 45,72; S – 50,43; Cd – 0,79; Fe – 2,93; Ag – 0,16 (см. табл. 68).

**Блеклая руда** также является основным рудным минералом, представлена его сурьмянистой разновидностью – тетраэдритом. Содержание блеклой руды в пробе 0,2-0,5%. Размеры выделений колеблются от 0,01 до 0,03 мм. Минерал образует неправильные, изометричные, интерстициальные выделения с неровными ограничениями в кварце и пирите. Блеклая руда замещается халькопиритом, секущими прожилками, оконтуривается маломощными краевыми каемками халькопирита. Кроме того, отмечаются сростки с галенитом, сфалеритом, теллуридами Ag, Pb, самородным золотом (см. рис. 77). Химический состав, по данным рентгеноспектрального анализа, %: Cu – 4,79-32,51; Fe – 5,2-21,81; Zn – 0,25-3,62; Pb – до 0,61-8,95; Sb – 6,39-17,46; As – до 6,46; Se – до 1,08-4,75; S – 45,7-58,81; Te – на пределе чувствительности метода (табл. 68).

**Антимонит** отмечен в виде включений неправильной формы в пирите. Совместно с ним встречаются включения гессита, блеклой руды (рис. 80). Химический состав, по данным рентгеноспектрального анализа, %: Sb – 69,84; S – 28,75; Fe – 1,3; на пределе чувствительности метода установлены примеси Cu, Zn; а ниже – Au, As (см. табл. 68).

Наличие других рудных и нерудных минералов, их содержания и размеры зерен представлены в табл. 67, отметим лишь, что содержания золота и серебра в некоторых минералах заслуживает внимания (см. табл. 69). Так, в кварце содержится 6,3 г/т золота и 86,4 г/т серебра; в пирите с вросками сульфосолей серебра и золотом содержания золота 194 г/т и 975 г/т серебра; в пирите ксеноморфном 20,5 г/т золота и 86,4 г/т серебра; пирите из пирит-халькопирит-блеклорудной ассоциации – 9,8-35,3 г/т золота и 168,5-173,75 г/т серебра.

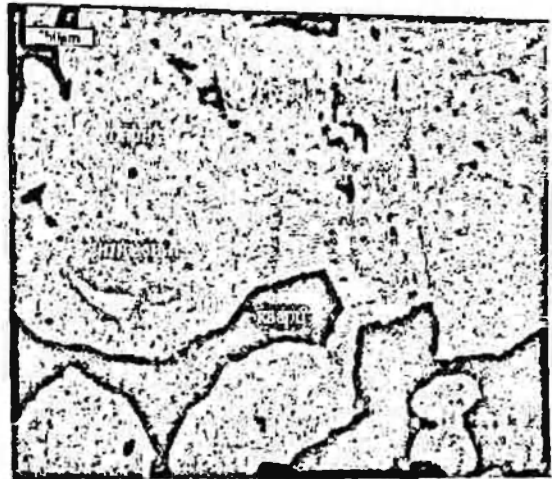


Рис. 80. Включения сфалерита, антимонита, гессита и селенида свинца в пирите.

#### Участок Катта-Баг месторождения Кайрагач

Участок Катта-Баг (зона № 4) расположен в северной части Кайрагачского рудного поля. Зона № 4 является северо-восточным окончанием зоны «Диабазовой». Площадь участка сложена вулканогенными образованиями надакской свиты. Рудные зоны расположены в сильно раздробленной северо-восточной структуре, осложненной гидротермальными изменениями пород и жильной минерализацией. Гидротермальные изменения пород представлены пропилитами, вторичными кварцитами и аргиллизитами.

На месторождении Кайрагач установлено более 100 минералов вместе с разновидностями и гипергенными минералами. На участке Катта-Баг встречены 30 минералов, из которых 5 впервые установлены нами (табл. 70).

Рудные тела на участке Катта-Баг представлены в основном вторичными кварц-карбонатными, кварц-баритовыми жилами и прожилково-вкрапленным оруденением в окварцованных зонах вулканитов.

Основные рудные минералы месторождения Кайрагач (по данным В.А.Коваленкера, 1987, Ю.Л.Гертмана, 1998, с дополнениями авторов)

Самородные элементы	Простые и сложные сульфиды	Сульфосоли	Теллуриды и селениды	Оксиды и гидроксиды
Висмут	Акантит**	Айкинит	Алтаит	Гематит
Золото*	Аргентит	Бенжаминит	Вольфенит	Гетит
Медь	Арсенопирит	Бурнонит	Вейссит	Диастор
Мышьяк**	Борнит*	Висмутин	Гессит*	Касситерит
Олово	Галенит*	Виттихенит	Гуанахуатит	Магнетит
Серебро	Галеновисмутит	Годрушит	Капаверит	
Свинец	Голдфилдит	Густавит	Кавачулит	
Теллур	Кестерит	Джуноит	Клаусталит	
Электрум*	Ковеллин*	Козалит	Колградзит	
	Колусит	Крупквит	Кроннерит	
	Люконит	Купропавонит	Лайтакарит	
	Марказит*	Линдстремит	Bi <sub>2</sub> (Se,S) <sub>2</sub>	
	Cu <sub>10</sub> Fe <sub>2</sub> Sn <sub>2</sub> S <sub>16</sub>	Мандетримит	Bi <sub>2</sub> TeSeS	
	Cu <sub>11</sub> Fe <sub>2</sub> Sn <sub>2</sub> S <sub>16</sub>	Cu <sub>10</sub> Bi <sub>2</sub> (S,Se)	Bi <sub>2</sub> Te(Se,S)	
	Cu <sub>12</sub> Fe <sub>2</sub> Sn <sub>2</sub> S <sub>16</sub>	CuFeBi(S,Se) <sub>2</sub>	Bi <sub>2</sub> SeS	
	Cu <sub>10</sub> Fe <sub>2</sub> Sn <sub>2</sub> S <sub>16</sub>	Павонит	Невенит	
	Cu <sub>11</sub> Fe <sub>2</sub> Sn <sub>2</sub> S <sub>16</sub>	Песит	Матильдит**	
	CuFeSnS	Полибазит*	Петцит	
	Моусонит	Халькостибит	Раклиджит	
	Некрасовит	Эмппектит	Сильванит	
	Пирсеит*	Яллаит	Сульфозучоит	
	Пирротин**		Теллуравантимонит	
	Станнин		Теллурависмутит	
	Станноидит		Тетрадимит	
	Сфалерит*			
	Теннантит*			
	Тетраздрит			
	Фаматинит			
	Фемолит			
	Халькозин*			
	Халькопирит*			
	Хемусит			
	Хоробятсуит			
	Штрэмвайерит			
	Энаргит			

Примечание. \* – минералы, установленные на участке Катта-Баг, \*\* – минералы, установленные в процессе данного исследования

Они характеризуются невысокими содержаниями сульфидов (1-3% в среднем) и низкими содержаниями золота (0,1-2,5 г/т, в единичных случаях до 17 г/т) и повышенными содержаниями серебра (до 100 г/т).

Самородное золото чаще всего встречается в ассоциации с пиритом, халькопиритом, кварцем, карбонатами (рис. 81), реже наблюдается в кварц-пирит-полиметаллической ассоциации. В наиболее богатых рудах минеральный парагенезис с золотом образуют теллуриды и сульфосоли серебра и висмута (рис. 82, 83).

В результате минераграфических микрозондовых исследований нами установлены новые рудные минералы для месторождения Кайрагач: самородный мышьяк, матильдит, штрэмвайерит, акантит, пирротин. Интересными являются микровключения самородного мышьяка, теннантита, гессита и полибазита в халькопирите, срощенного со сфалеритом. Состав выявленных минералов заверен рентгеноспектральным локальным анализом на электронно-зондовом микроанализаторе Superprobe JXA 8800R.

На основании минералогического изучения руд выделены три ПТР:

1. Руды убогосульфидные в метасоматически измененных вулканогенных породах. Содержание золота в них – десятые доли г/т.

2. Кварцевые жилы с карбонатом, серицитом и сульфидной минерализацией. Содержание золота варьирует от 0,1 до 17,2 г/т.

3. Кварц-полиметаллические жилы с золотом и серебром. Содержание золота – десятые доли г/т, серебра – 76 г/т.

**Первый ПТР.** Распространен достаточно широко и представлен метасоматически измененными вулканогенными породами. Метасоматические изменения (окварцевание, хлоритизация, серицитизация, калишпатизация, каолинизация) имеют неравномерное распределение в породах. Из перечисленных изменений важную рудолокализирующую роль играли окварцевание и серицитизация. Чем интенсивнее проявлено окварцевание и серицитизация, тем более вероятно обнаружение золотой минерализации. В этом типе руд выделены два подтипа, в зависимости от вмещающих пород. В первом подтипе вмещающими породами являются преимущественно трахиандезитовые порфириды, а во втором – андезитовые, андезидацитовые порфириды. Рудные минералы в первом типе представлены в основном пиритом, реже, халькопиритом и галенитом. Содержания золота в нем десятые доли г/т, а серебра – 1,0-3,0 г/т. Единичные знаки самородного



Рис. 81. Самородное золото в сростках с пиритом и халькопиритом в доломите. Сверху – общий вид исследуемого участка аншлифа КБ-67 (увеличение 1100х), внизу – растровые снимки того же участка (увеличение 300х) в ХРИ.

участках интенсивного окварцевания и серицитизации в вулканогенных породах. Размер золотинок, 0,00п мм, цвет светло-желтый.

В этом типе руд отмечаются элементы-примеси, %: Pb – 0,001-0,05; Zn – 0,011; Bi – 0,003; Cu – 0,006-0,212; As – 0,134; Se – 0,0003; S<sub>сульф.</sub> – 0,0-2,6, (данные полуколичественного спектрального и рентгеноспектрального анализа на рентгенофлуоресцентном спектрометре SRS – 3000, аналитик Е.Н.Игнатилов).

Второй ПТР представлен кварцевыми жилами с карбонатом, серицитом и сульфидной минерализацией. Он является основным продуктивным. Кварцевые тела мощностью 0,5-2 м, жилы мощностью 10-20 см и прожилки мощностью до 2-10 мм содержат до 10% карбоната и до 5% серицита. Кварц сливной мелкозернистый, неравномерно пятнистый серовато-белого цвета с обилием мелких гнезд, прожилков и просечек кальцита и доломита. В интерстициях развивается серицит. В кварце отмечаются вкрапления, гнезда и просечки пирита

и, значительно реже, халькопирит, галенит, блеклая руда, самородное золото, серебро, мышьяк, теллурид серебра (гессит) и другие редкие минералы. Самородное золото образует сростки с халькопиритом

з о -  
л о т а  
о т -  
м е -  
ч а -  
ю т -  
с я в

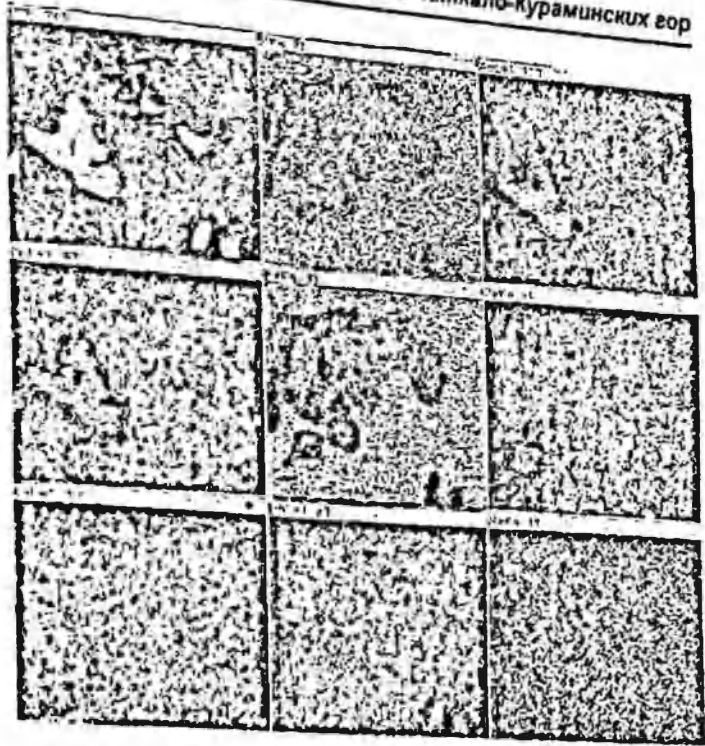


Рис. 82. Гессит и самородное золото в пирите. Растровые снимки в ХРИ. 1 – гессит, 2 – самородное золото, 3 – пирит. Аншлиф КБ-50-а, увел. 4300х.

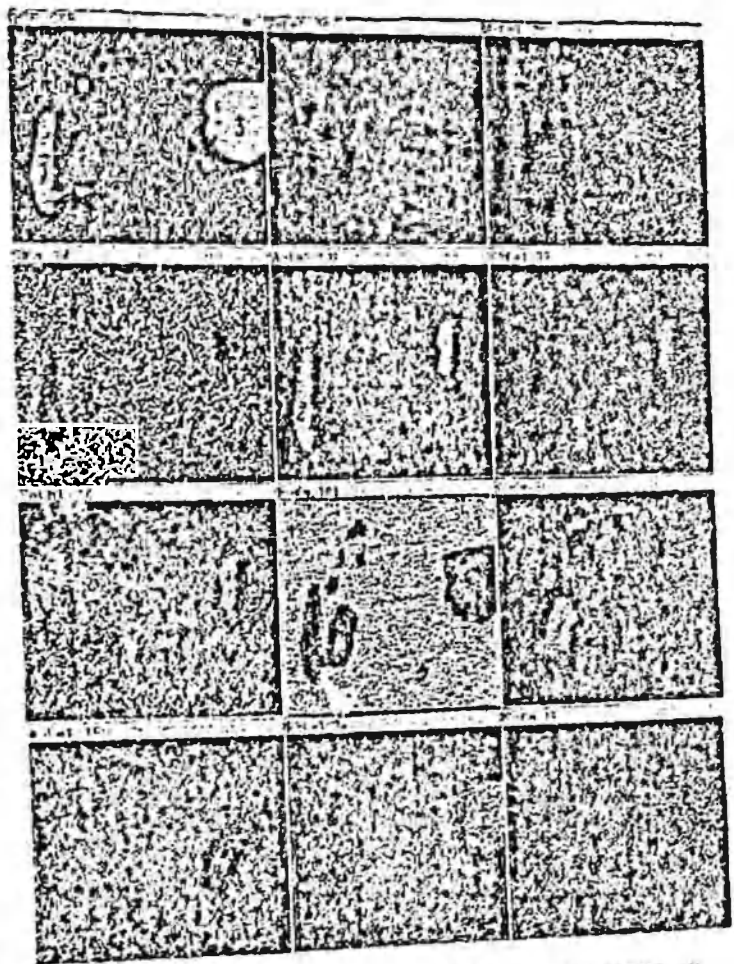


Рис. 83. Фрейбергит, гессит, клаусталит и самородное золото в пирите. Растровые снимки в ХРИ. 1 – фрейбергит, 2 – гессит, 3 – клаусталит, 4 – самородное золото, 5 – пирит. Аншлиф КБ-50-в, увел. 3000х.

Таблица 71  
Содержание Au, Ag, As, S<sub>сульф</sub> в породах различных типов руд (по данным атомно-абсорбционного, спектрального, SRS и химического анализов)

Природный тип (подтип) руд	Номер пробы	Содержание, г/т		Содержание, %	
		Au	Ag	As	S <sub>сульф</sub>
I-a	КБ-39	0,3	5,6	-	4,74
	КБ-41	0,2	0,1	-	2,47
	КБ-42	0,1	3,1	-	2,64
I-b	КБ-44	0,3	6,3	-	1,5
	КБ-45	0,3	8,9	-	1,16
	КБ-49	1,7	35,9	-	0,72
	КБ-50	0,9	75,6	-	0,54
	КБ-55	0,8	49	-	0,53
	КБ-58	0,1	33,4	-	0,17
	КБ-62	1	35,1	-	0,57
	КБ-67	17,2	105	-	0,24
	КБ-67*	1,8	2	-	0,83
	КБ-68	3,8	80	-	0,1
	КБ-70	1	33,8	-	0,34
	121188	8,7	31,9	0,009	1,5
	121189	2,4	7,2	0,0055	1,42
	121193	0,8	1,6	0,0117	1,59
121194	1,5	5,3	0,0099	1,13	
II	КБ-200	0,1	0	-	1,02
	КБ-201	0,1	0	-	0,17
	КБ-202	0,1	1	-	0,05
	КБ-204	0,1	1	-	0,77
	КБ-206	0,1	1	-	0,1
	КБ-208	0,1	1	-	0,08
	КБ-209	0,1	1	-	0,09
	КБ-210	0,1	2	-	0,97
	КБ-66	0,1	0,7	-	1,09
III	КБ-243	0,3	76	-	9,26



Рис. 84. Срастание самородного серебра с халькопиритом в кварце. Растровые снимки в ХРИ. 1 – самородное серебро, 2 – халькопирит, 3 – кварц. Аншлиф КБ-67, увел. 2000х.

в карбонате. Содержания золота в этом типе руд варьируют от 0,1 до 17,2 г/т, а серебра от 2,0 до 80 г/т (табл. 71).

Из элементов-примесей здесь установлены, %: Pb – 0,01-0,02; Zn – 0,004-0,01; Bi – 0,005-0,02; Sb – 0,004-0,018; W – 0,006; Cu – 0,023-0,05; As – 0,075-0,198; Se – 0,0004-0,001; Te – 0,003; S<sub>сульф</sub> – 0,0-1,1 (данные полуколичественного спектрального и рентгеноспектрального анализа на рентгенофлюоресцентном спектрометре SRS – 3000, аналитик Е. Н. Игнатиков).

Третий ПТР встречается редко, представлен кварц-карбонатными жилами с полиметаллической минерализацией. Породная в виде сфалерита, халькопирита и галенита. Полиметаллические жилы имеют мощность 10-20 см. Кварц-полиметаллические жилы имеют мощность 10-20 см. Кварц имеет белую, светло-серую окраску, мелко-среднезернистую структуру, массивную текстуру, местами трещиноватый. Образует сростки с кальцитом, магнезитом. Сульфидная минерализация в жилах встречается в виде гнезд, прожилков (до 40%). В галените отмечено высокое содержание серебра, связанное с развитием по нему серебряной минерализации, преимущественно в виде аргентита, полибазита, гессита, самородного серебра и др. Содержания золота в этом типе руд – 0,3 г/т, а серебра – 76 г/т (см. табл. 71, данные атомно-абсорбционного анализа).

Из элементов-примесей установлены, %: Pb – >1; Zn – >1; Cd – 0,06; Ni – 0,04; Ti – 0,008; Cu – 0,3; Mo – 0,008; Ba – 0,01 (данные спектрального анализа).

#### Минеральный состав руд участка Катта-Баг

Минералогией месторождения Кайрагач в последнее время занимались В.А.Коваленкер и др. (1987 г., 1995), Ю.Л.Гертман и др. (1998 г.). Списочный состав рудных минералов представлен ниже. Минералогический состав руд участка Катта-Баг не так разнообразен как месторождение Кайрагач (см. табл. 70). Ниже приводится описание основных рудных и жильных минералов участка Катта-Баг в соответствии с классификацией А.Г.Бетехтина (1950).

Самородное серебро образует редкую включенность в кварце в виде мелких зерен размером от 0,00п до 0,05 мм. Частота встречаемости аншлифов с самородным серебром не превышает 2%. Форма выделений в основном ксеноморфная, иногда удлиненная и более сложных очертаний. Ассоциирует с халькопиритом, блеклой рудой, сульфидами (аргентит) и сульфосолями серебра (полибазит), образуя с ними тесные срастания (рис. 84, 85). Так, в аншлифе КБ-67 (см. рис. 84) самородное серебро, сростшееся с халькопиритом, расположено в кварце. В этом же аншлифе в кварце отмечен агрегат из самородного серебра и электрума, сростшегося с халькопиритом (см. рис. 85).

