

Горно-металлургический институт Минпромторга РА
Инженерная Академия Армении
Общество охраны недр

П.Г.АЛОЯН, Г.П.АЛОЯН

**Геологическое строение и
типы руд Марцигетского
золотополиметаллического
месторождения
(Северная Армения)**

Серия: Рациональное использование рудного сырья
и эффективное освоение недр Армении

Ереван-2000

Горно-металлургический институт Минпромторга РА
Инженерная Академия Армении
Общество охраны недр

П.Г.АЛОЯН, Г.П.АЛОЯН

Геологическое строение и типы руд
Марцигетского золотополиметаллического
месторождения
(Северная Армения)

Серия: Рациональное использование рудного сырья
и эффективное освоение недр Армении

Ереван-2000



5392

ББК 26.325

А 620

УДК 553.41

Печатается по решению Президиума Общества охраны недр

Рецензенты: доктор геолого-минералогических наук,
профессор Б.Г.Безирганов,
кандидат геолого-минералогических наук
В.В.Товмасян

Ответственный редактор Лауреат Госпремии СССР, доктор геологических наук,
академик ИА Армении П.Г.Алоян

П.Г.АЛОЯН

Г.П.АЛОЯН. Геологическое строение и типы руд Марцигетского золотополиметаллического месторождения (Северная Армения), 2000, 133с.

Серия: Рациональное использование рудного сырья и эффективное освоение недр Армении.

Данная книга является первым обобщением по геологическому строению, структуре и геолого-технологической типизации руд Марцигетского золотополиметаллического месторождения. Создана новая формационная основа для экономической оценки месторождения, а также целенаправленного проведения разведочных работ и подсчета запасов по промышленным типам руд.

Книга предназначена для геологов, инженеров и научных работников, занимающихся рудничной геологией и промышленной типизацией многокомпонентных золотосодержащих руд, а также для студентов и аспирантов горно-геологических вузов по специальности геологическое строение и разведка месторождений полезных ископаемых. Предназначена для широкого круга инвесторов и предпринимателей.

П.Г.АЛОЯН, Г.П.АЛОЯН, 2000.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из основных приоритетных направлений социально-экономического развития Армении до 2005г. является восстановление и развитие горно-рудной и металлургической промышленности. В соответствии с утвержденной концепцией предприятия серьезные шаги по восстановлению медеплавильного производства на Манесском заводе цветных металлов (г.Алаверди), а также Ахтальской обогатительной фабрики с медной и полиметаллической секциями. В этой целевой программе важная роль отводится средним и мелким месторождениям Северной Армении. Марцигетское золотополиметаллическое месторождение находится в сфере влияния этих горно-рудных предприятий и рассматривается как дополнительная сырьевая база Алавердского горно-металлургического комплекса наряду с Алавердским, Арманисским, Шамлугским, Техутским, Ахтальским и другими месторождениями Лорийской области.

В процессе многолетних личных исследований авторами выявлены геолого-структурные условия и морфогенетические особенности локализации золотополиметаллического оруденения, а также проведена типизация руд на формационно-технологической основе с целью повышения эффективности разведки и оценки перспектив промышленного освоения комплексных руд Марцигетского месторождения.

Фактической основой настоящей монографии явились материалы многолетних личных исследований авторов, выполненных на Марцигетском месторождении. В процессе исследований составлены геологические карты, разрезы и структурные схемы в масштабе 1:50000, 1:25000 и 1:100000; отобраны малообъемные пробы и штучные образцы из горных выработок, из остатков материалов бороздового и кернового опробования, а также мономинеральные пробы по главным рудным минералам и образцы для петрофизических исследований; изготовлены прозрачные и полированные шлифы для микроскопических исследований; выполнен большой объем спектральных, рудных, пробирных, силикатных и фазовых анализов. Минералогические исследования сопровождались микроскопическим и электронно-микроскопическим фотографированием.

Все виды аналитических исследований проводились в Горно-металлургическом институте. При обобщении материалов были использованы также аналитические материалы Марцигетской ГРП и ИГН НАН РА.

1. ГЕОГРАФО - ЭКОНОМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА И КРАТКИЙ ОБЗОР ИСТОРИИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ МАРЦИГЕТСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Географо-экономические условия района. Марцигетское месторождение расположено в нижнем течении р.Марц - правого притока р.Дебед и в административном отношении входит в состав Лорийской области РА, занимая площадь свыше 17 кв.км на юго-западных отрогах хребта Гугарац.

Район характеризуется резко расчлененным горным рельефом. Ущелья имеют преимущественно V-образную форму. Особенно выделяется ущелье р.Дебед с крутообрывающимися берегами, высотой до 300-400м. Абсолютные отметки месторождения колеблются от 1130м (долина р.Марц) до 1700м. Наиболее высокими вершинами являются: г.г.Марц (1589,7м), Цовасар (1606,8м), Кулет (1759,6м), Сот (1863,6м), Назар (2190,3м) и Чатын (2243,7м).

Главной водной артерией является р.Дебед (Памбак) с крупными притоками Дзорагет и Марц, которые являются основными источниками хозяйственного и промышленного водоснабжения района. Реки имеют стремительное течение и большой уклон русел; иногда наблюдаются водопады, высотой до нескольких метров. Русла рек завалены слабо окатанными валунами размером до 0,5-1,0м в поперечнике. Большие уклоны русел характерны для притоков р.Марц - Куртик, Кцвут и Джангарлы. На этих речках высота водопадов достигает 20-40м. Под водопадами часто наблюдаются "котлы-бассейны", глубиной 3-4м.

Климатические условия района благоприятные для ведения геолого-разведочных работ. Лето сравнительно прохладное с довольно большим количеством дождей и ливней. Зима мягкая и малоснежная. Снег выпадает в октябре и тает в конце марта. Годовое количество осадков составляет около 400 мм. Влажный и теплый климат района обуславливает обилие растительного покрова. Большая часть района покрыта густым лиственным лесом (граб, вязь). На высокогорных склонах простираются альпийские луга с богатой травяной растительностью. Животный мир района довольно разнообразен: встречаются зайцы, лисы, волки,

медведи, олени. По сейсмическим условиям район относится к 8-балльной зоне.

Район обжит и обеспечен рабочей силой. Наиболее крупными населенными пунктами являются с.с.Марц, Кариндж, Дсех, Лорут, Ахнидзор, Одзун, Амодж, пос.Туманян и другие. Ближайшие железнодорожные станции - Туманян и Кобер находятся соответственно в 7 и 2 км от месторождения. Одна ветвь от ст.Кобер идет к заводу огнеупорных материалов (пос.Туманян), который находится в 600м от участка Дзагидзор. Станции Кобер и Туманян располагаются на магистральной автотрассе Ереван-Тбилиси. Состояние автомобильных дорог между селами района удовлетворительное (рис.1.1).

В 20 км от месторождения располагается Манесский завод цветных металлов (бывший Алавердский горно-металлургический комбинат), где ведутся целенаправленные работы по восстановлению медеплавильного производства в объеме 5-10 тыс.т. меди в год. В 36 км располагаются законсервированные в 1989 году Ахтальская обогатительная фабрика с медной и полиметаллической секциями, а также Шамлугский и Ахтальский рудники. В последнее время начаты работы по расконсервации этих объектов. В районе известны небольшие медные (Агви, Спасакар, Качачкут, Алвард) и крупное детально разведанное Техутское медно-молибденовое месторождения. Большую ценность для района представляют месторождения огнеупорных глинистых пород и кварцитов. Наиболее крупными из них являются Туманянское и Атанское месторождения. Туманянское месторождение располагается на правом берегу р.Дебед, между жел.дор. станциями Туманян и Кобер, в 12 км южнее г.Алаверди. Месторождение эксплуатировалось с 1939г. карьером. На базе этого месторождения в 1951г. построен Туманянский завод огнеупорных изделий. В настоящее время добычные работы на карьере прекращены. Крупные запасы высококачественных огнеупорных глин разведаны в нескольких км от завода, в районе с.Атан. В окрестностях с.Шамут, в верховьях р.Марц, по соседству с Атанским месторождением, располагается Шамутское месторождение бурого угля. Уголь высокозолистый и некоксующийся. Проявления углей и углистых сланцев известны также в с.Антарамут и в окрестностях с.Демурчи. В районе имеются большие запасы

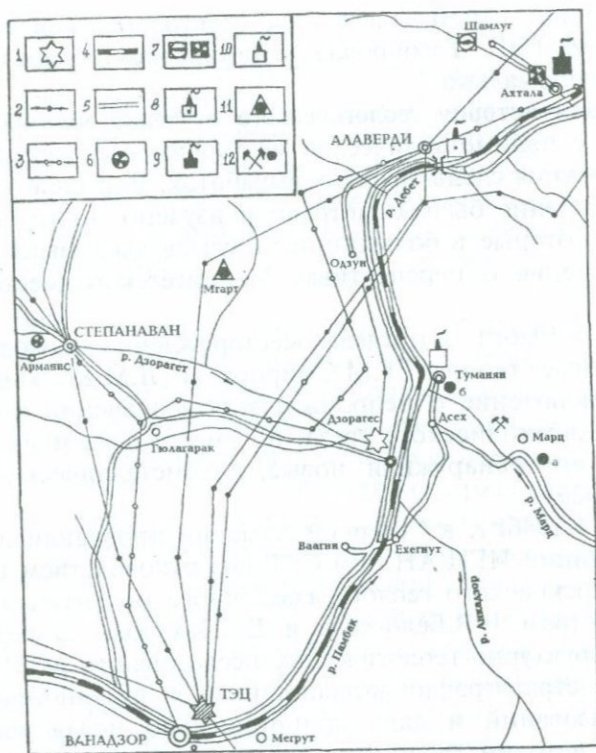


Рис.1.1. Обзорная схема района Марцигетского месторождения.

1-электростанции, 2-линии электропередач, 3-магистральный газопровод, 4-железная дорога, 5-шоссейные дороги, 6-Арманисское полиметаллическое месторождение, 7-медные и полиметаллические рудники, 8-медеплавильный цех, 9-Ахталская обогатительная фабрика, 10-завод огнеупорных изделий, 11-Мгартский участок золотосульфидного оруденения, 12-разведываемые участки Марцигетского месторождения: а.Марц, б.Дзагидзор.

строительных материалов - базальты, туфы, песок, гравий. Действует Каринджский карьер базальтов. В районе действует Дзоргетская ГЭС, которая обеспечивает электроэнергией все пред-

приятия района. Район снабжается электроэнергией также из Ванадзорского ТЭЦ. Газопровод и линия электропередач функционируют нормально.

Краткая история геологического изучения месторождения.

Марцигетское полиметаллическое месторождение известно давно. Здесь имеются следы древних выработок. В двадцатом столетии месторождение было осмотрено и изучено многими исследователями, которые в большинстве случаев высказывали отрицательное мнение о перспективах Марцигетского месторождения.

В 1925-1926г.г. в пределах месторождения проводили работы известные геологи Г.М.Смирнов и Л.М.Конюшевский. Они дали заключение о непромышленном значении цинковых руд с.Марц Каракилесского среза, но вместе с этим на участке Будагидзор они обнаружили новые полиметаллические жилы (Смирнов, 1926).

В 1944-1946г.г. в Северной Армении проводили исследования экспедиции ИГН АН Арм ССР под руководством И.Г.Магакьяна и Московского геологоразведочного института (МГРИ) под руководством В.В.Белоусова и Е.Е.Захарова. В результате детальных структурно-геологических исследований МГРИ была детализована стратиграфия вулканогенных и вулканогенно-осадочных образований и дана принципиально новая трактовка структуры и истории геологического развития Северной Армении. Сотрудником экспедиции М.В.Гзовским была составлена геологическая карта района (включая Марцигетское рудное поле) в масштабе 1:50000 (Белоусов и др., 1948).

Существенными для Северной Армении, в том числе и Марцигетского рудного поля, явились исследования под руководством И.Г.Магакьяна. В результате этих исследований были выявлены геологические особенности и установлены закономерности распределения оруденения, основные черты металлогении района, а также даны детальное описание минералогического состава и текстурно-структурных особенностей различных типов руд и их промышленные перспективы. Марцигетское месторождение было оценено как бесперспективное (Магакьян, 1944, 1954).

В 1952 году под руководством геологов Р.М.Мартirosяна и М.А.Бабаяна на Марцигетском (Бабаджанском) месторождении проводились поисково-разведочные работы. В бассейне р.Марц были выявлены полиметаллические рудные тела жильного типа, приуроченные к дайкам диабазового состава. Ими был произведен подсчет запасов по двум рудным телам и дана отрицательная оценка месторождения. В результате работы были приостановлены (Мидян и др., 1953; Мартirosян, Татевосян, 1957).

В 1954 году в бассейне р.Марц П.Ф.Сопко проводил геолого-съёмочные работы в масштабе 1:10000 на площади 10 кв. км. В своем заключении П.Ф.Сопко отмечает, что необходимо продолжить поисково-разведочные работы на участках Марц, Првашен-Будагидзор и в зоне гидротермально измененных пород, особенно в зоне Марцигетского разлома с целью обнаружения полиметаллического оруденения (Сопко, 1955).

В этот период вся территория района месторождения покрывается магнитной и гравиметрической съёмками в масштабе 1:200000 (Монина, Дунаев, 1955; Мартirosян, Татевосян, 1966). В течение 1957-1958 г.г. Бабаджанская геофизическая партия проводила детальные работы по магнито- и электроразведке на участках Марц (Бабаджан), Спасакар и Мгарт.

В 1966 г. комиссия Мингео СССР рассмотрела имеющиеся к этому времени геологические карты армянского региона в масштабе 1:50000 и 1:25000 и перевела их в масштаб 1:200000, как не кондиционные. Поэтому в Северной Армении были возобновлены поисково-съёмочные работы (С.Алоян, П.Алоян, 1966-1969; Туманян, Чубарян, 1967-1970).

В 1969 г. П.Г.Алояном и С.Г.Алояном был обобщен весь имеющийся материал по геологическому строению и металлогении юго-западного фланга Алавердского рудного поля с учетом новых данных, полученных в процессе личных поисково-съёмочных работ масштаба 1:10000, 1:50000 и 100000. В результате был сделан вывод о золотоносности зоны сочленения Сомхетского и Леджанского разновозрастных геотектонических блоков, выраженной зоной Сомхетского глубинного разлома. (С.Алоян, П.Алоян, 1970). Поисково-разведочные работы, проведенные Гамзачиманской ГРЭ, подтвердили золотоносность известных

ранее медных и полиметаллических рудных тел в пределах зоны Сомхетского разлома, а также выявили новые участки золото-сульфидного оруденения (Бардуг, Дзагидзор и др.). В течение 1976-1986г.г. в пределах Марцигетского рудного поля поисково-разведочные работы продолжались Марцигетской ГРП (С.Алоян и др., 1980, 1985, 1986). Планомерные работы дали возможность расширить сырьевую базу и переоценить перспективы Марцигетского золотополиметаллического месторождения. В этот период проводится большой объем геохимических и минералогических исследований с целью перспективной оценки рудоносности (Карапетян, Пароникян, 1983, 1985; Безирганов, Мовсесян и др., 1990). Важное значение имели исследования по изучению вещественного состава и обогатимости руд в комплексе с геолого-технологическим картированием месторождения (П.Алоян, Давтян, Акмаева, Арутюнян, 1985, 1986). По результатам проведенных исследований, Армнипроцветметом была обоснована целесообразность промышленного освоения золотополиметаллических руд Марцигетского месторождения и даны рекомендации по направлению дальнейших геолого-разведочных работ (П.Алоян, С.Алоян, Товмасян, Давтян, 1986).

В настоящее время Лорийской ГРЭ завершается дополнительный объем исследований по программе предварительной разведки Марцигетского месторождения.

2. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И СТРУКТУРА МАРЦИГЕТСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

2.1. Положение Марцигетского рудного поля в структуре Северной Армении.

Марцигетское рудное поле расположено в зоне Сомхетского глубинного разлома - в зоне сочленения двух разновозрастных геотектонических блоков Северной Армении: Сомхетской зоны юрского возраста на северо-востоке и Леджанской зоны эоценового возраста на юго-западе. Они сложены мощными (от 3-4 до 5-6 км) комплексами вулканогенных и вулканогенно-осадочных образований, прорванных многочисленными интрузивными образованиями мезо-кайнозоя. Эти разновозрастные блоки формировались в различные этапы альпийского геотектонического цикла развития Сомхето-Карабахской складчатой зоны (Сомхетского сегмента), заложенной на фронтальном краю Евразийской континентальной плиты (Мурадян, 1994; Мелконян, 1989; Джрбашян, 1990; П.Алоян, 1999). Зона Сомхетского глубинного разлома представлена интенсивно дислоцированными и гидротермально измененными вулканогенными, вулканогенно-осадочными, вулканогенно-обломочными и олистостромовыми образованиями средне-верхнего эоцена с характерной мелкоблоково-ступеньчатой внутренней структурой. Она разграничена парой региональных разломов - Санаин-Локским на северо-востоке, на границе юры и эоцена, и Ягардаш-Агвинским, расположенным на юго-западе, в поле развития эоценовых образований. Весь комплекс пород прорван многочисленными небольшими интрузивами гранитоидов и крупными дайкообразными телами диабазов, андезитов и дацитов, редко - пикритовых базальтов, в основном расположенных вдоль ограничивающих разломов. Зона Сомхетского разлома имеет северо-западное простирание и сечется серией сквозных поперечных структур северо-восточного простирания. Из них наиболее крупной в районе Алавердского рудного поля является Ягардаш-Лалварская структура, разграниченная с севера Банушским, а с юга Дебедским разломами (П.Алоян, 1999). Как показали наши специальные полевые исследования (см. раздел 2.3), в районе Марцигетского рудного

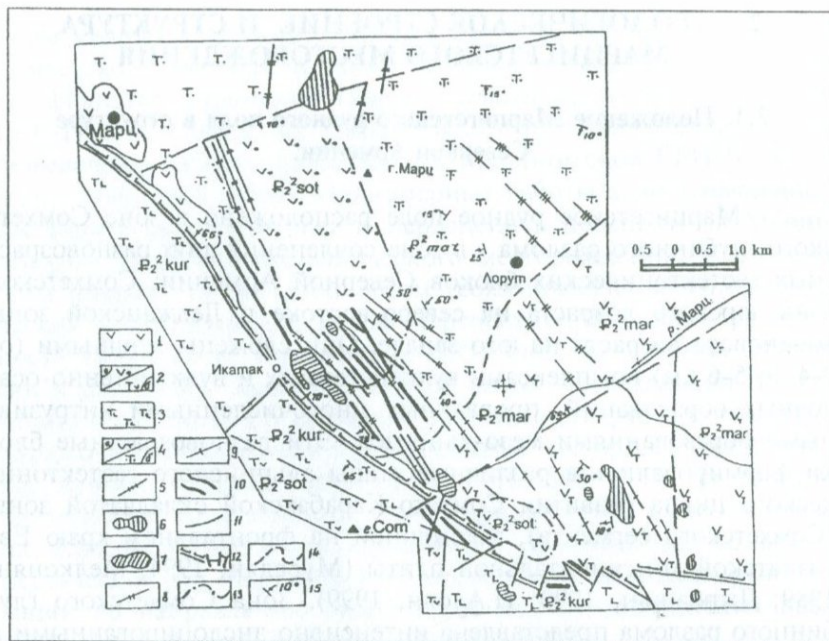


Рис.2.1.1.Схематическая геологическая карта Марцигетского месторождения.Составили Алоян П.Г. и Алоян Гайк П.

1.Плиоцен-четвертичные базальты. *Средний эоцен*. 2.Сотская свита- ρ_2^2 sol: а-туфы и туфобрекчии мандельштейновых порфиритов, б-порфириты, их туфы и туфобрекчии андезито-дацитового и дацитового состава. 3.Куртикская свита - ρ_2^2 kur: туфы и брекчии андезито-дацитового состава с прослоями песчаников и алевролитов. 4.Марцигетская свита- ρ_2^2 mar: а-туфы и брекчии с прослоями андезитов и базальтов, б-туффиты, туфопесчаники и брекчии. 5.Дайки и дайкообразные тела гранодиорит-порфиритов и кварцевых диорит-порфиритов. 6.Дайки (штоки) кварцевых порфиров, альбитофиров. 7.Штоки андезитов. 8.Дайки габбро-диабазового состава. 9.Дайки диорит-порфиритов. 10.Кварц-сульфидные жилы (рудные тела). 11.Разломы. 12.Зона Марцигетского разлома. 13.Границы согласного залегания свит. 14.Фациальные границы. 15.Элементы залегания.

поля также прослеживается аналогичная структура - Лорутская зона региональной трещиноватости, разграниченная на севере Марц-Воскепарским, а на юге - Бабаджанским разломами северо-восточного простирания (Гайк Алоян, 1998) (рис.2.1.1).

Таким образом, Марцигетское рудное поле имеет вполне конкретную геотектоническую позицию и располагается в узле пересечения Лорутской субширотной сквозной структуры с зоной Сомхетского глубинного разлома. Марцигетское месторождение приурочено к висячему крылу Марцигетского (южного продолжения Ягардаш-Агвинского) разлома и локализуется в складчато-разрывных структурах более высокого порядка - в пределах Икатакской антиклинали сложного строения, прорванного роем дайковых образований кварцевых диорит-порфиров, кварцевых порфиров, гранодиорит-порфиров, габбро-диабазов, а также крупных штоков андезитов и дацитов (Гайк Алоян, 1998).

2.2. Стратиграфия вулканогенных, вулканогенно-осадочных и интрузивных образований.

В пределах Марцигетского месторождения исключительно развиты среднеэоценовые вулканогенно-осадочные образования среднего и кислого составов. Этот комплекс образований, общей мощностью около 3000м, подстилается терригенными отложениями с богатой фауной нуммулитов и ассилин. Фаунистические определения из этих отложений в районе с.с.Лорут, Шамут, Кариндж и железнодорожной станции Санаин (на правом берегу р.Дебед) указывают на границу нижнего и среднего эоцена (Епремян, 1965; Григорян, 1966). По данным С.М.Григорян, в районе с.Атан широко развит комплекс ассилин, характерный для нижнего эоцена и встречающийся с типичными нижнеэоценовыми нуммулитами. О.А.Саркисян (1989), на основании находок нуммулитов, эти слои датирует как нижний эоцен. На основании региональных сопоставлений и новых фаунистических определений, П.Г.Алояном было показано, что в районе г.Лалвар и в ущелье р.Архашан верхние слои этой терригенно-карбонатной свиты датируются как лютетский ярус эоцена. При этом не исключается, что нижние слои свиты переходят в нижний эоцен. В

пределах Алавердского рудного поля весь комплекс вышележащих вулканогенно-осадочных образований фаунистически датируется как среднеэоценовый (П.Алоян, 1973, 1979, 1999). Вулканогенно-осадочный среднеэоценовый комплекс Марцигетского месторождения перекрывается базальтами и андезит-базальтами верхнего плиоцена. Среднеэоценовый комплекс вулканогенно-осадочных пород, является составной частью “андезитового палеогенового вулканоплутонического пояса” Закавказья (Джрбашян, 1990).

Стратиграфическое расчленение вулканогенно-осадочных образований Марцигетского месторождения встречает определенные трудности. Вопрос осложняется тем, что разрезы комплекса на разных крылах Марцигетского разлома значительно отличаются как по составу, так и по мощности. В целом разрез среднеэоценового комплекса снизу вверх представлен нижеследующими свитами:

1. **Джангарлинская свита** андезитов, мощностью 300-400м.
2. В северо-восточной части месторождения (висячее крыло Марцигетского разлома) широко развита **марцигетская свита** пирокластолитов андезитового состава, мощностью 1300-1500м. Стратиграфическим аналогом этой свиты в юго-западной части (в пределах лежащего крыла Марцигетского разлома) является **куртисккая свита** пирокластолитов андезито-дацитового состава, мощностью 600-700м.
3. **Сотская свита** туфов и вулканитов фиолетового цвета андезито-дацитового состава. Мощность свиты сильно варьирует от первых сотен метров до 600-700м.

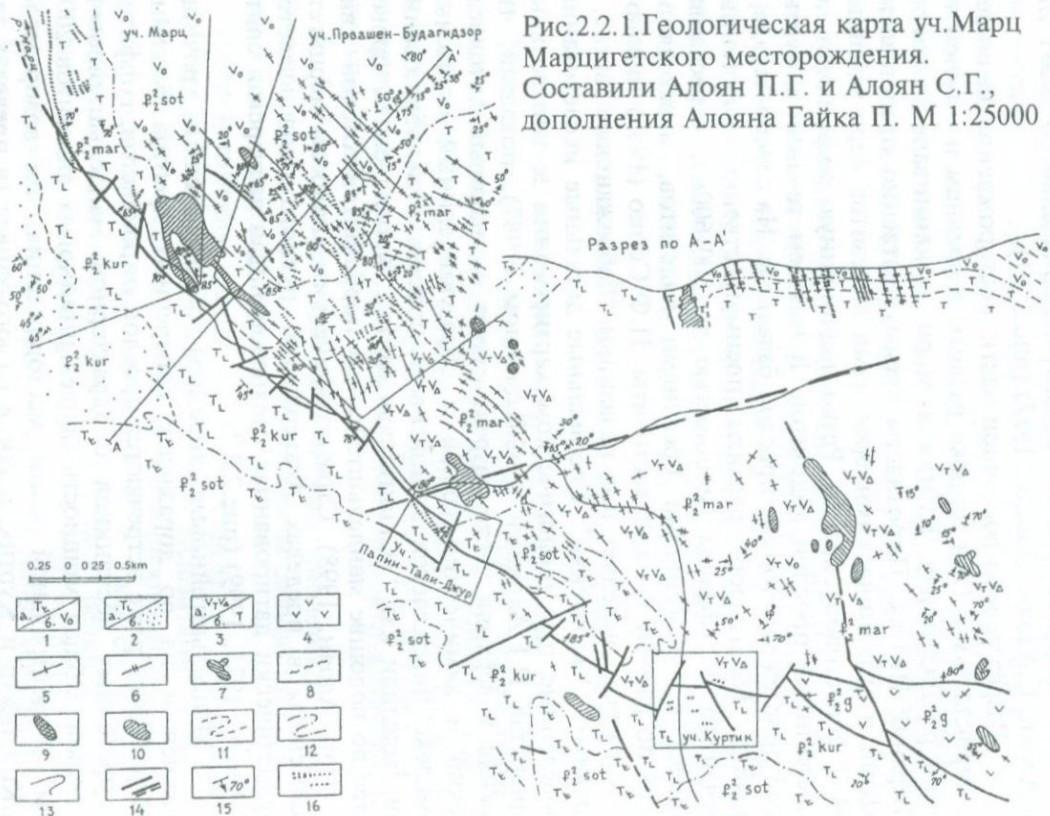
Джангарлинская свита впервые выделена П.Ф.Сопко (1955). Она представлена преимущественно андезитами, менее их пирокластами с редкими линзами мраморизованных известняков. Эти отложения широко развиты в среднем течении р.Джангарлу и в верховьях правых притоков речки Куртик. Стратиграфическое положение свиты определено условно, т.к. ее контакты тектонические, а сама свита интенсивно метаморфизована. Характер тектонических нарушений, клиновидный контур выхода этих пород и геолого-структурные построения дают основание говорить о том, что в зоне Марцигетского разлома

происходит резко дифференцированные вертикальные смещения, в результате которых андезиты по тектоническому клину приподняты выше уровня своего первоначального залегания (П.Алоян, С.Алоян, Давтян, 1987) (рис.2.2.1).

