

На правах рукописи

УДК 553.441.3 (574)

АСУБАЕВА САЛТАНАТ КАЛЫКБАЕВНА

**Зона окисления золото-сульфидного месторождения Найманжал
и особенности его формирования (Центральный Казахстан)**

25.00.11 – Геология, поиски и разведка месторождений твердых полезных
ископаемых; минерагения

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Республика Казахстан
Алматы, 2010

Работа выполнена в Казахском национальном техническом университете имени К.И. Сатпаева Министерства образования и науки Республики Казахстан

Научные руководители: доктор геолого-минералогических наук,
М.Ш.Омирсериков
кандидат геолого-минералогических наук,
К.Ш.Дюсембаева

Официальные оппоненты: доктор геолого-минералогических наук,
Ф.Г. Губайдуллин
кандидат геолого-минералогических наук,
К.А. Тлеулина

Ведущая организация: Восточно-Казахстанский государственный
технический университет им. Д. Серикбаева

Защита состоится «26» августа 2010 года в 16-00 часов на заседании диссертационного совета Д 14.15.07 при Казахском национальном техническом университете имени К.И. Сатпаева в 813 НК по адресу: 050013, город Алматы, ул. Сатпаева 22, Факс: 8(3272) 92-60-25.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Казахского национального технического университета имени К.И. Сатпаева, по адресу: ул. Сатпаева 22 или на сайте www.kazntu.kz, раздел научная работа.

Автореферат разослан « 20 » июля 2010 года

Ученый секретарь диссертационного совета,
доктор технических наук,
профессор



Абдели Д.Ж.

Введение

Актуальность работы. Зоны окисления золоторудных месторождений в настоящее время приобретают все большее значение в связи с доступностью получения золота методом кучного выщелачивания. Многолетняя практика зарубежных предприятий подтверждает высокую технико-экономическую эффективность метода. По сравнению с традиционными фабричными технологиями кучное выщелачивание характеризуется низкими капитальными вложениями и эксплуатационными затратами, меньшим энерго- и водопотреблением, высокой производительностью труда. При использовании метода нет необходимости в тонком измельчении руд перед извлечением, что является довольно энергоемким процессом. Способ кучного выщелачивания широко используется почти в половине мировых странах-лидерах золотодобычи, а также в последние годы широко используется в Казахстане. В связи с этим изучение вещественного состава зоны окисления разведанного золото-сульфидного месторождения Найманжал в Центральном Казахстане представляется весьма актуальным и имеет научное и практическое значение.

Целью работы является исследование минерального состава руд зоны окисления и выявление размещения типов руд по латерали и в разрезе, возможного перераспределения золота, ведущих попутных компонентов в ее пределах, основных физико-механических и технологических свойств руд, допускающих принципиальную возможность переработки добытых карьерным способом окисленных руд методом кучного выщелачивания.

Задачи исследований: 1) Изучение минерального состава гипогенных и гипергенных руд месторождения; 2) выделение типов руд и слагающих их парагенетических ассоциаций для первичных руд и руд зоны гипергенеза, выявление зональности в их размещении; 3) изучение главных рудообразующих минералов и их типоморфных особенностей; 4) выявление закономерностей распределения золота в рудах; 5) установление последовательности и условий минералообразования; 6) составление объемных моделей рудных тел; 7) определение основных элементов модели для прогноза и поисков месторождений золото-сульфидного типа в районе месторождения Найманжал.

Фактический материал и методы исследований. В основу работы положены материалы, собранные автором в процессе проведения научно-исследовательских работ в период 2004-2008 годов, выполненные в составе научной группы Геологоразведочного института Казахского национального технического университета им. К.И. Сатпаева.

В процессе полевых работ и лабораторных исследований автором было изучено более 1000 образцов, отобранных из керна скважин и карьера; описано 200 полированных и 100 прозрачных шлифов.

Для решения поставленных задач был выполнен комплекс минералогическо-геохимических исследований и различные виды анализа: минераграфическое изучение руд; химический и спектральный анализы; тонкие методы – рентгенометрический, микрорентгеноспектральный на микроанализаторе JСХА-733; технологические испытания руды из зоны окисления на уровне лабораторных проб. В диссертационной работе использовались современные программы: 1)

Micromine-9.2, позволившая показать, на основе фактического материала трехмерную модель рудных тел месторождения Найманжал и 2) Mapinfo-8 версия для составления цифровых карт.

Аналитические исследования выполнены в лабораториях Института геологических наук им. К.И. Сатпаева.

Научная новизна и практическая значимость работы заключается в следующем: 1) впервые исследована зона окисления золото-сульфидного месторождения Найманжал для подготовки его руд к отработке кучным выщелачиванием; 2) построена трехмерная модель рудных тел месторождения, позволяющая увидеть в объеме распределение содержания золота в их пределах по всему исследуемому объекту.

Практическое значение имеет выявление особенностей распределения и форм нахождения золота и серебра в рудах месторождения Найманжал, основные из которых: 1) гипогенное золото преобладает над гипергенным; 2) основная часть золота находится в свободном тонкодисперсном чистом виде, легко извлекаемом цианированием; 3) в рудах присутствует золото весьма высокой пробы (гипергенное) и средней пробы (гипогенное); 4) серебро входит в состав золота (электрум), часть серебра присутствует в самородной форме и часть его адсорбирована тонкодисперсным глинистым веществом.

Основные защищаемые положения

1) Основной состав руд зоны гипергенеза и характер их развития определяются составом гипогенных прожилковых и прожилково-вкрапленных руд;

2) В размещении типов руд в зоне гипергенеза выявлена неясно проявленная вертикальная зональность и четко выраженная зональность по латерали;

3) Золотосодержащие руды зоны окисления благоприятны для кучного выщелачивания по их химическому составу, особенностям минералогии золота и серебра, физико-механическим свойствам руд и пород;

4) Выявлено распределение концентраций золота в пределах рудных тел с помощью объемного моделирования. Определены прогнозно-поисковые критерии для выявления месторождений исследуемого типа.

Апробация работы. Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на научных конференциях в гг. Кызылорда (2007), Актау (2007), Усть-Каменогорск (2008), Алматы (2009, 2010), а также на научных семинарах при КазНТУ. По теме диссертации опубликовано 8 статей.

Объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, 6 глав и заключения общим объемом 102 страницы машинописного текста, 26 таблиц, 32 рисунков, 64 наименований использованной литературы.

Работа выполнена в Казахском национальном техническом университете им. К.И. Сатпаева под руководством доктора геол.-минерал. наук М.Ш. Омисерикова и кандидата геол.-минерал. наук К.Ш. Дюсембаевой. Диссертант выражает особую благодарность своим научным руководителям за их ценные советы во время работы над диссертацией. Автор искренне признателен сотрудникам Геологоразведочного Института им. К. Турысова докторам геол.-минерал. наук Н.С. Сеитову, А.Б. Байбатша, кандидатам геол.-мин. наук А.А.

Жунусову, Л.Д. Исаевой, А.Т. Касеновой за их поддержку и полезные советы. Огромную благодарность выражаю доктору геол.-минерал. наук Э.Ю. Сейтмуратовой за оказанную консультативную работу.

1 Краткие сведения о геологии района месторождения Найманжал

Месторождение Найманжал было обнаружено в 1977-81 годах при проведении геологосъемочных работ ПГО «ЦентрКазгеология». В период 1988-89 годов изучением объекта занималось ЦПСЭ и в 1990-96 годах оценивалось Майкаинской ГРЭ. С 1998 года геологоразведочные работы на месторождении проводились сотрудниками ТОО «ФМЛ Казахстан».

В схеме структурно-металлогенического районирования Центрального Казахстана Найманжальская площадь занимает особое место. Располагаясь в пределах *Тарбагатай-Чингиз-Майкаинской металлогенической зоны*, она находится между двумя традиционными рудными районами - Майкаинским на северо-западе и Акбастау-Космурунским на юге. Первый удален на 150-170км, второй на 180-200 км. Месторождения Майкаинского района известны и разрабатываются с середины прошлого века: Майкаин, Акбастау, Космурун, Мизек и другие.

Северо-восточная часть Центрального Казахстана в результате полициклической деструкции земной коры и направленной миграции зон приобрела современную латеральную зональность в размещении фронтальных и тыловых вулканических гряд. С одной из них, а точнее с преддуговыми (предгрядовыми) разломами глубокого заложения, сопровождавших развитие дуг, неоднократно активизированными, связывается значительная по размерам зона растяжения, в пределах которой и локализовано Найманжальское рудное поле. Формационный критерий и связанное с ним колчеданное оруденение является основным региональным прогнозно-поисковым критерием. На его основе выделяются структурно-формационные зоны, перспективные на выявление месторождений различных типов.

В геологическом строении района месторождения Найманжал принимают участие отложения кембрия, ордовика, силура, девона и карбона. Интрузивные образования на площади рудного поля имеют ограниченное распространение.

2 Геолого-структурная характеристика месторождения Найманжал

2.1 Структурные особенности месторождения Найманжал

Современная структура Найманжальского рудного поля сформировалась в два основных этапа. На первом этапе, в нижнем палеозое, была заложена островная дуга на крупной зоне растяжения северо-восточного направления, в результате чего возникли крупные северо-западные трещины отрыва, которые послужили причиной формирования дуги и накопления вулканомиктовых продуктов. Вдоль ослабленных зон произошли гидротермально-метасоматические изменения пород основного состава - окремнение, серицитизация с отложением вулканогенно-гидротермальных колчеданных руд. В дальнейшем, при так называемом «закрытии» дуги, происходило сжатие вкрест северо-западным разломам с образованием Найманжальской антиклинали, осложненной серией

взбросо-сбросов. Основание антиклинали сложено базальтами, базальтовыми конгломератами (нижняя пачка). Выше по разрезу они перекрываются лиловыми алевролитами с прослоями яшм, которые в центральной части месторождения переходят в джаспероиды (алевролиты с примесью кремнезема до 90-95%). Этим объясняется формирование кремнистой гряды. Образование же джаспероидов очевидно связано с глубокой частью океанического дна, т.е. локальной узкой впадиной.

На втором этапе, в пермо-триасовое время, в результате тектоно-магматической активизации появились широтные разломы, вдоль которых произошло частичное перераспределение золота и дополнительное окремнение пород. Последующая разрывная тектоника, имеющая северо-восточные направления, привела к образованию флексуобразных сдвигов. Флексура разделила единую рудную зону в центральной ее части на две половины, обеспечила переотложение оруденения (рис.1). Благодаря ей были привнесены дополнительные порции золотого оруденения в пермо-триасовое время.

2.2 Особенности геологического строения месторождения Найманжал

Особенностью локализации «найманжальского» типа оруденения (золото-колчеданно-мышьяк-полиметаллическое) является его приуроченность к толщам ордовикских пород базальт-терригенно-кремнистой формации, сформированной в морских условиях в течение длительного периода – от верхов кембрия до карбона включительно и испытывавшей на себе воздействие процессов тектоно-магматической активизации в пермо-триасовое время.

В геологическом строении самого месторождения принимают участие вулканогенные, вулканогенно-осадочные, реже терригенные и хемогенные породы нижнего-среднего ордовика. Субвулканические и интрузивные образования пользуются слабым развитием.

Нижнеордовикские рудовмещающие отложения условно разделены на три пачки: нижнюю подстилающую, среднюю - рудовмещающую и верхнюю – перекрывающую (рис.2).

Нижняя, зеленоцветная пачка (O_1^1) сложена в основном базальтами, андезитами, реже андезито-базальтами, субвулканическими дайками и мелкими телами пироксенитов, долеритов и продуктами их разрушения и перемыва - вулканомиктовыми конгломератами, гравелитами, песчаниками.