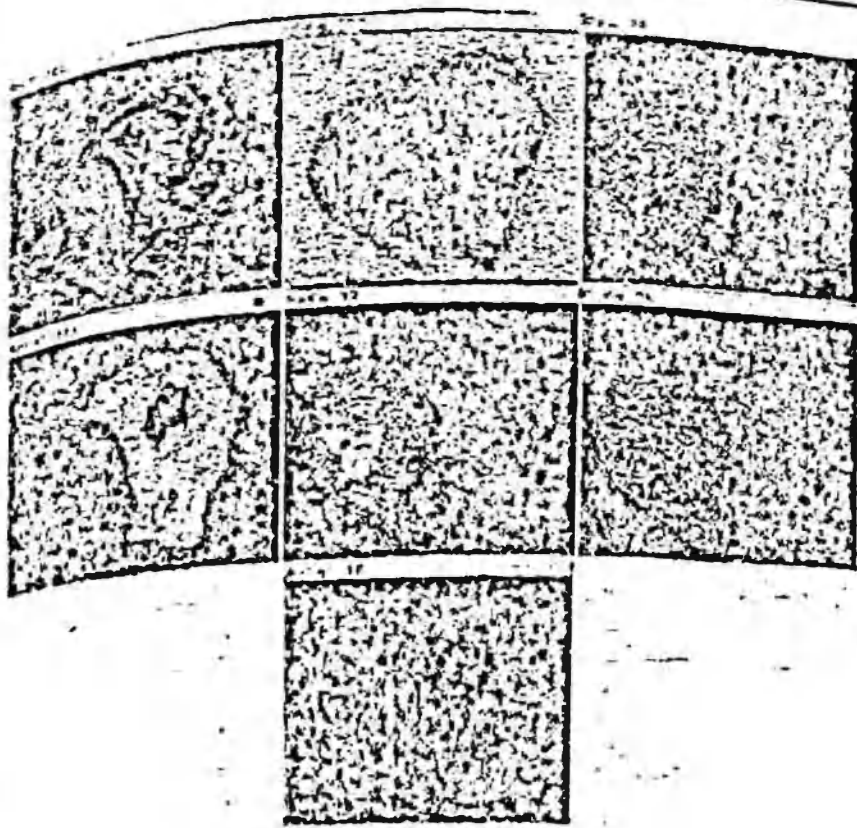


Рис. 85. Срастание халькопирита с самородным серебром с включением электрума в кварце. Растровые снимки в ХРИ. 1 – халькопирит, 2 – самородное серебро, 3 – электрум, 4 – кварц. Аншлиф КБ-67, увел. 4000х.

Таблица 72  
Результаты нейтронно-активационного анализа  
мономинеральных проб на Au и Ag,  
участок Катта-Баг

Номер пробы	Минерал	Содержание, г/т	
		Au	Ag
КБ-67а	Кальцит	0,3	10
КБ-67б	Халькопирит	1,6	6,1
КБ-67в	Пирит	14	6
КБ-67г	Кварц	2,4	3,3
КБ-70а	Кальцит	0,5	1,9
КБ-70б	Халькопирит	2,6	16,8
КБ-70в	Пирит	10,6	28,5
КБ-62а	Кальцит	0,3	1,6
КБ-62б	Халькопирит	1,2	11,4
КБ-62в	Пирит	34,4	40,1
КБ-68а	Кальцит	0,4	4,4
КБ-68б	Халькопирит	0,7	8,4
КБ-68в	Пирит	16	20
КБ-68г	Кварц	0,3	2,5
КБ-68д	Барит	1	7,3
КБ-55б	Халькопирит	8,3	23
КБ-55в	Пирит	2,4	6,3
КБ-55г	Кварц	0,2	3,3
КБ-49б	Халькопирит	8,4	10,9
КБ-49в	Пирит	20,4	27,1
КБ-49г	Кварц	0,3	4,4
КБ-49д	Барит	0,2	0,5
КБ-50а	Кальцит	0,8	2,7
КБ-50б	Халькопирит	8,8	19,8
КБ-50в	Пирит	8,6	12,9
КБ-50г	Кварц	0,2	1

Самородное золото встречается в кварцевых, кварц-карбонатных жилах и прожилках, а также в измененных окварцованных лавобрекчиях трахиандезитового состава (аншлифы КБ-39, КБ-41, КБ-42). Частота встречаемости аншлифов с самородным золотом 4%. По содержанию золота оно соответствует спектру и в единичных случаях кюстелиту.

Минералами-концентраторами золота являются: пирит, халькопирит, кальцит, кварц, барит, а также продукты разложения сульфидов (гётит и др.). Наиболее высокие содержания золота связаны с пиритом и халькопиритом (табл. 72). Золото часто приурочено к контактам халькопирита с карбонатом или кварцем, карбоната с кварцем, пирита с халькопиритом. Размеры золотин варьируют в пределах от <1 до 100 мкм. Пробность золота низкая – от 596,6 до 777,9‰. Довольно часто в самородном золоте отмечаются незначительная примесь меди (до 1%) и ртути (до и чуть более 1%).

Морфология золота простая, это – интерстициальные выполения, неправильные, извилистые, лапчатые, комковатые образования.

Чаще всего электрум отмечается в кварце (рис. 86), карбонатах (рис. 87), пирите, халькопирите. Форма зерен комковатая, удлиненно-пластинчатая, остроугольная, псевдокубическая и сложная. Для второго (основного) ПТР изучены минераграфические и химические особенности самородного золота, связанного с различными минеральными ассоциациями. Самородное золото представлено электрумом, иногда с примесью меди (до 1,33%) и ртути (до 1,51%). Последнее обстоятельство очень важно, так как свидетельствует о том, что мы имеем дело либо с дальними флангами месторождения по латерали, либо с самым верхним уровнем эрозионного среза по вертикали. Золото ассоциирует с пиритом, халькопиритом, блеклой рудой (фрейбергитом), полибазитом, аргентитом и др. В карбонате (доломите) золото более крупное – до 0,06-0,2 мм (аншлиф КБ-67), срощеное с халькопиритом. Золото низкопробное, в виде электрума (540-780‰).

Кюстелит встречается в единичных случаях в третьем ПТР. Обычно он ассоциирует с серебросодержащими минералами. Состав кюстелита подтвержден рентгеноспектральным локальным анализом. В аншлифе КБ-67 кюстелит срастается с электрумом и расположен в доломите (см. рис. 81).

Самородный мышьяк развит в единичном аншлифе КБ-68 в ассоциации с серебросодержащей блеклой рудой (фрейбер-



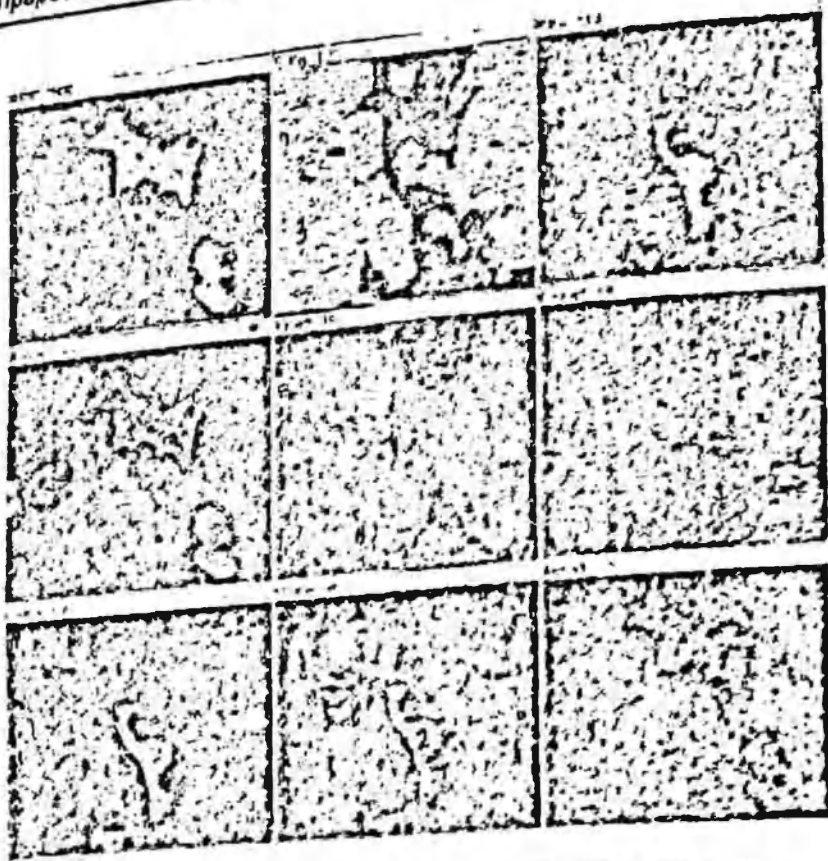


Рис. 66. Срастание электрума и халькопирита с кварцем и ортоклазом. Растровые снимки в ХРИ. 1 – электрум, 2 – халькопирит, 3 – кварц, 4 – ортоклаз. Аншлиф КБ-67, увел. 1200х.

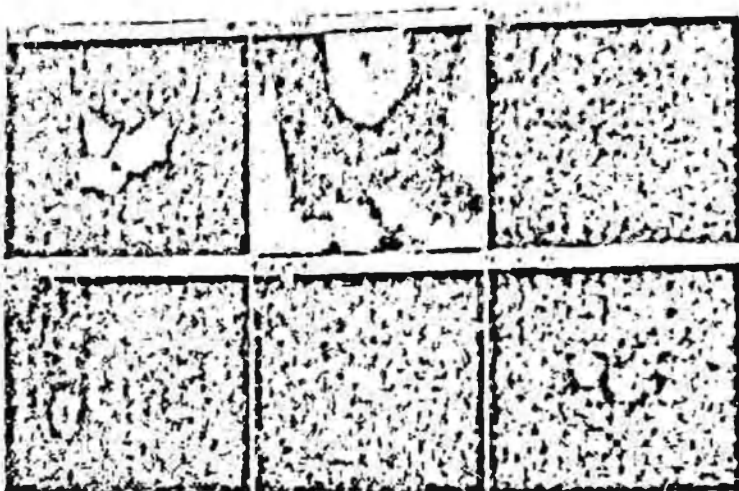


Рис. 67. Электрум и самородное серебро в трещине, заполненной кальцитом в кварце. Растровые снимки в ХРИ. 1 – электрум, 2 – самородное серебро, 3 – кальцит, 4 – кварц. Аншлиф КБ-49, увел. 2200х.

в 9,3% исследованных шлифов. Отмечаются также срастания сфалерита с пиритом, халькопиритом, галенитом, редко, с блеклой рудой (фрейбергитом). Последний встречен в ассоциации со сфалеритом, самородным мышьяком и халькопиритом. Мелкие выделения (0,07-0,2 мм) сфалерита неправильной формы образуют вроски в галените. Крупные же, как правило, обрастают каймами галенита, реже, халькопирита. Химический состав сфалерита определен рентгеноспектральным локальным анализом. В нем присутствуют примеси железа, меди, марганца и кадмия.

**Пирит** – широко распространенный минерал как во вмещающих вулканогенных породах, так и в кварцевых, кварц-карбонат-сульфидных жилах и прожилках. Отмечен в 89% исследованных шлифов. Чаще всего отмечается в виде неравномерной вкрапленности. Пирит образует кристаллические выделения кубической, пентагон-додекаэдрической, октаэдрической форм. Очень часты зерна неправильной формы сложного габитуса.

питом), халькопиритом и сфалеритом и кварце.

**Аргентит (акантит)** наблюдается в основном в третьем ПТР, в 3% исследованных шлифов. Образует ассоциации с серебросодержащими минералами и халькопиритом. Последние обычно расположены в карбонате (доломите). Химический состав аргентита подтвержден рентгеноспектральным локальным анализом в образце КБ-49. Здесь аргентит отмечается в ассоциации с электрумом и халькопиритом, расположенных в карбонате. В этой позиции (образец КБ-49) установлены, %: золото – 63,17, серебро – 36,12, медь – 0,11, ртуть – 0,60.

**Галенит** отмечается в виде редкой вкрапленности в кварце и в карбонате. Частота встречаемости шлифов с галенитом 17,7%. Зерна галенита неправильной, таблитчатой формы, часто с треугольниками выкрашивания. Ассоциирует с халькопиритом, пиритом, сфалеритом, электрумом, блеклой рудой. Часто образует сростки с пиритом, халькопиритом, блеклой рудой, реже, с матильдитом. В полиметаллической ассоциации отмечается низкопробное самородное золото. Встречается галенит необычного более темного оттенка (аншлиф КБ-50). Он слегка затравлен, возможно, из-за большего содержания в нем серебра. Химический состав галенита определен рентгеноспектральным анализом. В нем присутствуют примеси серебра, железа, меди, висмута, теллура и селена.

**Сфалерит** образует как микро-, так и макровыделения. Как правило, он содержит эмульсионную вкрапленность халькопирита или находится с ним в тесном срастании. Сфалерит установлен

Встречается пирит двух разновидностей: 1) пылевидные ксеноморфные частицы, часто округлой формы (аншлиф КБ-84); 2) мелкие и более крупные идиоморфные, гипидиоморфные и ксеноморфные зерна размером до 1-3 мм, а также часто отмечаются округлые, неправильной формы пористые зерна.

Пирит образует сростания с халькопиритом, галенитом, сфалеритом иногда с электрумом и гесситом. В аншлифе КБ-62 в пирите встречено включение электрума в гессите. Сростания с электрумом и гесситом халькопирита отмечается в зернах, имеющих кристаллический габитус. Обилие вростков галенита, реже, зерна пирита часто катаклазированы (обычно это более крупные выделения). По трещинам катаклаза

и в зернах в виде вростков отмечаются галенит, галенит + халькопирит, галенит + сфалерит, галенит + халькопирит + сфалерит (аншлиф КБ-75). Часто мелкие зерна (0,001-0,01 мм) как бы сцементированы халькопиритом (КБ-50). Пирит является одним из основных минералов-концентраторов золота. По результатам нейтронно-активационного анализа в монопробах установлены от 2,4 до 34,4 г/т золота (см. табл. 72).

**Халькопирит** в основном наблюдается в виде редкой неравномерной мелкозернистой вкрапленности в кварце. Частота встречаемости аншлифов с халькопиритом 39%. Большая часть халькопирита приурочена к карбонатным гнездам и микропрожилкам. Он отмечается в виде эмульсионной вкрапленности в сфалерите, а также в виде неравномерной вкрапленности мелких зерен (до 0,2 мм) в сростании с пиритом. При этом он выступает в качестве цементирующей массы для мелких зерен пирита. В карбонатных гнездах более мелкие выделения халькопирита (до 0,01 мм) отмечаются в сростании с галенитом и блеклой рудой. Халькопирит, галенит и сфалерит часто образуют мелкие зерна (до 0,5 мм), находящиеся в тесном сростании. Более крупные выделения халькопирита локализуются в вытянутых зонах, образуя халькопиритовые прожилки. В кварце и карбонате халькопирит видны лапчатые выделения и просечки.

Халькопирит встречается в следующих микроассоциациях: 1) халькопирит+пирит+золото (см. рис. 81); 2) халькопирит+галенит+сфалерит; 3) халькопирит+блеклая руда+золото; 4) халькопирит+мышьяк самородный. Халькопирит – один из основных минералов-концентраторов золота. Содержание его варьирует от 0,7 до 8,6 г/т. Отмечаются примеси мышьяка (0,19%) и сурьмы (0,16%).

**Блеклая руда** не имеет такого широкого распространения как предыдущие минералы. Она встречена в 4% исследованных аншлифов в ассоциации с полиметаллической и золото-серебряной минерализацией, занимая среди них промежуточное возрастное положение. Блеклая руда представлена теннантитом (с повышенным содержанием мышьяка), тетраэдритом (с повышенным содержанием сурьмы) и серебро-содержащей разновидностью – фрейбергитом. Размеры включений обычно не превышают сотых долей миллиметра. Блеклые руды образуют ассоциации с галенитом, сфалеритом, халькопиритом, а также с самородным мышьяком.

**Полибазит** относится к редким минералам участка Катта-Баг. Встречается в единичных случаях, в основном, во втором и третьем ПТР. Он характерен для золото-серебряной стадии и отмечен в ассоциации с минералами этой стадии: галенитом, сфалеритом, халькопиритом, блеклыми рудами, минералами серебра, образующими взаимные прорастания.

**Гессит** также относится к редким минералам участка Катта-Баг. Он встречен в 6% исследованных аншлифов. Наблюдается в ассоциациях с пиритом, галенитом, халькопиритом, самородным серебром. Часто образует сростки с пиритом и халькопиритом, реже, с электрумом. Размеры выделений не превышают тысячных долей миллиметра. В анализе гессита, кроме основного минерала, отмечаются примеси сопутствующего галенита.

**Арсенопирит** встречается в окремненных карбонатных породах (линзовидных останцах) среди вулканогенных пород, в единичных случаях (1% исследованных аншлифов). Минерал сформирован в раннесульфидную стадию. Ассоциирует с пиротином, пиритом. Размеры зерен сотые, реже, десятые доли миллиметра. Видимой связи арсенопирита с золотой минерализацией не установлено. Этот минерал не типичный для участка Катта-Баг.

**Пирротин** развит в тех же позициях, что и арсенопирит. Частота встречаемости минерала составляет 2% исследованных аншлифов. Он также ассоциирует с пиритом, арсенопиритом и, реже, с халькопиритом. Также относится к минералам раннесульфидной стадии и не является минералом-спутником золотой минерализации. Пирротин и арсенопирит – минералы раннесульфидной стадии, которая не продуктивна на

месторождении. Основные продуктивные – минеральные ассоциации золото-серебряной стадии. Об этом более детально будет изложено ниже.

Магнетит встречается в основном в метасоматически измененных породах, относится к минералам ранней оксидной стадии. В изученных аншлифах его 4% – единичные включения. Последние обычно имеют ксеноморфные очертания. Размеры зерен – десятые доли миллиметра. Ассоциирует с пиритом, реже, халькопиритом.

Кроме первичных минералов, на участке широко проявлены гидрооксиды железа в виде гётита-гидрогётита, сформированные в зоне гипергенеза и в зонах разломов. Они обычно развиваются по железосодержащим минералам, в т. ч. и по породообразующим минералам. Имеют полосчатую, зональную, ажурную текстуру. В центральной части зерен иногда отмечаются реликты первичных минералов в виде пирита. В гётит-гидрогётитовой массе иногда встречаются единичные точечные включения самородного золота.

Из нерудных на участке Катта-Баг установлены следующие основные минералы: кварц, доломит, кальцит, анкерит, барит, серицит, полевой шпат.

Кварц является одним из важнейших нерудных минералов. С ним связана золотая минерализация. Гидротермальные рудонесущие растворы имеют существенно силикатный состав. В результате взаимодействия гидротермальных растворов и вулканогенных вмещающих пород происходит окварцевание последних и осаждение рудных минералов, в т. ч. золота. При этом важную роль играют карбонатные породы, в составе вулканогенных пород в виде тектонических пластин, блоков, галек в базальных конгломератах, в основаниях свит и др. (см. рис. 88). По данным нейтронно-активационного анализа в монопробах кварца установлено от 0,2 до 2,4 г/т золота (см. табл. 72).