Разрез северо-восточной части месторождения начинается пирокластами. Они широко развиты в среднем и нижнем течении р.р.Джангарлу, Куртик и Марц, выклиниваясь в районе с.Верхний Икатак. Пирокласты преимущественно представлены туфами и вулканическими брекчиями андезитов серо-зеленоватой и фиолетовой окраски. Резко подчиненную роль имеют невыдержанные прослои андезитов. В нижнем течении р.Куртик нами прослежены тонкие прослои базальтов. На северо-западе, в урочище Будагидзор, развиты преимущественно туфогенные песчаники и туффиты (мощностью до 500-600м), переслаивающиеся с туфогенными брекчиями андезитов, переходящие вверх по разрезу в пирокластолиты. П.Ф.Сопко (1955) нижнюю часть разреза выделяет под названием "бабаджанская свита", а верхнюю - "лорутская". Специальные детальные исследования, проведенные при геологическом картировании и контрольных маршрутах П.Г.Алояном и С.Г.Алояном (1987), показали, что нижняя и верхняя части разреза имеют одинаковый литологический и химический состав и образуют единый согласный комплекс пирокластов андезитового состава. Эти образования они выделили как "марцигетская свита". Кровля свиты проводится по подошве мандельштейновых порфиринов сотской свиты (Гайк Алоян, 1998). Стратиграфическим аналогом марцигетской свиты в пределах Алавердского рудного поля является фаунистически датированная среднеэоценовая лалварская свита (П.Алоян, 1973, 1999) (рис.2.2.2).

Мандельштейновые андезиты обнажаются в урочище Првашен и на во доразделах поперечных хребтов бассейна р.Марц. Здесь реже встречаются прослои пирокластов, туффитов и туфогенных песчаников с характерной мандельштейновой текстурой. Общая мощность мандельштейновых андезитов 200-300м. В центральной части месторождения, на водоразделе р.р.Кцвуджур и Куртик, а также на юго-западе (в пределах лежащего крыла Марцигетского разлома) - на склонах г.г.Сот и Назар, марцигетская (куртигетская) свита перекрывается фиолето-

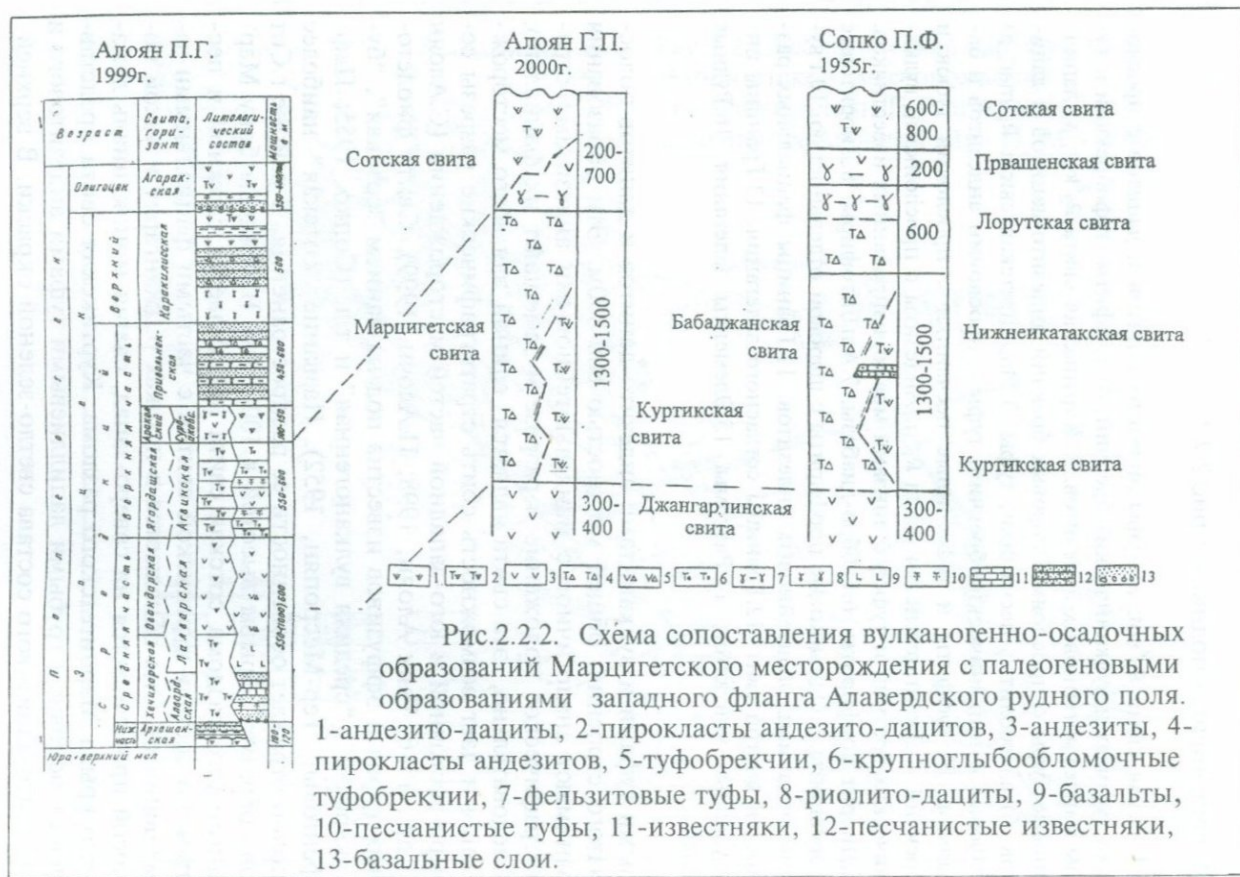
Рис.2.2.1. Геологическая карта уч. Марц
 Марцигетского месторождения.
 Составили Алоян П.Г. и Алоян С.Г.,
 дополнения Алояна Гайка П. М 1:25000



Подрисуночная подпись к рис.2.2.1.

1. Сотская свита ρ_2^2 sot: а) туфы андезито-дацитов и дацитов с прослоями туфовых и вулканических брекчий; б) туффиты, туфобрекчии и туфы мандельштейновых андезитов. 2. Куртикская свита ρ_2^2 kur: а) лапиллиевые туфы с прослоями туфовых брекчий андезито-дацитов и дацитов; б) алевролиты, песчаники, туфы. 3. Марцигетская свита ρ_2^2 mar: а) туфовые и вулканические брекчии, туфы с прослоями андезитов и базальтов; б) туффиты и туфогенные песчаники с прослоями туфов и брекчий. 4. Джангарлинская свита ρ_2^2 g. Андезиты с прослойками вулканических брекчий и туфов с линзами мраморизированных известняков. 5. Диорит-порфириды. 6. Габбро-диабазы. 7. Альбитофиры. 8. Диоритовые порфириды. 9. Оливиновые порфириды с шаровой отдельностью. 10. Рвущие тела мандельштейновых андезитов. 11. Границы фациальных разностей внутри свит. 12. Границы согласного залегания. 13. Границы интрузивных контактов. 14. Разломы. 15. Элементы залегания. 16. Рудные тела.

выми туфами и вулканиками андезито-дацитов и дацитов полосчатого строения, общей мощностью 600-800м. Эти образования занимают аналогичное с мандельштейновыми андезитами стратиграфическое положение в разрезе и замещают их фациально. Следовательно, эта свита является единой для всего месторождения и дает возможность сбить стратиграфические разрезы северо-восточной и юго-западной частей месторождения (С.Алоян и др., 1986; Гайк Алоян, 1998; П.Алоян, 1999). Свита фиолетовых туфов и эффузивов известна под названием "сотская", "бугакярская", "средняя вулканогенная" и т.д. (Сопко, 1955; Паффенгольц, Тер-Месропян, 1952). Название "сотская" наиболее полно отражает особенности ее распространения. В районе г.Сот она образует обрывы высотой в 100-150м. В лежащем боку Марцигетского разлома сотская свита подстилается сложной и пестрой по составу куртикской свитой с частыми фациальными замещениями. Она обнажается в истоках р.Джангарлу и узкой полосой протягивается на северо-запад, слагая моноклираль лежащего крыла Марцигетского разлома. Куртикская свита представлена в основном грубыми лапиллиевыми туфами андезитового и андезито-дацитового состава светло-зеленой окраски. В верхней



части свиты встречаются туфовые брекчии, туфы дацитового состава и туфогенные песчаники. На западе преобладают андезиты. Мощность этих образований составляет 600-700м. В районе с.Икатак, по реке Сариахпюр, верхи описанного разреза замещаются песчаниками и алевролитами с редкими прослоями туфов и туффитов андезито-дацитов. Мощность этих отложений составляет от первых десятков до 300м. Куртикская свита является стратиграфическим аналогом марцигетской свиты среднего эоцена (П.Алоян, С.Алоян, 1987; Гайк Алоян, 1998).

Комплекс среднеэоценовых вулканогенно-осадочных образований Марцигетского месторождения прорывается многочисленными дайками и рвущими телами жильных и субвулканических пород, преимущественно среднего и основного составов. К этой группе относятся субвулканические штокообразные и трубообразные тела андезитов с нормальной порфировой структурой; рвущие пластообразные тела андезитов с крупными вкрапленниками плагиоклаза; штокообразные тела оливиновых базальтов с шаровой отдельностью; жильные андезиты и базальты, кварцевые и дацитовые порфириды и жильные альбитофиры. Среди даечных образований преобладают дорудные габбро-диабазы и диорит-порфириды (С.Алоян и др., 1986). В двух километрах к северо-западу среднеэоценовые вулканогенно-осадочные образования прорываются Спасакарским интрузивом гранодиоритов пластообразной формы. Возраст интрузивных образований датируется как послесреднеэоценовый-доолигоценовый (П.Алоян, 1973; 1999).

Значительный интерес представляют результаты определения изотопного возраста эффузивных, субвулканических и жильных пород. На основании 22 определений, выполненных К/Аг методом, выделяются две возрастные группы пород (48-56 и 40-46 Ма), соответствующие среднему и верхнему эоцену. Возраст метасоматических дорудных изменений приближен ко времени формирования кислых субвулканических и эффузивных, а также субщелочных пород и гипабиссальных интрузий. Самый молодой возраст - 34 Ма (верхний эоцен-олигоцен) был получен для пород малых гипабиссальных интрузий (габбро-диориты) Дзагидзорского участка (Карапетян, Пароникян, 1983).

5592

2.3. Структура месторождения.

Основным структурным элементом месторождения является Марцигетский разлом, протягивающийся в северо-западном направлении на десятки км. В районе месторождения зона разлома падает на северо-восток под углом 60-85°. На северо-западе Марцигетский разлом сочленяется с Ягардаш-Агвинским разломом юго-западного падения, а на юго-востоке разветвляется. Южная ветвь имеет северо-западное простирание (310-320°) с падением на юго-запад, а простирание северной ветви почти широтное (275-285°) с падением на северо-восток под углами 70-80°. В бассейне правого притока речки Куртик обе ветви сочленяются, образуя тектонический блок-треугольник. Этим обусловлено горстообразное поднятие пород джангарлинской свиты в зоне Марцигетского разлома. Далее зона разлома приобретает северо-западное простирание и прослеживается вдоль русла нижнего течения р.Марц. Амплитуда смещения (опущено северное крыло) составляет 400-500м. На северо-западе наблюдается постепенное уменьшение амплитуды. Зона Марцигетского разлома имеет очень сложное строение. Она на юго-востоке сечется серией близко расположенных мелких поперечных разломов юго-восточного и северо-западного падения сбросо-сдвигового и надвигового характера (Сопко, 1955; П.Алоян, С.Алоян, 1980; Гайк Алоян, 1997, 1998). Смещение по ним достигает нескольких десятков метров. Такое сочетание разноориентированных нарушений обуславливает блоково-ступенчатое строение полосы разлома (рис.2.3.1).

Кроме поперечных разрывов, вдоль зоны Марцигетского разлома, висячем его крыле, устанавливается система тектонических трещин, параллельных главному шву разлома. Вдоль этих трещин прослеживается гидротермальное изменение, внедрение даек различного состава и локализация оруденения. Интенсивная трещиноватость, раздробленность и смятость пород висячего бока Марцигетского разлома противопоставляется породам лежащего бока, не испытавших физико-механических и химических изменений. Зона Марцигетского разлома также хорошо фиксируется общегеологическими данными. Эта полоса является границей распространения как различных фаций вулканогенно-

осадочных пород, так и бассейнов различной интенсивности прогибания и осадконакопления. Особенно ярко выражается тектоническая активная деятельность разлома в период формирования марцигетской (куртикской) свиты.

За это время к юго-западу от разлома отлагались среднекислые пирокластиты общей мощностью 800м, а к северо-востоку - висячем боку - пирокласты среднего состава мощностью 1500м. Эти фациальные и мощностные различия по обе стороны от зоны разлома указывают на большую глубину заложения и долгоживучесть Марцигетского сброса.

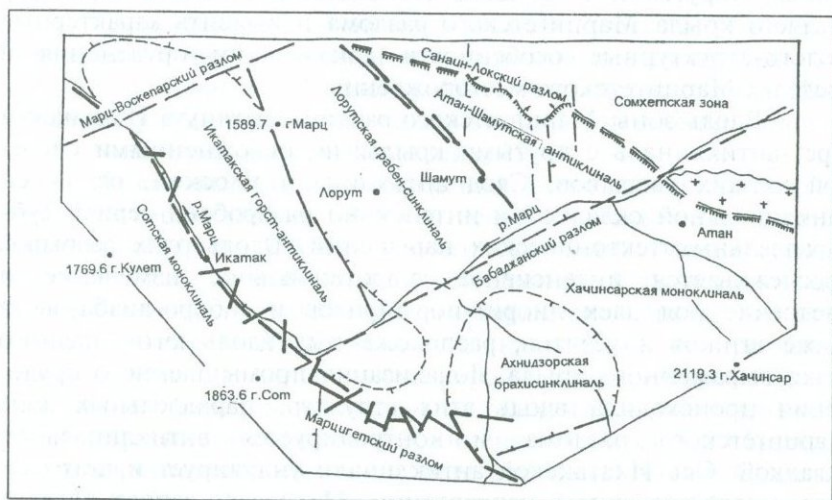


Рис.2.3.1. Структурная схема района Марцигетского месторождения.

В структурном отношении крылья Марцигетского разлома имеют большие различия. Лежачее крыло разлома преимущественно сложено отложениями куртикской и сотской свит. Это крыло моноκлинално падает на юго-запад под углами 45-50°. В очень редких случаях общее падение Сотской моноκлинали осложняется локальными складками в виде флексур и брахискладок. Висячее крыло разлома сложено отложениями марцигетской и сотской свит. Это крыло интенсивно деформировано

но, прорвано многочисленными дайками и рвущими телами, смято в складки. Здесь локализована преобладающая часть оруденения.

Следует отметить, что до наших исследований господствовало представление, согласно которому оруденение преимущественно локализовано вдоль зоны Марцигетского разлома, чем и объясняется расположение разведанных пяти участков вдоль зоны разлома. Это значительно ограничивало перспективы поисково-разведочных работ и тем самым - месторождения. Проведенные нами исследования, с учетом новых фактических данных Лорутской ГРЭ, дали возможность уточнить структуру висячего крыла Марцигетского разлома и выявить характерные геолого-структурные особенности локализации оруденения в пределах Марцигетского месторождения.

Вдоль зоны Марцигетского разлома вытянута Икатакская горст-антиклиналь с крутыми крыльями, осложненной системой мелких разрывов. Свод антиклинали плоский, осложнен синклинальной складкой и интенсивно раздроблен серией субпараллельных тектонических нарушений. Вдоль этих разрывов прослеживается интенсивное гидротермальное изменение и внедрение роя даек диорит-порфиритов и габбро-диабазов, а также штоков андезитов, расположенных вдоль юго-западного резко выраженного крыла. Локализация промышленного оруденения происходила вдоль этих структур, параллельных зоне Марцигетского разлома, и контролируется антиклинальной складкой. Ось Икатакской антиклинали ундулирует и погружается в юго-восточном направлении. На северо-западе складка срезается Марц-Воскепарским, а на юго-востоке - Бабаджанским поперечными разломами северо-восточного простирания и встречного крутого падения (65-70°). Между Икатакской антиклиналью и Марцигетским разломом располагается узкая приразломная синклиналь, обусловленная выгибанием слоев до 80-85°.

К северо-востоку от Икатакской антиклинали располагается плоскодонная (с горизонтальным залеганием пород) Лорутская грабен-синклиналь, северо-восточное крыло которой срезается крупной системой кулисообразно расположенных тектонических нарушений, трассирующихся дайковыми образованиями

габбро-диабазового, гранодиорит-порфиритового и диорит-порфиритового составов, а также крупными штоками андезитов. Лорутская синклиналь имеет асимметричное строение: юго-восточная центриклиналь падает под углами 45-50°, а северо-восточная - под углами 10-15°. Эта структурная пара - Икатакская антиклиналь и Лорутская синклиналь, как уже было отмечено, отделяются системой тектонических нарушений, с четырех сторон разграничены крупными разломами и представляют собой горст-антиклиналь и грабен-синклиналь. Это соответствует блоково-ступенчатой природе зоны Сомхетского разлома, где и располагается Марцигетское месторождение.

Таким образом, наши исследования показали, что вместо Првашенской антиклинали и юго-западной центриклинали Лорийской синклинали (П.Алоян, 1980) выделяется единая Икатакская горст-антиклиналь, локализирующая оруденение Марцигетского месторождения (Гайк Алоян, 1998).

На юго-востоке месторождения располагается Ахнидзорская брахисинклиналь. Южная центриклиналь этой складки срезается северной ветвью южного окончания Марцигетского разлома. Здесь в виде горста-треугольника ("джангарлинский клин") приподняты отложения джангарлинской свиты, что производит ложное впечатление антиклинали. Здесь же прослеживаются небольшие жилы альбитофиров и дайки габбро-диабазов и диорит-порфиритов. Ахнидзорская синклиналь имеет асимметричное строение и сложена вулканогенно-осадочными образованиями марцигетской свиты среднего эоцена (П.Алоян, С.Алоян, 1980; П.Алоян, 1985; П.Алоян, С.Алоян, Давтян, 1987). К северо-востоку от Ахнидзорской синклинали располагается Хачинсарская моноклинали всяческого крыла Санаин-Локского разлома, сменяющаяся Атан-Шамутской приразломной антиклиналью, сложенной терригенно-карбонатными образованиями основания эоцена (П.Алоян, 1985, 1999).

Наши детальные исследования по уточнению структурных границ распространения оруденения показали, что в северо-восточном направлении от южной окраины с.Марц, вдоль правого притока р.Марц тянется зона разлома, выраженная полосой раздробленных, перемятых и гидротермально измененных пород с падением на юго-восток под углами 65-70°. На северо-восточ-

ном продолжении этой зоны располагается Воскепарское тектоническое нарушение Сомхетской зоны юрского возраста. Марцский отрезок Марц-Воскепарского сквозного разлома прослеживается в среднеэоценовых вулканогенных образованиях марцигетской свиты, а воскепарский отрезок сечет образования верхнего байоса-бата в осевой части Маралдагского антиклинория, т.е. эта зона имеет унаследованное развитие. Другое крупное тектоническое нарушение, названное Бабаджанским, нами прослежено вдоль ущелья верхнего течения р.Марц - в северо-восточном направлении от г.Сот до северной окраины с.Атан с крутым падением на северо-запад. К северо-западу от Марц-Воскепарского и юго-востоку от Бабаджанского разломов развитие дайковых образований резко сокращается. Причем, в лежащем боку Бабаджанского разлома прослеживаются преимущественно дайки диорит-порфиритов, и здесь нами габбро-диабазы не выявлены. Марц-Воскепарский и Бабаджанский разломы разграничивают крупную Лорутскую субширотную поперечную зону региональной трещиноватости, на пересечении которой с Сомхетским глубинным разломом располагается Марцигетское золотополиметаллическое месторождение. Марцигетский рудный узел отчетливо фиксируется при детальной интерпретации результатов региональных геофизических и дистанционных исследований, в особенности при дешифрировании аэрофотоснимков (Скипин, 1976; П.Алоян и др., 1980). Структурные условия локализации оруденения предопределили морфологические типы рудных тел и их промышленные контуры (Давтян, Гайк Алоян, 1996, 1998).

Таким образом, Марцигетское месторождение имеет конкретную геотектоническую позицию и расположено в узле пересечения Сомхетского глубинного разлома с поперечной субширотной Лорутской структурой, разграниченной региональными нарушениями. В структурном отношении золотополиметаллическое оруденение приурочено к своду и резко выраженным крыльям Икатакской антиклинальной складки висячего крыла Марцигетского разлома и локализовано вдоль полосы даек габбро-диабазового состава и крупных штоков андезитов. Перспективными для проведения поисково-разведочных работ являются восточные и юго-восточные фланги месторождения.

2.4. Зона окисления.

На Марцигетском месторождении зона окисления в основном развита на участке Дзагидзор. Это обусловлено интенсивным развитием процессов дробления рудовмещающих пород в зоне локализации оруденения. Гипергенезом затронуты исключительно все рудные тела, вне зависимости от их гипсометрической отметки. Зона окисления охватывает как поверхность, так и проникает на разные глубины. На участке Марц зона окисления слабо выражена и имеет малую мощность.

Макроскопически зона окисления месторождения представлена зоохренными, ожелезненными породами. Породы сильно трещиноваты, и по трещинкам в виде тонких налетов образовались малахит, куприт, гидроокиси железа. Наличие на месторождении различных минеральных ассоциаций обусловило довольно сложный и разнообразный состав руд зоны окисления. В качестве постоянно присутствующих минералов в рудах являются лимонит, гематит и пирит. В зоне окисления, приуроченной к медным рудам уч.Дзагидзор, помимо этих минералов, наблюдаются малахит, азурит, куприт, борнит, ковеллин, халькозин, гематит. Довольно часты реликты пирита и халькопирита. По сфалерит-галенитовым рудам уч.Марц развиваются лимонит, смитсонит, церуссит, англезит, каламин, аурихальцит. Минералы зоны окисления описаны А.А.Коджояном (1968), П.Г.Алояном и С.Г.Алояном (1980,1985), А.И.Карапетяном и В.О.Пароникяном (1983,1985), а также нашими исследованиями (Давтян, Гайк Алоян, 1996). Зона окисления впервые оконтурена нами и проведен подсчет запасов окисленных руд.