Средняя рудоносная пестроцветная пачка (O_1^2) преимущественно кремнисто-серицит-хлоритовая с линзами, прослоями массивных, полосчатых золото-колчеданно-мышьяк полиметаллических руд, гнездовой, прожилково-вкрапленной сульфидной минерализацией, а также линзами, будинами, прослоями вулканомиктовых алевролитов, песчаников, реже гравелитов с обильной до 5-10% вкрапленностью сульфидов – пирита и арсенопирита. Незначительную роль в строении разреза рудной пачки играют осадочные кремнистые образования – яшмы, железистые аргиллиты. Мощность пестроцветной пачки в пределах месторождения колеблется от 40 до 120 м.

Верхняя пачка (O_1^3) сложена более грубыми осадками – граувакками и крупнозернистыми песчаниками лилового цвета, переслаиваемыми с песча-

никами и алевролитами серо-зеленого цвета. Мощность терригенно-кремнистой пачки колеблется от 70 до 120м.

2.3 Морфология рудных зон и рудных тел

В результате детального проведения поисковых, поисково-оценочных и разведочных работ изучены все основные геологические аспекты строения месторождения Найманжал, главными из которых являются минерализованные зоны и в их пределах рудные тела. Минерализованные зоны хорошо картируются в канавах и скважинах по характерным вещественным и структурно - текстурным признакам, но собственно рудные тела с фиксированным бортовым содержанием золота 0,5г/т выделяются только по результатам опробования. Это положение равным образом касается как окисленных и полуокисленных, так и первичных неокисленных золотосодержащих руд.

Пространственное положение и морфология минерализованных зон целиком и полностью контролируется литолого-структурными и тектоническими особенностями строения месторождения. По пространственному положению и своим морфологическим особенностям внутреннего строения на месторождении Найманжал выделено 5 минерализованных зон: Западная, Центральная, Южная, Северная и Восточная (рис.3, 4).

3 Минеральный состав гипогенных руд месторождения Найманжал

3.1 Типы руд и слагающие их парагенетические минеральные ассоциации

Гипогенные руды месторождения Найманжал золото-колчеданно-мышьяково-полиметаллические с подчиненным количеством меди. По минеральному составу на месторождении выделены три типа руд: мышьяково-колчеданные (арсенопирит-пиритовые); мышьяково-колчеданно-цинковые с подчиненным количеством меди (халькопирит-арсенопирит-пирит-сфалеритовые); мышьяково-колчеданно-свинцово-цинковые (галенит-арсенопирит-пирит-сфалеритовые). Встречаются мышьяково-цинковые и мышьяково-свинцово-цинковые руды без пирита.

Руды в основном прожилково-вкрапленные и гнездово-вкрапленные, сплошные имеют подчиненное значение. Сложены они девятью парагенетическими ассоциациями, от ранних к поздним: 1) пирит-кварцевая; 2) золото-арсенопиритовая; 3) пирит-марказитовая; 4) арсенопирит-марказитовая; 5) сфалеритовая; 6) халькопирит-блеклорудно-сульфосольная; 7) сфалерит-галенитовая; 8) золото-галенитовая.

3.2 Рудообразующие минералы. Главные рудообразующие сульфиды - пирит, арсенопирит, сфалерит, галенит. К второстепенным относятся халькопирит, марказит, блеклая руда. Среди редких следует отметить сурьмяные сульфосоли - буланжерит и бурнонит; сульфиды и сульфосоли Pb-Bi – сурьмяный бурсаит и кобеллит; сульфосоли Ag-Pb-Bi – ширмерит.

Пирит – «сквозной» минерал, по распространенности, как и арсенопирит, стоит на первом месте. В количественном отношении он немного преобладает над арсенопиритом.

Пирит *мышьяково-колчеданных руд* совместно с арсенопиритом слагает

сплошные массы, прожилки мощностью до 1,5-2 см, гнезда, вкрапленность в метасоматитах. Он представлен крупными субидiomорфными и кубической формы зернами (до 1-3 мм), промежутки между которыми выполнены арсенопиритом, который цементирует и замещает его. В отдельных участках пирит раздроблен до тонко-мелкозернистой массы (3-2 мкм), среди которой выделяются более крупные его зерна (70-100 мкм) и агрегаты (до 2 мм).

Пирит *мышьяково-колчеданно-цинковых руд* представлен двумя генерациями: 1) ранний крупнозернистый (0,3 - 1 мм до 4 мм) мышьяково-колчеданных руд, принимающий участие в формировании мышьяково-колчеданно-цинковых руд (более поздние минеральные ассоциации наложены на мышьяково-колчеданные руды). Он слагает сплошные массы, иногда разбитые тонкой сетью трещин, по которым и между его зерен развиваются более поздние минералы - арсенопирит, марказит, сфалерит, иногда блеклая руда и халькопирит; 2) более поздний находится в тесной ассоциации с марказитом. Последний развивается по тонкодисперсному пириту, содержит в своей массе мелкие зерна пирита (20-100 мкм). Тонкодисперсно-мелкозернистый пирит вместе с марказитом цементирует ранний крупнозернистый пирит и арсенопирит, образуя единый арсенопирит-пирит-марказитовый агрегат, который в свою очередь цементируется более поздним темным сфалеритом.

Пирит *мышьяково-колчеданно-свинцово-цинковых руд* совместно с арсенопиритом слагает тонкие прожилки в кварц-серицитовых метасоматитах. Зерна его субидiomорфной, кубической формы (0,1 - 0,5 мм) иногда содержат мелкие включения сфалерита и галенита (7-10 мкм), которые также развиваются по трещинкам в пирите в виде тонких прожилков мощностью 3 - 7 мкм.

Арсенопирит по распространенности не уступает пириту и относится также к числу «сквозных» минералов в рудах Найманжала.

Ранняя генерация арсенопирита вместе с ранней пиритовой формирует *мышьяково-колчеданные руды*. В сплошных разностях руд арсенопирит обычно представляет собой сильно катаклазированный, разбитый густой сетью тонких трещин агрегат, развивающийся в межзерновых пространствах пирита. Арсенопирит отчетливо более поздний по отношению к пириту, он корродирует его. Форма зерен арсенопирита, из-за его стесненных условий образования в промежутках другого, в основном субидiomорфная. По многочисленным трещинкам в арсенопирите развиваются кварц, карбонат. В прожилково-вкрапленных рудах выделения его (размером до 0,04x2 мм) также развиваются между зернами пирита, цементируя его.

Арсенопирит в сплошных разностях *мышьяково-колчеданно-цинковых руд* развивается в виде неправильной, прожилковидной формы выделений (до 2x6 мм) в промежутках крупнозернистого раннего пирита. Арсенопиритовый агрегат обычно разбит сетью тонких трещин, по которым развиваются сфалерит, халькопирит, блеклая руда, кварц и карбонат. Пирит-арсенопиритовый агрегат цементируется тонкодисперсно-мелкозернистым пиритом, находящимся в ассоциации с марказитом.

Арсенопирит в *мышьяково-колчеданно-свинцово-цинковых рудах* развивается в краевых частях пиритовых прожилков, между зерен пирита. Ромбовид-

ные и игольчато-пластинчатые зерна арсенопирита (0,08-0,3 мм) образуют вкрапленность и тонкие прожилки в метасоматите. В промежутках его зерен развивается сфалерит и галенит. Наблюдаются тонкие прожилки галенита, секущие зерна арсенопирита. В последних нередко встречаются мелкие включения блеклой руды и халькопирита (3 - 20 мкм).

Арсенопирит также участвует в формировании *прожилково-вкрапленных мышьяково-цинковых и мышьяково-свинцово-цинковых руд*, в которых отсутствует пирит. Арсенопирит слагает основную массу прожилков, образует вкрапленность в кварц-серицитовом метасоматите, участками густую, переходящую в сплошные массы. Арсенопирит мелко-среднезернистый (0,02 - 0,1 мм до 0,07x0,4 мм), представлен идиоморфными ромбовидными и пластинчатыми кристаллами, в интерстициях которых развиваются сфалерит, галенит, кварц, карбонат.

Сфалерит по распространенности стоит на третьем месте после пирита и арсенопирита. Он представлен двумя генерациями: 1) ранняя - формирует сплошные мышьяково-колчеданно-цинковые руды, в которых он цементирует пирит-арсенопирит-марказитовый агрегат. В ассоциации со сфалеритом в данном типе руды обнаружена неустойчивая разновидность ZnS – вюртцит, которая легко переходит в устойчивую кубическую модификацию – сфалерит. Состав вюртцита по данным микрорентгеноспектрального анализа (масс %): Zn - 52.14; Cd-0.66; Fe-8.76; Cu-3.72; Mn-0.43; S-33.84; сумма – 99.55; 2) поздняя - слагает мышьяково-колчеданно-свинцово-цинковые руды. В прожилково-вкрапленных разностях руд сфалерит находится в тесном срастании с галенитом, развивается в промежутках арсенопиритового агрегата, цементируя его, и встречается в кварц-карбонатных гнездах (0,3-1 мм). Сфалерит содержит неравномерную эмульсионную вкрапленность халькопирита.

Галенит присутствует в рудах в подчиненном количестве и по распространенности среди главных рудообразующих сульфидов стоит на последнем месте. Он слагает мышьяково-колчеданно-свинцово-цинковые руды. В прожилково-вкрапленных разностях руд галенит в виде неправильной формы выделений (0,05-0,1x0,5 мм) встречается в сфалерите, кварце, карбонате; в срастании со сфалеритом развивается между зерен арсенопирита.

Данные микрозондового анализа галенитов показали в нем примеси Ag, Cu, Sb, Bi присутствие которых вполне объяснимо. Эти элементы вместе со свинцом образуют сурьмяные сульфосоли Pb; Pb с Cu; Pb с Bi; Pb с Ag и Bi, с которыми галенит находится в тесных срастаниях.

Халькопирит - второстепенный минерал в рудах Найманжала, однако в малых количествах довольно часто встречается, достигая 2% в мышьяково-колчеданно-цинковых рудах с марказитом. Выделяются две его генерации. Первая входит в состав халькопирит-блеклорудно-сульфосольной ассоциации. Вторая развита в виде эмульсионной вкрапленности в сфалерите, особенно в поздних мышьяково-колчеданно-свинцово-цинковых рудах.

Марказит также как и халькопирит относится к числу второстепенных минералов. В единичных аншлифах количество его достигает 25%. Для марказита выделены две ассоциации: более ранняя пирит-марказитовая, развитая в

составе *мышьяково-колчеданно-цинковых руд*, и более поздняя арсенопирит-марказитовая входит в состав *прожилково-вкрапленных мышьяково-цинковых и мышьяково-свинцово-цинковых руд*, в которых отсутствует пирит.

Блеклая руда – второстепенный минерал, пользуется меньшим распространением, чем халькопирит и, в количественном отношении, стоит после халькопирита. Она входит в состав двух ассоциаций *халькопирит-блеклорудно-сульфосольную* проявленную после сфалеритовой и арсенопирит-марказитовой и *галенит-блеклорудно-сульфосольной*, завершающую процесс продуктивного минералообразования.

Блеклая руда из сплошной мышьяково-колчеданно-цинковой руды находится в тесной ассоциации с бурнонитом, галенитом и карбонатом, которые выполняют промежутки между зерен пирита и арсенопирита. По составу она отнесена к Ag-, Zn-, Fe содержащему тетраэдриту. Блеклая руда из прожилковой мышьяково-свинцово-цинковой руды образует сросток с бурнонитом и также ассоциирует с галенитом. Минералы развиваются в межзерновых пространствах арсенопирита. По составу блеклая руда представляет собой фрейбергит (Zn-, Fe-содержащий Ag-тетраэдрит).

Тесные сростания сурьмяной блеклой руды, включающей Ag с сурьмяными сульфосолями Pb, Pb с Cu, Pb с Bi и галенитом свидетельствуют о близкородновременном их выделении в завершающую стадию процесса минералообразования (галенит-блеклорудно-сульфосольная ассоциация).