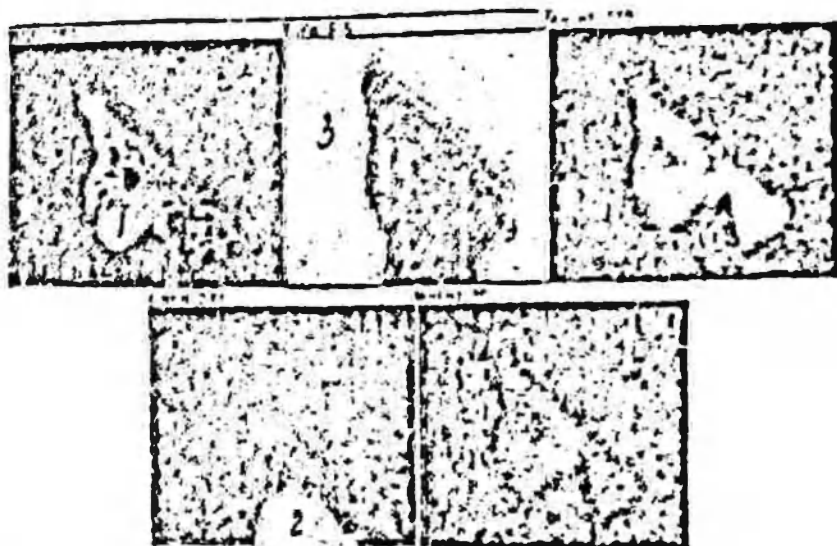


Рис. 88. Сравнение спектра с кальцитом в кварце. Растровые спектры в ХРИ. 1 – кварц, 2 – кальцит, 3 – кварц. Аншлиф КБ-49, увел. 2500х.

Кварц на участке развит в виде трех генераций: 1) дорудный метасоматический; 2) сырудный; 3) пострудный. Кварц I встречается в вулканогенных породах, образует метасоматические зоны. Обычно имеет тонко-мелкозернистую структуру. Ассоциирует с хлоритом, серицитом, калиевым полевым шпатом и ранним пиритом. Кварц II массивной, пятнистой, брекчиевидной, реже, колломорфной текстуры, мелко-среднезернистой структуры. Включает примеси сульфидной минерализации, является основной рудовмещающей средой. Кварц III гребенчатой, шестоватой, крустификационной текстуры, нередко ассоциирует с карбонатами. Наличие кварца

в различных типах руд подтверждено результатами фазового рентгеноструктурного анализа.

Карбонаты представлены в основном доломитом, кальцитом, анкеритом в различных природных типах, что подтверждено результатами минералого-петрографических исследований и фазового рентгеноструктурного анализа. Карбонаты, чаще всего доломит, играют важную роль в локализации золотой минерализации. Кроме доломита, на участке встречаются кальцит и анкерит. Свойства указанных карбонатов – обычные для этих минералов. Они имеют важное поисковое значение для золотого оруденения, точнее, степень их окремнения или окварцевания. Слабо окварцованные карбонаты, когда различимы их характерные свойства (твердость, структурно-текстурные особенности, реакция с кислотами и т. д.), как правило, имеют низкие содержания золота (не более десятых долей г/т) или не содержат его совсем. По данным нейтронно-активационного анализа, в монопробах кальцита установлено от 0,3 до 0,8 г/т золота (см. табл. 72).

Интенсивно окремненные карбонаты до кварцитовидного состояния с сульфидной минерализацией являются золотоносными (от первых до десятков г/т).

Барит — характерный минерал для месторождения Кайрагач. На участке Катта-Баг он не так широко распространен как на центральном участке Кайрагач. Это один из поздних минералов в процессе гипогенного минералообразования. Имеет обычные для минерала свойства: белый, розоватый цвет, повышенную плотность, характерные пластинчатые формы зерен. Барит — концентратор золота. По данным нейтронно-активационного анализа, в монопробах его от 0,2 до 1 г/т золота (см. табл. 72).

### Чадакское рудное поле, участок Мазар

Участок Мазар расположен в Чадакском рудном районе. При изучении вещественного состава руд, вмещающих пород участка Мазар использовались материалы, собранные по скважинам, штольне.

Рудовмещающими породами являются вулканы андезит-дацитового состава, измененные в процессе пропилитизации. Отмечаются как более высокотемпературные фации — альбит-эпидот-хлоритовые, так и более низкотемпературные — серицит-кварцевые, карбонат-кварцевые, полевошпат-карбонат-кварцевые (по Лазаревичу. Геол. словарь, 1978, с. 149). Минералы, слагающие породы, подвержены изменениям. Так, плагиоклаз сосюритизирован, серицитизирован, иногда практически полностью, роговая обманка отмечается спорадически, большая часть ее превращена в смесь хлорита, эпидота, карбоната. Вулканическое стекло отсутствует, а основная масса представлена полевыми шпатами с примесью хлорита, эпидота, кварца. По трещинам, межзерновым пространствам развиты кварц, хлорит с включениями барита. Более поздние карбонат-сульфидные прожилки выполняют трещины, зоны брекчирования. Первичные текстуры сохранены локально — это порфиоровые выделения полевого шпата, интенсивно преобразованного в тонкокристаллическом агрегате, полевошпат-кварц-хлорит-карбонатного, иногда с эпидотом, состава.

По содержанию оксидов состав пропилитов отличается от состава андезитов и дацитов (Геол. словарь, 1978). Так, содержание  $\text{SiO}_2$  выше нормы, а остальных оксидов — меньше, и в отличие от андезитов, где  $\text{Na}_2\text{O} > \text{K}_2\text{O}$ , в метасоматитах участка Мазар отмечается обратное соотношение. Сумма щелочей < 5-5,5%. Породы разбиты трещинами, участками брекчированы. Текстура массивная, структура неравнозернистая, порфиоровая.

Жильная минерализация представлена кварцевыми жилами с самородным золотом. Мощность жил от 10 до 20 см. В метасоматитах карбонат-кварцевого состава — штокерковое микрокварцевание. Более поздние карбонат-сульфидные жилы отмечаются локально, в метасоматитах, иногда совмещенных с золото-кварцевой минерализацией. В сульфидах повышенные содержания серебра, тогда как золото в них не превышает десятых г/т.

Сочетание метасоматитов с жильными образованиями приводит к повышению содержания в них золота и серебра.

На участке выделены 3 ПТР: 1) золото-кварцевый жильный с самородным золотом, 2) метасоматиты ортоклаз-карбонат-кварцевые, отнесенные к золотому типу руд и 3) карбонат-кварцевые метасоматиты с полисульфидной серебросодержащей минерализацией.

Первый ПТР — золото-кварцево-жильный, развит неравномерно. Представлен жилами кварца различной мощности (до 30-40 см), с наличием обломков вмещающих пород, интенсивно измененных. Количество обломков варьирует в широких пределах — от 5 до 25-30%. В составе обломков серицит, хлорит, полевой шпат, эпидот. В кварце по трещинам развит карбонат, включения пирита, халькопирита. Редко отмечается самородное золото, приуроченное к трещинам, контактам минералов.

Химический состав I ПТР представлен, %:  $\text{SiO}_2$  — 85,7-90,3;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 1,85-3,5;  $\text{FeO}$  — 0,29-1,15;  $\text{TiO}_2$  — 0,07-1,5;  $\text{MnO}$  — 0,05-0,07;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 2,8-5,0;  $\text{CaO}$  — 1,96-3,08;  $\text{MgO}$  — 0-0,4;  $\text{K}_2\text{O}$  — 1,02-1,39;  $\text{Na}_2\text{O}$  — 0,25-0,5;  $\text{S}_{\text{общ}}$  — 0,21-1;  $\text{CO}_2$  — 0,22-0,44. При пересчете анализов на минеральные компоненты с учетом данных микроскопии получим, %: кварц — 69,5-83,0; альбит — 2-4; ортоклаз — 6-8,3; хлорит — до 4,5; эпидот — 6-11,5; карбонат — 0,5-1; пирит — 0,4-1,6; рутил — 0,1; лимонит — 1,5.

Содержание золота в метаэффузивах, входящих в обломочную составляющую, 0-0,6 г/т, а серебра не превышает 7,5 г/т. В I ПТР содержание золота 0,57-16,3 (ср. 5,19 г/т), а серебра 0,3-30,9 (ср. 12,1 г/т) (табл. 73).

Содержание Au и Ag в I, II, III природных типах руд участка Мазар (шт. 58) Таблица 73

ПТР	Характеристика ПТР	Номер пробы	Содержание, г/т		Место взятия
			Au	Ag	
I (Au)	Кварцево-жильный с самородным золотом. Кварц содержит обломки измененных метасоматитов, текстура брекчиевидная	Мз-1	3,17	1,2	Шт. 58
		Мз-2	0,57	0,3	Шт. 58
		Мз-5	16,3	16,2	Рассечка 3-14; инт. 5,5 м
		Мз-29	0,74	30,9	Рассечка 1-1; инт. 5 м
II (Au)	Метасоматит карбонат-кварцевый по метаэффузивам. Отмечается самородное золото в кварце, на контакте кварца и ортоклаза	Мз-32	13,8	28,7	Рассечка 1-2; инт. 9,8 м
		Мз-34	0,3	3,2	Рассечка 1-3; инт. 7,5 м
		Мз-35	2,6	8,1	Рассечка 1-4; инт. 8,7 м
		Мз-37	1,15	4,5	Рассечка 1-6; инт. 2,6 м
		Мз-38	0,23	5,6	Рассечка 1-7; инт. 0,2 м
		Мз-39	1,25	62	Рассечка 1-7; инт. 11 м
III (Ag)	Метасоматит карбонат-кварцевый с реликтами эпидотизированных эффузивов. Содержит прожилки карбоната с пиритом, халькопиритом, висмутином. Повышенное содержание серебра	Мз-49	0,02	61,25	Штр. 8, рассечка -4; сев. ст., инт. 4 м
		Мз-50	0,245	93,75	Штр. 8, рассечка -3; сев. ст., инт. 1,2 м
		Мз-52	0,01	42,4	Штр. 8, рассечка -1; сев. ст., инт. 0-5 м
		Мз-54	0,285	25,15	Штр. 8, вост. ст., инт. 0-10 м
		Мз-56	0,35	170,75	Штр. 8, вост. ст., инт. 2-3 м
		Мз-57	0,18	23,5	Штр. 8, вост. ст., инт. 7-8 м
		Мз-58	0,1	30,5	Штр. 8, вост. ст., кровля, инт. 2-3 м

Основными элементами, определяющими золото и серебросодержащие ассоциации, являются, %: Cu – 0,003-0,004, Pb – до 0,01, As – 0,01, Zn – до 0,008. Отмечаются Ni – 0,001-0,01, Mn – 0,008-0,04.

II ПТР широко развит на участке Мазар. Руды представлены ортоклаз-карбонат-кварцевыми и ортоклаз-кварц-карбонатными метасоматитами с наложенной прожилковой кварцевой с золотом минерализацией. Текстура руд массивная, брекчиевидная, метасоматически-прожилковая. Структура разномзернистая, порфиоровая. По трещинам, зонам брекчирования локально развит, наряду с жильным кварцем, карбонат с полисульфидами и серебросодержащими минералами. Состав ПТР, %: SiO<sub>2</sub> – 19,4-85,2; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 1,5-7,05; FeO – 0,65-3,38; TiO<sub>2</sub> – 0,05-0,08; MnO – 0,15-0,94; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 0,6-4,0; CaO – 7-40,9; MgO – 0-4,1; K<sub>2</sub>O – 0,21-1,62; Na<sub>2</sub>O – 0,04-0,06; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,02-0,07; S<sub>общ.</sub> – 0,2-0,89; CO<sub>2</sub> – 3,85-30,15.

Минеральный состав варьирует, %: кварц – 10,2-50,0; карбонат – 12,5-69,0; ортоклаз – 1,3-9,8. Остальные минералы встречаются спорадически.

Содержание золота во II ПТР 0,23-13,8 (ср. 3,21 г/т), серебра 3,2-62,0 (ср. 18,6 г/т) (см. табл. 73).

В руде установлены следующие основные элементы, %: Cu – 0,001-1; Pb – до 0,01; Bi – 0,002; As – 0,01-0,03; Zn – 0,006; Mn – 0,08-0,08.

III ПТР. К этому ПТР отнесены карбонат-кварцевые (без полевых шпатов) метасоматиты с жильно-прожилковой карбонат-сульфидной минерализацией. Именно она определяет повышенные содержания в руде серебра. III ПТР отнесен к серебросодержащим. Текстура руд массивная, брекчиевидная, прожилковая, гнездовая, участками колчеданная. Структура неравнозернистая, иногда порфиоровидная.

Химический состав руды, %: SiO<sub>2</sub> – 66,0; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 5,5; FeO – 4,1; MnO – 0,81; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 3,8; CaO – 12,0; MgO – 2,4; K<sub>2</sub>O – 0,25; Na<sub>2</sub>O – 0,0; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,14; S<sub>общ.</sub> – 0,57; CO<sub>2</sub> – 6,6.

Минеральный состав, %: кварц – 59,5; карбонат – 15,0; эпидот – 15,0; хлорит – 7,0; серицит – 1,5; ортоклаз – 0,5; пирит – 1,0.

Максимальное содержание серебра отмечается в пирите с включениями серебросодержащих сульфосолей. Количество серебра в пирите 55-229 г/т.

Содержание элементов варьирует, %: Cu – 0,002-1; Pb – 0,006-0,1; Bi – <0,001-0,2; As – 0,06-0,3; Zn – 0,008-1; Mn – 0,02-0,4.  
 Таким образом, в пределах участка выявлены различные типы метасоматитов, из которых ортоклаз-карбонат-кварцевый и карбонат-кварцевый вмещают золотое оруденение и являются ПТР. Кроме того, золотосодержащим типом руд являются и кварцевые жилы с самородным золотом. Наложение (совмещение) жильных и метасоматических образований приводит к повышению содержания полезных компонентов.

### Минеральный состав руд участка Мазар

При изучении вещественного состава минеральных образований (минераграфические, локальные рентгеноспектральные на микроанализаторе Superprobe JXA-8800 R, минералогические по пробам-протоколкам исследования) выявлено около 30 минералов (табл. 74). Описание минерального состава приводится в краткой форме в соответствии с классификацией А.Г.Бетехтина (1950).

Таблица 74

Минеральный состав рудных зон участка Мазар

Распространенность	Минералы		
	нерудные	рудные	окисленные
Главные (постоянно присутствующие в рудах)	Кварц	Золото самородное	Лимонит
	Альбит	Ag содержащая блеклая руда (фрейбергит)	Коваллин
	Ортоклаз	Пирит	
	Серицит	Халькопирит	
	Хлорит	Висмутин	
	Эпидот		
Второстепенные	Карбонат (кальцит Fe-Mg содержащий)		
	Амфибол (роговая обманка)	Галенит	Магнетит
	Тремолит	Сфалерит	Гематит
Редкие	Серпентин		
	Барит		
	Алатит		
	Биотит		
	Пироксен		

Самородное золото отмечается редко в I и II ПТР. Приурочено к контактам зерен кварца, полевого шпата, трещинам в минералах. Размер 0,01 мм и меньше. Наблюдается срастание с серебросодержащей блеклой рудой (II ПТР) аншл. Мз-39). В самородном золоте, по данным рентгеноспектрального локального анализа, установлено 43,75-56,28% золота и 55-44,79% серебра (табл. 75). Форма золота определяется конфигурацией трещин, пустот. Цвет светло-желтый.

Пирит. Наиболее широко распространенный минерал метасоматитов и ПТР. Выделено несколько его генераций. Пирит 1 метасоматический. Отмечается в зонах окварцевания метаэффузивов (пр. Мз-45). Форма выделения – кубические кристаллы, размер до 0,05-1 мм. Количество 0,9-8%. Повышенные содержания (до 15%) отмечены в виде гнездовых скоплений в участках окварцевания.

Висмутин. Наиболее широко распространенный минерал метасоматитов и ПТР. Выделено несколько его генераций. Висмутин 1 метасоматический. Отмечается в зонах окварцевания метаэффузивов (пр. Мз-45). Форма выделения – кубические кристаллы, размер до 0,05-1 мм. Количество 0,9-8%. Повышенные содержания (до 15%) отмечены в виде гнездовых скоплений в участках окварцевания.

Таблица 75

Результаты рентгеноспектрального локального анализа (г/т) самородного золота, халькопирита и висмутина участка Мазар

Номер вы шлифа	Минерал	Au	Ag	Si	Fe	Cu	As	Sb	O	Ca	Bi	S
Мз-39	Золото самородное	43,75	55									
		56,28	44,79									
	Соединения Ag (в сростках с Au)		25,72	2,86	9,72		7,32	9,41	22,98			
			32,78	3,28	6,39		7,73	10,98	21,31			
Мз-34*	Халькопирит (из II ПТР)				29,52	33,11				0,21		36,23
					28,87	35,2				0,81		36,03
	Висмутин (из II ПТР, в срастании с халькопиритом)				1,96	1,58				-	78,03	19,49
					0,99	1,14				0,24	78,75	19,81

ния. Содержание золота 0,57 г/т, серебра 14,05 г/т. В составе элементов-примесей, %: Ni – 0,00п, Co – 0,006-0,3; Ti – 0,003-0,04; Cu – 0,002-0,06; Pb – 0,003-0,06; Ag – <0,001-0,002; Bi – <0,001-0,02; As – 0,02-0,1; Zn – 0,006-0,06; Ba – 0,04.

В I ПТР в кварцевых жилах количество пирита <0,1% (Мз-2). Отмечен в виде единичных зерен неправильной формы, мелких гнездовых скопления по трещинам. Во II ПТР количество пирита колеблется от 0,1 до 3%, прожилки, гнездовые скопления в участках измененных обломков эффузивов.

Основная масса пирита связана с III ПТР (2-я генерация). Пирит образует крупнокристаллические скопления, кристаллы кубического габитуса, иногда колчеданные скопления. Ассоциирует в карбонатных жилах с халькопиритом, висмутином, сфалеритом, галенитом, блеклой рудой. Содержит микроворонки серебросодержащей блеклой руды. Содержание золота в пирите 0,02-0,93 г/т. Количество пирита варьирует от 2% во вкрапленных, до 48% в колчеданных рудах. В состав примеси входят Cu, Pb, Ag, Bi, As, Zn и др.

**Халькопирит** – широко распространенный минерал метасоматитов, руд участка Мазар. Отмечен в виде спорадической вкрапленности в метасоматитах по андезит-дацитам, где ассоциирует с пиритом, карбонатом. Основная масса халькопирита – в карбонатных жилах и в III ПТР, где также приурочена к карбонатным жилам, линзам, прожилкам. Форма выделений гнездово-вкрапленная, размер до 2-5 мм. Халькопирит совместно с пиритом образует участки колчеданных руд в III ПТР.

Количество халькопирита в колчеданных скоплениях 13%. Халькопирит ассоциирует с висмутином, который образует в нем включения, иногда развит в виде каемок, со сфалеритом. В халькопирите развиты включения блеклой руды, галенита, а сам он в виде редкой эмульсионной вкрапленности отмечается в сфалерите.

Содержание золота в халькопирите из III ПТР – 0,02 г/т, серебра 60,73 г/т, а из жилы кальцита – 0,02-0,31 г/т. В халькопирите из жилы карбоната отсутствуют примеси Pb, Ag, Bi, As (Мз-58\*), тогда как в халькопирите из III ПТР эти примеси присутствуют (Мз-50\*).

**Сфалерит** часто встречается в карбонат-сульфидных жилах, ассоциирует с пиритом, халькопиритом, сростается с галенитом и блеклой рудой. Содержит (локально) включения халькопирита. Форма выделений ксеноморфная, внутренние рефлексы светлые (клеюфан), размер выделений до 0,1-0,3 мм, часто меньше. Содержание золота 0,025 г/т, серебра 14,23 г/т.

**Галенит** отмечается в карбонатных гнездах в III ПТР, в карбонатных жилах с сульфидами Cu, Fe, Zn. Размер выделений 0,01-0,05 мм, форма ксеноморфная. Отмечаются сростки с блеклой рудой, сфалеритом, халькопиритом.