По результатам минералогических исследований и 62 фазовых химических анализов установлена степень окисления железа, меди, цинка и свинца (табл.2.4.1). С глубиной степень окисления металлов уменьшается, и нижняя граница зоны окисления определялась по отсутствию окисленных форм. Нижняя граница зоны окисления нами проведена интерполяцией данных двух разведочных горизонтов - 1095м и 1026м. Контакт с сульфидными рудами характеризуется извилистыми контурами, обусловленными структурой месторождения и сильной трещиноватостью пород. Внутреннее строение зоны окисления сложное:

Таблица 2.4.1

Данные фазовых химических анализов по уч.Дзагидзор (в %)

№№ в п.п.	№ рудных тел	железо			медь				цинк			сера	
		общее	окислен-ное	сульфид-ное	общая	окислен-ная	вторичных сульфидов	халькопирита	общий	окислен-ный	сульфид-ный	общая	сульфат-ная
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1.	7	6,24	5,7	0,54	0,05	-	-	0,05	0,3	0,26	0,04	1,24	0,02
2.		8,15	7,37	0,78	0,5	0,34	0,01	0,15	0,8	0,53	0,27	1,80	-
3.		7,12	6,69	0,43	0,2	0,16	-	0,04	0,04	0,03	0,01	1,00	-
4.		10,14	9,58	0,56	0,6	0,51	-	0,09	0,09	0,08	0,01	2,06	-
5.		6,35	5,77	0,58	0,6	0,50	0,05	0,05	2,8	2,47	0,33	1,9	0,05
6.		13,2	11,74	1,46	0,9	0,70	0,08	0,12	0,2	0,16	0,04	3,23	-
7.		10,25	6,87	3,38	0,3	0,13	-	0,17	1,25	0,6	0,65	8,0	-
8.		8,45	6,77	1,68	0,02	-	-	0,02	3,2	1,54	1,66	4,64	-
9.		6,36	4,10	2,26	0,3	0,12	-	0,18	0,95	0,42	0,53	5,5	-
10.		7,18	5,15	2,03	0,9	0,46	0,1	0,34	1,0	0,60	0,40	5,0	0,01
11.		10,11	8,10	2,01	1,2	0,60	0,05	0,55	0,9	0,44	0,46	4,7	0,01
12.		9,24	5,94	3,3	1,35	0,70	0,15	0,50	0,12	0,06	0,06	7,4	-
13.		12,11	6,44	5,67	0,2	0,01	-	0,19	1,3	0,02	1,28	13,5	0,02
14.		10,45	6,43	4,02	0,15	0,02	-	0,13	1,6	0,26	1,34	9,8	-
15.		4,71	2,85	1,86	0,21	0,04	-	0,17	2,55	0,43	2,12	5,2	0,05

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
16.		8,16	4,06	4,1	0,75	0,15	0,11	0,49	1,75	0,37	1,38	9,8	0,06
17.		13,2	6,00	7,2	0,2	0,01	-	0,19	3,5	0,13	3,37	18,0	0,02
18.		10,18	5,11	5,07	1,68	0,04	-	1,64	0,71	0,01	0,70	11,6	-
19.		8,16	4,17	3,99	1,2	-	-	1,2	3,8	0,07	3,73	10,8	0,01
20.		10,15	7,18	2,97	0,41	-	-	0,41	0,66	-	0,66	4,5	-
21.		8,72	6,54	2,18	2,15	0,05	-	2,10	0,66	-	0,66	5,1	-
22.		7,61	5,31	2,30	0,05	-	-	0,05	0,2	-	0,2	5,3	-
23.		8,27	4,59	3,68	1,36	0,02	0,04	1,30	0,9	0,01	0,89	8,7	0,05
24.	2	13,13	11,8	1,33	7,0	5,5	-	15	7,1	6,0	1,0	3,16	0,07
25.		16,8	16,68	0,12	2,1	1,9	-	0,2	0,24	0,13	0,11	0,35	0,1
26.		13,2	12,5	0,7	3,4	2,6	-	0,8	0,4	0,17	0,23	1,51	0,05
27.		11,23	5,87	5,36	0,12	0,02	-	0,1	0,65	0,08	0,57	4,88	0,05
28.		9,36	3,31	6,05	0,85	0,15	0,01	0,69	0,45	0,04	0,41	5,5	0,04
29.		8,24	2,46	5,78	0,05	-	-	0,05	0,1	-	0,1	5,05	-
30.		7,15	6,20	0,95	0,06	0,03	-	0,06	0,08	-	0,08	0,81	-
31.		5,04	4,40	0,64	0,04	-	-	0,04	0,08	-	0,08	0,56	-
32.		5,17	4,37	0,71	0,02	-	-	0,02	0,08	-	0,08	0,64	-
33.		11,02	3,61	7,47	0,052	-	-	0,52	0,15	-	0,15	6,07	-
34.		14,05	9,73	4,32	10,76	5,72	1,61	3,43	0,83	0,26	0,57	1,05	0,72
35.		13,58	12,83	0,65	19,75	17,86	-	1,89	2,07	0,16	1,91	3,4	-
36.		20,30	7,27	13,03	11,74	0,3	0,24	11,2	0,11	-	0,11	1,65	-
37.		6,41	5,76	0,95	0,21	-	-	0,21	0,16	-	0,16	0,72	-
38.		8,73	3,97	4,76	0,44	-	0,14	0,3	5,35	0,14	5,21	6,48	0,32
39.		6,40	3,57	2,83	0,72	-	0,07	0,65	0,8	0,09	0,71	2,25	-

Продолжение 2, таблицы 2.4.1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
40.	1	11,42	10,67	0,75	0,59	0,43	-	0,16	0,21	0,17	0,04	0,53	0,28
41.		10,86	8,12	2,74	0,82	0,45	-	0,37	0,13	0,09	0,04	2,08	0,34
42.		9,22	7,16	2,06	1,18	0,50	-	0,68	0,19	0,03	0,16	1,28	0,09
43.		12,75	12,55	0,2	0,5	0,27	-	0,23	0,2	0,10	0,10	0,45	-
44.		13,0	13,0	-	0,21	0,2	-	0,01	0,25	0,22	0,03	0,02	-
45.		18,6	11,7	6,9	1,36	0,7	-	0,66	0,18	0,09	0,09	5,44	0,05
46.		7,58	7,58	-	0,05	-	-	0,05	0,13	0,11	0,02	0,06	-
47.		11,0	10,7	0,3	0,4	0,1	-	0,3	0,11	0,04	0,07	0,59	0,05
48.		10,5	10,3	0,2	0,26	0,15	-	0,09	0,16	0,09	0,07	0,29	-
49.		10,4	6,5	3,9	3,89	0,1	-	3,79	0,2	0,04	0,16	0,17	-
50.		10,5	5,5	5,0	2,0	0,1	-	1,9	0,12	0,01	0,11	2,75	-
51.	6	6,86	5,7	1,16	0,55	0,08	0,07	0,4	2,98	0,5	2,48	1,90	0,12
52.		6,8	6,7	0,1	0,11	0,08	-	0,03	2,23	1,72	0,51	0,31	-
53.		10,5	6,9	3,6	0,3	0,16	-	0,14	3,26	1,64	1,62	3,81	-
54.		6,67	5,32	1,35	0,01	-	-	0,01	0,058	-	0,058	1,19	-
55.		11,52	9,71	1,81	0,1	0,05	-	0,05	2,76	1,16	1,60	2,33	0,08
56.		6,50	4,2	2,3	0,01	-	-	0,01	0,65	0,2	0,45	2,22	0,67
57.		8,42	4,42	4,0	0,48	-	-	0,48	2,21	-	2,21	4,10	-
58.		6,95	3,36	3,59	-	-	-	-	1,85	-	1,85	4,02	-
59.		5,74	4,21	1,63	1,35	0,25	0,1	1,00	3,3	0,06	3,24	2,16	-
60.		7,13	5,48	1,65	0,03	-	-	0,03	0,08	-	0,08	1,44	-
61.		9,65	4,20	5,35	0,21	0,01	0,05	0,15	6,86	0,12	6,74	7,87	-
62.		5,91	3,99	1,92	0,07	-	-	0,07	2,03	0,07	1,96	2,6	-

Продолжение 3, таблицы 2.4.1.

№№ в п.п.	№№ рудных тел	Степень окисления металлов		
		железа	меди	цинка
1	2	15	16	17
1.	7	91,4	75,1	86,6
2.		90,5	68,0	66,2
3.		94,0	80,0	75,0
4.		94,5	85,0	88,9
5.		91,0	83,3	88,3
6.		89,0	77,7	80,0
7.		67,1	45,3	48,0
8.		80,2	52,1	48,2
9.		64,5	40,0	44,2
10.		71,8	51,1	60,0
11.		80,2	50,0	48,8
12.		64,3	51,8	50,0
13.		53,2	5,0	1,5
14.		61,6	13,3	16,2
15.		60,6	19,0	16,8
16.		49,8	20,0	21,2
17.		45,5	5,0	3,8

Продолжение 4, таблицы 2.4.1.

1	2	15	16	17
18.		50,2	2,3	1,5
19.		51,2	-	2,0
20.		70,8	-	-
21.		75,1	2,3	-
22.		69,8	-	-
23.		55,6	1,5	1,1
24.	2	89,8	78,6	84,5
25.		99,3	90,5	54,2
26.		94,7	76,5	48,5
27.		52,5	16,7	12,3
28.		35,4	2,0	8,9
29.		29,8	-	-
30.		86,7	50,0	-
31.		87,0	-	-
32.		84,5	-	-
33.		32,7	-	-
34.		69,2	53,1	32,0
35.		94,5	90,4	8,0
36.		35,8	2,5	-
37.		89,9	-	-
38.		46,0	-	2,6
39.		55,8	-	11,2
40.	1	93,4	72,9	80,9
41.		74,8	54,9	69,2

Продолжение 5, таблицы 2.4.1.

1	2	15	16	17
42.		77,7	42,4	15,8
43.		98,4	54,0	50,0
44.		100,0	95,2	88,0
45.		62,9	51,5	50,0
46.		100,0	-	85,0
47.		97,3	25,0	36,4
48.		98,1	57,7	56,2
49.		62,5	2,57	20,0
50.		52,4	5,0	8,0
51.	6	83,1	14,5	16,8
52.		98,5	72,7	77,1
53.		67,5	53,3	50,3
54.		79,8	-	-
55.		84,3	50,0	42,0
56.		64,6	-	30,8
57.		52,5	-	-
58.		48,3	-	-
59.		73,3	18,5	1,7
60.		76,8	-	-
61.		43,5	5,0	1,7
62.		67,5	-	3,5

в соседствующих точках наблюдаются резкие колебания степени окисления металлов. На горизонте шт.11 уч.Дзагидзор (I подземный горизонт - 1095м) в рудных телах 6 и 7 окисление колеблется для меди от 5 до 75, для железа - от 50 до 100, для цинка - от 10 до 70%. Сульфидная медь представлена халькопиритом. На втором разведочном горизонте - 1026м (гор. шт.10) - максимальная степень окисления меди достигает 10-15%, цинка - до 10%. Степень окисления железа колеблется от 60 до 90%. На горизонте шт.1 (III разведочный горизонт - 970м) окисление меди и цинка не наблюдается. Степень окисления железа достигает 40-50%. Аналогичная картина наблюдается по рудным телам 1 и 2. На горизонте шт.10 степень окисления меди колеблется от 25 до 95%, цинка - от 20 до 85%, железа - от 60 до 100%. На горизонте шт.1 степень окисления меди колеблется от 5 до 25%, а железа - от 50 до 100%.

При отсутствии меди в рудах или при ее низких содержаниях, когда определение окисленных форм меди малодостоверно, как правило, при оконтуривании зоны окисления руководствуются степенью окисления железа. Вышеприведенные данные показывают, что на Марцигетском месторождении такой подход может привести к серьезным ошибкам, т.к. при фазовом анализе вместе с окисленным железом определяется и первичная окись железа - гематит, имеющего большое распространение на месторождении. Поэтому понятие "степень окисления железа" носит условный характер, поскольку, как показывают имеющиеся данные, при отсутствии окисленных форм меди на нижнем разведочном горизонте шт.1 степень окисления железа достигает 40-50%. Обычно при равных условиях окисления отношение степени окисления железа к таковой меди должно быть постоянным или близким к постоянному. Сравнительный анализ результатов состава руд месторождения показывает, что это отношение колеблется от 1 до 15. В пробах с высокими показателями при минералогических исследованиях было установлено наличие большого количества гематита. Поэтому при отсутствии меди в пробах или при ее низких содержаниях, для оценки зоны окисления А.А.Давтяном и Т.М.Арутюняном (1993) предлагается руководствоваться степенью окисления цинка или свинца, а при их отсутствии - по количеству лимонита или "степенью лимонитиза-

ции". Предлагаемый параметр определяется минералогическим анализом - отношением количества лимонита к суммарному количеству лимонита и пирита, выраженному в процентах, и незаменим для участков преимущественного развития золотопиритистых руд. "Степень лимонитизации" нами использована при оконтуривании зоны окисления уч.Дзагидзор. Здесь зона окисления проникает на глубину 70-150м при окислении меди 20-25%.

В зависимости от геолого-структурных условий месторождения переход окисленных руд в сульфидные бывает резким или постепенным. В последнем случае между окисленными и сульфидными рудами выделяются так называемые "смешанные" руды. Минералогическими и технологическими исследованиями установлено, что при степени окисления меди 15-20% имеет место резкое падение технологических показателей, что требует существенной корректировки или замены технологической схемы переработки руд. Эта величина является исходной при выделении окисленных типов руд. Она апробирована в ГКЗ СССР при утверждении запасов окисленных руд месторождений медно-молибденовой формации.

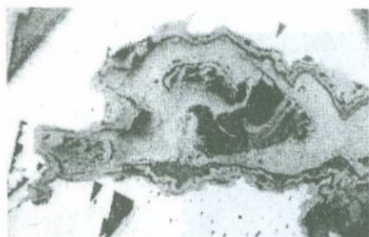
На Марцигетском месторождении зона вторичного сульфидного обогащения не выделяется. Фрагментарно прослеживаются участки, обогащенные вторичными минералами меди, свинца, цинка и железа, однако их увязка на данной стадии изученности объекта крайне затруднительна ввиду недостаточности фактического материала. Ниже приводится краткое описание характерных минералов зоны окисления и вторичных сульфидов.

Лимонит. На Марцигетском месторождении лимонит имеет широкое распространение на верхних горизонтах рудных тел, однако на участке Дзагидзор, вдоль трещиноватости он проникает на нижние горизонты (гор.шт.1, р.т.7). Он встречается в ассоциации с малахитом, азуритом, купритом, халькозином, борнитом, ковеллином, англезитом, церусситом. В отдельных шлифах содержание лимонита в рудной массе достигает 35-40%. Лимонит образуется в основном за счет пирита, халькопирита, в меньшей степени - вторичных минералов меди с характерной петельчатой структурой замещения (рис.2.4.1,ф.4). Лимонитизации подвергается также железосодержащий карбонат - анкерит,

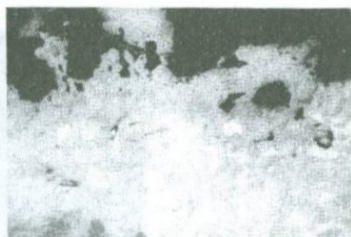
в виде красивых петельчатых узоров. Лимонит образует пористые и плотные мелкозернистые, а также концентрически-зональные колломорфные полосчатые агрегаты. Содержание золота в лимоните достигает 2,0 г/т.

Каламин и аурихальцит. Каламин является характерным минералом зоны окисления месторождений полиметаллической формации. В зоне окисления Марцигетского месторождения каламин - $Zn_4(Si_2O_7)(OH)_2 \cdot H_2O$ и аурихальцит - $(Zn,Cu)_5(OH)_3(CO_3)_2$ впервые описаны А.И.Карапетяном и В.О.Пароникьяном. Каламин имеет довольно широкое распространение на уч. Марц (шт.7,р.т.2) и ассоциирует с вторичными минералами меди, свинца, цинка и железа. Он образует гроздевидные, почковидные агрегаты и корки вокруг кварца, карбоната, галенита и сфалерита (рис.2.4.1,ф.3). Мелкозернистые массы каламина обычно состоят из радиально-лучистых агрегатов с таблитчатыми кристаллами, длиной до 1мм. Внутреннее строение агрегатов мелкозернистое, гипидиоморфно-зернистое с множеством субпараллельных ланцетообразных призмочек. Каламин под биноклем имеет кремово-белый цвет, иногда прозрачный, а в случае загрязнения приобретает желтые, бурые и черные оттенки. Блеск стеклянный. Обычно каламин в зоне окисления является концентратором золота. По данным количественных спектральных анализов, содержание золота достигает 5,9 г/т. Аурихальцит был обнаружен в пустотах частично окисленной рудной массы совместно с каламином и лимонитом. Он образует тонкочешуйчатые агрегаты, длиной чешуек 0.1-0.3мм, иногда встречается в виде розеток. Цвет меняется от изумрудно-зеленого до голубовато-зеленого, блеск - перламутровый (Карапетян, Пароникян, 1983).

Церуссит, смитсонит, англезит. На участке Марц церуссит и смитсонит имеют широкое распространение в рудах зоны окисления. На гор.шт.7 количество этих минералов доходит до 4-5% площади шлифа. Церуссит образует скрытокристаллические мелкозернистые массы в виде каемок и прожилков за счет галенита. Иногда с другими вторичными минералами образует концентрически-зональный агрегат (рис.2.4.1.,ф.1). По данным Марцигетской ГРП, содержания кадмия и молибдена в церуссите составляют соответственно 240 г/т и 0,012% (С.Алоян, Мате-



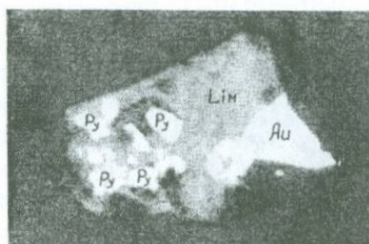
①



②



③



④

Рис.2.4.1. Минералы зоны окисления Марцигетского месторождения

1-концентрически зональный колломорфный агрегат церуссита в галените. х 95. Уч.Марц, руд.Првашен-Будагидзор, шт.7, штр.1,125м.

2-реликты сфалерита (светло-серое) в смитсоните (серое) с мелкозернистым аллотриоморфным внутренним строением. х 95. Уч.Марц, руд.Првашен-Будагидзор, шт.7, штр., 125м.

3-сеть прожилков каламина в сфалерите. х 95. Уч.Марц, руд.Првашен-Будагидзор, шт.7, штр.1, 30-35м. Фото В.Пароникяна. 4-включение самородного золота (Au) в лимоните (Lim) с остатками пирита (Pz). х 330. Уч.Будагидзор.

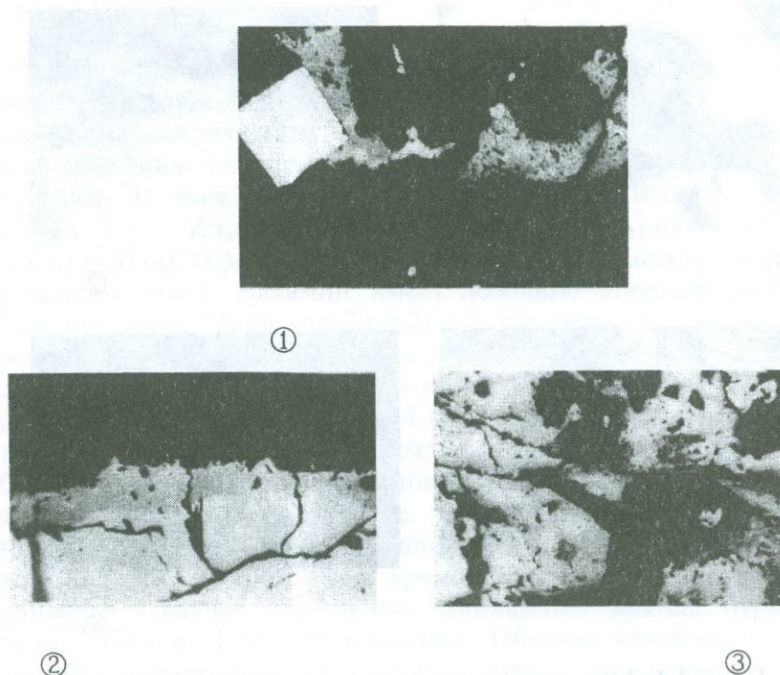


Рис.2.4.2. Вторичные сульфиды в рудах Марцигетского месторождения.

1-мирмекитовое прорастание халькозина, борнита и халькопирита на границе зерен пирита (белое). Черное - кварц - карбонатная масса. х 140. Уч.Будагидзор, шт.1.

2-непрерывная каемка борнита (светло-серое) вокруг зерен халькопирита (белое) на границе с анкеритом (черное). х 140. Уч.Будагидзор, шт.1.

3-замещение по краям зерен халькопирита (светло-серое) энаргитом (серое). Черное - кварц. х 140. Уч.Будагидзор, шт.1, отвал.

восян, 1987). Англезит является менее распространенным вторичным минералом свинца, чем церуссит. Он образует каемки вокруг зерен галенита или же петельчато проникает в него. Англезит часто образует внутреннюю зону, которая ритмично сменяется каемкой церуссита, часто вместе с лимонитом. Смитсонит образует корки вокруг сульфидных и жильных минералов; чаще всего каемки и прожилки в сфалерите (рис.2.4.1, ф.1). Агрегаты смитсонита перекристаллизованы с мелкозернистым аллотриоморфнозернистым внутренним строением. Он в рудах встречается в тесных сростаниях с каламином, англезитом и церусситом.

Борнит, ковеллин, энаргит, халькозин. Гипергенный борнит является характерным минералом зоны окисления, а гипогенный - встречается редко в пиритовой, пирит-гематит-халькопиритовой, а также кварц-карбонатной ассоциации. Часто наблюдаются мирмекитовые тонкозернистые сростки борнита, халькозина и халькопирита (рис.2.4.2, ф.1). Наиболее обычная форма выделения борнита - это тонкие каемки вокруг зерен халькопирита (рис.2.4.2, ф.2). В рудах зоны окисления с гипергенным борнитом, лимонитом и ковеллином в тесных сростаниях встречается халькозин (уч.Дзагидзор, гор.шт.4). Характерным минералом зоны окисления является также ковеллин (уч.Марц, руд.Првашен-Будагидзор, шт.7). Он образует тонкопластинчатые дисперсные (до 0,03 мм) выделения в сростаниях с англезитом, церусситом, каламином, халькозином и борнитом. Иногда ковеллин образует отдельные концентрические зоны в почковидных агрегатах вторичных минералов меди. На уч.Дзагидзор, в зоне окисления наиболее часто встречается энаргит. На нижних горизонтах он встречается редко, обычно в мирмекитовых сростаниях с теннантитом, в виде каемок вокруг зерен халькопирита или прожилков в нем (рис.2.4.2, ф.3). В кварц-карбонатных прожилках энаргит образует сростки с борнитом, халькозином и реже - галенитом.

2.5. Краткая геологическая характеристика разведанных участков месторождения.

На Марцигетском месторождении поисково-разведочные

работы велись на пяти участках, выделенных по географическому принципу вдоль зоны Марцигетского разлома. С северо-запада на юго-восток они располагаются в следующей последовательности: Дзагидзор, Марц, Првашен-Будагидзор, Папниджур (Папниталиджур) и Куртик. Участки Марц, Првашен-Будагидзор и Папниджур располагаются в пределах свода и юго-восточного замыкания Икатакской антиклинали и по геолого-структурному положению, условиям локализации оруденения и вещественному составу руд образуют **единый участок** локализации оруденения с тремя рудопроявлениями. Участок Дзагидзор расположен на северо-западном замыкании Икатакской антиклинали, в узле пересечения Марц-Воскепарского и Марцигетского разломов и обособляется морфоструктурными особенностями локализации оруденения, вещественным составом и обогатимостью руд. Участок Куртик пространственно разобщен и располагается за пределами контуров месторождения, на крайнем юго-востоке рудного поля, в зоне разветвления Марцигетского разлома и интенсивного развития мелких поперечных разломов разного характера.

Участок Дзагидзор расположен на правом берегу р.Дебед, в районе устья ее правого притока р.Марц. Здесь исключительно развиты вулканогенно-осадочные образования среднеэоценового возраста. Эти образования интенсивно раздроблены и гидротермально изменены. В пределах участка северо-западное замыкание Икатакской сундучной антиклинали приобретает характер опрокинутой на юго-запад килевидной складки с осевым разломом, переходящий к северу в Спасакарский надвиг (П.Алоян, С.Алоян, 1970; П.Алоян и др., 1980, 1985). К северо-востоку от участка располагается Спасакарский интрузив гранодиоритов. Интенсивно развиты даечные и жильные образования андезитов и диоритов, а также силлы кварцевых порфириров. Рудовмещающие породы представлены туфами и туфобрекчиями андезитов и диабазов. Околорудные изменения представлены карбонатизацией, каолинизацией, серицитизацией, хлоритизацией, окварцеванием и эпидотизацией. На участке выявлено и оконтурено 14 рудных тел. Наиболее разведанными являются четыре рудных тела - 1,2,6 и 7. Рудные тела разведаны подземными и наземными горными выработками, а также подземными скважина-

ми. Наиболее крупным является рудное тело 7. Оно прослежено по простиранию на 530м, а по падению - на 220м, с падением на северо-восток под углами 70-85°. Иногда наблюдаются обратные падения и волнистое простирание зоны оруденения. Средняя мощность рудного тела около 2,0м. Здесь сосредоточено около 80% запасов золотомедных руд. Местами единая зона распадается на ряд параллельных жильных зон кварц-карбонат-сульфидного состава, достигая в раздувах мощности 5,0 и более метров. Рудное тело представлено сильно окварцованными (местами кварцевыми жилами) породами с оруденением халькопирита и сфалерита в виде мелких прожилков, гнезд и вкрапленников. В зоне окисления наблюдаются налеты малахита и азурита. Здесь развиты процессы серицитизации, ожелезнения и заохрения. Рудные тела 1,2 и 6 также имеют крутое падение на северо-восток и прослежены по простиранию на 300-400м, а по падению - до 300м при средней мощности 1-1,33м.

Участок Марц. Рудопроявление Марц. Рудопроявление приурочено к своду Икатакской антиклинали и сложено образованиями марцигетской и сотской свит среднего эоцена. Они в основном представлены андезитами, их туфами, туффитами и туфобрекчиями. Юго-западное крыло антиклинали в зоне висячего крыла Марцигетского разлома выгибается с образованием резко выраженной приразломной узкой синклинали с падением крыльев под углами 65-70°. На участке широко развита серия крутопадающих габбро-диабазовых оруденелых даек. Оруденение преимущественно приурочено к кварцевым жилам и прожилкам. С уменьшением степени окварцевания уменьшается также интенсивность оруденения. Состав прожилков на поверхности преимущественно кварцевый, а на глубине - кварц-сульфидный, кварц-карбонатный и кварц-баритовый. Наиболее детально описано рудное тело 2. Вдоль рудного тела прослеживается зона интенсивного дробления и изменения. Последние представлены карбонатизацией, каолинизацией, лимонитизацией и окварцеванием. Зона прослеживается в северо-западном направлении на сотни метров и падает на северо-восток под углами 75-85°. Рудное тело горными выработками прослежено на расстояние свыше 1500м. Оруденение представлено кварц-сульфидными жилами, многочисленными тонкими прожилками, гнездами и вкрап-

ленниками сульфидов, образующих в целом жильную зону. В контактах жильной зоны интенсивность оруденения и гидротермального изменения падает. Местами интенсивное оруденение наблюдается вдоль одного из зальбандов, иногда наблюдаются несколько разобщенных интенсивно оруденелых полос. Мощность кварц-сульфидных (полиметаллических) жил в системе жильной зоны колеблется от нескольких см до 0,5м. Протяженность их от нескольких десятков до 150-200м. В целом стержни выдержанны, прямолинейны и имеют изменчивую мощность. Мощность рудного тела 2 колеблется в пределах 0,2-4,1м. Пострудные нарушения развиты крайне слабо. Амплитуда смещения по ним иногда достигает нескольких метров.

Минералогический состав руд характеризуется значительной неоднородностью. Преобладающий тип руд - полиметаллический (галенит-сфалерит), однако встречаются и минералогические разновидности медно-цинковых и медных руд. Основными рудными минералами являются сфалерит, галенит, халькопирит, пирит, блеклая руда, молибденит, висмутин, гематит, лимонит, ковеллин, борнит, халькозин и др.