Золото самородное - выделены две парагенетические ассоциации: ранняя *золото-арсенопиритовая* и поздняя *золото-галенитовая*, проявившаяся в конце сфалерит-галенитовой ассоциации. Возможно, имеет место и золото-халькопиритовая ассоциация, проявившаяся перед халькопирит-блеклорудно-сульфидной ассоциацией.

Золото из-за крайней неравномерности его распределения обнаружено в нескольких аншлифах (сплошные полосчатые мышьяково-колчеданно-цинковые и существенно мышьяково-колчеданные руды). Золото неправильной формы находится в сростании с мелким галенитовым выделением и зерном арсенопирита изометричной формы в зерне пирита. Оно имеет размер 10 x 50 мкм. Пирит, в котором найдено золото, относится к его ранней генерации и находится среди преобладающей основной массы арсенопирита в виде реликтовых пятен, состоящих из хорошо образованных его идиоморфных кубических кристаллов. Это золото можно отнести к золото-арсенопиритовой ассоциации. Самородное золото встречается в сростании с халькопиритом в виде тоненьких просечек между зерен арсенопирита (7 x 40 мкм). В самом халькопирите золото обнаружено в сростании с галенитом, развивающихся между зерен арсенопирита. Мелкие включения галенита отмечаются в зерне золота (размер золотины 20x50 мкм). Выделения золотин, находящиеся в тесном сростании с галенитом относятся к поздней золото-галенитовой ассоциации.

Золото тонкодисперсное и, в конечном итоге, независимо с каким минералом оно находится в ассоциации, заключено преимущественно в межзерновых пространствах преобладающего арсенопиритового агрегата существенно мышьяково-колчеданной руды.

Самородное серебро в рудах Найманжала не обнаружено. Но оно входит в состав сульфида Ag-Pb-Bi – минерала ширмерита и в состав серебряно-содержащей и серебряной (фрейбергит) сурьмяной блеклой руды (галенит-блеклорудно-сульфосольная ассоциация). Часть золота и серебра находится в невидимой форме в сульфидах.

Сульфиды и сульфосоли свинца, висмута, меди, сурьмы и серебра развиты в составе галенит-блеклорудно-сульфосольной ассоциации, завершающей продуктивный процесс минералообразования. Сульфиды и сульфосоли встречаются в тесных сростаниях с галенитом и сурьмяной блеклой рудой. Размеры выделений сульфосолей колеблются от 0,02 до 0,2 мм.

По составу выделяются сурьмянистые сульфосоли: Pb (буланжерит); Pb с Cu (бурнонит); Pb с Bi (кобеллит, сурьмяный бурсаит); Ag-Pb-Bi (ширмерит). Они встречаются в основном в мышьяково-колчеданно-цинковых рудах и иногда в составе более ранних мышьяково-колчеданных руд и мышьяково-свинцово-цинковых более поздних руд. В мышьяково-колчеданной руде сульфосоли встречены в сростании с карбонатом, арсенопиритом и в арсенопирите, развивающемся между зерен пирита.

3.3 Текстуры и структуры руд

По результатам изучения текстур и структур руд можно сделать следующие выводы: 1) прожилковые, прожилково-вкрапленные и вкрапленные текстуры указывают на отложение сульфидов в мелких дорудных трещинках при метасоматозе; 2) брекчиевые и наложенные полосчатые мышьяково-колчеданно-цинковые и мышьяково-колчеданно-свинцово-цинковые руды являются показателями стадийности процессов минералообразования на месторождении; 3) катакластические текстуры вкрапленных руд говорят о проявлении слабого динамометаморфизма; 4) образование мышьяково-колчеданно-цинковых руд происходило при $t^{\circ} 350^{\circ}-400^{\circ}$, на что указывает присутствующая в рудах эмульсионная структура распада халькопирита в сфалерите.

3.4 Последовательность минералообразования гипогенных минералов

Изучение состава парагенетических минеральных ассоциаций, их отношений между собой и вмещающими породами, анализ текстур и структур руд позволили наметить последовательность минералообразования.

В ранний вулканогенно - осадочный этап образовалась убогая пиритовая минерализация, связанная с кремненакоплением, которая сопровождала вулканическую деятельность (яшмовая, вулканогенно-кремнистая формация, геосинклинальная). Тонкодисперсные седиментационные тонкие рудные слои пирита в кремнистом геле тут же пересекаются тонкими прожилками, состоящими из кристаллически-зернистого пирита и арсенопирита, образующих также убогую вкрапленность в кремнистой породе.

Отложению руд предшествовала интенсивная гидротермальная проработка вмещающих пород вдоль ослабленных зон. Интенсивному метасоматическому изменению подверглись различные вулканогенно-осадочные породы (базальтовые порфириды, аргиллиты, алевропелиты, песчаники и т.д.). Руды месторождения Найманжал представляют собой продукты минеральных ассоциаций разных стадий.

В *колчеданно-мышьяковую стадию* в метасоматитах отложились массы пирита с последующим близкоодновременным наложением на них золото- и мышьяксодержащих растворов с образованием мышьяково-колчеданных руд, пользующихся на месторождении широким распространением. В конце стадии выделилась пирит-марказитовая ассоциация, минералы которой цементируют ранний пирит и арсенопирит.

Медно-цинковая стадия характеризуется привнесом цинка, меди, мышьяка, серебра, и многих других элементов. В начале этой стадии выделилась арсенопирит-марказитовая ассоциация. В отличие от раннего арсенопирита, имеющего как идиоморфную ромбовидную форму, так и субидиоморфную, отлагавшуюся в стесненных условиях, поздний арсенопирит представлен хорошо образованными идиоморфными ромбовидными кристаллами, с появлением пластинчатых форм. По арсенопириту развивается марказит.

Мышьяково-колчеданно-цинковые руды сформированы при совмещении сфалеритовой ассоциации с ранними минеральными ассоциациями колчеданно-мышьяковой стадии. Существенно сфалеритовый агрегат цементирует ранее образованный арсенопирит-пирит-марказитовый.

Тесные сростания халькопирита и блеклой руды с сульфосолями и карбонатом позволили выделить халькопирит-блеклорудно-сульфосольную ассоциацию, которая наложена на ранние минеральные образования.

В *цинково-свинцовую стадию* при привносе цинка, свинца и при дефиците железа отложилась масса сфалерита и галенита, которые отлагались как метасоматическим путем, так и при выполнении полостей и трещин. Так при совмещении сфалерит-галенитовой ассоциации с ранней мышьяково-марказитовой образованы мышьяково-свинцово-цинковые руды, а при заполнении субпараллельных трещинок в арсенопирит-пиритовом агрегате сфалеритом и галенитом полосчатые мышьяково-колчеданно-свинцово-цинковые.

В заключительный период цинково-свинцовой стадии выделились минералы золото-галенитовой ассоциаций, наложенные на ранние минеральные образования.

4 Минеральный состав руд зоны окисления месторождения

Найманжал

4.1 Руды зоны окисления

Руды зоны окисления на месторождении повсеместно развиты до глубины 20-60 м, а в «карманах» достигают 80-120 м от поверхности (рис. 5).

Они представлены сыпучими, порошковатыми и плотными разновидностями. Среди плотных разновидностей выделяются следующие типы: 1) существенно ярозитовые и скородитовые; 2) ярозит-скородитовые и ярозит-арсениосидеритовые; 3) ярозит-скородит-арсениосидерит-железняковые; 4) железняковые; железо-марганцевые и марганцевые.

Все перечисленные типы руд обладают в основном прожилковыми и прожилково-вкрапленными текстурами, реже гнездово-вкрапленными. Преимущественно это тонкие прожилки, мощностью до 5 мм и мелкие гнезда размером до 3-5 мм среди каолиновой массы. Встречаются руды с брекчиевой текстурой,

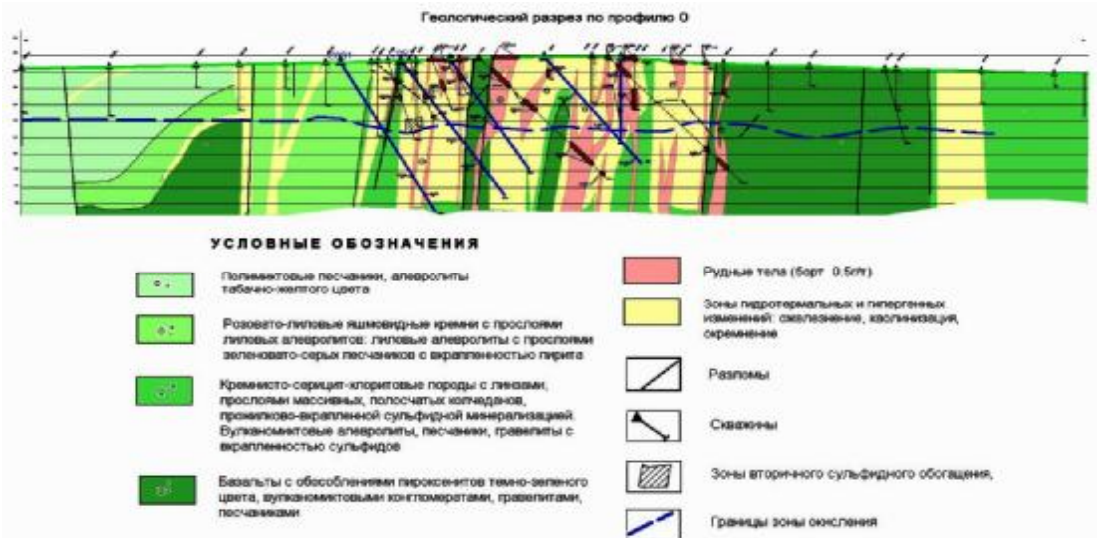


Рис. 5-Геологический разрез по профилю 0

в которых обломки каолиновой породы цементируются ярозит-железняковым или ярозит-арсениосидерит-железняковым агрегатом. Иногда брекчиевая текстура создается цементацией мелких плотных обломков каолиновой породы более плотными с мелкими гнездами ярозита и прожилковидными образованиями скородита. Встречаются обломки кварца и глинистого материала сцементированные гидроксидами железа. И наоборот кварц разной зернистости вплоть до тонкозернистого, имеющего халцедоновидный облик цементирует обломки руды (до 5 см) и каолиновой породы. Редко встречаются полосчатые и массивные текстуры. В полосчатых разностях каолиновые полосовидные обособления с кварцем чередуются с ярозит скородитовыми и существенно кварцевыми. В массивных рудах основная масса сложена темно-бурым гетит-гидрогетитовым агрегатом, развивающимся вокруг пустот выщелачивания, среди которого присутствуют марганцевые минералы. Сыпучие и порошковатые разновидности руд, также как и плотные разного состава.

4.2 Рудообразующие минералы

Главными рудными минералами зоны окисления являются гидроксиды железа (гетит и гидрогетит), скородит и ярозит. К числу второстепенных относятся гематит, марганцевые минералы. Остальные относятся к редким и очень редким.

Минеральный состав руд месторождения приведен в таблице 1.

Таблица 1 - Минеральный состав руд зоны гипергенеза

Минералы		Основные	Второстепенные	Редкие и очень редкие
Зоны окисления	Рудные	гетит, гидрогетит, скородит, ярозит,	Гематит, гидрогематит, арсениосидерит, криптомелан, лейкоксен	Золото, серебро, самородное, медь, малахит, азурит, халькозин, халькофанит, коронадит?, биксбиит, бетандит-идальгоит?
	Нерудные	Каолинит, кварц	Кальцит, гипс	Барит, гранат, циркон, халцедон, смектит

Самородные элементы

Золото. Данные исследования шлихогеохимических проб окисленных руд месторождения показали разнообразие форм золота: кристаллы неправильной формы, изометричные, комковидные, пластинчатые. Отмечались дендритовидное и золото губчатое. Золото тонкодисперсное. Цвет его желтый, светло-желтый, присутствуют зерна золота покрытые красноватой пленкой, состоящей из гидроксидов железа (рис. 6).