**Блеклая руда** встречается в виде единичных включений в участках карбонатных жил, содержащих сульфиды, и в II ПТР (Мз-39). Блеклая руда сростается с самородным золотом и галенитом. Состав определен рентгеноспектральным локальным анализом на микроанализаторе Superprobb JXA-8800R (окисленная блеклая руда): Ag – 25,72-32,78%, As – 7,32-7,73%, Sb – 9,41-10,98%, Si – 2,86-3,28% (см. табл. 75).

**Гематит** часто встречается в участках карбонатизации. Образует лучистые, розетковидные агрегаты. Размер кристаллов до 1-3 мм. Содержание золота в карбонате, содержащем обильную вкрапленность гематита, 0,175 г/т, серебра 1,49 г/т (Мз-58\*). Элементы примеси практически отсутствуют. Cu – 0,08%.

**Кварц** – наиболее широко развитый минерал участка Мазар. Отмечено несколько его генераций. Кварц 1 образует листовиты (карбонат-кварцевые метасоматиты). Он мелкозернистый, часто опаловидный, сливной. Мелкозернистый отличается облачным погасанием зерен. Ассоциирует с минералами измененных эффузивов, содержит включения полевого шпата, карбоната, элидота, сечется хлоритовыми прожилками. Содержание золота 0,05-0,17 г/т, серебра 1,59-3,65 г/т. Кварц 2 основной золотосодержащий минерал. Слагает I и II ПТР. Кварц жильный, прожилковый. Во II ПТР кварц 2 развит в виде сети прожилков, как бы цементирующих части брекчированных, трещиноватых метасоматитов. В кварце постоянно отмечаются включения калиевого полевого шпата, карбоната, пирита. Содержание золота до 16,3 г/т, серебра до 30,9 г/т. Элементы, содержащиеся в кварце: Pb, Zn, реже, As. В виде реликтов кварц 2 отмечается в карбонат-сульфидных жилах. Цвет серовато-белый. Под микроскопом наблюдается облачное погасание. Форма зерен шестоватая, реже, полигональная.

Карбонаты – широко распространенные минералы метасоматитов и ПТР. Карбонат 1 слагает зоны карбонат-кварцевых метасоматитов, полевошпат-карбонат-кварцевых метасоматитов. Это мелкозернистый, серовато-белый карбонат с включениями обломков измененных пород. Содержание, %: Mg – от 5,1 до 8,76; Mn – от 0,7 до 3,92; Fe – от 7,48 до 13,82 (табл. 76). Аналогичный состав карбоната и в хлоритовых прожилках (см. табл. 76). Часто в карбонате отмечаются гематит, иногда тонкораспыленный. Карбонат 2 (кальцит) слагает жилы, прожилки содержащие Cu-Bi-Ag минерализации. Кальцит белый, в жилах крупнокристаллический. Содержит включения пирита, халькопирита, сфалерита, висмутина, гематита, серебро-содержащей блеклой руды (фрейбергита). Является главным минералом, сопутствующим серебросодержащей ассоциации.

Результаты рентгеноспектрального локального анализа (%) карбонатов участка Мазар Таблица 76

Номер вышлифа	Минерал	Ca	Mg	Fe	Mn	O	Si	CaO	MgO	MnO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>
Мз-34*	Карбонат из метасоматита (II ПТР)	19,89	4,87	10,84	3,95	18,95	-	27,84	8,07	5,10	15,5	
		20,07	4,68	11,54	3,13	18,95	-	28,08	7,72	4,04	18,5	
		20,12	8,03	7,78	1,9	17,2	-	28,15	13,31	2,46	11,1	
		20,08	8,15	7,48	1,94	17,16	-	28,09	13,52	2,51	10,69	
	Прожилки кальцита с Cu-Bi-Ag минерализацией	36,87	-	1,04	1,49	15,6	-	51,59	-	1,93	1,49	
		35,83	-	0,94	1,68	15,19	-	50,13	-	2,15	1,34	
Мз-34*	Карбонат из метасоматита (II ПТР)	20,27	8,76	7,65	0,72	17,34	-	28,36	14,52	1,07	10,94	
		20,27	8,48	7,96	0,84	17,44	-	28,36	14,07	0,84	7,26	
		20,06	6,74	8,55	2,42	17,44	-	28,06	11,18	3,13	14,28	
		19,6	6,61	9,53	2,46	18,99	-	27,42	10,97	3,18	13,62	
		19,68	5,95	13,06	1,07	17,7	-	27,53	9,87	1,39	16,87	
		19,48	5,1	13,82	1,71	17,57	-	27,28	8,46	2,2	19,78	
Мз-34*	Карбонат из хлоритового прожилка (II ПТР)	20,76	3,98	13,01	1,85	15,18	-	29,07	6,6	2,39	16,73	
		20,53	4,03	13,07	1,94	15,15	-	28,72	6,88	2,51	16,81	
Мз-39	Кальцит жильный с пиритом, халькопиритом, золотом (II ПТР)	39,43	-	-	1,28	16,11	-	55,17	-	1,65	-	-
		39,81	-	-	0,15	15,99	0,12	55,42	-	0,20	-	0,25
Мз-18*	Кальцит из хлорит-эпидот-полевошпат-кварцевого эффузива с Cu-Bi минерализацией	37,58	-	1,71	0,95	18,02	-	52,59		1,23	2,45	

Полевые шпаты (плагиоклазы) отмечаются постоянно в виде порфирировых включений в основной массе метаэффузивов. Полевые шпаты практически все изменены – сосюритизированы. Кроме того, отмечается альбит с полисинтетическими двойниками среди основной массы. Количество альбита в I ПТР до 4%, во II ПТР 0,3-0,5%, в III ПТР отсутствует.

Кроме того в метасоматитах постоянно отмечается калиевый полевой шпат (1,5-12%). Он встречается и в ПТР, где приурочен к обломкам пород, трещинам, зонам дробления. Определен микроскопически.

Эпидот – широко развитый минерал метаэффузивов по андезидацитам. Количество эпидота варьирует в широких пределах: в измененных эффузивах – от единиц до 13,6%, в I ПТР – 6-11,5%, во II ПТР – 10%, в III ПТР – до 15%. В I, II, III ПТР эпидот приурочен к обломкам эффузивов.



мм. Зерна эпидота образуют скопления в основной массе метапород. Ассоциирует с хлоритом, содержит включения карбоната. Оптические характеристики стандартны. Эпидот является составляющей частью сосюрита – продукта изменения плагиоклаза и, по-видимому, часть эпидота образована за счет роговой обманки. Единичные зерна роговой обманки отмечаются среди массы эпидота.

**Хлорит** развит постоянно в измененных эффузивах (хлорит 1) и в виде прожилков во II ПТР (хлорит 2). Хлорит 1 ассоциирует с эпидотом, карбонатом. Развит в виде мелко-чешуйчатых агрегатов, часто, розетковидных. Окраска неравномерная – участки буроватого цвета. Возможно, хлорит развит по биотиту. В хлорите отмечаются включения рудных минералов, рутила. Состав хлорита определен на микроанализаторе JXA-8800R, относится к высокожелезистой разновидности с содержанием Fe 20,87-30,52%, количество Mg варьирует от 2,71 до 9,24%.

**Хлорит 2** прожилковый. Мощность прожилков 0,3-0,5 мм. Содержит включения карбоната, барита. Состав определен на микроанализаторе JXA-8800R, %: Fe – 31,14-30,72; Mg – 2,37-2,48; Al – 9,75-9,7; Si – 10,96-10,8.

**Биотит** отмечается в виде реликтов среди скопления хлорита 1. Количество биотита единичные зерна. Состав определен на микроанализаторе JXA-8800R, %: Fe – 8,01-6,98; Al – 14,16-14,51; Si – 22,27-22,39; K – 9,06-8,93. По-видимому, весь биотит эффузивов замещен хлоритом.

**Серицит** – широко развитый минерал метасоматитов. Количество варьирует от единиц до 25%. В I, II, III ПТР практически отсутствует. Развит по полевым шпатам, иногда полностью замещая их. Ассоциирует с эпидотом, карбонатом.

**Тремолит** встречается в участках скопления эпидота в виде сноповидных скоплений игольчатых кристаллов. Количество <1%.

**Рутил** отмечается в метаэффузивах, в виде игольчатых кристаллов среди скоплений хлорита, эпидота.

**Апатит** развит в метаэффузивах в виде идиоморфных зерен размером 0,0п мм. Состав определен на микроанализаторе JXA-8800R. В нем повышенное содержание Yb (0,84%).

**Барит** – редкие зерна в хлоритовых прожилках, размер 0,03-0,06 мм. Состав определен на микроанализаторе JXA-8800R.

**Ковеллин** встречается локально в карбонатных жилах, где образует каймы вокруг зерен халькопирита.

**Лимонит** наблюдается в зонах трещиноватости, развит по железосодержащим минералам, часто по трещинам в карбонате, биотите. Отмечается в виде каемок вокруг зерен пирита.

Таким образом, в заключение можно сделать следующие выводы:

1. Рудоовмещающими породами на участке Мазар являются вулканиты андезидацитового ряда, пропилитизированные и серицитизированные.
2. На участке распространены следующие ПТР: 1) золото-кварцевый жильный; 2) серебро-золотой в метасоматитах; 3) серебро-содержащий в карбонат-кварцевых метасоматитах. Серебро входит в состав серебросодержащих блеклых руд, пирита, халькопирита.
3. Золото является свободным в кварце и имеет низкую пробность.
4. В рудах установлены сопутствующие минералы: пирит, халькопирит, висмутин, галенит, сфалерит, Ag-блеклая руда (фрейбергит).

### Участок Акбулак

Рудоовмещающие породы – эффузивы андезидацитового ряда каменноугольного, пермского возраста. Эффузивные породы пропилитизированы и представляют метасоматиты полевошпат-кварц-хлорит-эпидотового состава. Состав пород меняется в широких пределах. Минералы изменены: полевошпат сосюритизирован и серицитизирован. Темноцветные минералы в андезитах практически отсутствуют, встречаются лишь реликты железистого амфибола, биотита среди агрегатов хлорит-эпидотового, реже, карбонат-эпидотового состава. Отмечаются менее железистые метасоматиты, в которых преобладают серицит, кварц, ортоклаз. Порода брекчирована, по трещинам развиты кварц с включениями пирита, халькопирита, самородного золота, кварц-гематитовые жилы и прожилки с золотом. Совмещение золото-содержащих ассоциаций с метасоматически измененными породами повышает содержание золота в последних.

На участке выделены два ПТР: 1) кварцевые метасоматиты с реликтами кварцевых прожилков – основной золотосодержащий; 2) гематит-кварцевые метасоматиты (жилы?) с самородным золотом в кварце (табл. 77).

Природные типы руд участка Акбулак

Таблица 77

ПТР	Текстура руд	Минеральный состав, %	Содержание, г/т		Содержание элементов, % (частота встречаемости, %)
			Au	Ag	
Кварцевый метасоматит с реликтами окварцованных прожилков. I ПТР. Состав, %: $SiO_2$ – 2,4-4,9; $FeO$ – 0,86-1,87; $TiO_2$ – 0,04-0,05; $MnO$ – 0,02-0,15; $Al_2O_3$ – 1,6-2,7; $CaO$ – 0,84-3,62; $MgO$ – 0-3,2; $K_2O$ – 0,22-1,81; $Na_2O$ – 0,02-0,18; $S_{обл}$ – 0,23-1,05; $CO_2$ – 0-1,1. В руде вкрапленности самородного золота, халькопирита, пирита, гематита	Массивная, брекчиевидная, вкрапленно-метасоматическая	Кварц – 71,7-90,6 Альбит – до 1,5 Ортоклаз – 3,0-10,0 Серицит – 1-2,0 Хлорит – до 10 Эпидот – 3,5-8,0 Карбонат – до 2,5 Гематит – 1,2-3,5 Пирит – 0,4-1,3 Халькопирит – ч. з. Самород. золото – ед. з. Рутил – ед.	0,18-13,7 4,23	0,1-32,9 11,0	Ni – 0,001-0,004 (60); V – <0,001 (11); 0,001-0,004 (32); Mo – <0,001 (22); 0,001 (11); W – 0,02 (11); Cr – 0,001-0,004 (88); Zr – 0,001 (44); Cu – 0,001-0,008 (100); Ag – <0,001(20); 0,001-0,004 (30); 0,01 (10); As – 0,01 (44); Zn – 0,006 (44) Ga – <0,001 (32); 0,001 (10); Be – <0,001 (87); 0,001 (100); Ba – 0,01 (42)
Кварц-гематитовый метасоматиты (жилы?) с реликтами пропилитов. II ПТР – золотосодержащий. Состав, %: $SiO_2$ – 53,2-66,8; $Fe_2O_3$ – 22-36,25; $FeO$ – 1,26-2,34; $TiO_2$ – 0,02-0,06; $MnO$ – 0,05-0,1; $Al_2O_3$ – 1,4-3,5; $CaO$ – 1,12-1,96; $MgO$ – 1,2-2,2; $K_2O$ – 0,18-0,6; $Na_2O$ – 0,03-0,04; $S_{обл}$ – 0,65-7,29; $CO_2$ – 0,22	Гнездовая, розетковидная, лучистая	Кварц – 71,7-90,6 Ортоклаз – 1-3,5 Хлорит – 3,5-6,5 Эпидот – 5-7 Карбонат – 0,5 Гематит – 17,4-26,2 Пирит – 1,2-12,0 Самород. золото – ед.	0,09-2,95 0,71	0-15,3 4,96	Ni – <0,001 (22); 0,001-0,006 (61); Co – 0,001 (22); V – <0,001 (20); 0,001 (8); W – 0,02-0,04 (46); Cr – 0,001-0,004 (86); Cu – 0,001-0,004 (92); 0,01 (8); Ag – <0,001(38); 0,001-0,002 (8); As – 0,008-0,01 (54); Zn – 0,006-0,008 (78); Ga – <0,001 (22); Be – <0,001 (14)

Первый ПТР представляет минеральные образования с массивной, брекчиевидной текстурой. Среди мелкокристаллического, часто сливного кварца отмечаются реликты окварцованных пропилитов, обломки хлорит-эпидотовых метасоматитов. В руде – включения сульфидов, лучистого гематита, самородного золота.

Состав руд отличен от состава измененных эффузивов и представлен (см. табл. 77).

В отличие от состава пород андезидацитового ряда, как пропилиты, так и кварцевые метасоматиты отличаются: а) преобладающим  $K_2O$  над  $Na_2O$  с одновременно пониженной суммой щелочей; б) повышенным содержанием  $SiO_2$  и пониженным  $Al_2O_3$ . В пропилитах повышенное содержание  $Fe_2O_3$  и  $FeO$ .

Вещественный состав I ПТР представлен, %: кварц – 71,7-90,6; альбит – до 1,5; серицит – до 2, хлорит – до 10; эпидот – 3,5-8; карбонат – до 2,5; гематит – 1,2-3,5; ортоклаз – до 10; пирит – 0,4-1,9.

Содержание золота в I ПТР 0,18-13,7 (ср. 4,23 г/т), серебра 0,1-31,9 (среднее 11,0 г/т). В пропилитах содержание золота не превышает 0,3-0,37 г/т, а серебра 2,3 г/т в среднем (табл. 73).

В минералах пропилитизированных пород содержание золота и серебра: в пирите – 0,06 г/т (проба А-8), в халькопирите – 0,16 г/т золота и 25 г/т серебра (обр. А-17). В окисленных скоплениях золото до 0,6 г/т (обр. А-13, А-18) (табл. 79).

Таблица 78

Содержание золота и серебра (г/т)  
в породах и рудах участка Акбулак, шт. 61

Порода	Номер пробы	Au	Ag	Место отбора проб
Метаэффузивы андезит дацитового состава	A-5	0,47	2,3	Рассечка 3; 1 м
	A-17	0,19	7	Рассечка 4; 4,5 м
	A-19	0,16	0,3	Рассечка 7; 2 м
	A-23	0,09	2,7	Рассечка 8; 0,5 м
	A-25	0,07	1,7	Рассечка 8; 2,0 м
	A-33	0,28	19,2	Рассечка 11; 2,5 м
	A-34	0,98	7,4	Рассечка 11; 3,2 м
	A-35	0,12	1,3	Рассечка 11; 5,8 м
Окварцованный метаэффузив	A-2	0,7	6,7	Рассечка 1; 5,3 м
	A-8	0,15	1,9	Рассечка 3; 6 м
	A-12	0,28	3,33	Рассечка 2; 9,0 м
	A-13	0,37	2,9	Рассечка 5; 0,8 м
	A-16	0,27	1,7	Рассечка 5; 18,5 м
	A-18	0,22	0,5	Рассечка 4; 9,2 м
	A-21	0,1	0,3	Рассечка 7; 2,5 м
	A-22	0,7	1,8	Рассечка 7; 5,2 м
Кварц метасоматический с реликтами эффузивов (I ПТР)	A-3	0,18	0,1	Рассечка 1; 6,6 м
	A-7	13,7	32,9	Рассечка 3; 3,9 м
	A-10	6,87	32,8	Рассечка 2; 8,2 м
	A-11	0,29	0,8	Рассечка 2; 5,3 м
	A-30	0,13	1,8	Рассечка 10; 12,3 м
	A-31	5,8	15,6	Рассечка 9; 0,8 м
	A-32	7,2	11,2	Рассечка 9; 1,3 м
	A-36	1,35	3,2	ТДН-1
A-37	0,68	1,8	ТДН-2	
Кварц-гематитовая жила	A-1	0,4	1,4	Рассечка 1; 3,4 м
	A-4	0,15	0	Рассечка 1; 10,5 м
	A-6	2,95	15,3	Рассечка 3; 2,4 м
	A-9	0,8	5	Рассечка 2; 0,8 м
	A-14	1,3	11,75	Рассечка 5; 5,2 м
	A-15	1,15	11,9	Рассечка 5; 7,0 м
	A-20	0,04	4	Рассечка 7; 2,5 м
	A-24	0,18	0,9	Рассечка 8; 1,1 м
	A-26	0,42	6,8	Рассечка 10; 1,4 м
	A-27	0,09	0,1	Рассечка 10; 5,5 м
A-28	0,1	0,2	Рассечка 10; 7,0 м	
A-29	0,2	2,2	Рассечка 10; 11 м	
A-38	1,28	5,1	ТДН-3	

Таблица 79

Содержание Au и Ag (г/т)  
в минералах участка Акбулак

Номер пробы	Минерал	Содержание	
		Au	Ag
A-8 <sup>1</sup>	Пирит из окварцованных эффузивов Вкрапленность, кубические кристаллы	0,08	Нет спр
A-6 <sup>1</sup>	Пирит из гематит-кварцевых пород	5,5	32
A-15 <sup>1</sup>	Пирит гнездово-вкрапленный среди обломков эффузивов II ПТР	0,78	9,5
A-17 <sup>1</sup>	Халькопирит из пропилитизированных эффузивов	0,18	25
A-8 <sup>2</sup>	Гематит розетковидный, из гематит- кварцевых жил (?) II ПТР	0,2	1,1
A-21 <sup>1</sup>		0,24	1
A-13 <sup>1</sup>	Охристые скопления желтого цвета из окварцованных пропилитов	0,08	Нет спр
A-18 <sup>1</sup>	Охристые скопления светло-желтого цвета из окварцованных пропилитов	0	Нет спр

Золото в I ПТР отмечается в свободной форме в кварце, на контакте зерен. Размер золотинок 0,006 мм (обр. А-7).