Рудопроявление Првашен-Будагидзор расположено в пределах свода Икатакской антиклинали. Здесь складка прорвана серией габбро-диабазовых даек, вытянутых в северо-западном направлении с падением на северо-восток под углами 60-85°. Юго-западное крыло антиклинали, упирающееся в зону Марцигетского разлома, также опрокинута с обратным падением пород под складку под углами 70-85°. Оруденение локализовано преимущественно в андезитах и в меньшей степени в туфах и туфогенных образованиях. Оруденелые дайки довольно выдержанны как по простиранию, так и по падению. Мощности их варьируют от 1,0 до 20,0м, составляя в среднем 3-8м. Вдоль зальбандов даек прослеживается дробление и гидротермальное изменение. Рудные тела этого участка относятся к жильному типу (жильные зоны). Они представлены гидротермально измененными, карбонатизированными, частично окварцованными, хлоритизированными, каолинизированными, заохренными породами, которые пронизаны невыдержанными кварц-сульфидными, кварц-кальцитовыми и галенит-сфалеритовыми прожилками. Характер оруденения в жильных зонах прожилково-вкрапленный. Первичные

сульфидные минералы представлены галенитом, сфалеритом, реже халькопиритом и пиритом, вторичные - церусситом, англезитом, реже малахитом, азуритом, ковеллином и борнитом. Длина жил до 300-500м, при средней мощности до 1,5м. Все жильные зоны имеют нечеткие контакты и постепенно переходят во вмещающие породы. На этом участке выявлено 19 полиметаллических жильных зон. Оруденение преимущественно приурочено к лежащим и в отдельных случаях к висячим бокам диабазовых даек. К сожалению, эти тела на поверхности изучены слабо, а на глубине вообще не изучены. Руды комплексные. Интерес представляют золото, серебро, медь, свинец, цинк. Во всех рудных телах наблюдается сильная зараженность ртутью.

Рудопроявление Папниджур расположено на юго-восточном замыкании Икатакской антиклинали, в узле пересечения Марцигетского и Бабаджанского разломов. Эти разломы сопровождаются серией параллельных тектонических зон и трещин, создающих благоприятные условия для локализации оруденения. Блоковая структура этого участка и туфовый характер слагающих его пород предопределили возникновение зон, жил и гнезд кварц-сульфидного и полиметаллического оруденения. Оруденение представлено в основном первичными сульфидами - галенитом, сфалеритом, реже халькопиритом и пиритом. Здесь выявлены две зоны (6 и 7) и многочисленные полиметаллические жилы. Вмещающие породы представлены гидротермально измененными андезитами и их брекчиями марцигетской свиты. Оруденение локализовано в кварц-карбонат-сульфидных жилах и зонах. Рудные тела представлены выдержанными зонами дробления и гидротермального изменения с прожилково-вкрапленным оруденением и стержневыми жилами. Часто в жильной зоне наблюдаются две или более стержневые жилы. В этих случаях межжильные пространства характеризуются интенсивным прожилково-вкрапленным оруденением. Жильные зоны имеют непостоянную мощность, часты пережимы и раздувы. В раздувах мощность зон доходит до 15 и более метров. Жилы имеют четкие контакты и выдержанную мощность порядка 0,5-0,8м. Рудные тела 6 и 7 имеют встречные падения и на глубине, по всей вероятности, образуют единую мощную зону. Поверхностными выработками эти зоны прослежены соответственно на 500м и

географо-экономические условия свидетельствуют о значительных перспективах рудопроявления Папниджур и необходимости дальнейшего его изучения.

Участок Куртик расположен в зоне Марцигетского сброса и сложен отложениями куртиксской и марцигетской свит. Зона Марцигетского разлома здесь смещена двумя субмеридиональными сбросами. На этом участке изучена одна зона. Она представлена гидротермально измененными андезитами и их туфами. Изменение выражено окварцеванием и серицитизацией. В зоне наблюдаются многочисленные кварц-баритовые жилы и тонкие прожилки с вкрапленностью сульфидного (полиметаллического) оруденения. Зона изучена поверхностными выработками.

Приведенная выше краткая геологическая характеристика разведанных участков Марцигетского месторождения свидетельствует о том, что с учетом морфоструктурных условий локализации оруденения, вещественного состава и типов руд (о чем подробно будет сказано ниже) отчетливо выделяются два участка: **участок Дзагидзор** преимущественно медно-золоторудного оруденения и **участок Марц** (с рудопроявлениями Марц, Првашен-Будагидзор и Папниджур) преимущественно золотополиметаллического оруденения. Участок Куртик в работе нами не рассматривается.

2.6. Сравнительный анализ золоторудных месторождений андезитовых вулканических поясов альпийского возраста.

Марцигетское месторождение по геотектоническому положению, геолого-структурным условиям и морфогенетическим особенностям локализации оруденения, составу рудовмещающих пород имеет много общего с месторождениями андезитовых вулканических поясов альпийского возраста - Репаблик и Комшток (США, шт. Вашингтон и Невада), Гуанахуато и Эль-Оро (Мексика), Уайхи (Новая Зеландия) (Шер, 1972; Вассало Моралес и др., 1982; Константинов, 1984; Некрасов, 1988) (табл.2.6.1.). Золоторудные месторождения окраинно-континентальных вулканических поясов альпийского возраста обычно ассоциируются с породами андезитовой и андезито-риолитовой формаций, локализуясь в вулканокупольных, вулканоантикли-

нальных структурах, в горстах, грабенах, кальдерах и мульдах. Рудоносные структуры почти всегда размещаются на пересечении крупных разломов разной ориентировки. Руды локализуются в жилах и преимущественно в жильных зонах, сложенных кварц-сульфидами и кварц-карбонат-сульфидными стержнями малой мощности, и сопровождаются дайками и крупными штоками средне-кислого и редко основного составов. Это в принципе золото-серебро-полиметаллические месторождения. Запасы золота и серебра огромны. К сожалению, нет данных по содержанию и производству меди, свинца, цинка и др. металлов.

Таблица 2.6.1.

Геолого-структурные и морфогенетические особенности некоторых золоторудных месторождений андезитовых вулканических поясов альпийского возраста

По данным Некрасова Е.М., Шера С.Д.,
Вассало Моралеса Л.Ф., Vache J.

№ п / п	Место-рождение, страна	Геотектоническая позиция, рудоконтролирующие структуры	Рудовмещающие породы	Морфология рудных тел, запасы	Вещественный состав руд (рудных тел)
1	2	3	4	5	6
1.	Репаблик, США, шт. Вашингтон	Окраинно-континентальный вулканический пояс мезозойского возраста. Грабен СВ простирается - 70x8-10 км. Разломы Бакон-Крик и Скаттер-Крик на СЗ и Шерман на ЮВ, ограничивают грабен.	Вулканогенно-осадочные образования: лавы, пирокласты андезитов и андезито-дацитов. Субвулканические тела андезитовых порфиритов. Возраст: эоцен-олигоцен. Прорываются по-ступными штоками риодацитов плиоцена.	Жилы М до 1 м, в раздувах - до 15 м. Образуют рудоносную зону СЗ простираются на 3км. Жилы плитообразные. Оруденение прожилково-вкрапленное. Добыто более 60 т золота. Au:Ag=1:3.	Халцедоновидный кварц, кальцит, пирит, халькопирит, тетраэдрит, редко серебряные и серебряно-медные сульфосоли As (в к-те до 0,35%), Sb(в к-те до 0,3%), стефанит, селениды (науманнит), самородн. Ag и электрум.

1	2	3	4	5	6
		<p>грабен. Поперечный разлом СЗ простирания Юрика круто падает на СВ. Локализация оруденения в висячем боку разлома Юрика.</p>			
2.	<p>Комшток (Комсток), США, шт. Невада</p>	<p>Вулканотектоническая структура окраинно-континентального вулканического пояса. Сброс Комшток СЗ простирания сечет структуру. Амплитуда дорудных перемещений - 720 м, пострудных - 480 м. Оруденение локализовано в висячем боку (СВ), в</p>	<p>Вулканогенно-осадочные образования: лавы, брекчии андезитовой формации Альта, агломераты риолит-андезитовой ф. Кейт-Пик эоценового возраста. Они прорываются штоками диорит-гранодиоритов Дэвидсон, трубками и некками риолитовых</p>	<p>Жильные зоны прожилково-вкрапленного оруденения. Добыто свыше 266 т Au и 5000 т серебра. Au:Ag=1:19 В "карманах" - Au-500г/т, Ag - 16 кг/т.</p>	<p>Пирит, халькопирит, галенит, сфалерит. Серебро в аргентите, полибазите, электруме. Околорудное изменение - пропилификация.</p>

1	2	3	4	5	6
		зоне субвертикальных и редко пересекающихся трещин.	порфиритов.		
3.	Гуанахуато, Мексика	Окраинно-континентальный вулканический пояс альпийского возраста. Крупная асимметричная антиклиналь "Оксиденталь" и система СЗ разломов вдоль свода: Вета-Мадре и Сьерра с падением на ЮЗ под 45-65° и Ла-Луис с падением на СВ под 65-80°. Разлом Вета-Мадре является рудоконтролирующим, простирается на 18 км. Локализа-	Меловые кварцсерицитовые и хлорит-серицитовые сланцы с прослоями и линзами известняков перекрываются толщей конгломератов и песчаников эоцена (фор. Гуанахуато), М - 1400 м. Выше залегают лавы и пирокласты андезито-риолитовой формации миоцена, М до 900 м. Дайки и штоки андезитовых и монцититовых порфири-	Жилы плитообразной формы, М - 1-20 м и штокверк-100-300x20-90м. Вертикальный размах оруденения 750м. Добыто более 230 т Au, 32000 т серебра, ср.сод: Au-2,5-3,5 г/т, Ag - 300-450 г/т. В настоящее время сод: Au - 2,1 г/т, Ag - 300 г/т. Оставшиеся запасы золота - 65 т. Au: Ag= 1:145.	Рудные тела кварц-карбонат-адулярового состава. Пирит, халькопирит, галенит, сфалерит, полибазит. Серебро в аргентите, агвиларите (Ag ₄ SSe), науманите (Ag ₂ Se). Золото в самородной форме, в электруме, кварце, пирите. С глубиной наблюдается зональность: преобладают пирит, халькопирит, а карбонат исчезает.

1	2	3	4	5	6
		ция оруденения по системе СВ простирания - "Эскобас", сопровождающееся дайками и гранитными интрузивами. Амплитуда смещения по Вета-Мадре - 1400 м, а по Сьерре - 50 м.	тов. Возраст оруденения: верхний олигоцен - 28 ± 5 - $30,7 \pm 3$ Ма.		Температура рудообразования 350-250°C.
4.	Эль-Оро, Мексика	Купольно-антиклинальное поднятие СЗ простирания в окраинно-континентальном вулканическом поясе. Локализация оруденения - в узле сопряжения 3-х разломов: "Главного" ВСВ простирания с	Вулканогенно-осадочная свита андезитов и пирокластов палеогена (эоцена). Околорудные изменения представлены окварцеванием, хлоритизацией и пиритизацией.	Жилы: Сан-Рафаэль и Вета-Верде. Прослеж. на 2-2,5 км, по пад. на 700-900 м. М в раздубах до 70 м, на глубине - 3 м. Амплитуда дорудного смещения по Сан-Рафаэлю - 280 м (сброс с правым смещением). Сод.:Au - 7-10 г/т.	В раздубах жильных зон наблюдаются кварц, кальцит, сульфиды и меньше сульфосоли. В пережимах - ранний золотосносный серый кварц. Пирит, сфалерит, меньше халькопирит, га-

Продолжение 4, таблицы 2.6.1.

1	2	3	4	5	6
		падением на ССЗ под 70-80°, "Эс-перанса" СЗ простирания с падением на ССВ под 40° и широтного "Южного" с крутым падением на С. В центральной части поднятия прослеживается меридиональная рудовмещающая зона дробления со встречными падениями трещиноватости.		г/т, Ag - 60-90. Au:Ag=1:9. Висячем боку "Главного" разлома: Au - 40 г/т, Ag - 450 г/т. Добыто 160 т Au.	ленит, пираргирит, аргентит, стефанит, самор. серебро. Золото тонкое в кварце.
5.		Андезитовый вулканогенный пояс альпийского возраста. Крупная вулканокупольная структура. Месторождение	Породы андезитовой формации: лавы, пирокласты. К югу, в 6-8 км прослеживаются рвущие тела андезитов, анде-	Жила Марта или Марта-Хилл, крутого падения на ЮВ. На глубине сочленяется с жилами Эмпайр и Ройэл встречного	Рудные тела представлены кварцем, кальцитом, родохрозитом, адуляром. Содержание сульфидов до 3%.

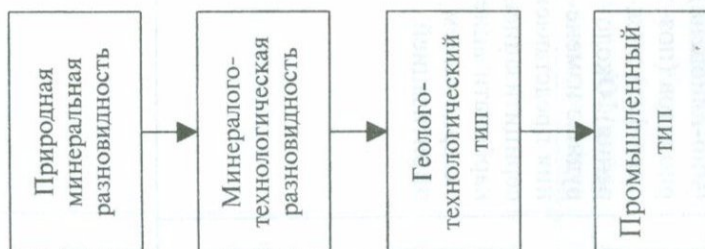
1	2	3	4	5	6
5.	Уайхи, Новая Зеландия, п-ов Коромандел	приурочен к северной границе структуры. Оруденение локализовано в лежащих боках ССВ и ВСВ разломов (южные румбы). Висячие бока разломов залечены кварцем, цементирующим брекчии андезитов-дацитов.	зито-дацитов (мио-плиоцена) и риолитов (поздняя фаза внедрения). Околорудные изменения представлены серицитизацией, карбонатизацией, окварцеванием, пиритизацией.	СЗ падения. Жилы сопровождаются системой мелких жил-апофиз, образующая типичные зоны прожилково-вкрапленного оруденения. Протяженность жильных зон до 1000-15000 м, М в раздувах - до 10-30 м (на верхних горизонтах). Добыто более 270 т. Au и 835 т Ag. Au:Ag=1:3-4. Оставшиеся запасы на уч.Марта 24-47 т Au.	Пирит, сфалерит, галенит, аргентит. Золото мелкое и исключительно связано с пиритом, представлено электроном пробы 600-700.

3. ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ТИПИЗАЦИЯ РУД МАРЦИГЕТСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

3.1. Принципы геолого-технологической типизации и методика исследований.

В основе геолого-технологической типизации руд лежит “Система геолого-технологического картирования”, разработанная в институте Армнипроцветмет (П.Алоян, 1993-1996, 1998, 1999; Арутюнян, Магакян, Акмаева, 1982; Арутюнян, Акопян, Давтян, 1988; Арутюнян, Давтян, 1993; Давтян, Гайк Алоян, 1996; Луценко и др., 1988; Шехян, 1989). В процессе работы нами были учтены результаты фундаментальных исследований В.М.Изоитко для типизации руд методом “главных компонент” (Изоитко, 1980, 1985, 1988, 1997).

Типизация руд на основе геолого-технологического картирования (ГТК) проводится по четырехчленному формационно-технологическому ряду:



Эта система базируется на формационных (геологических), технологических (в широком смысле) и экономических критериях.

Формационные критерии учитывают:

- вещественный состав и структурно-текстурные особенности руд (минеральный состав, соотношение минеральных ассоциаций, степень окисления, характер рудного выполнения и др.);
- состав, характер и степень метасоматического изменения рудовмещающих пород;
- морфоструктурные условия локализации оруденения.

Вещественный состав руд и рудовмещающих пород обуславливает технологические свойства обогатимости руд и выделение минералого-технологических разновидностей. Качественные и количественные характеристики рудовмещающей среды и морфоструктурные особенности рудных тел предопределяют выбор системы разработки месторождения и технологические показатели добычи, т.е. предопределяют технологические показатели горных работ и горно-технические условия отработки. Это дает возможность минералого-технологическую разновидность руд перевести в категорию геолого-технологического типа. Основным условием выделения этого типа, как правило, считается возможность их селективной (раздельной) добычи. Экономическая оценка целесообразности раздельной добычи и переработки геолого-технологических типов или совместной их переработки (обогащения) является основой для выделения промышленных типов руд (П.Алоян, 1999).

Геолого-технологическое картирование является важнейшим составным элементом процесса разведки и промышленного освоения месторождения. Его этапы и детальность определяются стадийностью геолого-разведочных работ. С учетом полного цикла разведки и освоения месторождения выделяются три основные стадии ГТК:

Первая стадия - минералого-технологические исследования на стадии поисково-оценочных работ и предварительной разведки.

Вторая стадия - промышленная типизация руд на стадии детальной разведки.

Третья стадия - рудоподготовка и управление качеством добытых руд на стадии эксплуатационной разведки.

В.М.Изоитко (1997), при геолого-технологической оценке руд на разных стадиях изучения месторождения, также выделяет три основных этапа: поисково-оценочный, предпроектный и действующего предприятия, что в принципе соответствует вышеуказанным стадиям.

Поскольку на Марцигетском месторождении завершаются геолого-разведочные работы по проекту предварительной разведки, вполне естественно, что типизация руд в полном объеме не может быть выполнена. По существу, следует ограничиться

выделением минералого-технологических разновидностей руд, что для геолого-экономической оценки месторождения недостаточно. Однако, учитывая то обстоятельство, что в процессе геолого-разведочных и наших научно-исследовательских работ по основным разведочным линиям сеть наблюдений достаточно сгущена, а также нами проведены петрофизические исследования по оценке горно-геологических условий отработки, появилась возможность типизацию руд довести до стадии выделения геолого-технологических типов и тем самым дать наиболее полную оценку целесообразности промышленного освоения месторождения на данной стадии его изучения.

Задача наших исследований заключается в выделении и оконтуривании геолого-технологических типов с целью обеспечения полного и комплексного использования их промышленных запасов. Оконтуривание типов руд проводилось на продольных разрезах рудных тел для их эффективного использования при категоризации и подсчете запасов. В основе исследований лежит опробование всех доступных рудных пересечений в горных выработках с использованием оставшихся дубликатов бороздовых и керновых проб. Опробование рудных тел проводилось путем отбора штучных образцов и малообъемных проб весом до 15кг каждая. Рудные тела, прослеженные горными выработками, опробовались по определенной сети в соответствии с системой предварительной разведки месторождения. При этом отбор малообъемных проб по рудным интервалам проводился, как правило, не более чем через каждые 40-50м с их последующей привязкой к уже отобранному валовым технологическим пробам. Отбор штучных образцов и малообъемных проб сопровождался геологической документацией опробованного участка, с обеспечением представительности отобранных проб, а также использованием материалов первичной геологической документации и имеющихся результатов химических анализов.

Всего для типизации руд Марцигетского месторождения были отобраны 62 пробы: из них 28 малообъемных минеральных проб (весом 15-20кг) и 34 пробы из горных выработок, а также остатков бороздового и кернового опробования. Из материала малообъемных проб были отобраны 5 мономинеральных проб для определения содержания благородных и редких металлов в

сфалерите, галените, халькопирите, пирите и гематите, а также 27 образцов для петрофизических исследований. Из штучных образцов были изготовлены 57 прозрачных и 65 полированных шлифов. Материал малообъемных проб был обработан для выполнения анализов: спектрального, рудного и силикатного - по 12 проб, а для фазового - 62 пробы. Минералогические исследования сопровождались микроскопическим и электронно-микроскопическим микрофотографированием.

3.2. Вещественный состав руд и рудовмещающих пород.

Проведенный нами комплекс минералого-петрографических исследований дает возможность наметить особенности вещественного состава руд и рудовмещающих пород, а также выявить характер распределения в них основных полезных компонентов и тем самым выделить природные минеральные разновидности с целью их технологического тестирования и уточнения номенклатуры товарной продукции. Природная минеральная разновидность - это устойчивая парагенетическая ассоциация минералов с характерными структурно-текстурными особенностями руд и вмещающих пород, слагающих самостоятельные рудные тела или их определенную часть. Поэтому при выделении природных разновидностей учитываются также состав и структура рудовмещающих пород, т.к. показатели обогатимости руд выводятся на шихте - руда+порода. Ниже приводится краткое описание основных рудовмещающих пород Марцигетского месторождения.

Выше было отмечено, что на Марцигетском месторождении оруденение локализовано в вулканогенных и вулканогенно-осадочных образованиях среднего эоцена, представленных андезито-базальтами, андезитами, андезито-дацитами, их туфами и туфобрекчиями. Значительная часть оруденения приурочена к дайкам габбро-диабазов и диорит-порфиринов, сопровождающих кварц-сульфидные жилы в пределах зон прожилково-вкрапленного оруденения.

Андезито-базальты характеризуются гиалопилитовой, толеитовой, микролитовой и пилотакситовой структурами основной массы с миндалекаменной текстурой. Основная масса состо-

ит из темнубурого вулканического стекла, в котором рассеяны тонкие микролиты и призмочки плагиоклаза, редко мелкие зерна авгита, магнетита, а также нацело замещенные карбонатом реликтовые зерна оливина. Местами в стекле различимы скопления зеленого хлорита и короткопризматические кристаллы плагиоклаза размером 0,1-0,2мм. Миндалины в породе крупные, диаметром до 2,5мм, и имеют обычно каемку из натечного кальцита и зернышками кварца с гидроокислами железа. Центральные части сложены крупными гранобластовыми зернами чистого кальцита. Порфиновые выделения представлены плагиоклазом, пироксеном и оливином. Структура туфов андезито-базальтов литокристаллокластическая. Цементирующая масса состоит из неправильных осколков стекла, в большинстве случаев замещенных светлозеленым хлорит-слюдистым продуктом. Обломочный материал представлен осколками кристаллов плагиоклаза и обломками базальтов и андезитов. Последние с фенокристаллами плагиоклаза оконтурены тонкой полоской рудного вещества. Плагиоклаз альбитизирован, карбонатизирован и серицитизирован, а осколки цветных минералов нацело замещены хлоритом и кальцитом.

Андезиты имеют широкое распространение. Установлены пироксеновые, амфиболовые, санидиновые и кварцевые разновидности. Структура породы пилотакситовая, гиалопилитовая, микролитовая, криптокристаллическая и аллотриоморфнозернистая. Текстура порфировая, редко - афировая. Порфиновые выделения представлены плагиоклазом, пироксеном и редко роговой обманкой. Последние сохранились в слабо измененных разновидностях. Цветные минералы нацело замещены вторичным продуктом. Подавляющая часть зерен пироксена образует полные псевдоморфозы замещения кальцита и хлорита. Туфы и туфобрекчии андезитов имеют брекчиевидную текстуру и мелкообломочную кристаллолитокластическую структуру. Пирокласты представлены обломками андезитов, осколков стекла и кристаллов минералов. Нередко более мелкие обломки составляют часть цемента наряду с хлоритом и особенно кальцитом. Вторичные изменения представлены окварцеванием, карбонатизацией, хлоритизацией, реже серицитизацией.

Андезито-дациты характеризуются порфировой и поли-

фировой структурами. Основная масса обладает аллотриоморфнозернистой, криптокристаллической, микролитовой и тонкозернистой структурами. Порфиновые выделения представлены плагиоклазом и реликтами цветных минералов. Плагиоклаз слабо альбитизирован, серицитизирован и загрязнен тонкой пелитовой мутью и ярко поляризующимися чешуйками слюды. По плагиоклазу развиваются карбонат и эпидот. Пироксен представлен авгитом и диопсидом, вторичные минералы представлены биотитом и хлоритом. Амфибол представлен роговой обманкой ромбовидной и призматической формы величиной 0,2-0,9мм. Роговая обманка интенсивно изменена. Реликты сложены почти нацело рудным минералом (магнетитом). Среди андезитодацитов встречаются щелочные разновидности. В них плагиоклаз подвергся интенсивной дианортитизации, вследствие чего его состав изменился до олигоклаза. Туфы андезитодацитов имеют литокристаллическую и псаммитовую структуры. Они состоят из обломков пород и осколков минералов, связанных цементирующей туфогенной массой. Последняя сильно изменена процессами частичной перекристаллизации и хлоритизации. Наряду с туфогенным материалом роль цемента играет также мелкообломочный пирокластический материал, который цементирует более крупные обломки пород. Пирокластический материал представлен обломками андезитов и андезитодацитов, а также осколками плагиоклаза. Обломки эффузивных пород имеют микролитовую, реже трахитоподобную структуру. Плагиоклаз альбитизирован. В породе присутствуют моноклинный пироксен, роговая обманка и землистый продукт эпидота. Из акцессорных минералов встречаются апатит и магнетит.

Комплекс вулканогенных, вулканогенно-осадочных и жильных образований в основном относится к породам известково-щелочной серии и по химическому составу близок к нормальному составу базальтов и андезито-базальтов с подчиненной ролью андезито-дацитов и дацитов. Вулканогенно-обломочные образования верхов среднего эоцена отличаются повышенной калиевой щелочностью (П.Алоян,1973; Карапетян, Пароникян, 1983). Этот комплекс пород подвергнут в различной степени региональному зеленокаменному метаморфизму - пропилитизации. Наиболее частыми компонентами метаморфизованных пород яв-

ляются хлорит и карбонат, в меньшей степени - альбит, халцедон, кварц, реже - цеолит. Эпидот встречается редко. Кварц вместе с серицитом и каолинитом более характерен для околорудных метасоматитов. Последние представлены фациями аргиллизитов, кварц-серицитовых метасоматитов и монокварцитов. Последние две фации широко развиты на уч.Дзагидзор, а первая - на уч.Марц. Следует отметить, что аргиллизитизации подвергнуты как лавы и туфы, так и жильные образования основного и среднекислого составов. В последних значительно возрастает роль серицита и кварца. В аргиллизитах глинистое вещество представлено каолинитом, а карбонат - в основном кальцитом и доломитом, реже - сидеритом. По данным электронографических исследований, в аргиллизитах уч.Марц мусковит присутствует постоянно в низкотемпературной модификации, а в кварц-серицитовых метасоматитах уч.Дзагидзор - более высокотемпературной модификации (Карапетян, Пароникян, 1983). На этом основании, а также с учетом минералого-геохимических исследований делается вывод, согласно которому средне-низкотемпературные рудные минеральные ассоциации развиты на уч.Марц, а средне-высокотемпературные - на уч.Дзагидзор. Гидротермальная рудная минерализация рассматривается как единый генетический ряд, парагенетически связанный с эоцен-олигоценным магматизмом.