Основная часть золота в зоне окисления, судя по шлиховой пробе, находится в свободном чистом виде. Большинство исследователей едины во мнении, что условия для осуществления значительных перемещений золота в зоне окисления чрезвычайно неблагоприятны.

В зоне окисления месторождения Найманжал так называемое вторичное золото не создает значительных зон обогащения. В основном происходит относительное обогащение золотом вследствие выветривания и сокращения в объеме вмещающей массы. При микроскопическом исследовании окисленных руд месторождения золото чаще встречается в псевдоморфозах лимонита по сульфидам. Отмечаются включения золота в кварце, сцементированные гидроксидами железа. Размеры золотинок в кварце – 10 мкм. Форма их неправильная, изометричная.

Данные микрорентгеноспектрального анализа четырех золотинок из зоны окисления показали в трех из них весьма высокую пробность (982; 999; 999). К ним относится золото (мас.%): 1) губчатое – Fe 0,13; Cu 0,25; Ag 0,02; Au 99,51; сумма 99,91; 2) золото с пленкой гидроксидов железа – Fe 1,18; Cu 0,06; Ag 0,03; Au 98,73; сумма 100,00; 3) золото в «рубашке» (в кварце) – Fe 0,12; Cu 0,13; Ag 1,83; Au 97,92; сумма 100,00. Кристалл золота, имеющий состав (масс.%) – Fe 0,07; Cu 0,17; Ag 11,75; Au 88,01; сумма 100,00, относится к средней пробности. Его можно отнести к гипогенному или остаточному. Содержание серебра в последних может достигать до 20 – 25 %.

Облагораживание золота в зоне окисления происходит за счет уменьшения в нем количества Ag, Cu и Fe. Примеси железа и меди в низких концентрациях являются типичными для золота.

Присутствие ультратонких частиц золота в гипогенных и окисленных рудах не позволяет увидеть его в обычном микроскопе. Последнее подтверждается электронномикроскопическими исследованиями, проведенными по распределению золота в пирите и арсенопирите. В обычном поляризованном микроскопе ультратонкие частицы золота и характер распределения его пределах зерна лимонита замечены не были. При помощи электронного микроанализатора (растровая микроскопия) выявились частицы золота, распределяющиеся по границам концентрически-зональных участков псевдоморфозы.

Псевдоморфозы лимонита по пириту, арсенопириту и скородита по арсенопириту достаточно распространены среди окисленных руд Найманжала.

Медь самородная обнаружена в шлиховой пробе, как редкий минерал. Образование самородной меди связано преимущественно с окислением халькозина.

Серебро. Также как и самородная медь, серебро было установлено в од-

ном случае, в шлиховой пробе.

В первичных рудах серебро содержится в качестве примеси в галените, блеклой руде (тетраэдрит), в сурьмяных сульфосолях Pb-Vi-кобеллите, сурьмяном лиллианните, также присутствуют самостоятельные минералы серебра - ширмерит ($\text{Ag Pb}_2\text{Bi}_3\text{S}_7$) и фрейбергит (серебряная блеклая руда).

В зоне окисления минералы серебра не установлены. Не вызывает сомнений, что главными формами, в которых серебро присутствует в хорошо проработанной зоне окисления данного типа месторождений являются галлоиды (кераргирит, йодаргирит и бромаргирит) и самородное серебро. Галогениды легко пропускаются из-за характерного для них преимущественного развития в виде пленок, корок, примазок, тонко-порошковатых налетов.

Сульфиды. Среди минералов зоны окисления сохранились реликты первичных сульфидов. Наиболее распространенными из них являются пирит и арсенопирит. Последний встречается чаще. Арсенопирит и пирит встречаются в виде реликтов в массе каолина, в виде мельчайших включений (1-50 мкм) в кварце, среди гидроксидов железа и скородита. Часто встречаются псевдоморфозы лимонита по кристаллам пирита и арсенопирита. Скородит замещает арсенопирит и арсениосидерит.

Сульфиды, образованные в процессе вторичного сульфидного обогащения имеют ограниченное распространение и представлены халькозином и ковеллином. Глубина распространения их - 30-40 м.

Оксиды и гидроксиды. В эту группу входят оксиды и гидроксиды железа и марганца, оксиды кремния, лейкоксен.

Оксиды и гидроксиды железа. Эта группа минералов пользуется широким распространением в зоне окисления. Гидроксиды железа встречаются как в виде плотных прожилковидных образований, мелких гнезд среди глинистого материала, так и в виде рыхлых порошковатых скоплений различной окраски (буровато-желтой, кирпично-бурой и т.п.). Из гидроксидов железа наиболее четко выделяются гетит и гидрогетит. Плотные гидроксиды железа слагают тонкие прожилково-вкрапленные прожилковые кварц-железистые, ярозит-скородит-арсениосидерит-железняковые, ярозит-железняковые, скородит-арсениосидерит-железняковые и железомарганцевые руды. Отчетливо выделяются две генерации гидроксидов железа: замещения и отложения. Гидроксиды железа I генерации развиваются за счет разрушения и разложения сульфидов железа. Сюда относится лимонит замещения (смесь гетита и гидрогетита), образующий псевдоморфозы по пириту и арсенопириту. Гидроксиды железа II генерации обычно развиваются по трещинкам и в пустотах выщелачивания пород. Как правило они образуются в результате отложения из растворов. Для них характерны концентрически-зональные каемки развития вокруг пустот выщелачивания, колломорфные структуры.

Нередко гидроксиды железа образуют смеси со скородитом и ярозитом трудноразличимые под микроскопом.

Оксиды и гидроксиды марганца. Минералы этой группы достаточно широко распространены в зоне окисления месторождения. Источником их служат минералы вмещающих пород. Марганец в качестве примеси присутст-

вует в сидерите.

Марганцевые минералы выделяются в основном в виде тонких (до 0,5-1мм) разноориентированных прожилков в каолиновой массе (криптомелан, халькофанит, биксбиит, коронадит).

Криптомелан - $K_{2-y} Mn_{8-z} (OH)_{16}$. Относится к группе псиломелана и является наиболее развитым среди марганцевых минералов. Встречаются гнезда криптомелана размером до 3 см (подтвержден микрозондовым анализом). Минералы марганца являются самыми поздними образованиями. Криптомелан колломорфной структуры часто развит среди гидроксидов железа. Под микроскопом он имеет скрыто - или тонкокристаллическую колломорфную структуру.

Халькофанит – $ZnMn_3O_7 \cdot 3H_2O$, манганит цинка, редкий минерал игольчатой формы, выделяется в виде тонких прожилков в кварцево-глинистой массе, подтвержден микрозондовым анализом. Из формулы видно, марганец четырехвалентный, т.е. сильно окисленный. Примеси K_2O , MgO , Al_2O_3 , SiO_2 объясняются вмещающей кварцево-гидрослюдистой серией. Na_2O и SO_3 входят в состав натроярозита.

Коронадит - $Pb_2Mn_8O_{16}$ - редкий минерал, манганит свинца. Минерал находится в тесной ассоциации с криптомеланом в кварце, имеет неоднородное строение, более светлые фазы чередуются с более темными.

Биксбиит - $(Mn, Fe)_2O_3$ - редкий минерал, выделяется в виде мелких самостоятельных скоплений в кварцево-глинистой массе, наряду с другими минералами - криптомеланом, ярозитом и скородитом.

Кварц - в зоне окисления широко развит. Чаще всего он представлен хорошо раскристаллизованными разностями, иногда с гнездами кальцита. Встречается кварц с пористым строением (так называемый сухаристый кварц). Кварц развит в составе кварц-железистых, железо-марганцевых, ярозит-скородитовых и скородитовых руд, где он цементируется гидроксидами железа, скородитом и ярозитом, отчетливо пересекается марганцевыми минералами.

Лейкоксен - минерал довольно широко распространен в зоне окисления месторождения. Лейкоксен часто встречается в каолиновой массе в виде неравномерной рассеянной мелкой вкрапленности (1-40 мкм), мелких гнезд и скоплений. Форма зерен изометричная, призматическая. Иногда встречается среди гидроксидов железа, скородита и кварца. Лейкоксен является продуктом гидротермального изменения титансодержащих минералов (сфена, ильменита). Последний как редкий минерал был установлен в шлиховой пробе.

Карбонаты

В эту группу входят собственно карбонаты (кальцит, смитсонит) и карбонаты, содержащие гидроксил (малахит, азурит).

Сульфаты

Ярозит относится к числу основных минералов зоны окисления. Он является одним из главных продуктов окисления пирита и марказита. В виде мелких гнезд (размером до 5-6 мм) изометрической формы и тонких прожилковидных образований (мощностью до 5мм) ярозит развит среди каолиновой массы. Он часто встречается в тесных сростаниях или смесях с гидроксидами

железа, арсенопиритом и скородитом. Особенно тесно он связан с арсениосидеритом и скородитом. Вместе со скородитом ярозит выделяется в виде полосовидных обособлений мощностью до 1,5см, чередующихся с каолиновыми. В брекчированных разностях руд ярозит-арсениосидерит-железняковый агрегат цементирует обломки каолиновой породы с кварцем.

Гипс широко распространен в пустотах выщелачивания в виде щеток и корок тонкошестоватых кристаллов.

Арсенаты

Скородит относится к числу основных минералов зоны окисления. Он псевдоморфно замещает арсенопирит, находится в тесной ассоциации с ярозитом, арсенопиритом и гидроксидами железа, образует с ними тонкозернистые смеси, трудноразличимые под микроскопом.

Скородит образует тонкозернистые плотные и рыхлые скопления. Выделяются существенно скородитовые руды, иногда с полосчатой текстурой, в которой чистые скородитовые обособления чередуются со скородит-арсенопиритовыми.

Арсениосидерит- $\text{Ca}_3\text{Fe}^{\text{III}}_4[\text{AsO}_4]_3[\text{OH}]_9$

Арсениосидерит - редкий минерал, арсениат железа и кальция. В литературе он слабо освещен. В зоне окисления Найманжала он отнесен к числу второстепенных минералов. Он трудно поддается диагностике, так как находится в смеси с другими минералами - ярозитом, скородитом и гидроксидами железа и имеет желто-бурую окраску. Он также как и скородит псевдоморфно замещает арсенопирит.

Силикаты. Глинистые минералы

Гидросерицит - тонкочешуйчатый слюдистый минерал, имеет широкое распространение, образует самостоятельные тонкие прожилки в каолиновой массе, ассоциирует с гидроксидами железа. Он отнесен к гидросерициту, который образуется за счет разрушения широко развитого в породах серицита.

Каолинит - широко развит в зоне окисления и является характерным минералом для золоторудных месторождений, приуроченных к вулканогенным толщам. Диагностика его подтверждена рентгенометрическими исследованиями. Каолинит обладает самой разной окраской, которая во многом зависит от присутствия оксидов и гидроксидов железа.

4.3 Последовательность минералообразования руд зоны гипергенеза

Основной состав руд зоны гипергенеза и характер их развития определяются составом гипогенных прожилковых и прожилково-вкрапленных руд. Образование зоны окисления происходило в условиях жаркого и сухого климата в четыре стадии.

В начальную стадию формирования зоны окисления в условиях кислой среды образовался ярозит, типичный продукт окисления пирита и марказита. В эту же стадию происходило образование определенного количества гидроксидов железа и скородита. Подтверждением тому является тесное сонахождение главных гипергенных минералов (ярозит, лимонит, скородит).