Из сопутствующих элементов отмечены, %: Ni – 0,001-0,004 (60% проб), V – <0,001-0,004 (42), Mo – <0,001-0,001 (33), W – 0,02 (11), Cr – 0,001-0,004 (88), Zr – <0,001 (44), Cu – 0,001-0,008, Ag – <0,001-0,01 (60), As – 0,01 (44), Zn – 0,006 (44), Ga – <0,001-0,001 (42), Be – <0,001 (97), Ba – 0,01 (42).

Второй ПТР отмечается часто в виде кварц-гематитовых жил. Макроскопически породы представляют агрегатные сростки кварца с реликтами пропилитизированных пород и скоплениями розетковидного, лучистого, «веерообразного» гематита – железной слюдки. Отмечается локальная вкрапленность пирита, редкие зерна халькопирита в участках контакта кварца с реликтами породы.

Химический состав II ПТР, %: SiO<sub>2</sub> – 53,2-66,8; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 22-36,25; FeO – 1,26-2,34; TiO<sub>2</sub> – 0,012-0,07; MnO – 0,05-0,1; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 1,4-3,5; CaO – 1,12-1,96;

MgO – 1,2-2,2; K<sub>2</sub>O – 0,18-0,6; Na<sub>2</sub>O – 0,03-0,04; S<sub>total</sub> – 0,6-7,29; CO<sub>2</sub> – 0-2,2.

В результате пересчета химического состава на минеральный получено, %: кварц – 48,3-62,3; хлорит – 3,5-6,5; эпидот – 5-7; карбонат – до 0,5; гематит – 17,4-26,2; пирит – 1,2-12,0; ортоклаз – 1-3,5.

Содержание, г/т: золота – 0,09-2,95 (ср. 0,71); серебра – 0-15,3 (ср. 4,96) (см. табл. 77). Содержание золота в пирите из II ПТР 5,5-0,78 г/т; серебра 32-9,5 г/т; в розетковидном гематите 0,2-0,24 г/т, серебра 1-1,1 г/т (см. табл. 79).

Сопутствующие элементы, %: Ni – <0,001-0,006 (81% проб), Co – 0,001 (22), V – <0,001-0,001 (28), W – 0,02-0,04 (46), Cr – 0,001-0,004 (86), Cu – 0,001-0,004 (92), Ag – <0,001-0,002 (46), As – 0,008-0,01 (54), Zn – 0,006-0,008 (78), Ga – <0,001 (22), Be – <0,001 (14).

Минеральный состав руд участка Акбулак

В результате минералогических исследований руд в горных выработках участка Акбулак установлено около 25-ти основных минералов (табл. 80). Это не полный список минералов. Ниже приводится описание наиболее интересных.

Таблица 80

Вещественный состав пород и руд участка Акбулак

Распространенность минералов	Нерудные	Рудные	Окисленные
Главные	Кварц Ортоклаз Альбит Карбонат Эпидот Хлорит	Золото самородное Гематит Пирит	Лимонит
Второстепенные	Биотит Роговая обманка Тремолит Рутил Биотит	Халькопирит	Скородит Ковеллин Лейкоксен
Редкие	Апатит Циркон	Сфалерит Висмутин Блеклая руда Галенит	

Самородное золото встречается редко в I ПТР – кварцевых метасоматитах по эффузивным породам (пробы А-7, 10, 32). Приурочено к зонам трещиноватости в кварце. Размер золотин 0,001-0,006 мм. Форма изометричная, цвет светло-желтый, края неровные.

**Пирит** – довольно широко распространенный минерал пропилитизированных эффузивов, метасоматитов кварцевого и гематит-кварцевого составов (I и II ПТР). Содержание пирита в пропилитах 1,4-3,0%. Форма прожилковая, размер до 1-1,5 мм. Содержание золота 0,06 г/т. В I ПТР отмечены единичные кристаллы пирита, приуроченные к обломкам эффузивов, либо к контактам кварца и эффузивных обломков. Размер – 0,5 мм. Форма ксеноморфная, кубическая. Содержание пирита 0,4-1,9%. В II ПТР встречаются гнездовые скопления пирита размером до 5 мм, единичные кристаллы размером до 1 мм. Часто пирит сростается с галенитом, халькопиритом. Содержание пирита 1,2-12,0%. Содержание золота в пирите 0,78-5,5 г/т, серебра 9,5-32,0 г/т (см. табл. 79).

**Халькопирит** отмечается спорадически как в пропилитах, где он приурочен к скоплениям карбоната, так и во II ПТР, реже, в I ПТР, где он ассоциирует с пиритом, гематитом. Размер выделений 0,003-0,5 мм. Форма неправильная. Присутствуют скопления сфалерита, реже, блеклой руды, висмутина. Содержание золота в халькопирите из II ПТР 0,16 г/т (см. табл. 79).

**Висмутин** встречается крайне редко, в пропилитизированных эффузивах, среди скоплений поздних карбонатных прожилков. Размер выделений 0,003-0,01 мм. Форма игольчатая с соотношением ширины и длины (1:7; 1:5). Ассоциирует с халькопиритом.

**Блеклая руда (?)**. Развита единичные зерна размером до 0,001-0,003 мм в пирите, реже, халькопирите. Возможно, является серебросодержащей (по аналогии с Мазаром). Встречается в пропилитах (проба А-5).

**Сфалерит**. Единичные зерна размером 0,003-0,005 мм в I и II ПТР. Приурочен к карбонатным скоплениям, где ассоциирует с халькопиритом.

**Галенит** – единичные зерна в сростании со сфалеритом. Размер 0,001-0,005 мм (проба А-33).

**Гематит** – широко распространенный минерал участка Акбулак. Образует совместно с кварцем II ПТР, с которым связана золотая минерализация. Отмечается повсеместно, в пропилитах (6-12,8%), в I ПТР (1,2-3,5%) и во II ПТР (17,4-26,2%). Форма выделений – удлиненные, игольчатые кристаллы, собранные в веерообразные или розетковидные скопления, часто отмечаются сплошные скопления лучистых кристаллов. Содержание золота 0,2-0,24%, серебра 1-1,1% (см. табл. 79). Отмечены сростания гематита с пиритом. В пропилитах гематит приурочен к скоплениям эпидот-хлоритового состава.

**Кварц** – широко распространенный минерал. Содержание его, %: в пропилитах 40,3-50,8, в I ПТР 75,6-90,6, во II ПТР 48,3-62,3. Выделено несколько генераций кварца. Кварц 1 образует мелкокристаллические агрегативные скопления в основной массе, часть его – результат перекристаллизации вулканического

стекла, в процессе разложения полевых шпатов, где он отлагается по трещинам, зонам дробления, совместно с глинистыми частицами. Кварц 2 жильно-прожилковый, зернистой или шестоватой текстуры, как бы цементирует обломки пропилитизированных пород. С ним связано появление самородного золота, приуроченного к участкам трещиноватости. Обладает облачным погасанием зерен, наблюдается мозаичное распадание, что указывает на наличие в процессе внутрирудного метаморфизма. Кварц 3 связан с проявлением гематитовой минерализации. Он серый, давленный, часто содержит пиритовые гнезда, самородное золото отмечается редко.

**Полевой шпат** (среднего состава) – широко распространенный минерал пород. Слагает порфировые выделения в эффузивах. Повсеместно затронут процессами сосюритизации, серицитизации. Иногда среди измененного полевого шпата отмечены кристаллы альбита, практически не измененного. Содержание полевого шпата 0,8-2,2%, редко до 1,5% в I ПТР.

**Сртоклаз** отмечается часто в метасоматитах и рудах. Содержание его 5-9% в метасоматитах, до 10% в I ПТР и 1,0-3,5% во II ПТР. Оптические характеристики стандартны. Поверхность замутнена, по трещинам развит карбонат, хлорит, кварц.

**Серицит** – мало распространенный минерал ПТР. Встречается в пропилитах, где замещает полевой шпат. Содержание 2,4-3%.

**Хлорит** – широко распространенный минерал метаэффузивов (8,4-23,5%). В I ПТР его содержание составляет 0-10%, а во II ПТР 3,5-8,5%. Приурочен к обломкам эффузивов. Хлорит отмечается в виде розетковидных скоплений, прожилок, где он ассоциирует с карбонатом. В основной массе метаэффузивов хлорит тесно ассоциирует с эпидотом, кварцем. Оптические характеристики соответствуют высокожелезистому хлориту.

**Эпидот** – основной минерал пропилитизированных эффузивов. Отмечается в виде мелкозернистых скоплений в основной массе, ассоциирует с хлоритом, кварцем, карбонатом. Содержание эпидота 4-23,5% в пропилитах и 3,5-8% в ПТР.

**Карбонат** развит в небольших количествах (до 4,5%) в виде прожилок, тонкозернистых скоплений, реже, порфировых выделений. По трещинам обычно видны скопления лимонита, что указывает на повышенную железистость минерала (см. участок Мазар). Часто содержит включения халькопирита, сфалерита, висмутина, гематита.

Остальные минералы встречаются в незначительных количествах в виде акцессорных примесей или реликтов темноцветных минералов в эффузивах.

Таким образом, подводя итоги минералого-геохимическому изучению участка Акбулак и Чадакскому рудному полю, можно сделать следующие выводы.

1. Акбулак по сравнению с Мазаром имеет меньшую степень карбонатизации, т. е. там меньше листвинитов и больше развиты пропилиты эпидот-хлоритового состава.
2. На Акбулаке меньше жильного золотосодержащего кварца.
3. Пониженное содержание Mn на Акбулаке по сравнению с Мазаром, где он входит в состав карбонатов.
4. Мало серебра, серебросодержащие ассоциации, как и висмутин, отмечаются редко. Главный элемент Акбулака – золото, а на Мазаре золото и серебро.
5. В пропилитах повышенное содержание галлия.
6. Развиты кварц-гематитовые метасоматиты (или жилы?). В них отмечены золото, вольфрам. Место гематита связано с ранней магнетит-гематитовой ПМА, поэтому в ней вольфрам и золото. Он отмечен везде, включая пропилиты. Т.е. здесь преобладают кварцевые метасоматиты.

## Глава IX. СВОДНАЯ СХЕМА ГИПОГЕННОГО МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЯ УЗБЕКИСТАНА

Вопросами стадийности гипогенного минералообразования занимались многие исследователи: Ю.А.Аверин, Р.А.Амосов, А.Е.Антонов, Ч.Х.Арифупов, А.А.Бабаджанов, Р.П.Бадалова, С.Т.Бадалов, Э.Б.Бертман, Л.Ш.Булатова, А.О.Буторина, И.М.Голованов, Р.Л.Дунин-Барковский, Э.А.Дунин-Барковская, Ю.Г.Зарембо, Е.Н.Игнатиков, А.Е.Кабо, С.Я.Клемперт, В.А.Коваленкер, Р.И.Конеев, З.А.Королева, Н.Н.Королева, Б.А.Котенева, Б.В.Кристалльный, А.С.Кудрявцев, Е.М.Лазько, Л.Н.Лисогор, Э.А.Маркова, М.И.Моисеева, В.М.Мясников, Н.И.Назарова, Н.И.Овчинникова, В.Н.Петров, В.Ф.Проценко, М.И.Сахарова, З.Г.Сескутова, Л.В.Сквалецкая, С.К.Смирнова, А.Х.Туресебеков, В.М.Турлычкин, В.Д.Цой, Г.П.Чеботарева, Ю.С.Шихин и другие.

Для составления сводной схемы гипогенного минералообразования Узбекистана разработаны схемы по типоморфным месторождениям. Ниже приводится детальный анализ двух основных схем гипогенного минералообразования: 1) по месторождению Тамдыбулак (Западный Узбекистан); 2) участку Катта-Бог месторождения Кайрагач (Восточный Узбекистан). Схемы гипогенного минералообразования для изученных объектов в виде распространенности парагенетических минеральных ассоциаций приведены в стратиграфо-минералогических таблицах. Кроме изученных объектов, учитывались и ранее составленные нами схемы по отдельным регионам и месторождениям (Чаткало-Кураминскому, Центральным Кызылкумам, Гужумсаю, Маулян-Бешбулакской площади и др.).

При составлении схемы процесса минералообразования мы исходили из следующих представлений: генезис исследуемого оруденения гидротермальный, процесс минералообразования был последовательным и прерывистым, что фиксируется взаимоотношениями минералов, внутрирудными деформациями, катаклизмом, брекчированием, внутрирудным метаморфизмом.

Понятия «этап», «стадия рудообразования» приняты в общеизвестной трактовке (Геологический словарь, 1978). А понятие о парагенетической минеральной ассоциации (ПМА) дается в трактовке Н.В.Петровской (1973) — «закономерное сообщество одновременно образовавшихся минералов, возникшее в течение стадии или части стадии. В последнем случае в одну стадию могут последовательно возникать две и более ПМА».

Трудность составления схем гипогенного минералообразования состоит в достоверном выделении ПМА и установлении их возрастной последовательности. Это осложняется тем, что на месторождениях широко распространено явление телескопирования, которое способствует появлению сложных по составу минералов и ассоциаций. Телескопирование, с одной стороны, усложняет минералогенетические реконструкции, а с другой — повышает ценность руд за счет наличия попутных компонентов.

### Стадийность гипогенного минералообразования месторождения Тамдыбулак

Месторождение Тамдыбулак относится к убого-малосульфидному типу золотого оруденения, по Н.В.Петровской (1973). Сульфидная минерализация представлена в основном пиритом, арсенопиритом, пирротином и халькопиритом, в единичных случаях встречаются галенит, сфалерит и др.

При составлении схемы гипогенного минералообразования (табл. 81) учитывалась информация по рудообразующим минералам, геохимические особенности пород и руд исследуемой площади. Процесс минералообразования начинается с пневмато-гидротермального этапа, включающего стадию безводных силикатов с гранат-пироксеновой и волластонит-родонитовой ПМА. В эту стадию формируются скарны и скарноиды, наличие которых следует ожидать на контактах карбонатных прослоев, расположенных в вулканогенно-терригенных толщах с магматическими породами. На месторождении стадия представлена редкими находками граната.

Этап	Стадия	Парагенетическая минеральная ассоциация	Типоморфные минералы
Гидротермальный	Карбонатно-силикатная	Карбонат-кварцевая	Кварц, кальцит
	Карбонатно-фторидная	Кварц-кальцит-барит-флюоритовая	Кальцит, кварц, барит, флюорит
	Сурьмяная	Кварц-антимонитовая	Кварц, антимонит, сурьма, кальцит
	Сульфатная	Кварц-барит-галенитовая	Галенит, барит, целестин, халькопирит, кварц, кальцит
	Поздняя окисная	Кварц-гематитовая	Кварц, гематит, кальцит, хлорит
	Золото-серебряная	Собственно серебряная	Серебро самородное, кераргурит, полибит, аргентит, халькопирит, блеклая руда, марганец-кальцит
		Золото-серебряная	Халькопирит, кварц, кальцит, электрум, козелит
	Полиметаллическая	Галенит-блеклорудная	Галенит, блеклая руда, сфалерит, кварц, кальцит
		Сфалерит-халькопирит-галенитовая	Сфалерит, халькопирит, галенит, кальцит, хлорит
	Раннесульфидная	Халькопирит-висмутовая	Халькопирит, висмутит
		Пирит-арсенопиритовая с золотом	Кварц, пирит, арсенопирит, золото
		Халькопирит-пирротиновая	Пирротин, халькопирит, кальцит
		Кварц-молибденитовая	Кварц, молибденит, пирит, шеелит, халькопирит
	Вольфраматы	Альбит-шеелитовая	Кварц, альбит, шеелит, серицит, кальцит
	Ранняя окисная	Магнетит-гематитовая	Гематит, магнетит, пирит, эпидот, серпентин
Силикатно-карбонатная	Карбонат-кварц-хлоритовая	Кварц, хлорит, гематит, пирит	
Пневмато-гидротермальный	Водных силикатов	Кварц-серицитовая	Кварц, мусковит, серицит, касситерит, олово самородное
		Кварц-турмалиновая	Кварц, турмалин
		Эпидот-амфиболовая	Эпидот, актинолит, тремолит, ортоклаз
	Безводных силикатов	Волластонит-родонитовая	Бустамит, родонит, волластонит
		Гранат-пироксенная	Пироксен, гранат, магнетит

Примечания Курсивом выделены ПМА и минералы, которые, по геохимическим данным, должны быть на месторождении, но пока не выявлены

В следующую стадию водных силикатов формируются эпидот-амфиболовая, кварц-турмалиновая и кварц-серицитовая ПМА. Все минералы этой стадии проявились на месторождении. Исключением является касситерит, наличие которого предполагается, поскольку установлено самородное олово, продукт его преобразования.

Гидротермальный этап представлен следующими стадиями: силикатно-карбонатной, ранней окисной, вольфраматы, раннесульфидной, полиметаллической, золото-серебряной, поздней окисной, сульфатной, сурьмяной, карбонатно-фторидной и карбонатно-силикатной (см. табл. 81).

В силикатно-карбонатную стадию формировалась карбонат-кварц-хлоритовая ПМА, широко развитая на месторождении. С ранней окисной стадией связана распространенная магнетит-гематитовая, а со стадией вольфраматы – альбит-шеелитовая ПМА. В раннесульфидную стадию образовались кварц-молибденитовая, пирит-арсенопиритовая, халькопирит-пирротиновая и халькопирит-висмутовая ПМА. Кварц-молибденитовая и халькопирит-висмутовая ПМА выделены по геохимическим данным, они охватываются в зонах скарнирования и окварцевания в контактовых позициях с интрузивными породами.

Пирит-арсенопиритовая ПМА с золотом является основной продуктивной. Часто эта ПМА представлена в измененном, окисленном виде, т. е. основные железосодержащие минералы переходят в оксидную и гидроксидную формы, в контурах которых, а иногда и в непосредственной близости, располагаются включения самородного золота.

Следующая халькопирит-пирротиновая ПМА встречается спорадически на всех участках площади. Она также часто подвержена гипергенным процессам с образованием оксидов и гидроксидов железа и медной минерализации (малахит, хризоконда и др.).

В полиметаллическую стадию формируется сфалерит-халькопирит-галенитовая и слабо проявленная галенит-блеклорудная ПМА. Минералы этих ПМА встречаются в виде единичных включений на месторождении.

Золото-серебряная стадия представлена золото-серебряной и собственно серебряной ПМА. Типичными представителями этой стадии являются электрум, кюстелит для первой ПМА и серебряные минералы, магнетит-кальцит – для второй.

Поздняя окисная стадия проявлена кварц-гематитовой ПМА, широко распространенной на месторождении.

В сульфатную стадию сформировались минералы, слагающие кварц-барит-галенитовую ПМА. С этим же временем связана стронциевая минерализация, скорее всего в виде целестина.

Сурьмяная стадия выделена по геохимическим данным. Стадия, видимо, представлена антимонитом, расположенным в кварцевых жилах.

В карбонатно-фторидную стадию образуется кварц-кальцит-барит-флюоритовая ПМА. Завершает процесс минералообразования пострудная кальцит-кварцевая ПМА.

### Стадийность гипогенного минералообразования участка Катта-Баг месторождения Кайрагач

Золотое оруденение на участке Катта-Баг относится к убогосульфидному типу, по классификации Н.В.Петровской (1973). Редко встречающаяся сульфидная минерализация представлена в основном пиритом, халькопиритом, в редких случаях встречаются галенит, сфалерит, блеклая руда, сульфиды, теллуриды, сульфосоли серебра и др. При составлении схемы гипогенного минералообразования учитывались полученные результаты исследований, информация по рудообразующим минералам участка, а также геохимические особенности площади.

Процесс гипогенного минералообразования (табл. 82) начинается с пневмато-гидротермального этапа, включающего стадию водных силикатов с эпидот-амфиболовой и кварц-серицитовой ПМА.