Руды Марцигетского месторождения многокомпонентные и относятся к золотополиметаллической рудной формации. Промышленное значение имеют запасы золота, серебра, меди, свинца и цинка. Из попутных элементов интерес представляют кадмий и селен, встречающиеся в изоморфной примеси в сфалерите. Концентрация полезных компонентов происходит в различных рудных минералах, описание которых приводится ниже. По данным минералогических исследований, установлено, что главными рудными минералами являются: пирит, халькопирит, сфалерит, галенит и гематит, а также минералы зоны окисления и вторичные сульфиды меди (табл.3.2.1 и 3.2.2). В зоне окисления уч.Дзагидзор, по данным 62 фазовых анализов из 4 рудных тел установлено, что суммарное количество сульфидных минералов составляет от 3,9 до 10%, в среднем - 5,8%; окисленных - от 6,5 до 21,6%, в среднем - 12,1%; количество вторичных сульфидов

Таблица 3.2.1.
Количественный минеральный состав типов руд
Марцигетского месторождения

(весовой %)

Участок, рудн.тело, горизонт, категор. руд	Пирит	Халькопирит	Вторичные сульфиды меди	Сфалерит	Галенит	Окисленные минералы			Гематит	Степень окисления меди, %
						железа	меди	цинка		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Дзагидзор, рудное тело 7, поверхность	1,4	0,37	0,03	0,26	-	10,2	0,46	1,1	1,5	78,2
гор.шт.11	7,4	0,84	0,07	0,94	-	7,6	0,45	1,0	2,0	48,0
гор.шт.10	7,8	0,70	0,04	2,30	-	3,1	0,07	0,51	4,2	14,3
гор.шт.1	6,6	4,90	0,007	2,20	-	0,2	0,02	0,02	7,6	1,6
Окисленные руды	3,4	0,66	0,06	0,70	-	8,5	0,43	1,0	1,8	59,8
Сульфидные руды	7,0	3,60	0,02	2,25	-	1,0	0,02	0,14	6,7	4,8
рудное тело 1. Окисленные руды	2,9	0,9	-	0,1	-	9,6	0,5	0,2	6,3	56,7
Сульфидные руды	2,1	5,5	-	0,2	-	0,4	0,1	0,1	8,8	2,5

Продолжение 1, таблицы 3.2.1.

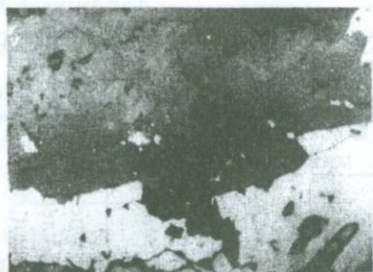
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Рудное тело 2. Окисленные руды	3,0	4,5	0,4	1,1	-	11,2	8,7	2,5	8,0	73,1
Сульфидные руды	6,9	3,6	сл.	1,0	-	сл.	сл.	0,1	6,5	2,1
Рудное тело 6. Окисленные руды	4,0	0,2	-	1,6	-	4,2	0,1	2,2	5,6	58,6
Сульфидные руды	5,2	0,7	сл.	3,5	-	0,1	сл.	0,2	5,9	4,2
Марц, Рудное тело 2. Сульфидные руды	1,3	сл.	-	8,7	1,5	-	-	-	5,9	-

Таблица 3.2.2.

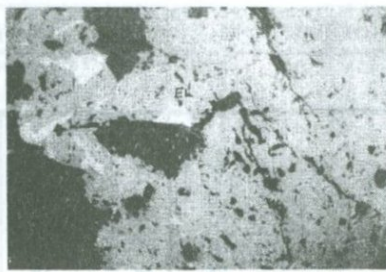
Количественный минеральный состав типов руд уч.Дзагидзор
(рудное тело 7)

(весовой %)

№№ проб	Пирит	Халькопирит	Вторичные сульфиды меди	Сфалерит	Оксисленные минералы			Гематит	Степень окисления меди, %
					железа	меди	цинка		
1.	1,1	0,15	-	0,06	7,5	-	0,5	1,4	75,1
2.	1,4	0,43	-	0,40	10,1	0,4	1,0	1,4	68,0
3.	0,9	0,11	-	0,03	8,6	0,2	0,1	1,8	80,0
4.	1,1	1,05	-	0,03	11,4	0,7	0,2	2,1	85,0
5.	1,1	0,15	0,07	1,0	8,0	0,6	4,7	0,1	83,3
6.	2,8	0,30	0,11	0,06	16,0	0,9	0,3	2,4	77,7
7.	6,9	0,50	-	1,0	8,5	0,2	0,3	2,0	43,3
8.	3,6	0,06	-	2,50	7,8	-	3,0	2,5	52,1
9.	4,6	0,50	-	0,80	5,6	0,2	0,8	0,8	40,0
10.	4,1	1,0	0,14	0,60	6,1	0,6	1,1	2,0	51,1
11.	3,2	1,60	0,07	0,70	9,8	0,8	0,8	2,8	50,0
12.	6,0	1,40	0,21	0,09	8,0	0,9	0,1	1,3	51,8
13.	11,8	0,54	-	1,92	3,2	сл.	0,04	6,2	5,0
14.	8,4	0,37	-	2,01	4,0	сл.	0,5	5,6	13,3
15.	3,6	0,50	-	3,18	1,9	0,1	0,8	2,2	19,0
16.	7,7	1,40	0,15	2,07	3,4	0,2	0,7	2,8	20,0
17.	15,1	0,50	-	5,05	0,8	сл.	0,2	7,7	5,0
18.	7,6	4,70	-	1,05	0,16	0,1	сл.	7,0	2,3
19.	6,8	3,40	-	5,60	-	-	0,13	5,9	-
20.	5,7	1,20	-	0,99	0,1	-	-	10,0	-
21.	0,9	6,04	-	0,99	0,2	0,1	-	9,0	2,3
22.	4,8	0,15	-	0,30	-	-	-	7,4	-
23.	5,6	3,74	0,05	1,33	0,3	сл.	сл.	6,1	1,5



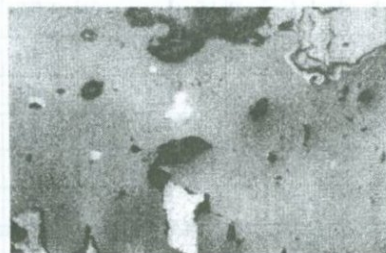
①



②



③



④

Рис.3.2.1. Выделение самородного золота и электрума в рудах Марцигетского месторождения.

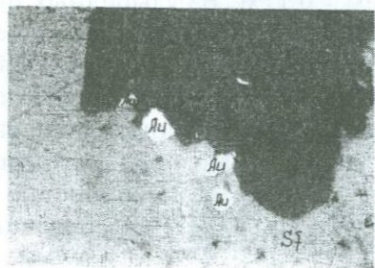
1-самородное золото (Au) на границе кварца и карбоната (темно-серое). Светло-серые поля - халькопирит. х 95.

Уч.Марц, руд.Папниджур, шт.4,ж-7.

2-выделение электрума (El) на границе сфалерита (серое) с кварцем (черное). В сфалерите микровключения и прожилки халькопирита (светло-серое). х 220. Уч.Марц, руд.Првашен-Будагидзор, шт.7, 147м, ж-2. Фото ГРП.

3-электрум (El) на границе галенита (белое) и гипидиоморфнозернистого кварца (темно-серое). х 220. Уч.Марц, руд.Првашен-Будагидзор, шт.7, штр.3, 98м, ж-5. Фото В.Пароникяна.

4-выделения ксеноморфного электрума (светло-серое в центре) в кварце (серое) с включениями халькопирита (белое) и лимонита (светло-серое сверху). х 220. Уч.Марц, руд.Марц, ш-228, р.г.2.



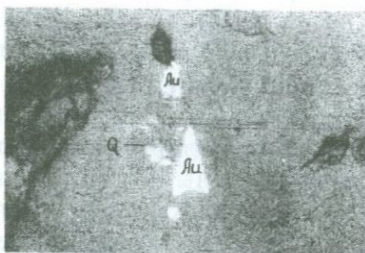
①



②



③



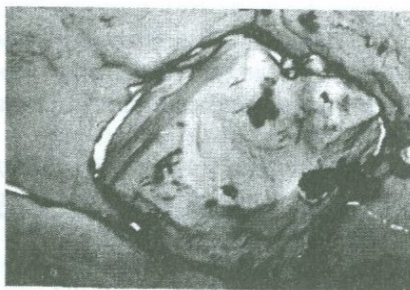
④

Рис.3.2.2. Выделение самородного золота в главных рудных минералах Марцигетского месторождения.

- 1-выделение самородного золота (Au) в сфалерите (Sf) в контакте с кварцем (Q). х 450. Уч.Дзагидзор.
- 2-выделение самородного золота (Au) в галените (Ga) в контакте с кварцем (Q). х 300. Уч.Марц.
- 3-выделение самородного золота (Au) в халькопирите (Cr). х 220. Уч.Марц.
- 4-выделение самородного золота (Au) в кварце (Q). х 340. Уч.Дзагидзор.

меди составляет 0,06-0,4%, в среднем - 0,11%. В сульфидных рудах суммарное количество сульфидных минералов составляет 7,8-12,8%, в среднем - 10,4%; окисленных минералов - 0,1-1,2%, в среднем - 0,55%, а количество вторичных сульфидов меди составляет от следов до 0,02%. Результаты количественного минералогического анализа нами широко использованы при составлении схемы пространственного распределения разновидностей и типов руд на продольной проекции рудного тела 7 для подсчета запасов по типам руд (рис.3.3.1).

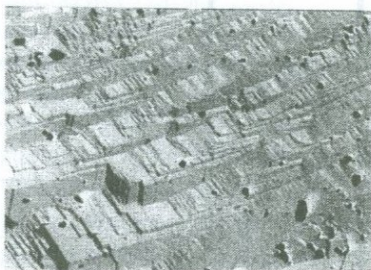
Самородное золото (электрум) и серебро. В рудах Марцигетского месторождения самородное золото распространено крайне неравномерно. Его повышенные содержания установлены в рудах участка Марц (рис.3.2.1. и 3.2.2.). Самородное золото образует включения в сульфидах и во вмещающей породе. Чаще всего эти включения приурочены к микротрещинам, микропорам или к стыку различных минералов. Как показывают результаты пробирного и спектрального анализа мономинеральных проб, основными концентраторами золота являются: сфалерит, галенит, халькопирит, гематит, пирит, а также лимонит, малахит и вторичные сульфиды меди (табл.3.2.3, рис.3.2.2). Форма выделений каплевидная, изометрическая, неправильных очертаний и соответствует конфигурации полостей, в которых откладывалось золото. Размеры золотин колеблются от 0,007 (уч.Дзагидзор) до 0,09мм (уч.Марц); преобладают выделения в среднем 0,02-0,07мм (около 65-70%). Цвет золота под микроскопом в основном светло-желтый, что указывает на его низкую пробу. Желтое золото наиболее часто отмечается в рудах уч.Марц. В полиметаллических рудах наряду с низкопробным золотом встречается также электрум (руд.Првашен-Будагидзор). Электрум в рудах Марцигетского месторождения установлен А.И.Карапетяном и В.О.Пароникяном (1983), что по их мнению указывает на низко-температурные условия образования руд. Электрум характеризуется светло-кремово-желтым цветом, относительно низким рельефом и высокой отражательной способностью. В рудах уч.Марц золото в основном представлено тонкодисперсной формой, а на уч.Дзагидзор - субмикроскопической дисперсной формой. Самородное золото в рудах уч.Дзагидзор встречается отно-



①



②



③

Рис.3.2.3. Ультрамикроструктуры главных рудных минералов Марцигетского месторождения.

- 1-выделения золота в контакте пиритов различных генераций. Электронная микрофотография. х 20000.
 2-ультрамикроструктура сфалерита. Электронная микрофотография. х 12000.
 3-ультрамикроструктура галенита. Электронная микрофотография. х 12000.

Таблица 3.2.3.

Содержание золота и серебра в главных минералах
Марцигетского месторождения по данным пробирного и
количественного спектрального анализ

По материалам Марцигетской ГРП,
ИГН НАН и Армнипроцветмета.

№ № п. п	Участок	Минерал, руда	Пробирный анализ			Количес- венный спектраль- ный анализ	
			количес- во проб	Au, г/г	Ag, г/г	количес- во проб	Au, г/г
	Марц						
1.		сфалерит	44	2,6	24,1	123	4,85
2.		галенит	13	2,1	174,5	43	2,41
3.		кварц	9	0,5	4,9	101	0,6
4.		карбонат (анкерит)	11	0,1	3,5	-	-
5.		околорудные аргиллизиты	4	0,5	5,9	59	0,7
6.		свинцово- цинковая руда	97	5,2	12,4	-	-
7.		пирит	-	-	-	2	1,5
8.		халькопирит	-	-	-	11	7,06
9.		лимонит	-	-	-	2	1,5
10.		вторичные минералы меди	-	-	-	2	5,2
	Дзагидзор						
11.		халькопирит	14	0,6	90,0	16	1,1
12.		пирит	-	-	-	4	0,6
13.		гематит	-	-	-	6	8,8
14.		сфалерит	-	-	-	3	2,1
15.		кварц	-	-	-	14	0,2
16.		доломит	3	-	2,0	13	0,5
17.		лимонит	-	-	-	3	1,7
18.		малахит	-	-	-	2	1,5
19.		медная руда	245	3,76	11,35	15	1,1

сительно мало. По данным минералого-геохимических и электронно-микроскопических исследований, тонкодисперсное золото представлено в виде тонких прожилков и каплевидных форм преимущественно в гематите, сфалерите, халькопирите, в меньшей степени - в пирите и кварце (р.т.7, ж-8, 9, 9а) (рис.3.2.2, 3.2.3). Самородное серебро установлено в рудах рудопроявления Првашен-Будагидзор на границе электрума и галенита, а также в карбонате (С.Алоян и др., 1987). На уч.Дзагидзор серебро присутствует в виде единичных дисперсных частиц (до 0,02мм) в пирит-гематит-халькопиритовой ассоциации. Основная масса серебра изоморфно связана с халькопиритом, меньше - галенитом, теннантитом, энаргитом и другими сульфидами. В окисленных рудах выделения самородных благородных металлов обычно приурочены к лимониту и малахиту (табл.3.2.3).

Халькопирит вместе с пиритом является главным рудообразующим минералом. Он представлен прожилково-вкрапленными агрегатами; встречаются также крупные вкрапленники халькопирита в интерстициях кварца или пирита. Местами крупные агрегаты халькопирита содержат мелкие включения пирита, размерами от 0,08 до 0,1-0,2мм. Довольно часты халькопирит-сфалеритовые агрегаты, в которых халькопирит сростается со сфалеритом или обрастает его зернами с образованием прерывистой каемки, толщиной не более 0,003мм. Нередко наблюдаются сростки халькопирита с блеклой рудой. На уч.Марц последняя наложена на медную минерализацию и замещает халькопирит с образованием характерных структур замещения. В халькопирит-гематит-магнетитовых агрегатах халькопирит представлен сплошными и крупнозернистыми массами, реже кристаллами тетраэдрического облика. Здесь он ассоциирует с пиритом, гематитом, сфалеритом, теннантитом, энаргитом и является доминирующим рудным минералом. В полиметаллической и кварц-карбонатной ассоциациях количество халькопирита резко падает. В полиметаллической ассоциации халькопирит прорастает в более ранний сфалерит, образуя в нем включения величиной от 0,005 до 0,5-0,6мм (уч.Марц, шт.2). Наряду с включениями в сфалерите, халькопирит развивается также в виде самостоятельных вкрапленников во вмещающей породе. Здесь, в околорудных аргиллизитах, халькопирит присутствует в тесной ассо-

циации с пиритом. Он образует рассеянную вкрапленность ксеноморфных частиц размерами до 0,06мм в поперечнике. В медных и кварц-карбонатных прожилках зернистые массы халькопирита часто фронтально замещаются теннантитом и энаргитом, а также зонально борнитом и халькозином. Последние в халькопирите обнаруживаются только на границе с карбонатом. Часто в рудных зонах халькопирит слагает массивные и густовкрапленные медные руды с включениями пирита (уч.Марц, р.т.2, скв.41). В полях халькопирита наблюдаются выделения самородного золота (рис.3.2.2, ф.3). На верхних горизонтах рудных тел довольно часто наблюдается интенсивное замещение халькопирита лимонитом, борнитом, халькозином и ковеллином. Внутренняя структура халькопирита среднекрупнозернистая, аллотриоморфнозернистая, меньше - гипидиоморфнозернистая с редкими пластинами и полисинтетическими двойниками. По данным спектрального анализа, в халькопирите установлены примеси (в %) висмута - 0,003-0,1, серебра - 0,01-0,03, селена - 0,013-0,026, кадмия - 0,024, мышьяка - 0,089, сурьмы - 0,01, марганца - 0,001-0,003, теллура - 0,01-0,05.

Сфалерит является основным рудообразующим минералом полиметаллической, медно-гематитовой и кварц-карбонатной ассоциаций и одним из главных концентраторов благородных металлов (табл.3.2.3). На уч.Марц, в полиметаллической формации он представлен относительно крупнозернистыми агрегатами и реже - кристаллами тетраэдрического и октаэдрического облика (шт.7, штр.1). Нередко образует мономинеральные скопления в жилах, прожилках и гнездах; встречается также в виде вкрапленников во вмещающей породе. В сфалерите часто развиты прорастания более поздних халькопирита и галенита, а также раннего пирита, реже блеклой руды, образующие включения от 0,005 до 1-2мм. В медно-цинковых рудах местами наблюдается тонкая эмульсионная вкрапленность халькопирита в сфалерите. На южном продолжении рудной зоны 2 сфалерит имеет ограниченное распространение и встречается только спорадически среди халькопиритового агрегата. Сфалерит представлен двумя разновидностями: медово-желтым клейофаном, в котором содержание железа не превышает 0,1%, и железосодержащим марматитом с содержанием железа до 3%. В полях сфалерита

часто встречаются включения самородного золота (рис.3.2.2). В медно-гематитовых рудах уч.Дзагидзор сфалерит представлен мелкими ксеноморфными частицами (от 0,03-0,08 до 0,15мм), рассеянными в промежутках зерен пирита, иногда в самом пирите. Эта генерация сфалерита часто содержит эмульсиевидные частицы халькопирита, реже пирротина в количестве 1-3% его площади. Редко сфалерит и халькопирит образуют взаимовключающиеся выделения. Количество сфалерита колеблется в пределах от следов до 10-13%, составляя в среднем 2,5-3%. Внутренняя структура мономинерального агрегата гипидиоморфнозернистая, иногда отмечаются полисинтетические двойники роста. Сфалерит довольно интенсивно катаклазирован, по многочисленным трещинкам развиты прожилки галенита, халькопирита и карбоната. Ультрамикроструктура сфалерита приводится на рис.3.2.3, ф.2. Цвет сфалерита варьирует в широком диапазоне: от черного марматита до светлого клейофана. Он чаще всего черный, буровато-черный (руд.Папниджур, Првашен-Будагидзор), реже - коричневый, желтовато-коричневый. Как показали исследования А.И.Карапетяна и В.О.Пароникяна (1983), от светлоокрашенных сфалеритов к темным разновидностям значительно (около 1,5-2раза) возрастает концентрация меди, марганца, магния, железа, кобальта, титана, а также свинца, серебра и висмута. Наряду с этими примесями, химическими и спекральными анализами* в сфалерите установлены повышенные содержания кадмия - до 4500г/т - обычно в клейофане, железа - в среднем 0,67-1,01% (уч.Марц), галлия - до 0,01%. Содержания золота в сфалерите достигает 30г/т при среднем - 2,6 (хим.анализ) - 4,85 (спектральный анализ).

Галенит является одним из главных рудных минералов и концентратором благородных металлов. Его распределение неравномерное. Установлено, что с глубиной происходит уменьше-

* Химические анализы мономинеральных проб на редкие элементы выполнены в Армнипроцветмете, аналитиками: по селену, теллуру и висмуту - В.Арутюнян, по кадмию, галлию и германию - Н.Даниелян, по сурьме, мышьяку, молибдену и индию - Ф.Акопян, по марганцу - Н.Пилипосян. Спектральные анализы выполнены в Армнипроцветмете, ИГН НАН и Управлении геологии.

ние концентрации галенита: с 20-22% объемного содержания на верхних горизонтах (руд.Првашен-Будагидзор) до 3,2% на нижних горизонтах (руд.Папниджур). Галенит образует мелко-среднезернистые ксеноморфные агрегаты, расположенные в межзерновых пространствах кварца, сфалерита и реже карбоната. Размеры выделений галенита колеблются от 0,005 до 1-2мм, с преобладание выделений 0,1-0,3мм. В полиметаллических рудах уч.Марц он образует вкрапленники, тонкие волосяные прожилки и аллотриоморфные выделения в сфалерите и во вмещающих породах. Здесь галенит ассоциирует с халькопиритом и сфалеритом, образуя с ними тесные сростания. Внутренняя структура крупнозернистых агрегатов - гипидиоморфнозернистая. На уч.Дзагидзор, в той же формации, гематит образует кристаллозернистые массы, замещающие по краям сфалерит, халькопирит и пирит, редко образуя прожилки в них. Отмечается пересечение полей галенита прожилками карбоната поздней генерации и наоборот. В медно-гематитовой ассоциации примеси галенита отмечаются в виде частиц размерами до 0,05мм, чаще всего в полях сфалерита. В медных рудах, на южном продолжении зоны 2, галенит имеет относительно ограниченное развитие. Подобно халькопириту он интенсивно замещается блеклой рудой с образованием характерных структур замещения. В галените установлены изоморфные примеси сурьмы - 0,03-0,1%, висмута - 0,01-0,1%, мышьяка - 0,003%, селена, теллура и висмута.

Пирит является главным рудообразующим минералом. На уч.Дзагидзор он присутствует во всех ассоциациях в различных сочетаниях с рудообразующими минералами. Пирит I генерации образует маломощные прожилки и рассеянную вкрапленность в околорудных породах. Характерны вкрапленники кубического облика в ассоциации с рутилом, реже пирротинном и гипогенным борнитом. Количество вкрапленного пирита в околорудных породах доходит до 20% площади шлифов при среднем значении 7,5%. Пирит II генерации является главным рудообразующим компонентом медно-гематитовых руд, в которых его содержание доходит до 30%. Главная масса пирита представлена в породе и жильных минералах изолированными частицами и очень часто совершенными кристаллами кубического, реже пентагондодекаэдрического облика. Величина

зерен от 0,01 до 1-2мм, чаще всего 0,08-0,2мм. В пирите редко отмечаются прожилки галенита, халькопирита, энаргита, карбоната; замещение чаще всего происходит по фронтальной линии. Иногда в трещинках спайности пирита обнаруживаются многочисленные разноориентированные игольчатые кристаллы гематита. Последние между кристаллами пирита часто образуют скопления в виде розеток. Здесь же встречаются мелкозернистые включения рутила. В кварце и во вмещающей породе пирит образует прожилково-вкрапленные агрегаты, причем вкрапленность пирита местами имеет сгустковый характер. Пирит в виде включений часто встречается в сфалерите и халькопирите. По периферии вкрапленников халькопирита местами пирит образует тонкие окаймления. В лимоните пирит отмечен в виде остаточных структур. Местами же лимонит замещает пирит с центра, оставляя его в виде каемок. Наблюдаются псевдоморфозы лимонита по пириту. На уч.Марц пирит имеет относительно небольшое развитие. Здесь он представлен двумя морфологическими разностями, соответствующими различным генерациям. Идиоморфный пирит, преимущественно экзаэдрического габитуса, широко распространен в околорудных гидротермально измененных породах и в жильной массе, являясь наиболее ранним из сульфидных минералов. Мелкозернистый колломорфный пирит поздней генерации образует тонкую вкрапленность в халькопирите. В пирите установлены примеси магния - 0,29%, цинка - 0,09%, марганца - 0,044%, титана - 0,03%, мышьяка - 0,02%, свинца - 0,01%, кобальта - 0,009%, висмута и никеля - 0,0018%, ванадия и вольфрама и др.

Гематит является одним из главных рудообразующих минералов уч.Дзагидзор и встречается во всех ассоциациях. Гематит образует тонкочешуйчатые, часто игольчатые, иногда радиально-лучистые, реже тонкозернистые агрегаты, приуроченные в основном к кварцу, расположенные часто в межзерновых его участках. Кварц, содержащий тонкозернистый гематит, приобретает фиолетовую окраску. Игольчатые выделения гематита (длинной до 0,1мм, реже 1-2мм) отмечаются также в полях и межзерновых участках пирита и халькопирита. Иногда гематит с халькопиритом образует спутанно-волокнистые агрегаты. Гематит является одним из главных концентраторов золота, содержание

которого доходит до 22 г/т и в среднем составляет 8 г/т. В окисленных рудах гематит представлен мельчайшими пластинчатыми выделениями в ассоциации с лимонитом. По данным спектральных анализов, в гематите установлены примеси вольфрама - 140 г/т, галлия - 3 г/т, меди, цинка, магния - 0,43-0,69%, а также марганца, титана, ванадия, кадмия, кобальта, висмута, серебра, мышьяка, олова, никеля, хрома, молибдена.

Кроме вышеописанных главных рудных минералов, в рудах Марцигетского месторождения присутствуют рутил, пирротин, теннантит, энаргит, висмутин и теллурвисмутит. Описание рудообразующих минералов зоны окисления и вторичных сульфидов меди были приведены выше, в разделе 2.4. Основными жильными рудообразующими минералами являются кварц и карбонат, реже - актинолит и хлорит, на описании которых мы не останавливаемся, т.к. содержание в них основного полезного компонента находится в пределах хвостовых содержаний и извлечению не подлежит.

3.3. Природные и минералого-технологические разновидности руд.

Минералого-геохимическими исследованиями была установлена нижеследующая последовательность выделения парагенетических ассоциаций минералов в пределах Марцигетского месторождения, которые, как уже указывалось, рассматриваются как единый генетический комплекс, связанный с постсреднеэоценовым магматизмом (Пароникян, 1983).

1. Гидротермальная контактово-метасоматическая (высокотемпературная) гематит-магнетитовая (с медью и без нее) ассоциация.
2. Среднетемпературные - пиритовая и пирит-халькопиритовая, или же медно-колчеданная (с гематитом и без него) ассоциации.
3. Среднетемпературная - энаргит-пирит-халькопиритовая (с гематитом), или же мышьяково-медная ассоциация.
4. Средне-низкотемпературные - халькопирит-сфалеритовая (медно-цинковая) и галенит-сфалеритовая (полиметаллическая) ассоциации.