Для ранней стадии формирования зоны окисления характерна генетическая и пространственная связь остаточных сульфидов и вновь образованных

гипергенных минералов. Среди лимонита и скородита сохраняются редкие мелкие реликты пирита и арсенопирита. Образование главных гипергенных минералов происходило не только в начальную, но и в основную среднюю стадию формирования зоны окисления, т.е. было неоднократным. В одних случаях вторичный минерал не перемещается, в других переносится растворами и наблюдается в виде прожилковидных образований и порошковатых масс. Для плотных разновидностей выделяются две генерации. I генерация - это псевдоморфозы по сульфидам (лимонит по кристаллам пирита и арсенопирита, скородит и арсениосидерит по арсенопириту, ярозит по псевдоморфозам лимонита). Псевдоморфозы главных гипергенных минералов нередко находятся в тесном контакте и часто переходят в прожилковидные образования. II - генерация представлена колломорфными структурами (гетит - гидрогетитовые, ярозит-скородитовые, лимонит-гематитовые). Гидроксиды железа и скородит развиваются по ярозиту.

Гематит и гидрогематит относятся к более поздним образованиям по отношению к гидроксидам железа, ярозиту и скородиту. Гематит развивается по гетиту и гидрогетиту, ярозиту. Гидрогематит образует колломорфные каемки вокруг выделений лимонита, ярозита, скородита и кварца.

В среднюю стадию гипергенного минералообразования характер растворов меняется от сульфатного к карбонатному. Однако карбонаты не получили широкого развития, чему препятствовала слабая карбонатная вмещающая среда. Из этой группы минералов незначительное развитие получили кальцит и малахит.

Цинк в виду его высокой миграционной способности и в условиях данной среды в основном выносился за пределы зоны окисления. Часть цинка при взаимодействии растворов, содержащих соли цинка с гидроксидами марганца, осаждалась в виде манганата цинка - халькофанита. Свинец присутствует в виде манганата свинца - коронадита и арсенатов свинца (бедантита-идальгоита).

Развитие поздних гипергенных минералов - барита и гипса свидетельствуют о прерывистом, неоднократном развитии сульфатов.

В среднюю и позднюю стадии формирования зоны окисления получили развитие минералы кремнезема (кварц, халцедон) и марганца (криптомелан, биксбиит, халькофанит, коронадит). Марганцевый минерал криптомелан среди плотных разновидностей минералов зоны гипергенеза относится к самым поздним образованиям.

К поздней стадии относятся различные охристые и порошковатые образования, в которых оксиды и гидроксиды железа, ярозит и скородит нередко представлены в виде тонких смесей.

Гипергенное золото отлагалось как в среднюю, так и в позднюю стадии развития зоны окисления. К гипергенному относится золото губчатое, золото покрытое пленкой гидроксидов железа, золото в «рубашке».

4.4 Вертикальная и латеральная зональность зоны гипергенеза

Зона окисления на месторождении Найманжал повсеместно развита до глубины 20 - 60 м, а в «карманах» достигает 80 - 120 м от поверхности. В канавах окисленные руды представлены губчатыми, кавернозными кварц-лимонит-

гематитовыми, кварц-лимонит-скородитовыми образованиями и рыхлой глинисто-щебенистой серитизированной, ярозитизированной «сыпучкой».

В размещении типов руд в зоне гипергенеза выявлена неясно проявленная вертикальная зональность и четко выраженная зональность по латерали.

Вертикальная зональность в распределении типов окисленных руд крайне неоднозначна. Однако общие, в первом приближении, закономерности выявляются. Следует указать на чрезвычайно высокую степень изменчивости вертикальной зональности в пределах площади месторождения. В одном разведочном пересечении скважиной можно наблюдать различные подзоны (поверхностное обрушение, ярозитовая, пиритовые сыпучки, буро-железняковые). Однако в другом - количество и порядок появления каждой из подзон может быть совершенно другим, или могут быть отмечены резкие смены их глубин залегания. В то же время, в местах глубокого проникновения зоны окисления, в частности в центральной части месторождения выявлена определенная зональность. Сверху, до глубины 4.0-5.0 м от поверхности проявлена подзона поверхностного обрушения: глины, супеси, обломки пород, руд. Как правило, они обеднены относительно золота, серебра. Ниже ее, до глубины 12 - 25 м от поверхности развита буржелезняковая подзона: бурые супеси, щебень, обломки железняков. Однако ее мощность представляется крайне невыдержанной, вплоть до полного исчезновения. Зачастую данная подзона переслаивается с рыхлыми, пористыми или сыпучими образованиями ярозитовой подзоны, которые широко проявлены и на поверхности месторождения там, где буро-железняковая зона эродирована (или сохранилась в виде гипергенных кремней). Очевидно, что подзона ярозитов залегает ниже буро-железняковой и подстилается редкими прослоями сажистой пиритовой или серной сыпучек. Последние, как выяснилось по результатам бурения, принадлежат границе перехода окисленных руд в смешанные. Здесь отмечена зона вторичного сульфидного обогащения, имеющая мощность от 1 до 8 м. Руды зоны представлены серыми, черными глинами с обильной вкрапленностью новообразованных сульфидов (до 60% от общей массы) - пирита и арсенопирита. Здесь встречаются обломки кварц-пиритовых, кварц-арсенопиритовых, кварц-галенит-сфалеритовых первичных руд. Повсеместно зона вторичного сульфидного обогащения перекрывается прослоями, бурыми глинами метровой мощности, также несущими вкрапленность вторичных пиритов и арсенопиритов. Установлено, что верхняя граница зоны вторичного сульфидного обогащения гипсометрически строго приурочена к уровню +320м. Нижняя кромка зоны достигает глубины 313 м. Руды зоны вторичного сульфидного обогащения иногда несут повышенные концентрации золота и серебра.

Латеральная зональность зоны окисления месторождения проявлена достаточно однозначно и выражена в определенном распределении типов руд в плане (рис. 4).

Западная рудная зона представлена преимущественно ярозит-скородит-арсениосидеритовыми рудами с незначительной примесью железняковых руд. На ее крайнем северо-западном фланге отмечается увеличение каолиновой составляющей белого, неокрашенного цвета. Для этой части месторождения ха-

рактарно преобладание спектров иллитов и высокоупорядоченных иллитов с незначительной примесью смектита, хлорита, ярозита. К юго-восточному окончанию данной рудной зоны отмечается появление железняковых руд с бурой окраской вмещающей породной матрицы.

Центральная рудная зона характеризуется развитием ярозит-скородитовых, ярозит-арсениосидеритовых, существенно скородитовых и ярозитовых руд. Каолиновая матрица здесь ярко окрашена в ядовито желтые, бурые тона. В ее пределах редко встречаются железняковые руды. Текстуальной особенностью руд является широкое развитие брекчиевых текстур, где обломки каолиновых пород цементируются ярозит-арсениосидеритовыми агрегатами. Породная матрица характеризуется возрастанием каолиновых и смектитовых составляющих над иллитовыми.

Южная рудная зона в наибольшей степени представлена железняковыми, железо-марганцевыми и марганцевыми рудами. Здесь отмечаются самые высокие содержания серебра по месторождению (до нескольких сотен граммов на тонну). Марганцевые руды чаще представлены порошковатыми и сыпучими разновидностями. ИК-спектроскопия здесь выявляет превалирование спектров высокоупорядоченных иллитов и иллитов над каолинитами.

Северная рудная зона слабо изучена, визуально можно отметить преимущественное развитие железняковых руд в белой каолиновой матрице.

Восточная рудная зона отличается от Северной тем, что здесь каолиновая матрица имеет густую бурую, желтую окраску. Преимущественный тип руд - ярозит-скородитовый, железняковый.

Марганцевый и железо-марганцевый типы руд в пределах двух последних рудных зон практически отсутствуют.

В целом по месторождению для Северной и Восточной рудных зон более характерны каолиниты с железняками; для Западной, Южной - более силифицированные разновидности; для Центральной - смесь всех перечисленных выше.

5 Закономерности распределения золота, технологические и физико-механические свойства окисленных руд

5.1 Закономерности объемного распределения концентраций золота по рудным телам

Для представления рудных тел месторождения в трехмерном пространстве применялось объемное моделирование и основное внимание уделялось рудам зоны окисления. Рудные тела в минерализованных зонах по результатам опробования и составленным объемным моделям рудных тел месторождения Найманжал имеют достаточно сложную морфологию, обусловленную ветвлением и линзованием по простиранию и падению, неравномерностью распределения содержаний в них золота и серебра.

На рисунке 7 показан фрагмент интерпретации одного из разрезов месторождения, выполненный в интерактивном режиме для всех основных и промежуточных разрезов. Каждый разрез был выведен в просмотр в среде MICROMINE Визекс. На разрезы были выведены траектории скважин и борозд канав вместе с данными опробования, окрашенными в соответствии со

значениями содержаний. Для оцифровки границ минерализации золота были использованы рекомендованные бортовые содержания 0,3 г/т. Для помощи при интерпретации, были рассчитаны композитные интервалы и затем выведены в просмотр вместе с фактическими значениями интервалов опробования. Минимальные содержания композитных интервалов были такими же, как и бортовые содержания, а минимальная длина композитов была 2 метра, величина допустимых безрудных прослоев – 2м.

Геостатический анализ выполнялся для рудных тел зоны окисления и изучаемых элементов по трем ортогональным направлениям для оценки пространственной изменчивости минерализации в каждом из направлений.

Распределение содержаний золота показало по азимуту 132°, падение -6° на расстоянии 98 м; по азимуту 252°, падение -78° на расстоянии 52 м, что минерализация слабо меняется и сходимость хорошая. По вертикали азимут 221° и по падению 10° минерализация меняется скачкообразно от 0,3 г/т до 5 г/т (рис. 8).

Таким образом, данные изучения пространственной изменчивости содержаний золота в пределах рудных тел месторождения показывают крайне неравномерное его распределение по рудным телам (рис. 9 – 10).

5.2 Технологические свойства окисленных руд

Целью оценки технологических свойств окисленных руд было определение возможности извлечения золота (и частично серебра) методом кучного выщелачивания растворами цианидов.

Для этого было отобрано две технологические пробы: технологическая проба Т-1 (Восточная рудная зона, канава №51, инт. 5,4-8,3 м). Материал пробы – глинисто-щебнистая смесь, ярко бурого цвета. Вес пробы 116 кг. Расчетное содержание Au=3,55 г/т, Ag=26,4 г/т.

Технологическая проба Т-2 (Центральная часть месторождения, канава №73, инт. 6,7-10,6 м). Материал пробы - щебнисто-глинистая смесь темно-бурого цвета с обильными включениями щебня кремнистых алевролитов, прожилками плюмбоярозита, каолина. Вес пробы 124 кг. Расчетное содержание Au=1,92 г/т, Ag=35,92 г/т.

Пробы Т-1 и Т-2 исследовались в Центральной научно-исследовательской лаборатории АО «Карабалтинский горно-рудный комбинат» (г. Кара-Балта, Республика Кыргызстан).

Основными задачами тестирования являлись:

- 1) определение технологических показателей процесса цианирования руд различной крупности (-15, -10, -5, -2, -0,074 мм) на бутылочном агитаторе;
- 2) определение технологических показателей процесса цианирования агломерированной руды крупностью –2 мм при моделировании процесса кучного выщелачивания в колоннах.

Полученные результаты исследования показали возможность применения кучного выщелачивания золота цианидами из окисленных руд месторождения Найманжал.

5.3 Физико-механические свойства руд зоны окисления

Характеристики свойств руд, с точки зрения их пригодности для кучного выщелачивания цианидными растворами следующие: 1) нахождение золота в форме очень тонких или же уплощенных частиц; 2) высокая пористость и проницаемость пород, заключающих оруденение; 3) отсутствие в руде углистого материала и других сорбентов - вызывающих преждевременную адсорбцию, либо осаждение золота и серебра из выщелачивающего раствора; 4) низкое содержание в руде цианидов, металлоцианидных комплексов, "оттягивающих" на себя цианиды и нарушающих ход реакции растворения; 5) низкое содержание в руде глинистого компонента и других тонких фракций, препятствующих равномерной циркуляции выщелачивающего раствора; 6) отсутствие в руде кислотообразующих ингридиентов, обуславливающих повышенное потребление цианида и материалов подстилки.