Таблица 82

Схема гипогенного минералообразования участка Катта-баг месторождения Кайрагач

Этап	Стадия	Парагенетическая минеральная ассоциация	Типоморфные минералы
Гидротермальный	Карбонатно-силикатная	Кальцит-кварцевая	Кварц, кальцит
	Карбонатно-фторидная	Кварц-кальцит-барит-флюоритовая	Кальцит, кварц, барит, флюорит
	Сурьмяная	<i>Антимонит-бертьеритовая</i>	Кварц, <i>антимонит</i> , <i>сурьма</i> , кальцит
	Золото-серебряная	Собственно серебряная	Серебро самородное, полибазит, <i>аргентит</i> халькопирит, <i>фрейбергит</i>
		Золото-серебряная	Халькопирит, кварц, кальцит, электрум, кюстелит
		Золото-гесситовая	Самородное золото, гессит.
	Полиметаллическая	Галенит-блеклорудная	Галенит, блеклая руда, кварц, кальцит
		Сфалерит-халькопирит-галенитовая	Пирит, сфалерит, халькопирит, галенит, кальцит
	Раннесульфидная	Халькопирит-висмутовая	Халькопирит, висмутин
		Халькопирит-пирротиновая	Пирротин, халькопирит,
		<i>Пирит-арсенопиритовая с золотом</i>	Кварц, <i>пирит</i> , <i>арсенопирит</i> , золото, самородный мышьяк
<i>Кварц-молибденитовая</i>		Кварц, <i>молибденит</i> , пирит, <i>швелит</i> , халькопирит	
Дробление, локальная брекчированность			
Пневмато-гидротермальный	Силикатно-карбонатная	Карбонат-кварц-хлоритовая	Кварц, хлорит, кальцит, пирит, пирротин
	Водных силикатов	Кварц-серицитовая	Кварц, мусковит, серицит, альбит
		Эпидот-амфиболовая	Эпидот, актинолит, тремолит, ортоклаз

Примечание. Курсивом выделены ПМА и минералы, которые, по геохимическим данным, должны быть на месторождении, но пока не выявлены.



Гидротермальный этап представлен силикатно-карбонатной, ранней сульфидной, полиметаллической, золото-серебряной, сурьмяной, карбонатно-фторидной и карбонатно-силикатной стадиями. В силикатно-карбонатную стадию формировалась карбонат-кварц-хлоритовая ПМА. С раннесульфидной стадией связаны кварц-молибденитовая, пирит-арсенопиритовая, халькопирит-пирротиновая и халькопирит-висмутовая ПМА.

Кварц-молибденитовая ПМА выделена на основе геохимической зараженности пород молибденом (до 0,03%).

Пирит-арсенопиритовая ПМА также выделена по геохимической зараженности пород мышьяком и присутствию самородного мышьяка, являющегося продуктом разложения редко встречающегося арсенопирита. Самородный мышьяк в виде реликтов располагается в халькопирите, связанным с последующей халькопирит-пирротиновой ПМА.

Халькопирит-пирротиновая ПМА встречается спорадически. Она также часто подвержена гипергенным процессам с образованием оксидов и гидрооксидов железа и медной минерализации.

Халькопирит-висмутовая ПМА выделена, по имеющимся сведениям о висмутовой минерализации, на центральном участке, а также по находкам реликтов матильдита в галените, слагающим ПМА последующей полиметаллической стадии.

В полиметаллическую стадию формируется сфалерит-халькопирит-галенитовая и галенит-блеклорудная ПМА. Минералы этих ПМА встречаются достаточно часто в рудах Катта-Бага.

Золото-серебряная стадия является основной продуктивной. С ней связаны золото-гесситовая, золото-серебряная и собственно серебряная ПМА, слагающие основные рудные тела участка.

Золото-гесситовая ПМА представлена самородным золотом, гесситом; золото-серебряная – электрум, кюстелитом, халькопиритом и др.; собственно серебряная – самородным серебром, акантитом, полибазитом, пирсеитом, штрмейеритом, фрейбергитом и др.

Сурьмяная стадия выделена по геохимическим данным. Стадия обычно представлена антимонитом. На участке Катта-Баг она проявлена в виде минералов, являющихся продуктами преобразования антимонита – сульфосолей серебра. С этой же ПМА связана ртутная минерализация. Примеси ртути в самородном золоте являются тому подтверждением.

В карбонатно-фторидную стадию образуется кварц-кальцит-барит-флюоритовая ПМА. Для этой стадии наиболее характерны кварц, кальцит и барит. Последний нередко золотоносен.

Завершает процесс минералообразования пострудная кальцит-кварцевая ПМА, проявленная достаточно широко.

### **Анализ схем гипогенного минералообразования отдельных регионов и месторождений**

Для более полной информации по стадийности минералообразования рассмотрим отдельные схемы, составленные нами в предыдущих работах (Цой и др., 1997, 2000, 2003 и др.).

В сводной схеме гипогенного минералообразования Центральных Кызылкумов (табл. 83) по сравнению с Тамдыбулаком (см. табл. 81) добавлены в золото-серебряной стадии тетрадимит-теллурависмутитовая и золото-гесситовая ПМА, в стадии безводных силикатов – волластонит-родонитовая ПМА.

Отличительная особенность схемы минералообразования месторождения Гужумсай (табл. 84) состоит в следующем: 1) отсутствуют минералы стадий безводных силикатов и ранней окисной; 2) в схеме показаны ведущие элементы и распространенность минеральных ассоциаций на месторождении и в ПТР; 3) выделены генерации отдельных минералов.

Процесс гипогенного минералообразования на Маулян-Бешбулакской площади (табл. 85), как и на Гужумсае, характеризуется отсутствием минералов стадий безводных силикатов и ранней окисной. Отличительная особенность схемы Маулян-Бешбулакской площади – непроявленность минералов золото-серебряной стадии. Этим, видимо, и объясняется слабая золотоносность площади. Богатые руды свя-

Схема гипогенного минералообразования Центральных Кызылкумов

Таблица 83

Этап	Стадия	Парагенетическая минеральная ассоциация	Типоморфные минералы
Гидротермальный	Карбонатно-силикатная	Карбонат-кварцевая	Кварц, кальцит
	Карбонатно-фторидная	Кварц-кальцит-барит-флюоритовая	Кальцит, кварц, барит, флюорит
	Сурьмяная	Кварц-антимонитовая	Кварц, антимонит, сурьма, кальцит
	Сульфатная	Кварц-барит-галенитовая	Галенит, барит, цвествин, халькопирит, кварц, кальцит
	Поздняя окисная	Кварц-гематитовая	Кварц, гематит, кальцит, хлорит
	Золото-серебряная	Собственно серебряная	Серебро самородное, кераргирит, полибазит, аргентит халькопирит, блеклая руда, марганец-кальцит
		Золото-серебряная	Халькопирит, кварц, кальцит, злектрум, кюстелит
	Полиметаллическая	Галенит-блеклорудная	Галенит, блеклая руда, сфалерит, кварц, кальцит
		Сфалерит-халькопирит-галенитовая	Сфалерит, халькопирит, галенит, кальцит, хлорит
	Раннесульфидная	Халькопирит-висмутовая	Халькопирит, висмутин
		Халькопирит-пирротиновая	Пирротин, халькопирит, кальцит
		Пирит-арсенопиритовая с золотом	Кварц, пирит, арсенопирит, золото
		Кварц-молибденитовая	Кварц, молибденит, пирит, шевелит, халькопирит
	Вольфраматов	Альбит-шевелитовая	Кварц, альбит, шевелит, серицит, кальцит
Ранняя окисная	Магнетит-гематитовая	Гематит, магнетит, пирит, эпидот, серпентин	
Силикатно-карбонатная	Карбонат-кварц-хлоритовая	Кварц, хлорит, гематит, пирит	
Почвагово-гидротермальный	Водных силикатов	Кварц-серицитовая	Кварц, мусковит, серицит, касситерит, олово самородное
		Кварц-турмалиновая	Кварц, турмалин
		Эпидот-амфиболовая	Эпидот, актинолит, тремолит, ортоклаз
	Безводных силикатов	Волластонит-родонитовая	Бустамит, родонит, волластонит
		Гранат-пироксеновая	Пироксен, гранат, магнетит

заны с участками, где совмещены ранняя продуктивная золото-пирит-арсенопиритовая ПМА с поздней золото-серебряной.

В схеме гипогенного минералообразования Чаткало-Кураминского региона (табл. 86) обобщены сведения по стадийности около 50-ти различных типов месторождений. В ней отражены минералы ранних стадий, характерных для промышленных золоторудных и вольфрамовых месторождений Западного Узбекистана, а также поздних (золото-серебряной), свойственных в большей мере для Восточной части республики.

Обобщенная схема гипогенного минералообразования Узбекистана является совмещенным вариантом Чаткало-Кураминской и Центрально-Кызылкумской схем (табл. 87).

Практическая значимость схемы гипогенного минералообразования состоит в следующем.

1. Находки минералов более поздних стадий говорят о возможности обнаружения более ранних, что имеет важное поисковое значение.
2. Наличие минералов, свойственных раннесульфидной (золото-пирит-арсенопиритовой ПМА) и золото-серебряной (золото-гесситовой и золото-серебряной ПМА) стадиям, свидетельствует о возможности обнаружения богатых золоторудных тел.
3. Обобщенная схема гипогенного минералообразования позволяет упорядочить, систематизировать и логически осмыслить результаты геохимических исследований.

Схема процесса гипогенного минералообразования Чарьитанского рудного поля  
Составили В. Д. Цой и И. В. Королева

Этап	Стадия	Парагенетическая минеральная ассоциация	Типоморфные минералы	Ведущие элементы	Распространенность
1	2	3	4	5	6
Гидротермальный	Карбонатно-силикатная	Кальцит-кварцевая	Кальцит 6°	Si, Ca	Повсеместно
			Кварц 6°		
	Карбонатно-фторидная	Кварц-кальцит-барит-флюоритовая	Флюорит	Si, Ca, Ba, F	Встречается спорадически
			Барит°		
			Кальцит 5° Кварц 5°		
	Сурьмяная	Антимонит-бертьеритовая	Сурьма самородная	Sb	Не отмечена на горизонте +720 м шахты 1
			Бертьерит		
			Антимонит		
	Золото-серебряная	Собственно серебряная	Кальцит 4°	Ag, Pb, Cu, Sb, As, Se, Mn	Встречается часто во всех ПТР в виде ограниченных скоплений минералов. Распределение неравномерное, ассоциирует с кальцитом, выполняет трещины в ранних сульфидах
			Пирит 4°		
			Агвиларит°		
			Матильдит°		
			Штромейерит		
			Прустит		
			Миаргирит		
Пираргирит					
Полибазит					
Фрейберит°					
Самородное серебро					
Мп-Кальцит 3					
Золото-серебряная		Кюстелит°	Au, Ag, Cu	Широко проявлена в рудах II, III ПТР. Встречается в рудах I, IV. Распространена преимущественно в зонах катаклаза, дробления, совместно с водяно-прозрачным кварцем	
		Кальцит 2°			
		Кварц 4°			
		Халькопирит 4° Электрум°			
Золото-гесситовая		Гессит	Au, Te, Ag	Не отмечена на горизонте +720 м шахты 1	
		Самородное золото 2			
Тетрадимит-теллуровисмутитовая		Жозент	Te, Bi, Cu	Не отмечена на горизонте +720 м шахты 1	
		Хедлеит			
		Теллуровисмутит			
		Тетрадимит			
Полиметаллическая	Галенит-блеклорудная	Буланжерит°	Pb, Sb, Cu	Проявлена в II и III ПТР совместно со сфалерит-халькопирит-галенитовой ассоциацией	
		Тетраздрит Ag°			
		Галенит°			
	Сфалерит-халькопирит-галенитовая		Галенит°	Zn, Pb, Cu, Fe	Проявлена локально в II и III ПТР, в виде гнезд, линз совместно с карбонатом, поздним кварцем
			Халькопирит 3° Сфалерит° Пирит 3°		

Продолжение табл. 84

Ранняя сульфидная	Халькопирит-висмутовая	Висмутин	Cu, Bi	Не отмечена на горизонте +720 м шахты 1	
		Халькопирит 2 *			
	Халькопирит-пирротиновая	Пирротин 2	Cu, Fe	Встречается спорадически.	
		Халькопирит 1			
	Пирит-арсенопиритовая с золотом	Самородное золото *	Au, As, Fe	Проявлена широко в I и III природном типе руд. Слабое развитие в I и IV. Гнезда, приальбандовые прожилки, вкрапленность	
		Арсенопирит "			
Пирит-2 "					
Кварц-молибденитовая	Молибденит	Mo, Fv	Не отмечена на горизонте +720 м шахты 1		
	Кварц				
Дробление, катаклиз, появление интраминерализационных деформаций в кварце					
Гидротермальный	Вольфрамовая	Кварцево-жильная	Вольфрамит	W, Fv, Al, Si	Проявлена широко на верхних горизонтах, с шеелитом
			Шеелит		
			Полевой шпат		
			Кварц 3		
Дробление, локальная брекчированность					
Силикатно-карбонатная	Карбонат-кварц-хлоритовая	Пирротин 1 *	Si, Al, Fe, Mg	Широко развита в рудах II и, частично, I ПТР	
		Пирит 1 *			
		Кальцит 1 *			
		Хлорит *			
		Кварц 2 *			
Пневмаго-гидротермальный	Водных силикатов	Кварц-серицитовая	Альбит "	Si, Na, Al, K	Широкое развитие в рудах II типа. Изменение альбита, появление зон окварцевания
			Серицит *		
			Кварц 1 *		
	Элидот-амфиболовая	Тремолит *	Si, Ca, Fv, Al, Mg	Локальное развитие в I и II типах руд	
		Ортоклаз *			
Элидот *					

Примечание. Знаком \* помечены минералы, установленные на горизонте +720 м месторождения Гужумсай.

Схема процесса гипогенного минералообразования на маулян-бешбулакской площади

Этап	Стадия	Парагенетическая минеральная ассоциация	Типоморфные минералы	Ведущие элементы	Распространенность
Гидротермальный	Карбонатно-силикатная	Кальцит-кварцевая	Кальцит	Si, Ca	На всех участках
			Кварц		
	Карбонатно-фторидная	Кварц-кальцит-барит-флюоритовая	Флюорит	Ba, F	На всех участках
			Барит		
			Кальцит		
			Кварц		
	Полиметаллическая	Галенит-блеклерудная	Блеклая руда	Pb, Sb, Cu	На участке Маулян в виде единичных включений
			Галенит		
		Сфалерит-халькопирит-галенитовая	Галенит	Zn, Pb, Cu, Fe	На всех участках
			Халькопирит		
			Сфалерит		
	Ранняя сульфидная	Халькопирит-висмутовая	Висмутит	Cu, Bi	На участках Маулян и Таулян
			Халькопирит		
		Пирит-арсенопиритовая	Самородное золото	Au, As, Fe	На всех участках
			Арсенопирит		
Пирит					
Халькопирит-пирротиновая		Пирротин	Cu, Fe	Встречается спорадически	
	Халькопирит				
Кварц-молибденитовая	Молибденит	Кварц		Кошмазар и еще на других участках	
Дробление, локальная брекчированность					
Силикатно-карбонатная	Карбонат-кварц-хлоритовая	Пирротин	Si, Al, Fe, Mg	На всех участках	
		Пирит			
		Кальцит			
		Кварц			
Водных силикатов	Кварц-серицитовая	Альбит	Si, Na, Al, K	На всех участках	
		Серицит			
		Кварц			
	Эпидот-амфиболовая	Тремолит	Si, Ca, Fe, Al, Mg	Участки Маулян, Таулян, Кошмазар, Себистан.	
		Ортоклаз			
		Эпидот			

Схема гипогенного минералообразования Чаткало-Кураминского региона

Таблица 66

Этап	Стадия	Парагенетическая минеральная ассоциация	Типоморфные минералы	Распространенность
Гидротермальный	Силикатная	Кварцевая	Кварц	1-15, 18, 25, 26, 29, 30, 33-42
	Карбонатно-фторидная	Кварц-кальцит-барит-флюоритовая	Кальцит, кварц, барит, флюорит	1-9, 11-12, 14-16, 26, 30, 34-42, 45
		Антимонит-бертьеритовая	Сурьма, бертьерит, антимонит, кальцит, кварц	6, 19, 26, 31, 33-35, 42, 45
	Сульфатная	Кварц-барит-галенитовая	Галенит, барит, халькопирит, кварц, кальцит	1-11, 15, 26, 31, 33, 34, 42, 45
	Поздняя окисная	Кварц-гематитовая	Кварц, гематит, кальцит, хлорит	1-7, 10, 11, 14-16, 25, 26, 29-34, 35-37, 42
	Золото-серебряная	Собственно серебряная	Серебро, пираргирит, полибазит, халькопирит, блеклая руда, марганец-кальцит, штернберит	1-18, 18, 25-27, 29-35, 36, 37, 39, 40, 42, 43
		Золото-серебряная	Золото, борнит, халькопирит, кварц, кальцит, электрум, костелит, ауристобит	2, 11, 12, 25-27, 35-40, 42, 45-47
		Золото-гесситовая	Золото, гессит, калаверит, алтаит, сильванит, петцит	20-22, 24, 26, 28, 35, 42
		Тетрадимит-теллуrowисмутитовая	Тетрадимит, теллуrowисмутит, халькопирит, жозеит, бурнонит, джемсонит	2, 11, 18, 22, 24, 26, 28-30, 33-36, 45
	Полиметаллическая	Галенит-блеклорудная	Галенит, блеклая руда, сфалерит, кварц, кальцит	1-17, 24-28, 35-37, 40, 42, 45-47
		Сфалерит-халькопирит-галенитовая	Сфалерит, халькопирит, галенит, кальцит, хлорит	1-21, 26, 28, 35-37, 40, 42, 45
	Раннесульфидная	Халькопирит-висмутовая	Халькопирит, висмутин, клапротит, виттиханит, борнит, висмут, эмплектит, бенжаминит	2, 4, 5, 11, 17, 18, 20, 21, 26, 29-34, 36, 40, 42, 45
		Пирит-арсенопиритовая	Кварц, пирит, арсенопирит, кобальтин, энаргит, сфалерит, саффлорит, золото, кубанит	1-12, 17-21, 26, 29, 30, 33-37, 39, 42, 45
		Халькопирит-пирротиновая	Пирротин, халькопирит, кальцит, марказит	17, 18, 26, 30, 35-40, 44, 45
		Кварц-молибденитовая	Кварц, молибденит, пирит, шеелит, халькопирит	1-3, 17-22, 36, 44
	Вольфрамовая	Альбит-шеелитовая	Кварц, альбит, шеелит, серицит	1-3, 9, 11, 15, 17-19, 25, 26, 29-34
	Ранняя окисная	Магнетит-гематитовая	Гематит, магнетит, пирит, эпидот, серпентин	1-8, 10, 11, 14-18, 20-22, 26, 35, 36, 37, 39, 40, 42
	Силикатно-карбонатная	Карбонат-кварц-хлоритовая	Кварц, хлорит, гематит, пирит	1-16, 18, 25-27, 29-40, 42-50
	Пневмато-гидротермальный	Водных силикатов	Кварц-серицитовая	Кварц, мусковит, серицит, касситерит, вольфрамит, шеелит, альбит
Кварц-турмалиновая			Кварц, турмалин	20, 22
Эпидот-амфиболовая			Эпидот, актинолит, тремолит, ортоклаз	1-12, 17-21, 25-28, 35, 36, 42, 46, 47
Безводных силикатов		Волластонит-родонитовая	Бустамит, родонит, волластонит	1-8, 10, 11, 15, 17-19, 25, 28 и др.
		Гранат-пироксеновая	Пироксен, гранат, магнетит	1-8, 10, 11, 17-19, 25, 28 и др.