В последующем, в процессе предварительной разведки месторождения сотрудниками ИГН НАН и Марцигетской ГРП были уточнены парагенетические ассоциации по участкам, что в принципе отражает также стадии минерализации. Для участка Марц выделены полиметаллическая и пострудные кварц-карбонатная и кальцит-цеолитовая ассоциации, а для участка Дзагидзор - кварц-пиритовая, пирит-гематит-халькопиритовая, полиметаллическая и кварц-карбонатная ассоциации (С.Алоян и др., 1985, 1987; Карапетян, Пароникян, 1985). Выделенные парагенетические ассоциации имеют формационно-генетическую основу и тем самым являются надежной базой для проведения геолого-технологической типизации руд. Парагенетические ассоциации не имеют конкретной геологической привязки, не оконтурены пространственно на разрезах рудных тел или погоризонтных планах и потому, вполне естественно, они не были представительны по месторождению (участку, рудному телу) и не могли быть тестированы технологически с выходом на номенклатуру товарной продукции будущего горно-рудного предприятия. Этим парагенетическая ассоциация минералов отличается от природной минеральной разновидности руд - первичного звена геолого-технологической типизации руд (П.Алоян, 1995, 1999). Особенность выполненных нами исследований, как уже отмечалось выше, заключается в том, что штуфные образцы и малообъемные пробы в процессе ГТК отбирались на основе первичных геологических и аналитических материалов по выработке (сечению) или горизонту с привязкой к ранее отобраным технологическим пробам.

На Марцигетском месторождении выделяются руды двух категорий - сульфидные и окисленные. Первоначально мы выделяли на месторождении 5 природных разновидностей сульфидных руд - сфалерит-галенитовую, халькопиритовую, халькопирит-сфалеритовую, сфалеритовую и кварц-пиритовую, а также одну разновидность окисленных руд - лимонит-малахит-церуситовую (Давтян, Гайк Алоян, 1996). В настоящее время, в связи с детализацией исследований и обобщением всего имеющегося материала по вещественному составу руд Марцигетского месторождения, мы считаем целесообразным выделение 4-х природных минеральных разновидностей сульфидных руд, объединив

халькопиритовую и кварц-пиритовую разновидности в единую пирит-гематит-халькопиритовую разновидность в связи с их частой перемежаемостью. Среди окисленных руд выделяются две **золотосодержащие** разновидности - лимонит-малахит-купритовая и церуссит-каламин-смитсонитовая. Анализ пространственного расположения природных минеральных разновидностей в пределах основных рудных тел (участков) Марцигетского месторождения показал, что от верхних горизонтов к нижним прослеживается закономерная смена разновидностей от низкотемпературных к высокотемпературным. Такая зональность отражает генетические особенности локализации оруденения и хорошо согласуется с материалами разведки месторождения. Характерным в этом плане является продольный разрез рудного тела 7 (уч.Дзагидзор) (рис.3.3.1).

Пирит-гематит-халькопиритовая природная разновидность представлена в основном массивными, редко - вкрапленными рудами. Основными рудными минералами являются халькопирит, пирит и гематит, в подчиненных количествах присутствуют сфалерит, реже галенит и кварц. В массивных рудах халькопирит образует интенсивно трещиноватые мономинеральные поля, редко - с единичными включениями пирита. Для вкрапленных руд характерны его выделения в сростках и прорастаниях с кварцем, пиритом, сфалеритом. Иногда халькопирит цементирует раздробленные агрегаты пирита, развиваясь по его трещинам в виде тонких прожилков, или образует сростки с ним, а также с магнетитом. Пирит образует исключительно вкрапленную минерализацию и равномерно разбросан в кварце и во вмещающей породе. Вкрапленность пирита иногда носит сгустковый характер. Пирит часто ассоциирует с гематитом. Последний образует тонко-призматические, игольчатые выделения и также равномерно распределен во вмещающей породе. Сфалерит наблюдается редко в виде сростков с халькопиритом. Местами халькопирит окаймляет зерна сфалерита и гематита. Золото имеет крайне неравномерное распределение и приурочено в основном к халькопириту и гематиту, редко - пириту и кварцу. Особенностью руд этой разновидности является наличие в них висмутина как основного концентратора серебра. По количественно-минеральному составу эти руды содержат до 5-7% халько-

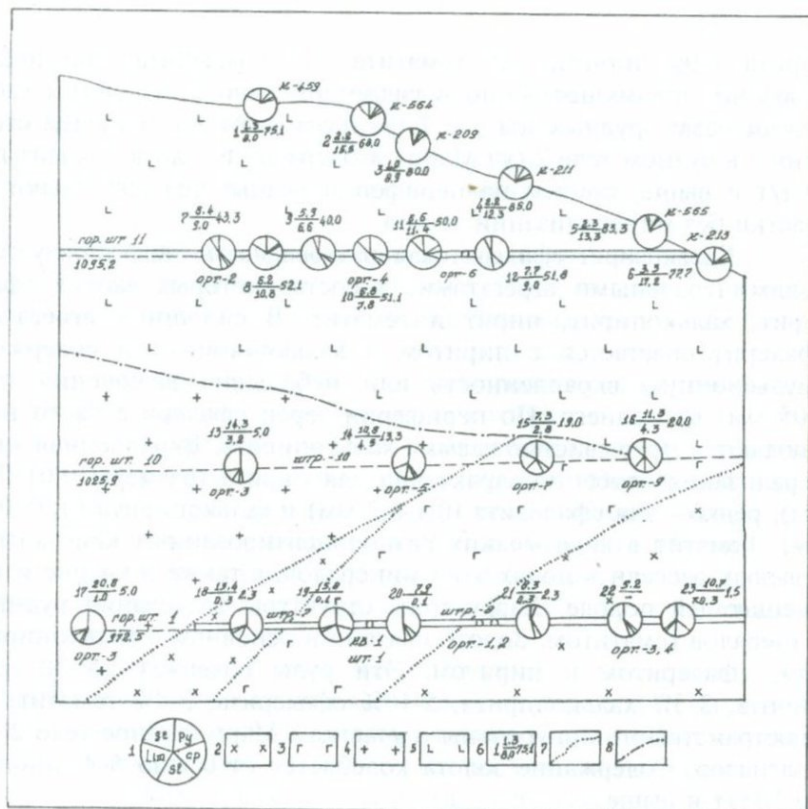


Рис.3.3.1. Схема пространственного распределения окисленных и сульфидных руд с выделением природных минеральных разновидностей Марцигетского месторождения (уч.Дзагидзор, р.т. 7).

1 - относительное количество рудных минералов (сумма 100%): Py - пирит, Sp - халькопирит, Sl - сфалерит, lim - окисленные минералы, ge - гематит. 2-5 - природные минеральные разновидности руд: 2 - пирит-гематит-халькопиритовая, 3 - халькопирит-сфалеритовая, 4 - сфалеритовая, 5 - лимонит-малахит-купритовая. 6 - номер пробы, в числителе - суммарное абсолютное количество сульфидных минералов, в знаменателе - то же окисленных минералов, индекс - степень окисления меди. 7 - контур минеральных разновидностей, 8 - граница окисленных руд.

пирита, 7-9% пирита, 7-8% гематита и 1% сфалерита. Они локализованы преимущественно в гидротермально измененных габбро-диабазовых рудных телах 6 и 7 (уч. Дзагидзор) и в меньшей степени - в рудном теле 2 (уч. Марц). Содержание золота доходит до 10 г/т и выше, причем на периферии рудных тел наблюдаются участки без минерализации золота.

Халькопирит-сфалеритовая разновидность характеризуется полиминеральными агрегатами, в состав которых входят сфалерит, халькопирит, пирит и гематит. В сплошных агрегатах сфалерит сростается с пиритом и халькопиритом и содержит эмульсионную вкрапленность или небольшие включения (до 0,05 мм) последнего. По периферии зерен сфалерита часто наблюдаются прерывистые каемки халькопирита. Вкрапленная минерализация особенно характерна для пирита (размеры 0,01-0,2 мм), редко - для сфалерита (0,1-0,2 мм) и халькопирита (0,05-0,1 мм). Гематит в виде мелких разноориентированных кристаллов повсюду рассеян в полях этих минералов, а также в кварце и во вмещающей породе. Характерны структуры разъедания рудных минералов гематитом. Золото связано в основном с халькопиритом, сфалеритом и пиритом. Эти руды содержат до 10-12% пирита, 3-5% халькопирита, 5-10% сфалерита, 3-4% гематита и пространственно приурочены к участкам Марц (рудное тело 2) и Дзагидзор. Содержание золота колеблется от 0,1 до 5-7, иногда до 10 г/т и выше.

Сфалерит-галенитовая минеральная разновидность представлена в основном сфалеритом, галенитом, гематитом, реже пиритом и халькопиритом. Сфалерит является наиболее распространенным минералом и образует сплошные и крупнозернистые агрегаты, часто почти мономинерального состава. Вкрапленность сфалерита сравнительно редка. Галенит образует вкрапленники, тонкие волосяные прожилки и аллотриоморфные выделения в кварце, вмещающей породе и редко в сфалерите. Во вкрапленных рудах галенит наблюдается в тесных сростаниях со сфалеритом и халькопиритом. Размеры выделений галенита колеблются от 0,005 до 1-2 мм (в основном 0,1-0,3 мм). Пирит в основном распространен в околорудных гидротермально измененных породах и представлен тонкозернистой колломорфной

разностью. Халькопирит образует также мономинеральную вкрапленность (размеры 0,1-0,3 мм) во вмещающей породе. Гематит имеет повсеместное развитие и ассоциирует с пиритом. Основными концентраторами золота являются галенит, пирит и сфалерит. Руды этой разновидности характерны для участка Марц и пространственно тяготеют к верхнему горизонту рудного тела 2.

Сфалеритовая разновидность в основном представлена сфалеритом, пиритом и гематитом. Подчиненное развитие имеют халькопирит и галенит. Сфалерит образует сплошные поля, иногда с эмульсионной вкрапленностью халькопирита. Во вкрапленных рудах сфалерит образует сростки с пиритом и кварцем. В пределах этой разновидности количество сфалерита доходит до 10-12%, пирита - 8-10%, халькопирита - 1-1,5%, гематита - 8-10%. Эти руды локализованы в рудных телах уч.Дзагидзор. По структурно-текстурным особенностям и минеральному составу эта разновидность имеет много общих черт со сфалерит-галенитовой разновидностью, с той лишь разницей, что здесь содержание сфалерита резко превалирует. В этих рудах содержание золота редко превышает 1,0 г/т.

На Марцигетском месторождении окисленные руды представлены двумя **золотосодержащими** природными минеральными разновидностями: **лимонит-малахит-купритовой и церуссит-каламин-смитсонитовой**. Из них первая широко развита по медно-цинковым рудам уч.Дзагидзор, а вторая - по полиметаллическим рудам уч. Марц. Детальное описание зоны окисления приводится в разделе 2.4.

Распределение природных минеральных разновидностей руд по участкам Марцигетского месторождения приводится в таблице 3.3.1.

Марцигетское золотополиметаллическое месторождение оценено как дополнительная сырьевая база Араратской золотоизвлекательной фабрики (АрЗИФ) (П.Алоян, С.Алоян, Товмасян, Давтян, Акмаева, 1987). В этот период, в связи с наличием свободных мощностей на АрЗИФ, разведанные и разведываемые золотополиметаллические месторождения принудительно переоценивались как золоторудные в соответствии с действующей технологической схемой. Это явилось следствием конъюктурно-

отраслевого подхода бывших союзных ведомств к золотополиметаллическим месторождениям. В результате, по Марцигетскому месторождению терялись промышленно ценные основные и попутные компоненты - полиметаллы (свинец, цинк) и редкие элементы - кадмий, теллур, селен, висмут, а также сера и другие. Для технологической оценки комплексных руд месторождения на обогатимость были отобраны 3 малообъемные пробы весом по 200 кг каждая ТП-1, ТП-2 и ТП-3 и одна валовая крупнолабораторная проба весом 20т. Валовая проба рассматривалась как представительная для всего месторождения. Исследования на обогатимость проводились в Армнипроцветмете (Акмаева, Петросян, 1980, 1991). Детальный анализ имеющегося материала по технологическому опробованию, а также повторное опробование с дальнейшим минералогическим изучением рудных интервалов ранее отобранных крупнолабораторной и двух малообъемных ТП-2 и ТП-3 проб показали, что эти пробы не являются представительными для всего месторождения и характеризуют шихту (смесь) халькопирит-сфалеритовой, сфалеритовой и частично лимонит-малахит-купритовой природных минеральных разновидностей руд. По имеющемуся каменному материалу нами была составлена композитная проба ЛП-20-ХС-6 по халькопирит-сфалеритовой природной разновидности руд с окислением 18,4%. Для технологической характеристики этой разновидности были использованы основные показатели обогащения по крупнолабораторной пробе с пересчетом их на содержания компонентов в композитной (усредненной) пробе. Материалы по обогатимости пробы ТП-1 были учтены при технологических испытаниях пробы СГа-1.

Таким образом, для технологического тестирования на обогатимость выделенных на Марцигетском месторождении природных минеральных разновидностей были составлены 4 средние по месторождению пробы: по халькопирит-сфалеритовой - проба ЛП-20-ХС-6, по сфалерит-галенитовой и сфалеритовой разновидностям - проба СГа-1, по пирит-гематит-халькопиритовой разновидности - ПГеХ- 347 и по лимонит-малахит-купритовой разновидности - проба ЛМК-25. Для церуссит-каламисмитсонитовой разновидности руд технологическая схема переработки пока не разработана. Технологические исследова-

Таблица 3.3.1.
 Распределение природных минеральных разновидностей руд по
 участкам Марцигетского месторождения
 (в %)

№№ п/п	Природные разновидности руд	уч. Дзагидзор	уч. Марц
Сульфидные руды:			
1.	Пирит-гематит-халькопиритовая	35-40	15-20
2.	Сфалерит- халькопиритовая	20-25	15-20
3.	Сфалеритовая	10-15	5 -10
4.	Сфалерит-галенитовая	-	50-55
Окисленные руды:			
5.	Лимонит-малахит-купритовая	28-30	-
6.	Церуссит-каламин-смитсонитовая	-	5-7

ния проведены в лаборатории обогащения Горно-металлургического института (Арутюнов и др., 1996-1998). Результаты пробирного, химического, фазового и рационального анализов композитных проб приводятся в таблицах 3.3.2 - 3.3.4.

В пробе ЛП-20-ХС-6 промышленную ценность представляют золото, серебро, медь и цинк. Рудные минералы представлены сфалеритом, пиритом, халькопиритом, реже ковеллином, борнитом, лимонитом, малахитом, купритом и смитсонитом. Наблюдаются также редкие включения арсенопирита и блеклых руд. Значительное развитие имеет гематит. Степень окисления железа - 89%, меди - 18,4%, цинка - 15,6%. 38,8% от общей меди представлены вторичными сульфидами. К характерным особенностям пробы можно отнести наличие в ней значительного количества "свободного" золота (63,2%) и серебра (73%). Рациональный состав золота и серебра позволяет применение технологической схемы, включающей гравитацию и флотацию. Ре-

зультаты проведенных лабораторных исследований показывают, что по схеме прямой селективной флотации с предварительным гравитационным обогащением можно получить кондиционные по золоту гравитационный, а также медный флотационный концентраты с содержанием золота в гравиконцентрате - 56,8 г/т и во флотоконцентрате - 89,3 г/т. Содержание меди в одноименном концентрате составляет 14,51% при извлечении 61,91% и цинка в кондиционном цинковом концентрате, соответствующий марке КЦ-3, 49,57% при извлечении 62,94% (табл.3.3.5).

Технологические исследования показали возможность извлечения попутных компонентов. В медном концентрате содержание и извлечение соответственно составили: серы - 20,24/13,95%; кадмия - 0,12/9,72%; мышьяка - 1,24/27,16%; сурьмы - 0,1/78,25% и свинца - 1,35/71,87%. В цинковом концентрате эти показатели составили: серы - 30,32/68,67%; кадмия - 0,27/65,4%; мышьяка - 0,08/5,26%; сурьмы - 0,002/4,48%; свинца - 0,06/9,46%.

В пробе СГа-1 промышленный интерес представляют золото, серебро, свинец и цинк. Минералы свинца и цинка представлены исключительно сульфидными формами. Содержание золота в пробе составляет 4,48 г/т, из коих 57% "свободного". Наличие высоких содержаний цинка и свинца обусловило возможность получения кондиционных концентратов свинца и цинка. Как следует из таблицы 3.3.5, основная часть золота и серебра связана со свинцовым концентратом. При предварительном гравитационном обогащении с дальнейшей селективной флотацией суммарное извлечение золота и серебра соответственно составляет 90,9 и 95,0% при содержании в хвостах 0,6 и 0,8 г/т (табл.3.3.5).

В пробе ПГеХ-347 в основном присутствуют пирит, халькопирит и гематит. Технологические опыты проводились по гравитационно-флотационной схеме с получением гравитационного, медного и пиритного концентратов. Селекции подвергался коллективный концентрат после одной перерешетки. По этой схеме возможно получение медного концентрата с содержанием меди 23,5% и золота 16,2 г/т при извлечении соответственно 60,9 и 43,2%. В пиритный концентрат извлечение золота составляет 14% (табл.3.3.5). Суммарное извлечение меди составляет 90,6%,

золота - 89,6%, серебра - 85,2% и серы - 88% (табл.3.3.5). При среднем содержании селена, теллура и висмута соответственно 3,2; 7,5 и 5,0 г/т в руде извлечение в концентрат составляет соответственно 34,5%; 46,5% и 7,0% при содержании в коллективном концентрате 16, 72 и 5 г/т.

В пробе ЛМК-25 основными сульфидными минералами являются пирит и халькопирит. В пробе установлено большое количество окисленных минералов, представленных лимонитом, малахитом, купритом, азуритом. Степень окисления меди 57,1%, а железа - 79,5% (табл.3.3.3). Среди испытанных схем для этой разновидности окисленных руд наиболее приемлемой является полная комбинированная схема, включающая процессы гравитации, флотации с последующим цианированием хвостов флотации. По этой схеме, при содержании золота 5,8 г/т, серебра - 8,3 г/т и меди - 3,15%, обеспечивается суммарное извлечение золота 94,2%, серебра - 88,3% (табл.3.3.5), причем, гравитацией и флотацией обеспечивается извлечение лишь 82,1% золота, 55% серебра и 72,5% меди, что значительно ниже показателей сульфидных руд.

Естественно, что переработка комплексных руд Марцигетского месторождения по единой технологической схеме практически невозможна. Для всех минеральных разновидностей общим является наличие в них большого количества "свободного" золота (от 52 до 64%), и поэтому в технологическом цикле должен быть предусмотрен узел гравитационного обогащения. Исследованиями доказана возможность получения кондиционных селективных флотационных концентратов свинца, цинка и меди из разновидностей руд, содержащих полиметаллы. При этом полученный медный флотационный концентрат одновременно является золотосодержащим. Цианирование хвостов флотации для этих руд нецелесообразно. В связи с высокой степенью окисления руд лимонит-малахит-купритовой разновидности следует их переработать по полной комбинированной схеме, включающей процессы гравитации, флотации и цианирования хвостов флотации. При этом суммарно извлекается до 96% золота и 78% серебра. Цианирование позволяет доизвлечь до 12,1% золота и 33,3% серебра.

Таблица 3.3.2.

Результаты пробирного и химического анализов композитных проб
по природным минеральным разновидностям руд

№ № п/ п	Номер композитной пробы	Природная минеральная разновидность	Содержание, г/т					Содержание, %					
			Au	Ag	Se	Te	Bi	Pb	Zn	Cu	S	Fe	As
1.	ЛП-20-ХС-6	халькопирит- сфалеритовая и сфалеритовая	3,45	5,1	8,0	2,0	9,0	0,04	4,7	0,48	3,15	7,68	0,1
2.	СГа-1	сфалерит-галенитовая	4,48	11,0	24,0	2,0	100	1,3	5,7	0,05	3,7	4,8	20,0
3.	ПГеХ-347	пирит-гематит- халькопиритовая	2,4	4,8	6,3	1,3	10,0	0,009	0,34	2,63	7,5	12,6	0,04
4.	ЛМК-25	лимонит-малахит- купритовая	5,8	8,3	7,9	5,0	4,7	0,09	0,51	3,15	3,27	9,14	0,16

Результаты фазового анализа композитных проб

№ № п/п	Номер композитной пробы	Медь, %				Железо, %			Сера, %			Степень окисления меди, %
		общая	окисленная	вторичных сульфидов	сульфидная (халькопирита)	общее	окисленное	сульфидное	общая	окисленная	сульфидная	
1.	ЛП-20-ХС-6	0,48	0,09	0,18	0,21	7,68	6,83	0,84	3,15	0,1	3,05	18,4
2.	СГа-1	0,047	-	-	0,047	4,75	0,53	4,22	3,67	0,08	3,58	-
3.	ПГеХ-347	2,63	0,13	0,10	2,39	12,2	7,34	4,86	8,05	0,20	7,85	5,0
4.	ЛМК-25	3,15	1,80	-	1,35	9,08	7,22	1,85	2,81	1,17	1,64	57,1

Таблица 3.3.4.
 Результаты рационального анализа форм золота
 в композитных пробах

№ № п/п	Формы нахождения золота в композитных пробах	Распределение золота, %			
		ЛП-20-ХС-6*	СГа-1	ПГеХ-347	ЛМК-25
1.	Золото “свободное”	63,2	57,0	52,1	64,0
2.	Золото в сростках	10,5	38,7	29,5	22,2
3.	Итого легкоцианируемое золото	73,7	95,7	81,6	86,2
4.	Золото “ржавое”	10,5	-	1,9	4,2
5.	Золото, связанное с сульфидами	10,5	4,3	15,6	8,4
6.	Золото, связанное с породой	5,3	-	0,9	1,2
7.	Итого	100,0	100,0	100,0	100,0
8.	Содержание золота в композитной пробе	3,8	4,65	2,45	5,8

*В пробе ЛП-20-ХС-6: “свободное” серебро - 73%, серебро в сростках - 10%, “ржавое” серебро - 6,25%, серебро с сульфидами - 8,3%, серебро в породе - 2,0%, серебро в руде - 4,8 г/т.

В связи с вышеизложенным, на Марцигетском месторождении выделяются три минералого-технологические разновидности руд: золотополиметаллическая, медно-золоторудная и окисленная.

Золотополиметаллическая - включает руды сфалерит-галенитовой минеральной разновидности участка Марц и сфалеритовой разновидности участка Дзагидзор.

Технологические показатели комpositных проб Марцигетского месторождения

Ц_{хф}-цианирование хвостов флотации,
Гр-гравитация,
Ф_с-селективная флотация.

№№ п/п	Геолого-технологические типы руд	Номер комpositной пробы, природные разновидности руд, схема переработки	Технологические продукты, концентраты, руда	Выход, %	Содержание, %, г/т					
					Au	Ag	Cu	Pb	Zn	S
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Медно-золоторудный тип	ЛП-20ХС-6, халькопирит-сфалеритовая, Гр+Ф _с	гравитации	1,67	56,8	30,6	2,42	-	25,5	-
			медный	2,13	89,3	121,4	14,51	-	21,16	-
			цинковый	5,94	5,1	7,4	1,0	-	49,57	-
			Итого извлечено	9,74	-	-	-	-	-	-
			Исходная руда	-	3,6	4,5	0,5	-	4,7	-
		ПГХ-347, пирит-гематит-халькопиритовая, Гр+Ф _с	гравитации	1,52	51,2	28,7	5,11	-	-	11,2
			медный	6,82	16,2	35,0	23,5	-	-	33,6
			пиритный	10,2	3,3	12,4	6,91	-	-	40,5
			Итого извлечено	18,54	-	-	-	-	-	-
			Исходная руда	-	2,4	4,8	2,63	-	-	7,5

Продолжение 1, таблицы 3.3.5.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2.	Золото-полиметаллический тип	СГа-1, сфалерит-галенитовая, Гр+Ф _с	гравитации	0,73	92,0	234,5	-	16,7	4,86	10,84
			свинцовый	11,0	26,1	57,3	-	9,0	10,0	8,0
			цинковый	21,6	2,1	9,96	-	0,75	20,7	10,93
			Итого извлечено	33,33	-	-	-	-	-	-
			Исходная руда	-	4,48	10,7	-	1,3	5,8	3,64
3.	Золото-содержащий окисленный тип	ЛМК-25, лимонит-малахит-купритовая, Гр+Ф _с + Ц _{хф}	гравитации	2,03	65,4	39,2	6,12	-	-	-
			флотации	11,57	29,7	32,6	18,7	-	-	-
			Итого извлечено	13,6	-	-	-	-	-	-
			Цианирование хвостов флотации	-	-	-	-	-	-	-
			Всего извлечено	13,6	-	-	-	-	-	-
			Исходная руда	-	5,8	8,3	3,15	-	-	-

№№ п/п	Геолого-технологические типы руд	Номер ком-позитной пробы, природные разновидности руд, схема переработки	Техноло-гические продукты, концен-трааты, руда	Выход, %	Извлечение, %					
					Au	Ag	Cu	Pb	Zn	S
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Медно-золото-рудный тип	ЛП-20ХС-6, халькопирит-сфалеритовая, Гр+Ф _С	гравитации	1,67	26,3	11,28	8,1	-	9,1	-
			медный	2,13	52,8	57,09	61,91	-	9,63	-
			цинковый	5,94	8,4	9,71	11,9	-	62,94	-
			Итого извлечено	9,74	87,48	78,03	81,91	-	81,67	-
			Исходная руда	-	-	-	-	-	-	-
	ПГех-347, пи-рит-гематит-халькопирито-вая, Гр+Ф _С	гравитации	1,52	32,4	9,1	2,9	-	-	2,3	
		медный	6,82	43,2	49,8	60,9	-	-	30,6	
		пиритный	10,2	14,0	26,3	26,8	-	-	55,1	
		Итого извлечено	18,54	89,6	85,2	90,6	-	-	88,0	
		Исходная руда	-	-	-	-	-	-	-	

Продолжение 3, таблицы 3.3.5.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2.	Золото-полиметаллический тип	СГа-1, сфалерит-галенитовая, Гр+Ф _С	гравитации	0,73	15,3	16,0	-	9,4	0,6	2,2
			свинцовый	11,0	65,3	58,9	-	76,2	19,0	24,2
			цинковый	21,6	10,3	20,1	-	12,4	77,1	64,8
			Итого извлечено	33,33	90,9	95,0	-	98,0	96,2	91,2
			Исходная руда	-	-	-	-	-	-	-
3.	Золото-содержащий окисленный тип	ЛМК-25, лимонит-малахит-купритовая, Гр+Ф _С + Ц _{хф}	гравитации	2,03	22,9	9,6	3,9	-	-	-
			флотации	11,57	59,2	45,4	68,6	-	-	-
			Итого извлечено	13,6	82,1	55,0	72,5	-	-	-
			Цианирование хвостов флотации	-	12,1	33,3	-	-	-	-
			Всего извлечено	13,6	94,2	88,3	72,5	-	-	-
			Исходная руда	-	-	-	-	-	-	-

Оптимальной схемой обогащения является гравитация и селективная флотация с получением кондиционных гравитационного, свинцового и цинкового флотационных концентратов.