Основные выводы сводятся к следующему:

1) золото распределено неравномерно. Во всех пробах установлено самородное золото в количестве от 5 до 1982 знаков. На основании морфометрических замеров 1054 золотинок средний размер составляет 61x36x23 мкм, а по отдельным пробам колеблется от 32x21x14 до 95x57x48 мкм, что позволяет отнести его к классу тонкого и пылевидного. Совместно с золотом в шлихах установлены барит, ярозит, гетит, гематит, пирит, арсенопирит и другие минералы; 2) По характеру сложения выделяются массивные и губчатые золотины. Все они отличаются хорошо развитой и чистой поверхностью, и только в единичных зёрнах наблюдались "рубашки" гидроксидов железа и ярозита. Цвет золота преимущественно жёлтый, реже - зеленовато-жёлтый.

Форма золотинок разнообразная, от идиоморфных правильных кристалликов (призма, куб, октаэдр) до неправильной формы изометричных, комковидных и пластинчатых выделений. Преобладают идиоморфные и комковидные зёрна (50-80%), по-видимому в большей своей части являющиеся "остаточными" или реликтовыми золотинами первичных руд, о чём свидетельствует их массивное сложение, многочисленные, причудливой формы отростки и отпечатки рудомещающих минералов на поверхности. Губчатое золото можно отнести к гипергенному новообразованному.

6 Прогнозные элементы модели района и месторождения Найманжал

Анализ всех данных (геодинамические, геолого-структурные, геофизические, геохимические и минералогические) позволил определить основные прогнозно-поисковые критерии выявления месторождений золото-кварцевого и золото-сульфидно-кварцевого типов на уровне региона и рудного района, рудного поля и месторождения.

Прогнозно-поисковые критерии региона и рудного района:

Геодинамические и геолого-структурные:

1) для региона перспективны золото-кварцевые и золото-сульфидно-кварцевые типы месторождений, связанные с островодужными стратифицированными формационными комплексами поздне-кембрийского-среднеордовикского возраста;

2) строение вулканического формационного ряда (моноформационное, полиформационное), строение продуктивных формаций;

3) продуктивна ордовикская базальт-терригенно-кремнистая формация, сформированная в морских условиях, в которой локализовано месторождение Найманжал;

4) наличие крупных разломов, палеовулканических построек;

Метасоматические: зоны площадных гидротермально метасоматических изменений;

Геофизические: крупные разломы, фиксируемые в геофизических полях. Зонай повышенных градиентов гравитационного поля выделяется крупный субширотный разлом, протягивающийся на десятки километров. Этот разлом в пределах рудного поля образует флексурный изгиб, интерпретируемый как зона растяжения (разуплотнения); именно он способствовал возникновению разломов северо-восточного направления;

Геохимические: вторичные ореолы золота и его элементов-спутников.

Прогнозно-поисковые критерии рудного поля:

Геолого-структурные:

1) полнота проявления андезито-базальтовой фации вулканизма;

2) наличие горизонтов, толщ осадочных, вулканогенно-осадочных и вулканогенных пород, выполняющих роль возможных уровней локализации руд;

3) приуроченность золотого оруденения к одному стратиграфическому уровню- между базальтоидами и яшмо-кварцитами (месторождение Найманжал);

Метасоматические: наличие широких ореолов гидротермально- метасоматических изменений вмещающих пород (хлоритизация, серицитизация, окварцевание);

Геофизические:

1) слабая магнитность и пониженные сопротивления ρ_k (35–55 Ом) характеризующие отложения нижнего и верхнего ордовика, кварциты и яшмокварциты, но отличающиеся высоким сопротивлением ρ_k (55–130 Ом);

2) высокая магнитная активность и высокое сопротивление (ρ_k (45-120 Ом.м), которыми могут интерпретироваться диориты, диоритовые порфириты и базальты. Повышенные и высокие значения электромагнитного поля фиксируют интрузивные породы и области развития кварцитов.

Геохимические: первичные ореолы золота и сопутствующие его элементы-спутники.

Прогнозно-поисковые критерии месторождения:

Геолого-структурные: турбидитное сложение островодужных рудовмещающих вулканогенно-осадочных отложений ордовика и зоны тектонических нарушений, дробления и расщепления пород.

Метасоматические: гидротермально-метасоматические изменения пород (окварцевание, серицитизация, сульфидизация пород).

Геофизические:

1) пониженные значения кажущегося сопротивления ρ_k (25 Ом) и низкие аномальные магнитные поля, указывающие на предполагаемые рудоконтроли-

рующие структуры. Выявленная закономерность приуроченности золотого оруденения к градиентным зонам аномально низких сопротивлений рк в рудной зоне месторождения Найманжал расширяет перспективы участка на золоторудную минерализацию и локализует направленность разведочных работ;

2) низкие кажущиеся удельные сопротивления в центральной и юго-восточной частях участка показывают области развития коры выветривания повышенной мощности;

3) повышенная поляризуемость на геоэлектрических разрезах указывает на наличие сульфидных рудных тел и распространения сульфидной минерализации.

Минералогические: выходы окисленных лимонитовых, железомарганцевых, скородитовых руд с реликтами первичных руд.

Геохимические: вторичные аномалии Au, As, и Zn.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Золото-сульфидное месторождение Найманжал, расположенное между двумя рудными районами – Майкаинским на северо-западе и Акбастау-Космурунским на юге впервые исследовано на отработку его окисленных руд кучным выщелачиванием.

Процессы гипергенного изменения пород и руд зоны окисления выражаются в образовании глинистого материала (каолина), оксидов и гидроксидов железа и марганца, в гипергенном окварцевании и в окислении сульфидов с образованием вторичных минералов, в развитии сульфатов и арсенатов (скородит, арсениосидерит). Широкое развитие различных псевдоморфоз замещения; присутствие промежуточных неоднородных фаз минералов; отсутствие галогенидов серебра говорит о том, что зона окисления не достигла высокой проработки.

В размещении типов руд в зоне гипергенеза выявлена слабо проявленная вертикальная зональность и четко выраженная зональность по латерали. В целом по месторождению для Северной и Восточной рудных зон более характерны каолиниты с железняками; для Западной, Южной - более силицифицированные разности; для Центральной - смесь всех перечисленных выше.

Основная часть золота в зоне окисления находится в свободном тонкодисперсном чистом виде, легко извлекаемом цианированием. Окисленные руды содержат «остаточное» гипогенное золото, с достоверностью определяемое по взаимоотношению с реликтовыми сульфидами и кварцем и вторичное, присутствующее в подчиненном количестве и определяемое по парагенезису с гипергенными минералами. Преобладают идиоморфные и комковидные зёрна, в большей своей части являющиеся "остаточными" или реликтовыми золотинами первичных руд. Губчатое золото можно отнести к гипергенному новообразованному.

Установлена и показана в трехмерном моделировании пространственная изменчивость содержания золота в пределах всех рудных тел месторождения.

Высокая пористость и проницаемость пород, заключающих оруденение, результаты оценки технологических свойств окисленных руд благоприятны для кучного выщелачивания цианидными растворами.

Установлены прогнозно-поисковые критерии для выявления месторождений исследуемого типа в районе месторождения Найманжал.

Результаты исследования могут быть использованы при отработке этим способом других месторождений с аналогичными минералого-геохимическими особенностями руд.

Список опубликованных работ по теме диссертации

1 К.Ш. Дюсембаева, С.К. Асубаева. Золото в рудах зоны окисления золото-колчеданно-мышьяково-полиметаллического месторождения Найманжал (Центральный Казахстан). // Геология и охрана недр. № 4(33), 2009. С.-62-68.

2 Байбатша А.Б., Дюсембаева К.Ш., Асубаева С.К. Элементы прогнозно-поисковой модели золото-сульфидного с мышьяком типа (район месторождения Найманжал) // Геология и охрана недр. №2(35), Алматы, 2010. С-52-59.

3 С.К. Асубаева, К.Ш. Дюсембаева. Последовательность минералообразования зоны окисления золото-колчеданно-мышьяково-полиметаллического месторождения Найманжал (Центральный Казахстан) // Материалы международной научно-практической конференции «Сатпаевские чтения», посвященной 70-летию института геологических наук им. К.И.Сатпаева, Алматы, 2010. С. 148-151.

4 Омирсериков М.Ш., Дюсембаева К.Ш., Исаева Л.Д., Асубаева С.К. Вещественный состав богатых золотосодержащих руд глубоких горизонтов Риддер-Сокольного месторождения // Вестник КазНТУ №6, 2006 , С.23-27.

5 Жаркинбеков Т.Н., Асубаева С.К. Новый подход к трехмерному моделированию рудных тел месторождений цветных металлов и золота // Материалы Республиканской научно-практической конференции, посвященной 80-летию академика Ш.Есенова на тему: «Минерально-сырьевые ресурсы Приаралья: освоение, проблемы и перспективы развития», Кызылорда, 2007. - С. 117.

6 Асубаева С.К., Жаркинбеков Т.Н. Систематизация рудных объектов Au-Ag содержащих флюсовых руд // Материалы международной научно-практической конференции / роль университетов в создании инновационной экономики. г. Усть-Каменогорск, 2008. с.564-567.

7 Жилинский Р.Г., Асубаева С.К. Современные подходы к изучению приповерхностных золоторудных объектов // Вестник КазНТУ № 1, 2007. - С.

8 Асубаева С.К. Тектономагматическое развитие и перспективы Мынаралского рудного района // Материалы конференции к 80-летию Ш.Есенова «Академик Ш.Есенов – его роль в развитии науки и техники и в освоении природных ресурсов Казахстана», Ч.2, Актау, 2007.- С.154.

Асубаева Салтанат Қалықбаевна

25.00.11 – Геология, қатты қазба байлықтарды іздеу және барлау, минерагениясы

Найманжал алтын-сульфидті кенорнының тотығу белдемі және оның қалыптасу ерекшеліктері (Орталық Қазақстан)

Түйіндеме

Найманжал кенорны Шыңғыс-Тарбағатай белдеуінің Шыңғыс сегментінде Басты-Шыңғыс және Қалба-Шыңғыс ірі терең жарылымдарының аралығында, соңғысына жақынырақ өңірде орналасқан. Құрылымдық-металлогениялық тұрғыдан кенорын солтүстік-батысында Майқайын кенорнының оңтүстігінде Ақбастау-Қосмұрын кенді аудандарының аралығына сәйкес келер: «Найманжал» типті кентүзуші кешендер ордовикті аралдоғалық вулканогендік-шөгінді таужыныстарынан (базальт-терригенді-кремнийлі формация) тұрады, олар турбодитті құрылымды. Кендену бір стратиграфиялық бірлік ауқымында шоғырланған, базальтаоидтар мен яшмокварциттердің аралығында.

Жұмыстың мақсаты: тотығу белдеміндегі кеннің минералдық құрамын және кен типтерінің орналасу белдемдерін, алтынның және оның негізгі ілеспе құрамдастарының кендік денеде қайта таралуын, сонымен қатар ашықкен әдісімен алынған тотыққан топтастырып шаймалау үшін кеннің негізгі физикалық-механикалық және технологиялық қасиеттерін анықтау болып табылады.

Қойылған мақсатты орындау үшін бірнеше әдістер жиынтығы пайдаланылды: кенді минераграфиялық зерттеу; минералдық заттарды әртүрлі (химиялық, спектрлік, рентгеноқұрылымдық, микрорентгеноспектрлік JCXA-733 микроанализаторымен) талдамалы зерттеулер қолданылды; тотығу белдемінен алынған кен лабораториялық жағдайда сынамаланды; қазіргі кезде қолданылатын компьютерлік бағдарламалар - Micromine-9.2. (кенорынның кенді денелерінің үшөлшемді моделі тұрғызылды) және Mapinfo-8 (аудан және кенорын бойынша сандық картасы мен қимасы салынды).