Примечание. 1 – Аптынтопкан, 2 – Ташбулак, 3 – Квнсай, 4 – Перевальное, 5 – Мышиккол, 6 – Пайбулак, 7 – Туранглы, 8 – Орлиная горка, 9 – Сардоб, 10 – Такели, 11 – Канимансур, 12 – Канджол, 13 – Дашерак, 14 – Нургашикан, 15 – Гудас, 16 – Наугарзан, 17 – Южный Ёнгиқан, 18 – Западный Чокадам-булак, 19 – Чайкуйрюк-Ақджилга, 20 – Кальмакюр, 21 – Сарычеку, 22 – Ахтурпак, 23 – Сагга-Бушман, 24 – Кызылалмасай, 25 – Чадак, 26 – Кочбулак, 27 – Школьное, 28 – Бургунда, 29 – Алмадон, 30 – Ахлягман, 31 – Алмаклы, 32 – Джузум, 33 – Тарыскан, 34 – Замбарак, 35 – Чашма-Динар, 36 – Чарби, 37 – Надак, 38 – Каульды, 39 – Тулусай, 40 – Четсу, 41 – Каскана, 42 – Боярбек, 43 – Ахтепе, 44 – Наузак, 45 – Кайрагач, 46 – Апрелька, 47 – Кызылчеку, 48 – Кумышкан, 49 – Сирельята, 50 – Устарасай.

Сводная схема гипогенного минералообразования  
на золоторудных месторождениях Узбекистана  
Составил В. Д. Цой (использованы схемы различных авторов)

Этап	Стадия	Парагенетическая минеральная ассоциация	Типоморфные минералы	Распространенность	
Гидротермальный	Карбонатно-силикатная	Карбонат-кварцевая	Кварц, кальцит	1-13	
	Карбонатно-фторидная	Кварц-кальцит-барит-флюоритовая	Кальцит, кварц, барит, флюорит	1-5, 7-13	
	Сурьмяная	Кварц-антимонитовая	Кварц, антимонит, сурьма, кальцит	1-4, 6-13	
	Сульфатная	Кварц-барит-галенитовая	Галенит, барит, целестин, халькопирит, кварц, кальцит	1-10, 12, 13	
	Поздняя окисная	Кварц-гематитовая	Кварц, гематит, кальцит, хлорит	1-2, 5-8, 8-10, 12, 13	
	Золото-серебряная	Собственно серебряная	Серебро самородное, пираргирит, кераргирит, полибазит, аргентит халькопирит, блеклая руда, манган-кальцит		1-2, 7-10, 12, 13
		Золото-серебряная	Золото, борнит, халькопирит, кварц, кальцит, электрум, кюстелит, вуростибит		1-5, 7-10, 12, 13
		Золото-гвесситовая	Золото, гвессит, калаверит, алтаит, силъезит, пелцит		4, 7-10, 12, 13
		Тетрадимит-теллуровисмутитовая	Тетрадимит, теллуровисмутит, халькопирит, жозеит, бурнонит, джемсонит		8, 9, 12, 13
	Полиметаллическая	Галенит-блеклорудная	Галенит, блеклая руда, сфалерит, кварц, кальцит		1-2, 4, 6-13
		Сфалерит-халькопирит-геленитовая	Сфалерит, халькопирит, галенит, кальцит, хлорит		1-10, 12, 13
	Раннесульфидная	Халькопирит-висмутовая	Халькопирит, висмутит, кларитит, виттикенит, борнит, висмут, эмплектит, бенжаминит		1-3, 6-9
		Пирит-арсенопиритовая с золотом	Кварц, пирит, арсенопирит, золото, кобальтин, энаргит, пелленит		1-13
		Халькопирит-пирротитовая	Пирротит, халькопирит, кальцит, марказит		1-13
		Кварц-молибденитовая	Кварц, молибденит, пирит, швелит, халькопирит		1-3, 5-9, 11-13
	Вольфраматов	Альбит-шевелитовая	Кварц, альбит, швелит, серицит, кальцит		1-6, 8-9, 12, 13
	Ранняя окисная	Магнетит-гематитовая	Гематит, магнетит, пирит, эпидот, серпентин		1-6, 8-9, 12, 13
	Силикатно-карбонатная	Карбонат-кварц-хлоритовая	Кварц, хлорит, гематит, пирит		1-10, 11-13
	Пневмато-гидротермальный	Водных силикатов	Кварц-серицитовая	Кварц, мусковит, серицит, касситерит, олово самородное	1-10, 11-13
			Кварц-турмалиновая	Кварц, турмалин	1-5, 8-9, 12, 13
Эпидот-амфиболовая			Эпидот, актинолит, тремолит, ортоклаз	1-10, 11-13	
Безводных силикатов		Волластонит-родонитовая	Бустамит, родонит, волластонит	1-2, 8-9, 12, 13	
		Гранат-пироксеновая	Пироксен, гранат, магнетит	1-2, 8-9, 12, 13	

Примечание. Месторождения, участки, регионы: 1 – Тамдыбулак, 2 – Балпантау, 3 – Аджибурут, 4 – Тилля-Тог, 5 – Кошар, 6 – Акба, 7 – Катта-баг, 8 – Мазар, 9 – Акбулак, 10 – Гужумсай, 11 – Маулян-Бешбулакская площадь, 12 – Центральные Кызылкумы, 13 – Чаткало-Кураминский регион.











На месторождении Мурунтау развиты следующие основные минералы: рудные – пирит, арсенопирит, самородное золото, шеелит, пирротин, марказит, реже, сульфосолепидиты, минералы серебра, сульфиды антимониты и др., нерудные – кварц, карбонат, хлорит, турмалин и др. Основные концентрации золота связаны с ранними ПМА стадии вольфрамов и раннесульфидной (см. табл. 83). Более поздние ПМА золото-серебряной стадии проявились слабее. В рудах установлены следующие элементы-примеси: главные – Ti, Ag, Pt, Pd, V; второстепенные – Bi, Cu, Ni, Sb, Pb, Se, Te. Величина серебро-золотого отношения в рудах – 0,30. Пробность золота от 740 до 980‰, в среднем – 870‰. Месторождение характеризуется следующими типоморфными свойствами: 1) березиты с залежами вкрапленных золото-сульфидных руд и золото-кварцевыми жилами; 2) высокие содержания золота и серебра в главных сульфидных при низком серебро-золотом отношении; 3) совмещение в пространстве кварц-шеелитовой и золото-сульфидной ассоциаций; 4) наличие в метасоматитах кварц-турмалиновых жил.

На месторождениях Коклатас, Даугызтау развиты следующие основные минералы: рудные – золото-серебряные пирит и арсенопирит; пирротин, халькопирит, марказит, шеелит, минералы титана, блеклая руда, сфалерит, сульфоантимониты свинца, никеля и меди; нерудные – кварц, анкерит, доломит, кальцит, серицит, хлорит, полевой шпат, биотит, сидерит, углеродистое вещество. Основными продуктивными являются ПМА раннесульфидной стадии. Более поздние ПМА проявлены слабо и фрагментарно. Характерные элементы-примеси в рудах: главные – Ti, Ni, Cr, Sb; второстепенные – W, Cu, V, Ag, Pb, Pt, Pd, B, Se, Te. Значение серебро-золотого отношения в рудах – 0,27-0,30. Пробность – 819-980‰. Для этого типа месторождений характерны следующие типоморфные свойства: 1) наличие кор выветривания; 2) серицит-кварц-карбонатные метасоматиты с залежами вкрапленных убогосульфидных руд в зонах смятия; 3) наличие в метасоматитах углистых прослоев; 4) совмещение в пространстве золото-сульфидной и кварц-антимонитовой ассоциаций; 5) кварц-полевошпатовые жилы со свободным золотом, секущие залежи вкрапленных руд; 6) широкое развитие внутрирудного метаморфизма; 7) низкие содержания элементов-примесей; 8) в отдельных месторождениях высокие содержания селена в антимонитах и турмалинизация вмещающих пород.

На месторождениях Тамдыбулак и Балпантау развиты следующие основные минералы: рудные – золото самородное, электрум, кюстелит, арсенопирит, пирит, пирротин, халькопирит и др.; нерудные – плагиоклаз, кварц, альбит, анкерит, доломит, кальцит, серицит, хлорит, биотит и др. (табл. 95). Основные продуктивные – ПМА раннесульфидной стадии (см. табл. 88). Более поздние ПМА проявлены слабо и фрагментарно. Характерными элементами-примесями в рудах являются: главные – Pb, Cu, Zn, Fe, As; второстепенные – P, Ti, La, Sn, Zr, Cd, Ni, Sb, Co, Bi, W, Ba, Sr и др. Пробность невысокая, соответствует электруму (530-560‰) и кюстелиту (290-300‰). Для этого типа месторождений характерны следующие типоморфные свойства: 1) развитие трех ПТР, характеризующихся своими минералого-геохимическими особенностями, наиболее продуктивной из них – сульфидно-кварцевый жильный с самородным золотом (второй ПТР); 2) золото, представленное электрумом и кюстелитом, концентрируется в кварце, карбонате, пирите, арсенопирите, оксидах железа и мышьяка, а также образует сростки с галенитом, халькопиритом; 3) золото приурочено к трещинам в сульфидах (пирите, арсенопирите), наложенное на сульфиды, легко извлекаемое; 4) по результатам рационального анализа, на Тамдыбулаке более 90% золота и серебра находятся в свободном состоянии; 5) месторождения относятся к малосульфидной золото-кварцевой формации; 6) здесь развиты ранняя продуктивная пирит-арсенопиритовая с золотом и реже, поздняя золото-серебряная парагенетические минеральные ассоциации; 7) вредными примесями являются мышьяк, группа слюдястых минералов, которые затрудняют обогащение руд; 8) к шлакообразующим компонентам относится оксид кремния.

На месторождении Аджибугут основной продуктивной ПМА является пирит-арсенопиритовая с золотом (см. табл. 89). Поздняя золото-серебряная отмечается очень редко. Тем не менее, здесь еще раз следует отметить, что совмещение минералов ранней продуктивной ПМА с поздней приводит к образованию богатых руд.

В Каракутанском рудном поле также, как и в предыдущем регионе, развита ранняя продуктивная пирит-арсенопиритовая с золотом ПМА и слабо проявлены поздние, золото-гесситовая и золото-сереб-

Минеральный состав месторождений (главные)								
Тамдыбулак	Балпангау	Аджибугут	Ахба	Кошар	Катта-Баг	Каракутан (Тилля-Таг)	Мазар	Ахбулак
<b>Рудные</b>								
Золото самородное Электрум Кюстелит Арсенопирит Пирит Галенит	Золото самородное Пирит Арсенопирит	Золото самородное Пирит Арсенопирит	Золото самородное Пирит	Золото самородное Пирит	Золото самородное Кюстелит Пирит Халькопирит Халькозин	Золото самородное Пирит Арсенопирит Электрум	Золото самородное Пирит Халькопирит	Золото самородное Халькопирит Пирит
<b>Гипергенные</b>								
Гетит Лимонит Скородит Питтицит	Гетит Лимонит Скородит Питтицит	Гетит Гидрогетит Лимонит Ярозит	Гидрооксиды железа Гематит Гетит Гидрогетит Гипс	Гетит Гидрогетит Лимонит Гипс	Гематит Гетит Гидрогетит	Гидрооксиды железа Скородит Миметезит Кераргирит Англезит Ярозит	Гематит Лимонит	Гематит Гетит Гидрогетит
<b>Породообразующие</b>								
Плагиоклаз Кварц Альбит Серицит Хлорит Турмалин Эпидот Цомзит Карбонат	Кварц Альбит Доломит Серицит Магнезит	Кварц Серицит Ортоклаз Альбит	Кварц Доломит Кальцит Хлорит Серицит Альбит	Кварц Кальцит Доломит Хлорит Серицит	Кварц Кальцит Доломит Серицит Барит Ортоклаз Хлорит	Кварц Турмалин Альбит	Кварц Альбит Ортоклаз Серицит Хлорит Карбонат	Кварц Ортоклаз Альбит Серицит Карбонат Хлорит

ряная ПМА (см. табл. 90). Особенности минерального состава приведены в табл. 95. Проявление полиметаллической и золото-серебряной стадий приводит к образованию различных, гибридных, сложных по составу минералов.

В Нуратинском регионе выбраны следующие эталонные объекты: Марджанбулак, Сармич, Кошар, расположенные в терригенных образованиях; Чармитан и Гужумсай, приуроченные к граносиенитам.

На месторождениях Марджанбулак и Сармич распространены следующие основные минералы: рудные – пирит, арсенопирит, реже, марказит, пирротин, халькопирит, сфалерит, самородное золото, галенит, блеклая руда, кюстелит, минералы серебра, нерудные – кварц, хлорит, карбонаты, серицит, углеродистое вещество и др. Основными продуктивными являются ПМА раннесульфидной стадии. Среди них прежде всего пирит-арсенопиритовая ПМА с золотом. Более поздние ПМА золото-серебряной стадии имеют подчиненное значение. Среди элементов-примесей выделяются следующие: Ag, As, Pb, Zn, W, Mo, Sn, Cu, Ni, Co, Sb. Значение серебро-золотого отношения – 4,7. Пробность золота 680-740‰ (для золота первой генерации), 550-650‰ (для золота второй генерации). На месторождении Сармич пробность второй генерации золота 870-920‰ (в золото-гесситовой ПМА) и 490-700‰ (в золото-серебряной ПМА). Для этого типа месторождений характерны следующие типоморфные свойства: 1) полисульфидные жилы в березитах, 2) преобладание в рудах пирита, 3) интенсивный катаклиз сульфидов, в трещинах которых локализуется золото, 4) унаследованные текстуры руд, среди которых просечковые, мелкогнездовые и катакластические, брекчиевые.

На участке Кошар установлены следующие основные минералы: рудные – пирит, арсенопирит, самородное золото, халькопирит, пирротин, марказит, галенит; нерудные – кварц, полевой шпат, серицит, хлорит, карбонаты, углеродистое вещество и др.; гипергенные – лимонит, гётит, гидрогётит, скородит, ярозит, гипс (см. табл. 91, 95). Основными элементами-примесями являются: Ag, Ni, Co, V, Cr, Mo, Zr, Cu, Pb, Sb, As, Zn, Ba, Sc, W и др. Другие качества и признаки, присущие Кошару и характеризующие Нуратинский тип, приведены выше. Отметим лишь, что золото Кошара высокой пробыности 970-1000‰.

На месторождениях Чармитан и Гужумсай установлены следующие основные минералы: рудные – пирит, арсенопирит, шеелит, халькопирит, сфалерит, галенит, сульфосоли серебра, самородное золото и др.; нерудные – кварц, полевые шпаты, кальцит, хлорит, серицит, флюорит и др. Основными продуктивными являются ПМА раннесульфидной (преобладает) и золото-серебряной стадии (см. табл. 84). В качестве элементов-примесей выделены: W, Ag, Sb, Bi, Cu, Zn, Pb, Fe. Значение серебро-золотого отношения – 0,2-0,4. Пробность 800-920‰, в среднем 850‰ (золото первой генерации); 500-675‰ (золото второй генерации). Для этого типа характерны следующие типоморфные свойства: 1) два основных вида золотосодержащих метасоматитов – кварц-полевошпатовые и березиты, реже отмечаются аргиллизиты; 2) две генерации арсенопирита, различающиеся морфологически и содержаниями золота.

Руды участка Акба сформированы в результате гидротермальной проработки карбонатных пород по схеме апокарбонатного рудообразования (Цой и др. 1997 г., Турамуратов, Цой и др., 2005 г.). Минеральный состав руд не отличается разнообразием и представлен в основном минералами ранних стадий (см. табл. 95). Золотое оруденение образовано в раннесульфидную стадию и связано с пирит-арсенопиритовой ПМА (см. табл. 92). Минералы поздней золото-серебряной стадии здесь не проявлены, поэтому ожидать богатых руд на участке не следует.

В Чаткало-Кураминском регионе в качестве эталонных объектов выбраны Кочбупак, Кызылалмасай, Кайрагач (участок Катта-Баг) и месторождения Чадакского рудного поля. На месторождении Кочбулак установлены следующие основные минералы: рудные – пирит, халькопирит, сфалерит, галенит, висмутин, блеклая руда, теллуриды золота, серебра и висмута, самородные золото, серебро, висмут, теллур, сурьма, минералы олова и др., нерудные – кварц, карбонаты, серицит, хлорит и др. Основными продуктивными являются ПМА золото-серебряной стадии (см. табл. 86). Среди них наиболее золотопроодуктивные золото-гесситовая и золото-серебряная ПМА. Для месторождения характерны следующие элементы-примеси: Bi, Ag, Te, Se, Pb, Sb, Cu, Sn, W, Zn, In, Cd, Hg. Величина серебро-золотого отношения варьирует от 5 до 16,5. Пробность золота 849-893‰. Для месторождения отмечаются следующие типоморфные свойства: 1) рудоносные эксплозивные брекчии; 2) кварц-полисульфидные жилы в березитах с ясно выраженными метаколлоидными текстурами; 3) метаколлоидное золото; 4) разнообразие теллуридов и приуроченность их вместе с золотом к цинксодержащему тетраэдриту; 5) резкие колебания величины Ag/Au отношения в рудных телах; 6) широкое развитие висмутовой и полиметаллической минерализации; 7) незолотоносные галенит-баритовые жилы, пересекающие золото-теллуридовую ассоциацию; 8) разобщенность в пространстве кварц-антимонит-цинкенитовой ассоциации с золото-кварцевыми жилами; 9) наличие в жилах сиреневого серицита.

На месторождении Кызылалмасай установлены более 100 минералов. Среди них рудные – пирит (преобладает), халькопирит, галенит, сфалерит, блеклые руды, составляющие от 3-5 до 30-35% объема рудных тел. Менее распространены самородные Au, Ag, Cu, Bi, Pb; интерметаллиды (алларгенит, титм, дискразит, простые сульфиды (висмутин, акантит, арсенопирит, айкинит и др.), окислы (касситерит, гематит, магнетит и др.), сульфосоли серебра, теллуриды серебра, золота, висмута, селениды и др. Нерудные минералы представлены кварцем, кальцитом, меньше, серицитом, мусковитом, каолинитом, ортоклазом. Продуктивными являются ПМА золото-серебряной стадии (см. табл. 86). Пробность золота варьирует в широких пределах. Она возрастает с глубиной от 520 до 865‰. Характерными элементами-примесями являются: Ag, Cu, Pb, Zn, Bi, Te, Se, Pt, Pd, W, As, Hg. Месторождение отличается следующими типоморфными свойствами: 1) метасоматические преобразования пород проявились многократно; близкие по времени с рудообразованием являются синвулканические пропилиты и вторичные кварциты; 2) непосредственно рудному процессу предшествовало формирование зоны околорудных аргиллизитов;

3) концентрации золота тяготеют к участкам окварцевания и сопровождаются прожилковой минерализацией кварц-карбонат-хлорит-калишпатового состава; 4) выделяются два подтипа руд – пирит-халькопиритовый убогосульфидный (преобладает) и кварц-полиметаллический умеренносульфидный; 5) сохранились ранние золотопродуктивные ассоциации – кварц-пирит-халькопиритовая и кварц-пирит-золоторудная (Р.П. Бадалова и др., 1969 г.; Н.И. Овчинникова, 1989 г.), видимо связанные с раннесульфидной стадией; 6) кварц-полиметаллическая и серебро-сульфосольная ассоциации являются продуктивными на серебро.

На участке Катта-Баг месторождения Кайрагач установлены рудные минералы, свойственные поздним (полиметаллической и золото-серебряной) стадиям минералообразования (см. табл. 93, 95). Рудные минералы ранних стадий проявились слабо или отсутствуют.