Медно-золоторудная - включает руды пирит-гематит-халькопиритовой и халькопирит-сфалеритовой минеральных разновидностей уч.Дзагидзор. Оптимальной схемой обогащения является гравитация и селективная флотация с получением кондиционных гравитационного, медного и пиритного флотационных, а в ряде случаев также цинкового концентратов. Медный концентрат одновременно является кондиционным также по золоту.

Окисленная - включает золотосодержащую лимонит-малахит-купритовую природную разновидность уч.Дзагидзор. Оптимальной является их переработка по полной комбинированной схеме, включающей гравитацию, флотацию и цианирование хвостов флотации.

3.4. Петрофизическая характеристика руд и пород и оценка горно-технических условий отработки месторождения.

Как уже было отмечено, рудные тела Марцигетского месторождения представлены крутопадающими жильными зонами и жилами с выдержанными элементами залегания при сравнительно малой мощности. Рудовмещающие породы преимущественно представлены дайками габбро-диабазов, андезитами и их туфами, а также околорудными метасоматитами. Породы устойчивые, неслеживаемые и относятся к 14-18 категории по шкале Протогьяконова. Вскрытие месторождения комбинированное - шахтно-штольневое. Способ отработки руд - подземный, система разработки - система с магазинированием руды и с поэтажными штреками. Разубоживание руды - 15%, потери - 6%. Гидрогеологические условия месторождения благоприятные (П.Алоян и др., 1987). Система обработки окисленных руд - открытая.

Первичным товарным продуктом является рудная масса (руда + разубоживающая масса). Технологические показатели

рудной массы предопределяются физико-механическими показателями рудовмещающих пород и руд. Статистическая обработка данных многолетних исследований показала, что физико-механические параметры характеризуют не только технологические показатели рудной массы, но и горно-технические условия горно-рудного производства. Имеется прямая зависимость между горно-геологическими условиями отработки руд с плотностью, упругостью (модуль Юнга) и прочностью, и обратная зависимость с пористостью, пластичностью (коэффициент Пуассона) и набухаемостью рудовмещающих пород (Вартанян, 1990, 1991; П.Алоян, 1993, 1999). Отношение суммы индексов (безразмерных величин) первой группы петрофизических показателей к сумме индексов второй группы служит показателем сложности горно-технических (технологических) условий - ПГТУ. При крайне сложных технологических условиях ПГТУ = 0,2, а при наиболее благоприятных - ПГТУ = 5,0. По величине ПГТУ сложность условий горно-рудного производства оценивается по 4 классам: сложные - 0,20-1,49; средние - 1,50-2,99; простые - 3,0-3,99 и благоприятные - 4,0-5,0 (табл.3.4.1).

Испытания на образцах нами проводились в секторе петрофизики лаборатории геологии Горно-металлургического института. Результаты определения петрофизических показателей основных групп рудовмещающих пород и природных минеральных разновидностей руд обобщены в таблицах 3.4.2 и 3.4.3. Расчеты, выполненные по методике С.У.Вартаняна, показали, что горно-технические условия отработки выделенных минералоготехнологических разновидностей руд простые и обеспечивают их селективную выемку. Фактический материал показывает, что горно-технические условия различны не только в зависимости от парагенетических ассоциаций минералов, но и на различных горизонтах и участках месторождения в зависимости от изменения структурных условий (трещиноватости, раздробленности и др.), формационных параметров (изменение состава руд и пород) и локализации оруденения с глубиной. В целом, наблюдается улучшение технологических условий от I разведочного горизонта к III горизонту со смещением на юго-восток, в соответствии со схемой пространственного распределения разновидностей руд (рис.3.3.1).

Таблица 3.4.1.

Индексы и классы значений петрофизических параметров по данным С.У.Вартаняна (1990) с некоторыми уточнениями

Индексы классов	Классы значений петрофизических параметров					
	Плотность, г/см ³	Упругость (модуль Юнга), $\mu \cdot 10^{-5}$ кгс/см ²	Прочность, МПа	Пористость, %	Пластичность (к-т Пуассона)	Набухаемость, %
1.	≤ 2,40	≤ 3,0	≤ 45,0	≤ 1,0	≤ до 0,2	≤ 5,0
2.	2,41-2,50	3,01-4,0	45,1-70,0	1,01-2,0	0,21-0,3	5,1-15,0
3.	2,51-2,60	4,01-5,0	70,1-105,0	2,01-3,0	0,31-0,4	15,1-25,0
4.	2,61-2,70	5,01-6,0	105,1-140,0	3,01-4,0	0,41-0,45	25,1-35,0
5.	> 2,70	> 6,0	> 140	> 4,0	> 0,45	> 35

Таблица 3.4.2.

Петрофизические показатели основных рудовмещающих пород и минералого-технологических разновидностей руд Марцигетского месторождения

№№ п/п	Рудовмещающие породы, минералого-технологические разновидности руд	Количество определений	Плотность, г/см ³	Упругость (модуль Юнга), $\text{п} \cdot 10^{-5}$ кгс/см ²	Прочность, МПа	Пористость, %	Пластичность (к-т Пуассона)	Набухаемость, %	Показатель горно-технических условий (ПГТУ). Рассчитан по методике С.У.Вартаняна (1990)	Оценка горно-технических условий отработки руд
1.	Габбро-диабазы	14	2,66	5,08	89,5	0,80	0,11	0,63	3,6	Прос- тые
2.	Андезиты, их туфы	7	2,63	4,60	72,7	1,26	0,17	1,0	3,3	Прос- тые
3.	Околорудные метасоматиты	5	2,71	5,14	77,4	0,71	0,21	4,97	3,0	Прос- тые
4.	Золотополиметаллическая разновидность	4	3,40	4,5	90,0	1,5	0,10	-	3,6	Прос- тые
5.	Медно-золоторудная разновидность	6	3,06	5,0	108,0	0,8	0,12	0,5	4,0	Благо- прият.
6.	Окисленная разновидность	5	2,72	4,0	70,5	2,0	0,18	2,5	2,5	Сред- ние

Таблица 3.4.3.

Показатели объемной массы природных минеральных и минералого-технологических разновидностей руд Марцигетского месторождения

№/п	Природная минеральная разновидность руд	Количество определений	Объемная масса, г/см ³			Минералого-технологическая разновидность руд	Распределение разновидностей руд. Данные табл. 3.3.1 приведены к 100%, с учетом разубоживания 15%	Средне-взвешенная объемная масса с учетом 15% разубоживания, г/см ³
			от	до	среднее			
1.	Пирит-гематит-халькопиритовая	6	2,76	3,39	3,15	Медно-золоторудная (1+2+3)	44	3,01
2.	Халькопирит-сфалеритовая	3	2,77	3,41	3,05		27	
3.	Сфалеритовая	4	2,72	3,06	2,87		14	
4.	Сфалерит-галенитовая	4	2,91	3,89	3,40	Золотополи-металлическая	-	3,29
5.	Окисленная: лимонит-малахит-купритовая	5	2,51	2,92	2,72	Лимонит-малахит-купритовая	-	2,71

3.5. Геолого-технологическая типизация руд Марцигетского месторождения и сопоставление с золотополиметаллическими месторождениями Армении.

Фактический материал, изложенный в настоящей главе, дает нам основание провести типизацию руд Марцигетского месторождения по формационно-технологическому ряду: природная минеральная разновидность → минералого-технологический сорт (разновидность) → геолого-технологический тип. Типизация руд проведена по 16 главным компонентам с учетом вещественного состава, текстурно-структурных особенностей и физико-механических характеристик руд и рудовмещающих пород; морфо-структурных особенностей локализации оруденения, горно-геологических условий и горно-технических возможностей отработки руд; оптимальной схемы обогащения с основными технологическими показателями и номенклатуры товарной продукции (табл.3.5.1).

Количество геолого-технологических типов руд в основном предопределяются формационной принадлежностью и геологической неоднородностью месторождения, а также интенсивностью процессов метасоматоза и гипергенеза и горно-техническими возможностями (табл.3.5.2). Основным условием выделения геолого-технологического типа руд является возможность их селективной добычи при простых или средних горно-геологических условиях.

На данной стадии разведанности Марцигетского месторождения типизация руд в полном объеме не может быть выполнена. При дальнейшей разведке и эксплуатации месторождения, доизучения вещественного состава и обогатимости руд, а также горно-геологических условий отработки дадут возможность более полнее охарактеризовать геолого-технологические типы руд и с учетом экономики горно-рудного производства и технических возможностей выделить промышленные типы руд.

Геолого-технологическая типизация руд дает возможность на стадии предварительной разведки Марцигетского месторождения выделить товарную продукцию трех видов: по сульфидным рудам - **золотополиметаллический** и **медно-золоторудный** типы, по окисленным рудам - **золотосодержащий лимонитовый** тип.

Продолжение 1, таблицы 3.5.1.

1	2	3
	блеклые руды	+
	вторичные сульфиды меди	+
	куприт, малахит	++
	церуссит	++
	смитсонит, каламин	++
	лимонит	+++
	гематит	+++
4.	Характер оруденения	Вкрапленный, прожилково-вкрапленный
5.	Природные минеральные разновидности <ul style="list-style-type: none"> • сульфидных руд: • окисленных руд: 	А. Пирит-гематит-халькопиритовая Б. Сфалерит-халькопиритовая В. Сфалеритовая Г. Сфалерит-галенитовая Д. Лимонит-малахит-купритовая Е. Церуссит-каламин-смитсонитовая
6.	Зона окисления	Развита интенсивно
7.	Оптимальная схема обогащения и номенклатура товарной продукции	Гравитация+флотация, коллективно-селективная флотация. Концентраты: медный, свинцовый, цинковый, гравитационный, коллективно-флотационный.
8.	Рудовмещающие породы	Дайки габбро-диабазов, андезиты, их туфы и туфобрекчии, андезитодациты.
9.	Характер изменения пород	Окварцевание, хлоритизация, эпидотизация, серицитизация, карбонатиза-

Продолжение 2, таблицы 3.5.1.

1	2	3
	Околорудные метасоматиты	ция Кварц-гематит-хлорит-эпидотовые и кварц-серицитовые.
10.	Физико-механические параметры руд и рудовмещающих пород $\rho, E, \sigma_{сж}$ _____ руда, порода П, μ, N	 <u>2,66; 4,94; 79,9</u> <u>3,06; 4,5; 89,5</u> <u>0,92; 0,16; 2,2</u> <u>1,43 ; 0,13; 1,5</u>
11.	Основные технологические показатели по оптимальной схеме обогащения 11.1 Гравитация+флотация + цианирование окисленных руд гравитация $\alpha \frac{\gamma_1, \beta_1, \epsilon_1}{\gamma_2, \beta_2, \epsilon_2}$ флотация цианирование - - ϵ_3	 <u>2,03; 65,4; 22,9</u> 5.8 <u>11,57; 29,7; 59,2</u> - - 12,1
	11.2 Гравитация+селективная флотация сульфидных руд • медно-золотые руды: гравиконцентрат Au $\frac{\alpha, \beta}{\gamma, \epsilon}$ медный концентрат Cu $\frac{\alpha, \beta}{\gamma, \epsilon}$, Au $\frac{\alpha, \beta}{\epsilon}$ цинковый концентрат Zn $\frac{\alpha, \beta}{\gamma, \epsilon}$, Au $\frac{\alpha, \beta}{\epsilon}$	 <u>3,6; 56,8</u> 1,67; 26,3 <u>0,5; 14,51</u> , <u>3,6; 89,3</u> 2,13; 61,9 52,8 <u>4,7; 49,57</u> <u>3,6; 5,1</u> 5,94; 62,94 8,4

Продолжение 3, таблицы 3.5.1.

1	2	3
	<ul style="list-style-type: none"> • золотополиметаллические руды: гравиконцентрат $\text{Au } \frac{\alpha, \beta}{\gamma, \varepsilon}$ свинцовый концентрат $\text{Pb } \frac{\alpha, \beta}{\gamma, \varepsilon}, \text{ Au } \frac{\alpha, \beta}{\varepsilon}$ цинковый концентрат $\text{Zn } \frac{\alpha, \beta}{\gamma, \varepsilon}, \text{ Au } \frac{\alpha, \beta}{\varepsilon}$ 	$\frac{4.4: 92.0}{0,73; 15,3}$ $\frac{1.3: 31.3}{3,4; 82,0}, \frac{4.4: 97.0}{75,0}$ $\frac{5.3: 48.0}{9,4; 77,8}, \frac{4.4: 3.4}{7,2}$
12.	Минералого-технологические разновидности руд	1. Медно-золоторудная (А+В) 2. Золотополиметаллическая (Г+В) 3. Золотосодержащий лимонит-малахит-куприновая (Д) (Технология переработки церуссит-каламин-смитсоновой разновидности руд пока не разработана)
13.	Морфология рудных тел	Жилы, жильные зоны
14.	Способ и система разработки	Подземная разработка; системы с магазинированием руды и подэтажными штреками; карьер для окисленных руд.
15.	Горно-геологические условия и горно-технические возможности селективной добычи минералого-технологических разновидностей руд	Горно-геологические условия простые, возможна раздельная выемка разновидностей руд
16.	Геолого-технологические типы руд	Сульфидный медно-золоторудный

Продолжение 4, таблицы 3.5.1.

	2. Сульфидный золотополиметаллический 3. Окисленный золотосодержащий лимонит-малахит-купритовый
--	--

Таблица 3.5.2.

Схема типизации руд Марцигетского месторождения по формационно-технологическому ряду

Природные минеральные разновидности руд	Минералоготехнологические разновидности (сорта) руд	Геологотехнологические типы руд
Сульфидные руды: А. Пирит-гематит-халькопиритовая Б. Сфалерит-халькопиритовая В. Сфалеритовая Г. Сфалерит-галенитовая	1. Медно-золоторудная (А+Б) 2. Золотополиметаллическая (Г+В)	1. Сульфидный медно-золоторудный 2. Сульфидный золотополиметаллический
Окисленные руды: Д. Лимонит-малахит-купритовая Е. Церуссит-каламин-смитсонитовая	3. Золотосодержащий лимонит-малахит-купритовая (Д) Технология переработки церуссит-каламин-смитсонитовых руд пока не разработана	3. Окисленный золотосодержащий лимонит-малахит-купритовый

Полученные данные по геологотехнологической типизации руд Марцигетского месторождения сопоставлены с аналогичными месторождениями золотополиметаллической формации Армении (табл. 3.5.3).

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3.	Марцетское	Природные минеральные разновидности руд		А.Пирит-гематит-халькопиритовая Б.Халькопирит-сфалеритовая	В.Сфалерит-галенитовая Г.Сфалеритовая			Д.Лимонит-малахит-куприровая Е.Церуссит-каламисмитсонитовая
4.	Азатское		А.Пиритовая		А.Халькопирит-сфалерит-галенитовая В.Пирит-арсенопиритовая с сфалеритом, галенитом и халькопиритом	Г.Антимонит-сульфоантимонитовая	Д.Пирит-арсенопиритовая	

Продолжение 2, таблицы 3.5.3.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5.	Марджанское	Природные минеральные разновидности руд	А. Пиритовая		Б. Сфалерит-галенитовая с содержанием сурьмы и мышьяка			
6.	Личквз-Тейское		А. Пиритовая		Б. Халькопирит-сфалерит-галенитовая		В. Пирит-арсенопиритовая	
7.	Тертрасарское				Б. Халькопирит-галенит-сфалеритовая Б. Магнетит-гематитовая		В. Пирит-арсенопиритовая	Г. Лимонит-церуссит-плюмбо-язрозит-скородитовая

Рудные тела на всех месторождениях представлены секущими жилами и жильными зонами прожилково-вкрапленного оруденения переменной мощности со сложным внутренним строением, при относительно низких содержаниях основных компонентов (за исключением Личквас-Тейя). Руды многокомпонентные: промышленное значение имеют золото, серебро, медь, свинец, цинк и попутные компоненты, в особенности кадмий (Шаумян, Марцигет). В рудах постоянно присутствуют пирит, халькопирит, галенит, сфалерит, гематит, арсенопирит, редко антимонит и сульфосоли, которые парагенетически ассоциируясь, образуют 12 природных минеральных разновидностей по сульфидным и 3 разновидности по окисленным рудам (Марцигет, Тертерасар). Природные минеральные разновидности сгруппированы в 5-ти геолого-технологических типах руд (табл.3.5.3). Для некоторых месторождений характерно наличие первичного золотосодержащего гематита (Марцигет, Тертерасар), а для других - значительные концентрации мышьяка и сурьмы (Азатек, Личквас-Тейя, Тертерасар). Рудовмещающие породы преимущественно представлены андезитами, андезито-дацитами, их туфами и туфобрекчиями (Шаумян, Арманис, Марджан). На Азатекском, Личквас-Тейском и Тертерасарском месторождениях рудовмещающими являются как вулканогенно-осадочные образования среднекислого состава, так и прорывающие их гранодиориты (монзониты). Оптимальной схемой обогащения сульфидных руд является гравитация и коллективно-селективная флотация с получением золотосодержащих гравитационного, медного, свинцового и цинкового, а в ряде случаев также пиритного концентратов. Для Азатекского и Марджанского месторождений предусматривается переработка концентратов с целью доизвлечения мышьяка и сурьмы. Окисленные руды (Марцигет, Тертерасар) будут перерабатываться по полной комбинированной схеме - гравитация, флотация и цианирование хвостов флотации. Таким образом, сравнительный анализ показывает, что по условиям локализации оруденения, природным минеральным разновидностям и технологическим параметрам Марцигетское месторождение является типичным представителем золотополиметаллической фации.

4. MORFOСТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ РУДНЫХ ТЕЛ. ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ РАЗВЕДОЧНОЙ СЕТИ

4.1. Морфоструктурные особенности рудных тел и характер распределения (локализации) полезных компонентов. Сравнение с месторождением Дрмбон (НКР).

На Марцигетском месторождении опойсковано свыше 30 рудных тел. Из них изучены около одного десятка. На стадии предварительной разведки, относительно детально разведаны два рудных тела: рудное тело 2 (уч.Марц) и рудное тело 7 (уч.Дзагидзор). В них сосредоточены основные запасы полезных компонентов. Выше, в разделе 2.4., нами были приведены краткие сведения о разведанности этих рудных тел. Здесь же мы рассмотрим их основные морфоструктурные особенности и характер распределения (локализации) полезных компонентов с целью обоснования оптимальной плотности разведочной сети.

В пределах Марцигетского месторождения наблюдаются три морфологических типа оруденения: жильный, гнездовой и прожилково-вкрапленный.

Жилы имеют очень широкое распространение и приурочиваются в основном к дайкам габбро-диабазов. Они прослеживаются на несколько десятков метров при мощности от нескольких сантиметров до 1-1,5м в раздувах. Падение жил крутое, преимущественно на северо-восток, реже на юго-запад. В целом вся система жил, связанная с дайками, имеет северо-западное простирание, т.е. параллельно зоне Марцигетского разлома. Жилы часто встречаются вдоль тектонических трещин, ориентированных параллельно и косо к зоне Марцигетского разлома. Большой частью они не выдержаны, быстро выклиниваются и расположены кулисообразно. Их значительная часть приурочена к сбросо-сдвиговым нарушениям. Падение этих жил в большинстве также восточное под углами 70-85°. Длина их небольшая, не превышает нескольких десятков метров. Весьма характерны различия в минеральном составе разноориентированных жил: в жилах северо-западного направления преобладает халькопирит, а в близмеридиональных - галенит и сфалерит. Имеются различия и в составе нерудных минералов. В близ-

меридиональных жилах выполнение имеет кварц-баритовый состав, а в северо-западных - преобладают кварц и карбонат.

Кварц-сульфидные жилы обычно сопровождаются многочисленными тонкими прожилками и вкрапленным оруденением сульфидов, образующих в целом жильную зону. Стержни кварц-сульфидного состава имеют четкие контакты, а границы жильных зон устанавливаются в основном по результатам опробования. На отдельных участках прожилково-вкрапленное оруденение отсутствует, и рудные тела имеют четкие контакты. Удельный вес таких участков незначительный. Местами рудные тела представлены только прожилково-вкрапленным оруденением. Рудные тела месторождения характеризуются изменчивостью оруденения как по составу полезных компонентов, так и по интенсивности рудного выполнения. Участки массивных густо вкрапленных руд чередуются с участками слабого оруденения и безрудных участков. Рудные тела этого морфологического типа пространственно связаны с зонами гидротермально измененных - окварцованных, серицитизированных, хлоритизированных, а иногда карбонатизированных пород, развитых вдоль зон дробления и смятия. Эти зоны в преобладающем большинстве имеют северо-западное простирание и параллельны зоне Марцигетского разлома. В них рудные минералы образуют густую вкрапленность, а также прожилки мощностью до первых сантиметров. Зоны падают под крутыми углами на северо-восток, реже на юго-запад. Местами вкрапленность приобретает гнездовой характер. Мощность зон достигает 200-250м, а по простиранию они прослеживаются на сотни и более метров. Концентрация оруденения наблюдается как вдоль границ, так и вдоль оси. В целом жильные зоны прожилково-вкрапленного оруденения характеризуются мощностями до 35-45м.

По данным геологической документации, результатам опробования и разведки, жильные зоны характеризуются сложным внутренним строением. Локализация (распределение) оруденения происходит преимущественно в виде параллельно вытянутых, местами кулисообразно расположенных, маломощных кварц-сульфидных и кварц-карбонат-сульфидных жил и прожилков с тонко-вкрапленным сульфидным оруденением между ними. Характер и особенности внутреннего строения жильных зон хорошо иллюстрируются по распределению полезных компонентов по классам содержаний на планах опробования рудно-

го тела 7, а также по графикам изменения содержаний полезных компонентов на сравнительно детально разведанном горизонте штольни 1. Анализ распределения полезных компонентов в пределах жильной зоны показывает, что на общем фоне слабого оруденения выделяются полосы, в основном параллельные друг другу и контурам жильной зоны. Эти полосы не выдерживаются как по мощности, так и по простиранию, часто располагаются кулисообразно. Содержания высших классов образуют локальные невыдержанные концентрации, часто гнездообразные. Анализ выконтуренных обогащенных участков в целом соответствует вышеописанным закономерностям, а концентрация металлов преимущественно наблюдается на участках повышенной трещиноватости и дробления (рис.4.1.1).

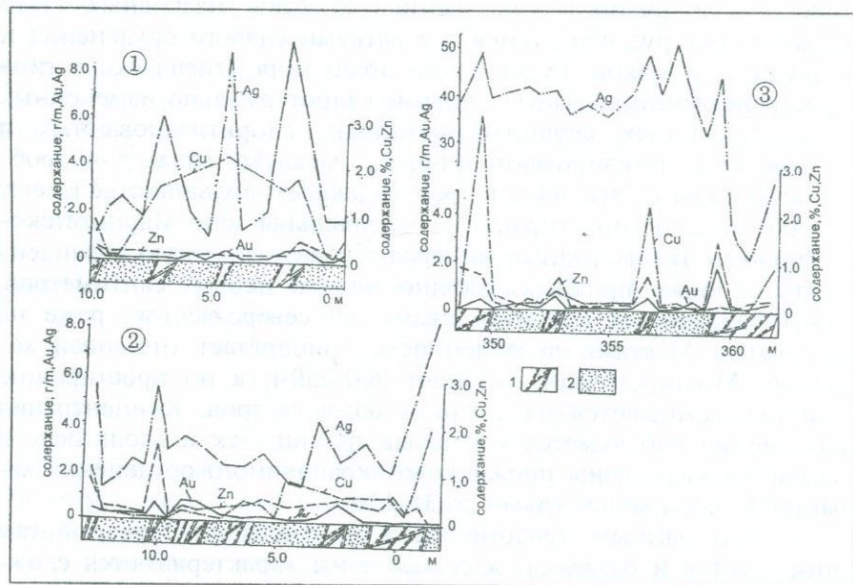


Рис.4.1.1. График изменения содержаний полезных компонентов по ортам 2 (1), 4 (2) и квершлагу 1 (3) штольни 1 (уч.Дзагидзор, р.т.7).

1 - тектонические трещины с кварц-сульфидным заполнением, 2 - окварцованная, хлоритизированная, серицитизированная жильная масса с вкрапленным оруденением.

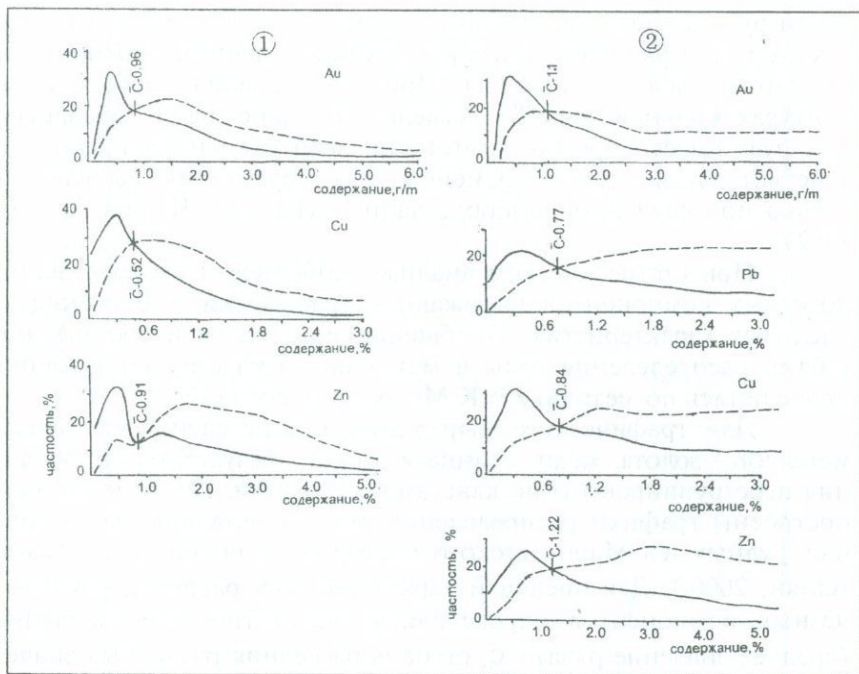


Рис.4.1.2. Кривые распределения руды и металлов (пунктирная) по классам содержаний полезных компонентов по рудным телам 7 (1) и 2 (2).