Зерттеудің нәтижесі: гипогендік және гипергендік кеннің минералдық құрамы зерттелді; бастапқы кендер мен гипергенді тотығу белдемінің кендерінің типтері мен оларды құрастырушы парагенетикалық ассоциациялар бөлінді; алтынның негізгі минералдарын – концентраттары зерттелді; гипергенді белдемде әртүрлі типті кендердің тік және көлбеу бағыттардағы орналасу белдемі анықталды; кеннің физикалық-механикалық және технологиялық қасиеттері зерттелді; Найманжал типті кенорындарды ашу үшін сол ауданында болжау-іздеу критерийлері белгіленді.

Шетелдік өндірістердің көпжылдық тәжірибесі осы әдістердің техникалық-экономикалық тұрғыдан тиімді екендігін көрсетеді. Фабрикалық технологиямен салыстырғанда топтастырып шаймалау әдісі капиталдық қаржат шығынын төмендетеді. Өндіріс шығыны, энергия және су көздерін

пайдалану жағынан да тиімді, еңбек өнімділігінің жоғары болуы да маңызды. Осы әдісті пайдаланғанда, алтынды кеннен бөліп алар кезде кенді ұсақ ұнтақтаудың қажеттігі жоқ, ұнтақтау қуатты көп қажет ететін процесс. Топтастырып шаймалау әдісін кені аз үлкен кенорындарда ғана қолданылып қоймай, жоғарыда орналасқан таужыныстарды, техногендік құрамында алтыны бар шикізаттарды (өңдеуден қалып қойған түрлі-түсті және құнды металдарды) және қоры аз кенорындарды (бірнеше ондық килограммнан 1-2 тоннаға дейін), аз барланған аудандарда да қолдануға болады. Өзінің қарапайымдылығымен, арзандалығымен осы әдіс алтынды кеннен бөліп алу процесінде өте тиімді. Найманжал кенорынының тотығу белдеміндегі алтын мөлшері аз кендерді кенді белдемнен цианидтеу ыңғайлы. Зерттеу нәтижелері бойынша, тура осындай минералогиялық-геохимиялық қасиеттері бар кендерді осы тәсілмен өндеген дұрыс.

«Найманжал» типтес кенорындар үшін болжау критерийлері белгіленді. Аралдоғалық қат-қабатталған формациялық кешеннен құрылған соңғыкембрий-ортаңғыордовик дәуірлерімен байланысты қалыптасқан Найманжал ауданында өзге де алтынды-кварцты және алтынды-сульфидті-кварцты типті кенорындар табылуы мүмкін. Геофизикалық өрістерде байқалатын ірі жарылымдардың үлкен маңызы бар. Найманжал кенорын ауданында жоғары гравитациялық өрісте градиентті белдем болып үлкен субендік жарылым орналасқан, ол ондаған километрге созылады. Осы жарылым рудалық аланда флексура құрайды. Ол созылу белдемі ретінде дәлелденеді, сондықтан солтүстік-шығыс бағытта созылған жарылым пайда болған. Сиыстырушы таужыныстардың гидротермалық-метасоматитті тұрғыдан өзгерген біршама ауқымды алаптарын құрайтын тектоникалық бұзылыстар, уатылу және тақтатастану белдемдері әсіресе маңызды. Геофизикалық зерттеу нәтижелері, әсіресе гравиметрлік, магниттік, электрлік барлау т.б. Зерттеулер кенді алаңның перспективасын кеңейте түсуі, яғни кенді алаң ауқымындағы іздеу-барлау жұмыстарын бағдарлауы ықтимал.

Assubayeva Saltanat Kalykbayevna

**25.00.11-Geology, Exploration and Prospecting for Solid Mineral Resources;
Minerageny**

**The zone oxidation of the gold-sulphide Naymanzhal layer and its
peculiarity of forming (the Central Kazakhstan).**

Resume

The area of Naymanzhal deposit is in the regional plan within the limits of Chingiz-Tarbagatay belts (Chingiz segment), between two large faults - Main Chingiz and Kalba-Chingiz, near to the last. In structurally-metallogenic ratios the deposit placed between two traditional areas - Maykain in northwest and Akbastau-Kosmurun in the south.

Island-ark Ordovician volcanogenic-sedimentary depositions are basalt-terrigenous-siliceous formation, form of «Naymanzhal» ore-enclosing strata gold mineralization type is turbidit. Mineralization is associated with one of stratigraphic level - between basaltic rocks and jasper-quartzites.

The work's purpose is a research of mineral structure of ores and their oxidation zone, searching location of ores types, detection of their zoning, and also potential redistribution of gold, the basic passing components in its limits, the basic physic-mechanical and technological properties of the ores which supposing a basic opportunity of processing of oxidized ores extracted by career way by a heap leaching method.

For performance of tasks in the view of the complex of methods has been used: mineragraphy studying of ores; various analytical researches of substance (chemical, spectral, microradio-spectral using microanalyzer JCXA-733); technological tests of ore from oxidation zone (test is laboratory); using the modern computer programs - Micromine-9.2. (three-dimensional models of deposits ore bodies are constructed) and Mapinfo-8 (made areas and deposits digital maps and sections).

Results of researches: the mineral structures of the hypogenic and hypergenic ores in the deposits are analyzed; types of ores and composing them paragenic associations for primary ores and ores of a zone hypergenesis are allocated; the main minerals-concentrators of gold are investigated; vertical and lateral location of various types of ores in hypergenesis zone are revealed; physicommechanical and technological properties of ores are studied; predicted-search criteria for revealing deposits of researched type in area of Naymanzhal deposit are identified.

The long-term practice of the foreign enterprises confirms high technical and economic efficiency of a method. In comparison with traditional factory technologies of heap leaching is characterized by low capital investments and operational expenses, smaller energy and water consumption, high efficiency of work. At use of a method is not necessity for thin crushing ores before extraction that is power-intensive enough process. The way of heap leaching allows to develop not only large

deposits of poor ores, but also overburden, technogenic gold consists raw material (tails of enrichment of ores of color and precious metals) and small deposits on stocks (from several tens kgs up to 1-2), located in underdeveloped areas. Owing to selectivity, simplicity and cheapness the method is the most comprehensible to extraction of gold. Ores of an oxidation zone from Naymanzhal deposit with low contents of gold within the limits of extensive ore zones are favorable for cyanidation. Results of research can be used at working off by this way of other deposits with similar mineral-geochemical features of ores.

Are revealed expected criteria for searches of deposits «Naymanzhal» type. The area of Naymanzhal deposit is perspective on detection gold-quartz and gold-sulfide-quartz of the types connected with island-ark stratified formation by complexes of late-cambrian-middle-ordovician age. The formation generated in sea conditions in which Naymanzhal deposit is localized in productive ordovician basalt-terrigenous-siliceous. The greatest role plays with large breaks well fixed in geophysical fields. So in area of Naymanzhal deposit, with a zone of the increased gradients of a gravitational field it is allocated large sub-latitudinal a break stretched on tens of kilometers. This break within the limits of an ore field forms flexure a bend interpreted as a zone of a stretching and it promoted occurrence of breaks of a northeast direction. Zones of tectonic infringements, crushing and schistosity breeds with presence of wide auras of gidrothermal-metasomatic changes of containing breeds are important. Geophysical researches results: gravimetrical, magnetic, electroprospecting, appreciably and other may expand prospects on gold-ore mineralization within the limits of an ore field and localize an orientation of prospecting works.

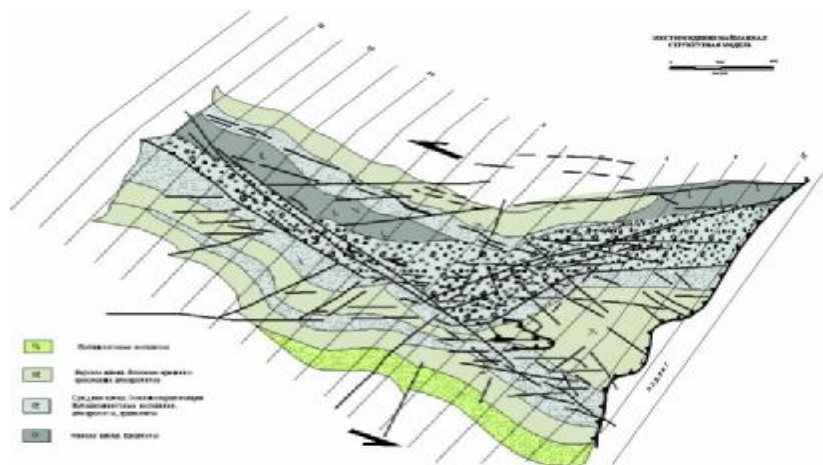


Рисунок 1 – Структурно-геологическая карта месторождения Найманжал по материалам ТОО «ФМЛ Казахстан»

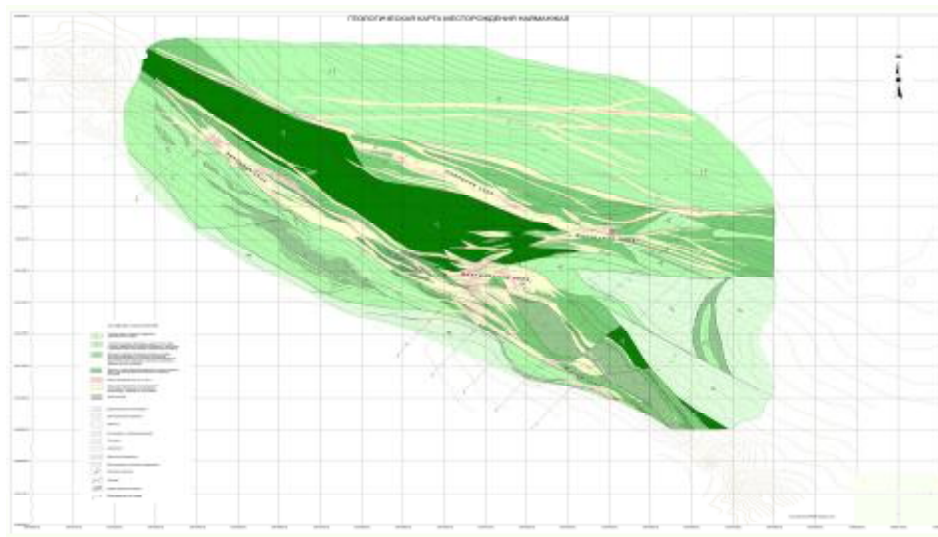


Рисунок 2 - Геологическая карта месторождения Найманжал по материалам ТОО «ФМЛ Казахстан»

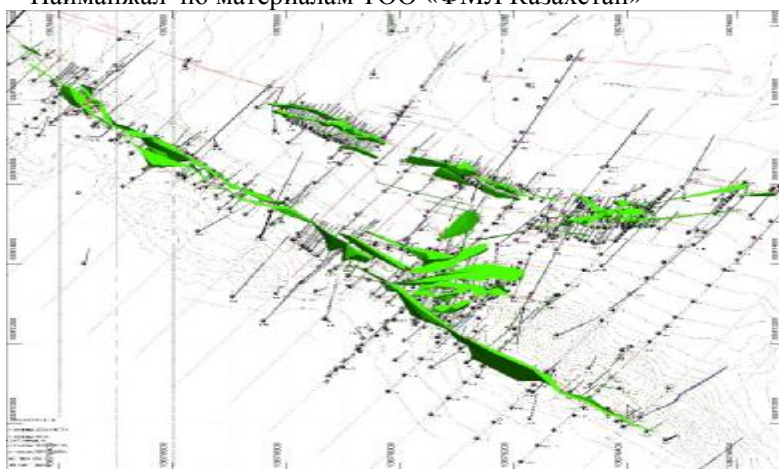


Рисунок 3 - Рудные зоны в 3-D по фактическому материалу. Масштаб 1:2000. По материалам ТОО «ФМЛ Казахстан» с некоторыми дополнениями автора