На месторождениях Чадакского рудного поля отмечены следующие минералы: рудные – пирит, халькопирит, сфалерит, галенит, гематит, блеклая руда, электрум, сульфотеллуриды висмута и свинца, акантит, кюстелит, серебро самородное, полибазит, пирсеит, пираргирит, арсенопирит, шеелит и др.; нерудные – кварц, анкерит, кальцит, хлорит, серицит, адуляр, волластонит, флюорит, эпидот и др. На исследованных участках (Мазар и Акбулак) не все минералы, из установленных в рудном поле, найдены (см. табл. 95). Продуктивными являются ГМА золото-серебряной стадии (см. табл. 94). Характерными элементами примесей являются: Ag, Cu, Pb, Zn, Sb, F. Серебро-золотое отношение имеет следующие значения: 11,5; 11,2; 15,8. Пробность золота в ранних генерациях – 500-600‰, но встречается электрум (400‰), а также высокопробное золото до 870‰. Пробность золота (‰) второй генерации 387-586, третьей – 572-674, четвертой – 860-870, пятой – 670-700. Характерно увеличение пробности золота с глубиной от 540-600 до 620-650‰. Для месторождений характерны следующие типоморфные свойства: 1) золото-кварц-полевошпатовые и кварц-гематит-золотосодержащие жилы секут прожилиты; 2) преобладание среди рудных минералов пирита с высокими содержаниями золота и серебра; 3) разобценность в пространстве золото-содержащих жил с галенит-сфалеритовой и флюоритовой минерализациями; 4) отсутствие в рудах элементов-примесей, представляющих практический интерес; 5) наличие в рудах метакolloидных текстур.

Таким образом, из обзора геологических и минералогических особенностей золоторудных месторождений Узбекистана отчетливо прослеживается закономерность – с запада на восток происходит омоложение рудовмещающих пород и проявление преимущественно более молодых золотопродуктивных ассоциаций. На западе основные золотопродуктивные ассоциации связаны с раннесульфидной стадией, а на востоке – с золото-серебряной.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изученные золоторудные месторождения расположены в разных регионах Узбекистана, характеризующиеся специфическими геологическими (стратиграфо-литологическими, структурными), минералогическими особенностями формирования оруденения.

Золоторудные месторождения Центральных Кызылкумов приурочены к карбонатно-вулканогенно-терригенным толщам докембрия—нижнего палеозоя. Основная масса золотого оруденения связана с раннесульфидной стадией и пирит-арсенопиритовой с золотом ПМА. Поздние ПМА золотосеребряной стадии проявлены слабо или совсем отсутствуют.

Месторождения золота Нуратинского региона расположены в ниже-палеозойских карбонатно-терригенных и терригенных толщах. Золотое оруденение также в основном сформировано в раннесульфидную стадию (пирит-арсенопиритовая с золотом ПМА). На месторождениях Марджанбулак и Гужумсай кроме того проявлены золото-серебряная и собственно серебряная ПМА.

В Зиаздинском рудном поле рудовмещающими являются карбонатно-вулканогенно-терригенные толщи нижнего палеозоя. Золотое оруденение связано с золото-пирит-арсенопиритовой ПМА и, отчасти, с поздней золото-серебряной.

В Южном Узбекистане золотое оруденение расположено в карбонатно-терригенных и кремнистых карбонатных породах нижнего палеозоя. Здесь золото сформировалось в раннесульфидную стадию (золото-пирит-арсенопиритовую ПМА).

Золоторудные объекты Чаткало-Кураминского региона расположены в верхнепалеозойских вулканитах (С<sub>1</sub>-Р<sub>2</sub>). Золотое оруденение здесь связано с поздней золото-серебряной стадией (золото-гесситовой, золото-серебряной ПМА).

То есть намечается региональная закономерная изменчивость золотого оруденения с запада на восток. Рудовмещающие породы с запада на восток омолаживаются (от докембрия, нижнего палеозоя до верхнего палеозоя). В этом же направлении происходит омоложение золотой минерализации. На западе она в основном связана с раннесульфидной стадией (золото-пирит-арсенопиритовая ПМА), а на востоке — с поздней золото-серебряной (золото-гесситовой, золото-серебряной ПМА).

На золоторудных месторождениях Узбекистана установлены следующие ПТР:

1. Метатерригенные с метасоматическим преобразованием исходных пород и наложенным золото-сульфидным оруденением.
2. Кварцево-жильный с золотом.
3. Окисленный, продукт разложения первых двух типов руд.

На различных месторождениях в зависимости от их геологических особенностей распространены в той или иной мере указанные природные типы. В Центральных Кызылкумах проявлены все три типа, в других регионах два (Кошар) или один (Акба).

Каждый природный тип и подтип золотых руд имеет определенный химический, минеральный состав и сопутствующие элементы. Из выделенных типов руд в Западном Узбекистане наиболее распространен по массе первый тип, но по содержанию золота он уступает второму и третьему.

Положение золотого оруденения в двухмерном пространстве: *геологическая среда — минералообразование* наглядно показано в стратиграфо-минералогических таблицах (СМТ), составленных для исследуемых объектов. В СМТ можно проследить вышеуказанную региональную закономерность.

В процессе исследований установлены необычные закономерности размещения золотой минерализации. Так, на участке Тилля-Таг обнаружено золото в рутиле (данные рентгеноспектрального локального анализа).

На Кошаре и других объектах отмечена связь золотой минерализации с карбонатами, обогащенными железом и мышьяком. По-видимому, это можно объяснить наложением гидротермальных рудоносных растворов на карбонатные породы. В результате карбонатные породы претерпевают окремнение и включают пирит-арсенопиритовую с золотом минерализацию. В процессе гипергенеза происходит разложение карбонатов и сульфидов, поэтому на растровых снимках мы имеем смешанную картину распределения Са, Mg, Fe, As (без четких границ, как это характерно для минералов).



Для Узбекистана составлена сводная схема гипогенного минералообразования, включающая два этапа (пневмато-гидротермальный и гидротермальный), 13 стадий и 23 парагенетических минеральных ассоциаций.

Золотое оруденение связано с двумя стадиями, раннесульфидной (с золото-пирит-арсенопиритовой ПМА) и золото-серебряной (золото-гесситовой, золото-серебряной ПМА).

Участки, где происходит совмещение минералов раннесульфидной и золото-серебряной стадий, характеризуются богатыми рудами. Поэтому для поиска богатых руд необходимо выявление минералов золото-серебряной стадии. Благоприятной рудовмещающей средой для золота являются пестрые по литологическому составу свиты (карбонаты, вулканиты, терригенные образования). В Центральном Кызылкумах это бывшая бесапанская (ныне косманачинская толща), тасказганская, карашахская, косбулакская (кушкумбайская) свиты, в Зирабулак-Зиятлинских горах – катармайская, рабинджанская, булямущская и т. д. В пределах вулканогенных толщ (в Чаткало-Кураминском регионе) необходимо обращать внимание на горизонты карбонатных пород, которые в процессе воздействия существенно кислых (силикатных) рудоносных растворов изменяются до кварцитовидного состояния и вмещают золотое оруденение. Кроме того, потенциально рудоносными могут быть тектонические пакеты, выполненные карбонатным материалом, которые также претерпевают метасоматическое окварцевание в процессе гидротермальной деятельности.

Свиты, имеющие в своем составе, наряду с вулканитами, карбонатные породы, являются потенциально золотопродуктивными при наличии рудоподводящих разрывных нарушений.

### Практические рекомендации

1. При проведении геологоразведочных работ на схожих объектах учитывать особенности минералогического состава, изложенные в монографии.
2. Для выявления богатых золотых руд необходимо вести поиски минералов золото-серебряной стадии (блеклая руда, теллуриды висмута, серебра; сульфосоли, самородные золото и серебро).
3. Поиски промышленных золотых руд необходимо сконцентрировать в пределах пестрых по составу свит (аналоги косбулакской, рабинджанской, булямущской и др.).
4. В Чаткало-Кураминском регионе поиски золотых руд целесообразно вести в основаниях вулканогенных свит, имеющих в своем составе карбонатные породы.
5. При поисковых работах следует учитывать геолого-структурные закономерности размещения золотого оруденения, установленные в этой работе и показанные на принципиальной схеме структурных ловушек.

## ЛИТЕРАТУРА

- Алимов Ш.П., Цой В.Д., Королева И.В. Природные типы руд месторождения Пистали // Геология и минеральные ресурсы. - 2013. - № 4. - С. 15-19.
- Ахмедов Н.А. Основные черты размещения золотого оруденения одного из месторождений Средней Азии // Узб. геол. журн. - 1978. - № 4. - С. 70-72.
- Ахмедов Н.А. Разрывные нарушения на одном из рудных полей Западного Узбекистана и их отношение к золотому оруденению // Узб. геол. журн. - 1985. - № 4. - С. 13-15.
- Бадалова Р.П., Николаева Л.А. Типоморфизм золота в месторождениях и рудопроявлениях Узбекистана // Зап. Узб. отд. ВМО. - Т.: Фан, 1973. - Вып. 26. - С. 100-102.
- Бетехтин А.Г. Минералогия. - М.: Госгеолтехиздат, 1950. - 956 с.
- Винчелл А.Н. Оптическая минералогия. - М.: Изд. ИЛ, 1949. - 657 с.
- Геологический словарь / Под ред. К.Н. Паффенгольца. - М.: Недра, 1978. - 943 с.
- Голованов И.М. Геолого-промышленные типы коренных золоторудных месторождений Узбекистана // Геология и минеральные ресурсы. - 2000. - № 1. - С. 18-30.
- Диваев Ф.К., Шаймуратов Т.Х. и др. Золоторудные проявления Северного Тамдытау (Центральные Кызылкумы) – характерные представители полигенного и полихронного вулканогенно-осадочного типа месторождений // Тр. межд. науч.-практич. конф. «Проблемы рудных месторождений и повышения эффективности геологоразведочных работ». - Т.: ИМР, 2003. - С. 218-221.
- Золоторудное месторождение Мурунтау / Под ред. Т.Ш. Шаякубова, И.М. Голованова и др. - Т.: Фан, 1998. - 539 с.
- Клемперт С.Я., Королева И.В. Минеральные ассоциации одного из золоторудных проявлений Западного Узбекистана // Минералогия и геохимия эндогенных месторождений Средней Азии. - Т.: САИГИМС, 1980. - Вып. 3. - С. 11-16.
- Клемперт С.Я., Исаев А.П. Типоморфные признаки золото-сульфидного оруденения одного из месторождений Западного Узбекистана // Зап. Узб. отд. ВМО, 1985. - Вып. 38. - С. 134-137.
- Клемперт С.Я. О полигенности и полихронности оруденения на одном из золото-сульфидных месторождений Узбекистана // Геология, условия формирования и поисковые признаки месторождений рудных полезных ископаемых Тянь-Шаня. - Т.: САИГИМС, 1986. - С. 41-47.
- Коваленкер В.А. Минералого-геохимические закономерности формирования эпитермальных руд золота и серебра: Автореф. дисс. докт. г.-м. наук. - М., 1995. - 42 с.
- Конеев Р.И., Халматов Р.А., Мун Ю.С. Золоторудные месторождения Узбекистана: минерально-геохимический стиль, закономерности размещения и формирования // Геология и минеральные ресурсы. - 2009. - № 4. - С. 11-24.
- Конеев Р.И., Халматов Р.А., Мун Ю.С. Микро- и наноминеральные парагенезисы в рудах месторождений золота Узбекистана – основа поиска, типизации и оценки скрытого оруденения // Мат-лы Междунар. минералог. семинара «Минералогическая интервенция в микро- и наномир». - Сыктывкар: Геопринт, 2009. - С. 298-301.
- Королева И.В., Цой В.Д., Хамроев И.О. Парагенетические минеральные ассоциации и стадийность минералообразования на золото-серебряном месторождении Гужумсай // Тр. межд. науч.-практич. конф. «Проблемы рудных месторождений и повышения эффективности геологоразведочных работ. - Т.: ИМР, 2003. - С. 351-354.
- Маркова Э.А., Клемперт С.Я., Гаврилов А.М. Минералогия рудных тел Кокпатасского рудного поля // Рудные формации и основные черты металлогении золота Узбекистана. - Т.: Фан, 1969. - С. 207-213.
- Овчинникова Н.И. Серебряная минерализация на золото-серебряных проявлениях Кураминской зоны // Минералого-геохимические критерии поисков месторождений полезных ископаемых в рудных районах Тянь-Шаня. - Т.: САИГИМС, 1990. - С. 75-86.
- Отакузиев Э.О., Баскөков М.П. К золотоносности морфогенетических типов углеродистого вещества в метаморфизованных породах Центральных Кызылкумов // Узб. геол. журн. - 1978. - № 6. - С. 34-39.
- Петровская Н.В. Самородное золото. - М.: Наука, 1973. - 347 с.
- Проценко В.Ф. Некоторые итоги изучения рудогенеза в черносланцевых толщах Западного Узбекистана. - Т.: ГП «НИИМР», 2010. - 194 с.

- Рамдор П. Рудные минералы и их сростания. - М.: Изд. ИЛ, 1962. - 1132 с.
- Рафаилович М.С., Мизерная М.А., Дьячков Б.А. Крупные месторождения золота в черносланцевых толщах: условия формирования, признаки сходства. - Алматы, 2011. - 272 с.
- Рафаилович М.С. Геология золота Центральной Азии: эволюция оруденения, метасоматические формации, эксплозивные брекчии. - Алматы, 2013. - 423 с.
- Рудные месторождения Узбекистана / Отв. ред. Н.А.Ахмедов. - Т.: ИМР, 2001. - 661 с.
- Рудные формации и основные черты металлогении золота Узбекистана / Под ред. И.Х.Хамрабаева. - Т.: Фан, 1969. - 396 с.
- Смирнов С.С. Зона окисления сульфидных месторождений. - М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1955. - 331 с.
- Смирнова С.К., Козлов В.В. Платиноиды в рудах и минералах золоторудных месторождений Узбекистана // Современные аналитические методы и приборы в геологии и охране окружающей среды // Тез. докл. науч. конф. - Т.: ИГиГ АН РУз, 1998. - С. 91-92.
- Сидоров А.А. О рудно-формационном анализе золотых и золотосодержащих месторождений // Геология рудных месторождений. - 1992. - № 6. - С. 70-79.
- Стратиграфический словарь Узбекистана / Под ред. З.М.Абдуазимовой // Тр. ИМР. - Т.: ГИДРОИНГЕО, 2001. - 580 с.
- Справочник-определитель рудных минералов в отраженном свете / Чаилева Т.Н., Безсмертная М.С., Спиридонов Э.М. и др. - М.: Недра, 1988. - 504 с.
- Стратифицированные и интрузивные образования Узбекистана / Под ред. В.А.Арапова. - Т.: ИМР, 2000. - 541 с.
- Турамуратов И.Б., Цой В.Д., Пирназаров М.М., Королева И.В. Природные типы руд золоторудных месторождений Кокпатавского рудного района // Горный вестник Узбекистана. - Навои. - 2005. - № 21. - С. 17-22.
- Халматов Р.А. Вертикальная зональность распределения и формы нахождения рудных элементов золото-серебряного месторождения Кызылалмасай // Геология и минеральные ресурсы. - 2009. - № 6. - С. 24-28.
- Цой В.Д., Королева И.В., Козлов В.В., Исмаев А.П. Об использовании современного аналитического оборудования при минералогических исследованиях месторождения Марджанбулак // Современные аналитические методы и приборы в геологии и охране окружающей среды // Тез. докл. науч. конф. - Т.: ИГиГ АН РУз, 1999. - С.102-105.
- Цой В.Д. Кварц-карбонат-золоторудная (апокарбонатная) формация и ее роль в расширении минерально-сырьевой базы Узбекистана // Тез. докл. конф. «Актуальные проблемы освоения месторождений полезных ископаемых». - Т.: Фан, 2001. - С. 136-137.
- Цой В.Д., Королева И.В. Природные типы руд оцениваемых золоторудных месторождений Узбекистана // Геология и минеральные ресурсы. - 2007. - № 5. - С. 64-73.
- Цой В.Д., Шнырев Д.В., Варисов А.А. Природные типы руд Марджанбулакского рудного поля и закономерности размещения продуктивных минеральных ассоциаций // Геология и минеральные ресурсы. - 2010. - № 6. - С. 31-36.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

		Стр.
	ВВЕДЕНИЕ	3
Глава I	СТРАТИФИЦИРОВАННЫЕ РУДОВМЕЩАЮЩИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УЗБЕКИСТАНА	5
Глава II	ПРИРОДНЫЕ ТИПЫ РУД ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГОР ТАМДЫТАУ	8
	Месторождение Тамдыбулак	8
	Месторождение Балпантау	25
Глава III	ПРИРОДНЫЕ ТИПЫ РУД ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГОР АУМИНЗАТАУ, ДЖИТЫМТАУ	34
	Месторождение 1 Сентябрь	35
	Рудопоявление Караунгур	42
Глава IV	ПРИРОДНЫЕ ТИПЫ РУД ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГОР БУКАНТАУ	55
	Месторождение Кокпатас	55
	Месторождение Турбай	56
	Месторождение Барханное	57
	Месторождение Булуткан	59
Глава V	ПРИРОДНЫЕ ТИПЫ РУД ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГОР НУРАТАУ	60
	Месторождение Пистали	60
	Участок Сулук	64
	Месторождение Каракудук	72
	Месторождение Марджанбулак	79
	Участок Кошар	83
Глава VI	ПРИРОДНЫЕ ТИПЫ РУД ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗИРАБУЛАК-ЗИАЭТДИНСКИХ ГОР	89
	Месторождение Яиги-Давон	89
	Участок Тилля-Таг	92
Глава VII	ПРИРОДНЫЕ ТИПЫ РУД ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЮЖНОГО УЗБЕКИСТАНА	96
	Месторождение Широтное	96
	Участок Акба	102
Глава VIII	ПРИРОДНЫЕ ТИПЫ РУД ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЧАТКАЛО-КУРАМИНСКИХ ГОР	105
	Участок Междуречье месторождения Кызылалмасай	105
	Участок Симгуран месторождения Кочбулак	110
	Участок Катта-Баг месторождения Кайрагач	115
	Чадакское рудное поле, участок Мазар	123
	Участок Акбулак	128
Глава IX	СВОДНАЯ СХЕМА ГИПОГЕННОГО МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЯ УЗБЕКИСТАНА	133
	Стадийность гипогенного минералообразования месторождения Тамдыбулак	133
	Стадийность гипогенного минералообразования участка Катта-Баг месторождения Кайрагач	135
	Анализ схем гипогенного минералообразования отдельных регионов и месторождений	136
Глава X	СРАВНИТЕЛЬНАЯ МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УЗБЕКИСТАНА	143
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	151
	ЛИТЕРАТУРА	153

**В.Д.Цой, И.В.Королева, Ш.П.Алимов**

**ПРИРОДНЫЕ ТИПЫ РУД ЗОЛОТОРУДНЫХ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ УЗБЕКИСТАНА**

*Утверждено к печати Ученым Советом  
ГП «Научно-исследовательский институт минеральных ресурсов»*

**Редактор Т.Г.Кочергина  
Корректор Х.М.Вашурина  
Компьютерная верстка,  
оригинал-макет и обложка Н.Х.Сагдуллаев**

Лицензия АІ № 233 от 13.05.2013 г. Подписано в печать 26.10.2015 г.  
Формат А4. Бумага кн.-журн. Гарнитура «АраI». Кегль 10, 8  
Печать трафаретная (ризография). Усл. печ. л. – 19,5. Уч.-изд. л. – 22.  
Тираж 100. Заказ № 2.

Адрес электронной почты: [arpmr@evp.uz](mailto:arpmr@evp.uz)

Адрес редакции ГП «НИИМР»: Ташкент, ул. Шевченко, 11<sup>а</sup>

Отпечатано в типографии ГП «НИИМР»  
Ташкент, ул. Шевченко, 11<sup>а</sup>