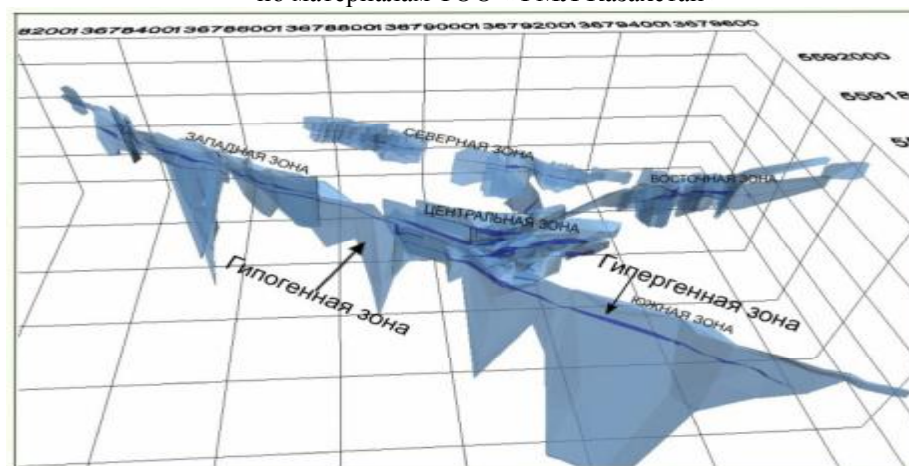


Рисунок 4 - Зональность зоны окисления в 3-D по материалам ТОО «ФМЛ Казахстан» с некоторыми дополнениями автора

Золото месторождения Найманжал

Типы гипогенных руд и слагающие их парagenетические ассоциации

Типы гипергенных руд и характер развития

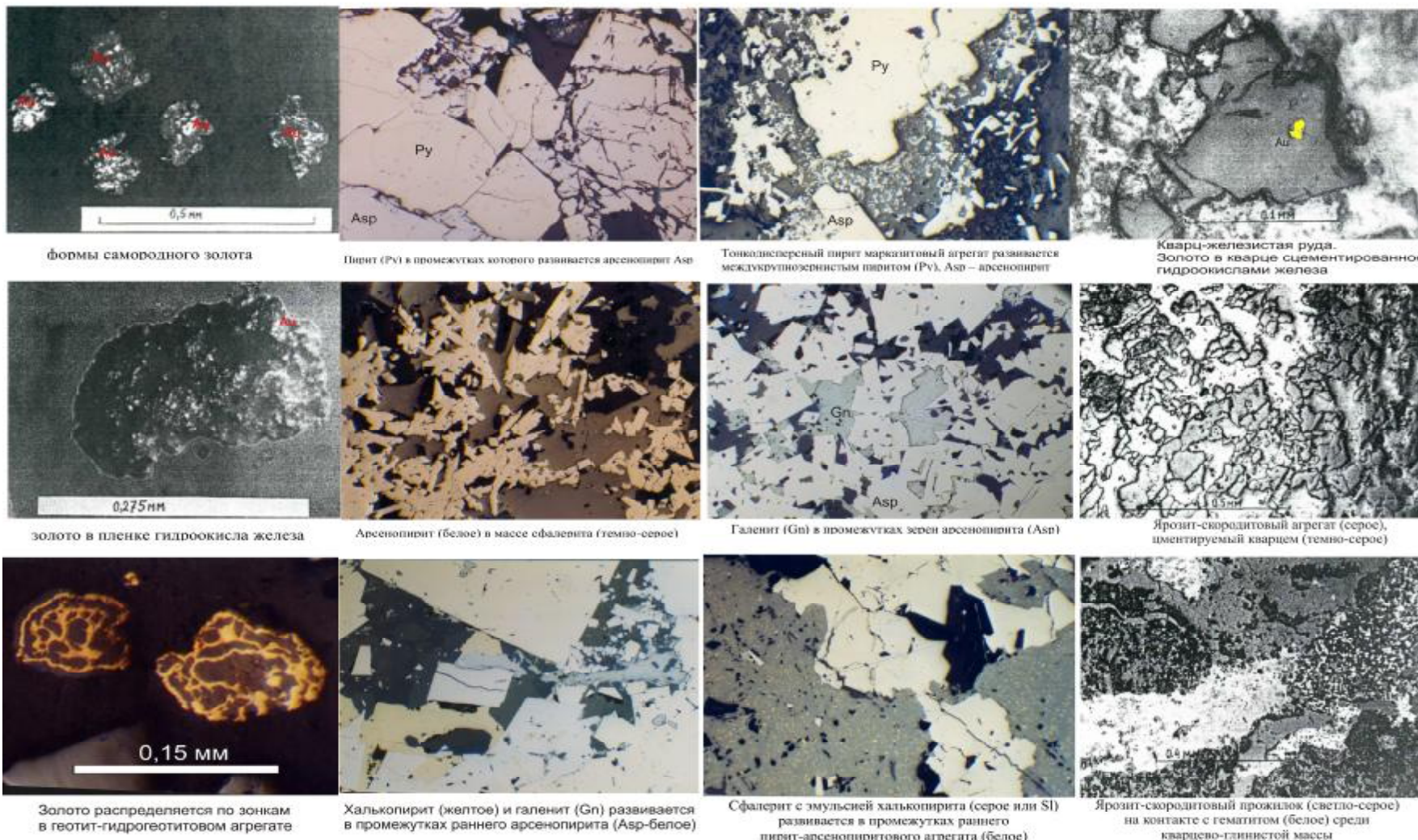


Рисунок 6 - Минералы гипогенных и гипергенных зон месторождения Найманжал

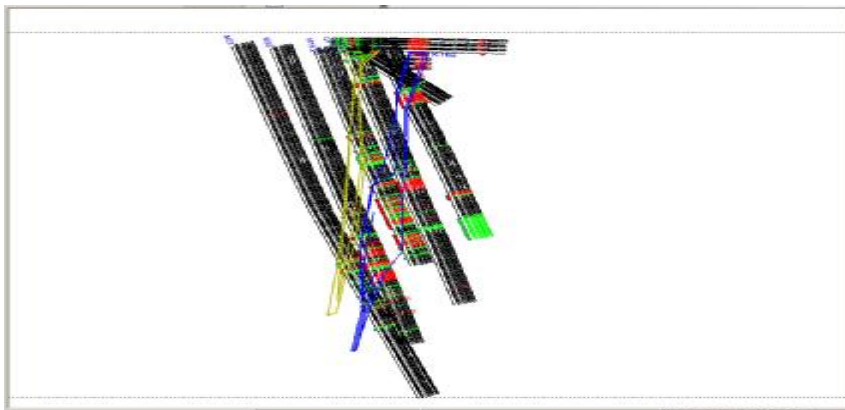


Рисунок 7 - Фрагмент интерпретации по одному из разрезов месторождения Найманжал, выполненный автором по материалам ТОО «ФМЛ Казахстан»

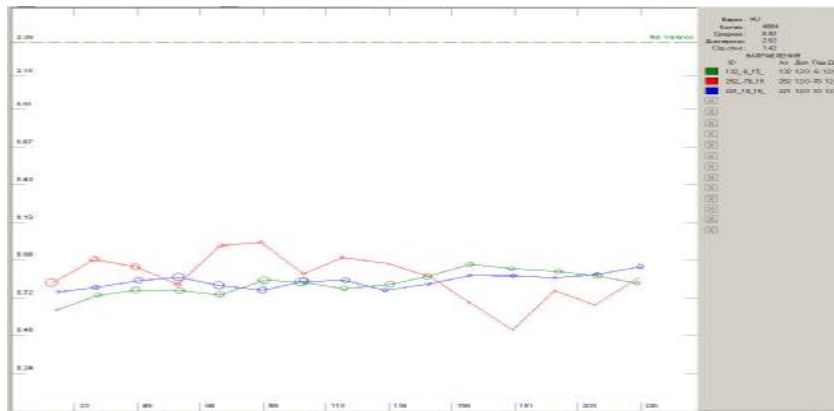


Рисунок 8 - Изучение пространственной неоднородности минерализации месторождения Найманжал. Выполнено автором по материалам ТОО «ФМЛ Казахстан»

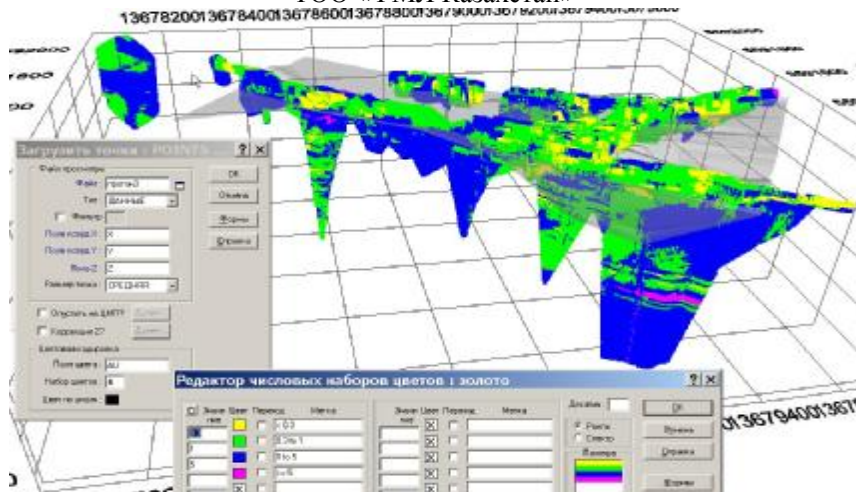


Рисунок 9 - Распределение золота по рудным телам: значения $0 < 0,3$ (желтый); $0,3$ до 1 (зеленый); 1 до 5 (синий); > 5 г/т (лиловый). Выполнено автором по материалам ТОО «ФМЛ Казахстан»

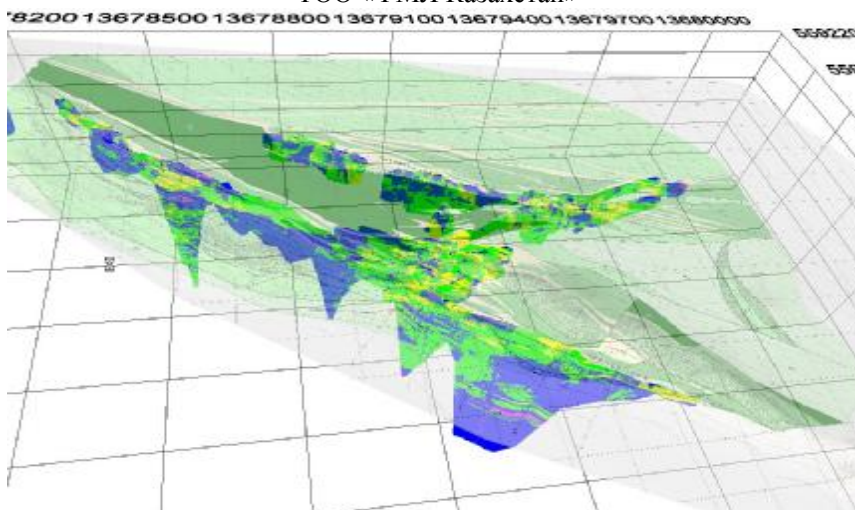


Рисунок 10 - Объемная трехмерная модель распределения элемента золота в 3D-формате месторождения Найманжал по С.К.Асубаевой по материалам ТОО «ФМЛ Казахстан»

Подписано в печать 15.07. 2010 г.
Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.
Печать RISO. Тираж 100 экз. Заказ № 78.

Отпечатано в типографии издательства
ТОО «Нуртай Принт Сервис»
г. Алматы ул. Муратбаева, 75.
Тел. /8727/ 234-17-02, 253-77-40