Детальное изучение морфоструктурных особенностей и характера распределения полезных компонентов дают нам основание отметить, что наблюдаемые на Марцигетском месторождении морфологические типы оруденения являются проявлением единого морфогенетического типа - жильной зоны с прожилково-вкрапленным оруденением со сложным внутренним строением. Это обстоятельство следует учесть при проведении детальной разведки месторождения, т.к. разведываемые рудные тела могут оказаться лишь частью основного рудного накопления.

Для количественной оценки характера изменчивости оруденения в качестве основного показателя рассматривается содержание полезного компонента. Нами проанализированы данные опробования секционных бороздовых проб. Для установления закономерностей распределения полезных компонентов по мощ-

ности рудного тела использованы данные проб секущих выработок - ортов и расщелков, а по простираию - данные опробования штреков и забоев (рис.4.1.1). При этом, анализ проводился в контурах жильной зоны без выделения балансовых и забалансовых руд. Целесообразность этого подхода объясняется тем, что действительная степень изменчивости оруденения выявляется только при случайной выборке данных (Галкин, Крейтер и др., 1962).

При статистическом анализе особенности распределения полезных компонентов выражаются графически и с помощью числовых характеристик. Обобщение материалов и составление таблиц распределения руды и металлов по классам содержаний проводились по методике А.К.Митропольского (1961).

Для графического выражения распределения основных металлов - золота, меди, свинца и цинка - результаты опробования перегруппированы по классам содержаний. По этим данным построены графики распределения руды и металлов для основных рудных тел Марцигетского месторождения (рис.4.1.2) (Гайк Алоян, 2000₁). Для числовой характеристики распределения полезных компонентов определялись: математическое ожидание (среднее значение ряда) - C , степень рассеяния разрядных значений около среднего (основное отклонение - дисперсия) - σ , относительная мера изменчивости (коэффициент вариации) - V , асимметрия - A и эксцесс - E . Сводные данные числовых характеристик распределения золота по участкам и горизонтам приводятся в табл. 4.1.1.

На основании выполненных графоаналитических исследований можно отметить следующее:

1. Характер распределения полезных компонентов в пределах рудных тел Марцигетского месторождения выражается односторонней правоасимметричной кривой с положительной скошенностью и крутостью, указывающей на положительную асимметрию по сравнению с нормальным распределением, что свидетельствует об однородности объекта и характерно для жил и жильных зон. Положительная асимметрия кривых распределения содержаний полезных компонентов характерна для месторождений цветных металлов и золота с относительно низкими содержаниями в руде (Каллистов, 1948, 1952, 1962). Для этих кривых распределения характерно особое расположение меди-

Сводка числовых характеристик распределения золота по разведочным горизонтам Марцигетского месторождения

№№ п/п	Горизонты	Количество проб, п	Среднее содержание по горизонту, С	Медиана, Ме	Мода, Мо	Основное отклонение, σ	Коэффициент вариации, V	Мера косости (асимметрия), А	Мера кругости (эксцесс), Е	Мера скошенности, α
уч. Дзагидзор										
1.	Поверхность	48	1,20	0,57	0,2-0,5	1,8	150	-3,45	6,45	0,45
2.	Горизонт шт.11	145	1,17	0,62	0,2-0,5	1,52	130	-3,11	6,08	0,52
3.	Горизонт шт.10	130	0,85	0,70	0,2-0,5	0,76	90	-4,85	8,8	0,62
4.	Горизонт шт.1	217	0,83	0,68	0,2-0,5	0,91	110	-2,17	8,35	0,50
Итого по участку (рудное тело 7)		540	0,96	0,65	0,2-0,5	0,92	96,0	-2,43	8,13	0,63
уч. Марц										
5.	Поверхность	75	1,33	0,70	0,2-0,5	1,60	120	-5,91	15,49	0,61
6.	Горизонт шт.2	252	1,03	0,79	0,2-0,5	1,28	124	-3,27	16,57	0,53
Итого по участку (рудное тело 2)		327	1,1	0,75	0,2-0,5	1,33	121	-3,82	19,2	0,56

аны (Me) и среднего значения - с. Они по отношению к моде (Mo) смещены в сторону классов высокого содержания. Установлено соотношение: $Mo < Me < с$.

2. Сопоставление эмпирических кривых (рис.4.1.2), построенных как для отдельных металлов, так и для рудных тел в целом, показывает, что вид кривых в общем остается постоянным, с некоторым перемещением моды, медианы и среднего значения. При этом сохраняется вышеотмеченное соотношение между ними, что указывает на однородность объекта исследований. Одновершинные кривые распределения полезных компонентов также указывают на наличие единого морфогенетического типа оруденения.

3. Положительная скошенность построенных кривых распределения полезных компонентов показывает, что удельный вес низших классов ("бедных" руд) на месторождении значительно больше, чем высших классов ("богатых" руд), вследствие чего низшие разрядные значения имеют максимальные частоты. Но как показывают кривые распределения металлов, их значительная часть сосредоточена в небольшом объеме "богатых" руд.

Числовые характеристики статистик распределения оруденения использованы при определении оптимальной плотности разведочной сети, выявлении величины вероятной погрешности при определении среднего значения параметров в подсчетном блоке и ограничении ураганных проб.

Сравнительный анализ морфогенетических характеристик жильных зон медно-золотых руд уч.Дзагидзор Марцигетского месторождения и штокверка медно-золоторудного месторождения Дрмбон (НКР) выявили существенные отличия в характере распределения полезных компонентов и в соотношении руд различных классовых содержаний. Как видно на рис.4.1.3, график распределения полезных компонентов в штокверке Дрмбонского месторождения выражается двухвершинной правоасимметричной кривой с положительной скошенностью и крутостью, что указывает на неоднородность объекта с несколькими уровнями содержаний. Основная масса запасов (свыше 50%) со средним содержанием 2,3 г/т условного золота составляют "рядовые" руды, где заключены 30% запасов металлов. "Бедные" руды со средним содержанием 0,6 г/т условного золота составляют 27% от общих запасов руды и только 3% металлов. Значительная

часть запасов металлов - 68,2% заключена в “богатых” рудах, составляющих 22% от общих запасов руд. Около 4% суммарных запасов металлов заключено в рудах с весьма высоким содержанием условного золота - 30 г/т (Товмасын, Маркосян, Гайк Алоян, 2000).

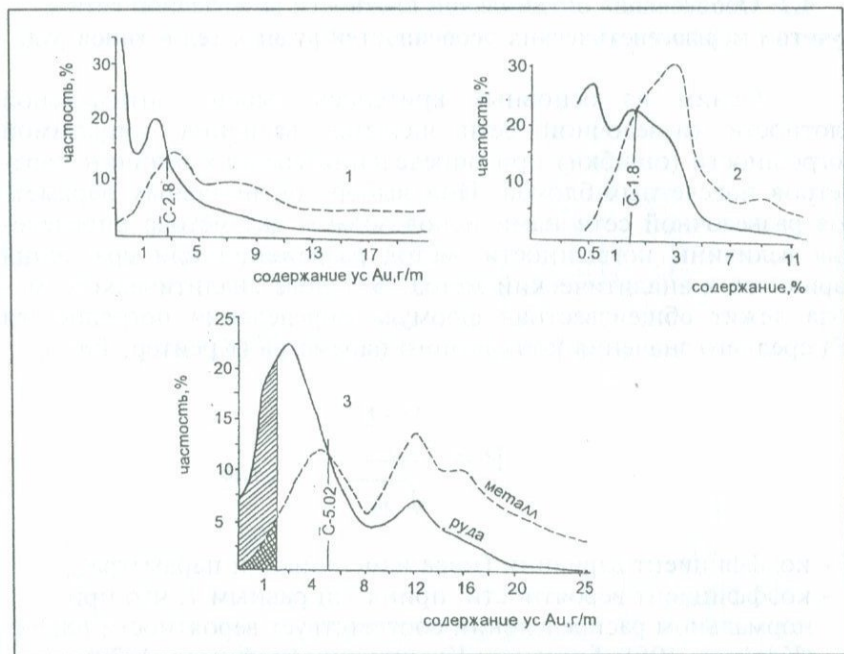


Рис.4.1.3. Кривые распределения руды и металлов по классам содержаний золота (1), меди (2) и условного золота (3) по рудной залежи Дрмбонского медно-золоторудного месторождения. Заштрихованы “бедные” руды.

Приведенные данные показывают, что наблюдается определенная связь между морфоструктурными особенностями и характером распределения оруденения внутри рудного тела. Жильные зоны уч.Дзагидзор Марцигетского месторождения и рудная залежь Дрмбонского месторождения, будучи проявлениями жилково-вкрапленного рудного накопления и одинакового вещественного состава, имеют принципиальные отличия в харак-

тере локализации оруденения. Это, возможно, вызвано объемно-структурными факторами и должно учитываться при выборе оптимальной плотности разведочной сети, т.к. в максимальных раздувах жильных зон морфогенетические характеристики могут быть иными.

4.2. Обоснование оптимальной плотности разведочной сети с учетом морфогенетических особенностей рудных тел и типов руд.

Одним из основных критериев выбора оптимальной плотности разведочной сети является величина допустимой погрешности (ошибки) при определении средних величин параметров подсчетных блоков. При выборе оптимальных параметров разведочной сети нами использованы два метода определения величины погрешности: метод разрежения или сравнения вариантов и аналитический метод. В основе аналитического метода лежит общеизвестная формула определения погрешности (P) среднего значения конкретного параметра (Крейтер, 1961).

$$P = \frac{V \cdot t}{\sqrt{n}}, \text{ где}$$

V - коэффициент вариации (мера изменчивости параметра),
 t - коэффициент вероятности, принятый равным 1, что при нормальном распределении соответствует вероятности 68,3% (Крейтер, 1961; Бирюков, Куличихин, Трофимов, 1979).
 n - количество наблюдений.

Как было отмечено выше, на Марцигетском месторождении выделяются окисленные и сульфидные геолого-технологические типы руд с неравномерным распределением полезных компонентов. Коэффициент вариации полезных компонентов колеблется в сульфидных рудах от 70 до 150%, а в окисленных рудах - от 110 до 180%. Детальный анализ характера распределения и степени изменчивости содержания полезных компонентов по основным рудным телам и разведочным горизонтам месторождения был дан в предыдущем разделе. Было отмечено, что основные рудные тела месторождения представлены жильными зонами и при отсутствии естественных (геологических) границ

мощность рудного тела и контуры промышленного оруденения определяются по данным опробования, т.е. являются функцией содержания и, естественно, точность определения содержания сказывается и на точности оконтуривания рудных тел. Учитывая многокомпонентный состав руд месторождения, все расчеты проводились по содержанию условного золота.

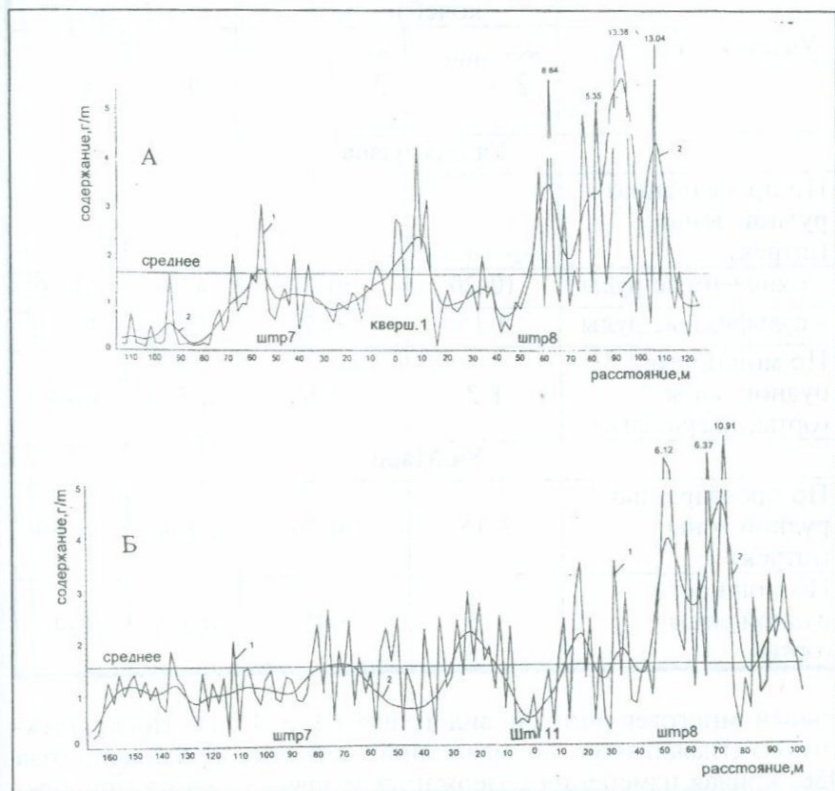


Рис.4.2.1. Характер изменения содержания условного золота в сульфидных (А) и окисленных (Б) рудах по простиранию рудного тела 7 (на горизонтах штолен 1 и 11).

Кривые изменения содержаний полезных компонентов, построенные по данным бороздовых проб по ортам 2 и 4, а также квершлагу 1 и штрекам 7 и 8 штолен 1 и 11, имеют непра-

Таблица 4.2.1.

Максимальные и минимальные величины полуволены и амплитуды направленного изменения содержаний условного золота в рудах Марцигетского месторождения.

Участок, тип руды	Длина полуволены колебаний, м		Амплитуда колебания, %	
	$\frac{\lambda}{2}$ min	$\frac{\lambda}{2}$ max	H_{\min}	H_{\max}
Уч.Дзагидзор				
По простиранию рудной зоны (штрек)				
- окисленные руды	10-20	50-70	4-10	40-70
- сульфидные руды	8-15	40-70	2-6	30-50
По мощности рудной зоны (орты, кваршлагги)	1-3	5-8	0,5-5	15-40
Уч.Марц				
По простиранию рудной зоны (штрек)	8-15	30-70	2,5-10	15-50
По мощности рудной зоны (орты)	1-5	5-10	0,5-3	10-40

вильный многовершинный вид (рис.4.1.1 и 4.2.1). После трехкратного сглаживания по известной методике П.Л.Каллистова (1956) кривая изменения содержания условного золота приобретает волнообразный вид. При этом четко прослеживаются локальные отклонения содержания по отношению к уровню среднего значения. При помощи построенных кривых регрессии (рис.4.2.1) определены минимальные и максимальные величины полуволены $\lambda/2$, амплитуда направленной изменчивости (H), а также откорректированное значение меры изменчивости (V_{\min})

(табл.4.2.1 и 4.2.2). Полученные результаты использованы при выборе плотности разведочной сети аналитическим методом.

Таблица 4.2.2.

Показатели изменчивости содержания условного золота до и после многократного сглаживания

Участок, тип руды	Количество наблюдений	Среднее содержание	Показатель изменчи- вости содержания		Откорректи- рованное значение после многократного сглаживания	
			σ	V, %	σ_{\min}	V _{min} , %
Уч.Дзагидзор						
- окисленные руды (штр.7 и 8 шт.11)	280	1,51	2,20	145,6	1,29	85,4
- сульфидные руды (штр.7 и 8 шт.1)	240	1,63	1,86	114,1	1,10	67,5

Разрежение сети наблюдений в рудных штреках проводилось сопоставлением вычисленных средних содержаний при различных расстояниях между пробами со средними значениями по данной выработке - эталоном. Были проведены многовариантные (l=4,6,8.....50м) разрежения и определялись соответствующие погрешности. В таблице 4.2.3 приведены примеры вычис-

ления погрешности определения среднего содержания условного золота по окисленным и сульфидным рудам в зависимости от расстояния между пересечениями (точками наблюдений) по рудным штрекам 7 и 8 штолен 1 и 11. По результатам расчетов построены кривые изменения значений фактической величины средней погрешности (рис.4.2.2). При построении кривых знак погрешности не учитывался. Построена также теоретическая кривая, вычисленная аналитическим методом с использованием данных таблицы 4.2.2. Анализ кривых показывает, что по мере увеличения расстояния между точками наблюдений (т.е. уменьшением их количества) в интервале от 4 до 10м величина средней погрешности возрастает плавно, составляя для сульфидных руд 7,5%, а для окисленных - 12,2%. При малом шаге между точками наблюдений в интервале от 4 до 20м наблюдается ступенчатое восхождение кривой с почти горизонтальными и крутыми отрезками. С увеличением расстояния между пересечениями до 50м величина погрешности возрастает прямо пропорционально расстоянию между точками наблюдений. При расстоянии 50м средняя погрешность составляет 43,6% для сульфидных руд и 48,2% для окисленных руд, а максимальная погрешность по отдельным вариантам достигает $\pm 60-90\%$. Сходимость фактической и теоретической кривых погрешности определения среднего содержания условного золота при расстояниях между пересечениями в пределах минимальной полуволны (10-20м) свидетельствует о незначительном влиянии направленной (закономерной) изменчивости и достоверности аналитических расчетов при анализе разведочных данных (Товмасын, 1971).

Расстояние между пересечениями на разведочных горизонтах обычно устанавливается исходя из величины допустимых ошибок при определении средних значений параметров подсчетных блоков. По "Классификации запасов" ГКЗ РА (1998) для месторождений 3-ей группы по сложности геологического строения и степени изменчивости качества полезного ископаемого коэффициент вариации наиболее изменчивого подсчетного параметра устанавливается в пределах 100-160%, а допустимая погрешность при определении основных подсчетных параметров по категории C_1 - от ± 25 до $\pm 40\%$ и категории C_2 - от ± 40 до $\pm 60\%$. ГКЗ СССР по "Инструкции по применению классификации запасов к золоторудным месторождениям" (1985) для

Таблица 4.2.3.

Величина погрешности при определении среднего содержания условного золота в зависимости от расстояния между разведочными пересечениями по рудным штрекам 7 и 8 штолен I и II.

П - количество наблюдений

Р - погрешность, %

№№ п/п	Сульфидные руды							
	Расстояние между пересечениями, м							
	4		10		20		50	
	п	Р	п	Р	п	Р	п	Р
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	60	-6,4	24	-8,5	12	+18,2	5	-22,3
2.	60	+4,0	24	+19,1	12	-12,4	5	-25,6
3.			24	+4,1	12	+26,4	5	+43,6
4.			24	-4,8	12	-31,2	5	-57,6
5.			24	+1,0	12	+13,4	5	-38,8
6.					12	-28,2	5	+73,6
7.					12	+35,1	5	-69,0
8.					12	-32,4	5	+51,6
9.					12	-6,3	5	+44,8
10.					12	-5,1	5	-18,3
11.							5	+23,8
12.							5	+87,2
13.							5	-18,2
14.							5	-13,6
15.							5	-44,2
16.							5	+37,5
17.							5	-48,7
18.							5	-36,7

Продолжение 1, таблицы 4.2.3.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
19.							5	+60,4
20.							5	+43,6
21.							4	-68,9
22.							4	+42,4
23.							4	-36,0
24.							4	+63,9
25.							4	+27,0
Среднее	5,2		7,5		20,9		43,6	

Окисленные руды								№№ п/п
Расстояние между пересечениями, м								
50		20		10		4		
п	Р	п	Р	п	Р	п	Р	18
10	11	12	13	14	15	16	17	
6	+44,6	14	+28,5	28	-8,6	68	-9,6	1.
6	-68,6	14	-30,2	27	+11,8	68	+7,2	2.
6	+46,2	14	-26,5	27	-15,3			3.
6	-50,9	14	+32,0	27	+4,9			4.
6	-33,4	14	+37,5	27	+21,5			5.
6	-41,9	14	-19,2					6.
6	+63,2	13	-26,0					7.
6	+40,9	13	+20,1					8.
6	-55,9	13	-48,5					9.
6	+36,0	13	+20,6					10.
6	-71,9							11.
5	+44,4							12.
5	+46,6							13.
5	-35,4							14.
5	-42,7							15.
5	+40,3							16.
5	-48,8							17.
5	+55,3							18.
5	+41,2							19.
5	-21,5							20.

Продолжение 3, таблицы 4.2.3.

10	11	12	13	14	15	16	17	18
5	+27,8							21.
5	+43,9							22.
5	-88,9							23.
5	+41,5							24.
5	+76,0							25.
48,2		28,9		12,2		8,4		Среднее

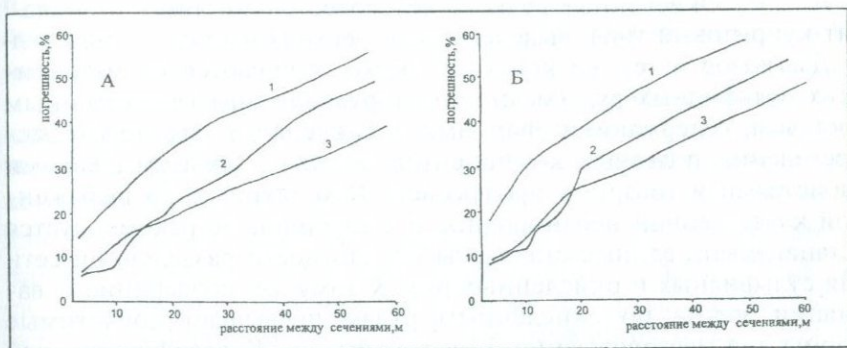


Рис. 4.2.2. График изменения величины погрешности определения среднего содержания условного золота в сульфидных (А) и окисленных (Б) рудах в зависимости от расстояния между сечениями (точками наблюдений).

1 - теоретическая кривая, построенная с учетом первоначального значения коэффициента вариации (V); 2 - расчетная (фактическая) кривая средней погрешности; 3 - теоретическая кривая, построенная с учетом откорректированного коэффициента вариации (V_{\min}).

месторождений 3-ей группы (сложно построенные жильные зоны, залежи и жилы сложного строения) рекомендуется для подсчетных блоков категории C_1 плотность разведочной сети 20-30 x 40-60м.

Марцигетское золотополиметаллическое месторождение относится к 3-ей группе по сложности геологического строения, чем и в принципе определяется плотность разведочной сети по инструктивным материалам. На стадии предварительной разведки на месторождении в целом обеспечена этажность горизонтов, а пересечения на горизонтах пройдены с некоторыми отклонениями от действующих норм. Однако вышеизложенный фактический материал по изменению типов руд с глубиной и характеру распределения полезных компонентов в пределах рудных тел, с учетом морфогенетических особенностей локализации оруденения, показывает, что дополнительно следует учесть также нижеследующие факторы без изменения группы месторождения:

1. Окисленные руды (золотосодержащий лимонит-малахит-купритовый тип), выделенные в верхних частях рудных тел уч.Дзагидзор в тех же контурах, резко отличаются от материнских сульфидных руд (медно-золоторудный тип) вещественным составом, содержанием, формами нахождения и характером распределения полезных компонентов, а также технологическими свойствами и товарной продукцией. При такой резко выраженной качественной неоднородности с глубиной не рекомендуется устанавливать единые стандарты по плотности разведочной сети для сульфидных и окисленных руд. К тому же, коэффициент вариации золота по окисленным рудам превышает допустимые нормы для месторождений 3-ей группы по "Классификации запасов" ГКЗ РА и достигает 180% и более, что требует должного внимания при разведке, подсчете запасов и оценке объекта.

2. Возможные изменения характера распределения полезных компонентов в резких раздувах жильных зон прожилково-вкрапленного оруденения, во многом напоминающие залежи и штокверки с весьма неравномерным распределением полезных компонентов, как например, на Дрмбонском медно-золоторудном месторождении НКР (Гайк Алоян, 2000₁; Товмасян, Маркосян, Гайк Алоян, 2000).

3. Допустимые по инструкции ГКЗ РА значения максимальной и средней погрешностей при определении основных подсчетных параметров для "небогатых" золоторудных месторождений 3-ей группы при отрицательном знаке могут привести к губительным последствиям. Для аналогичных месторождений (с содержанием золота в пределах 3-4 г/т) целесообразнее руководствоваться минимально допустимыми значениями погрешности (20-25%) с меньшим геологическим риском при незначительном уплотнении сети наблюдений в рамках допустимых пределов. На этом основании и с учетом результатов наших графоаналитических исследований рекомендуется при определении оптимального расстояния между пересечениями на разведочных горизонтах по простиранию рудных тел использовать кривую фактических средних погрешностей (рис.4.2.2., кривая 2) и величину минимальной погрешности для блоков категории C_1 по ГКЗ РА, т.е. графоаналитический метод. В этом случае расстояние между пересечениями для сульфидных руд составит не более 18-20, а для окисленных - не более 15-16 м, что находится в

пределах допустимых норм по инструкции ГКЗ СССР (ныне действующей на территории РА) для золоторудных месторождений (Гайк Алоян, 2000₂).

Таким образом, на основании всего вышеизложенного, для Марцигетского месторождения предлагается следующая оптимальная плотность разведочной сети: для сульфидных руд по категории C_1 - 18-20 x 40 м, по категории C_2 - 30-40 x 40-80 м; для окисленных руд по категории C_1 - 10-15 x 20-40 м и категории C_2 - 20-30 x 40-80 м. При такой плотности разведочной сети, во избежание удорожания разведки 1 т руды, предлагается использовать систему подземных и наземных буровых скважин. Обоснованная плотность разведочной сети является надежной базой с целью получения достоверных исходных данных для подсчета запасов по типам руд.

5. ПЕРСПЕКТИВЫ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ РУД МАРЦИГЕТСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.

Марцигетское золотополиметаллическое месторождение расположено в благоприятных географо-экономических, горно-геологических и инженерно-гидрогеологических условиях, в промышленном районе, где начаты работы по восстановлению отраслевых горно-рудных и металлургических предприятий - Алавердского металлургического комплекса и Ахтальской обогатительной фабрики с медной и полиметаллической секциями.

Конъюнктурно-отраслевые подходы бывшего Центра особенно негативно отразились на золотополиметаллических месторождениях в связи с наличием свободных мощностей на Араратской золотоизвлекательной фабрике (АрЗИФ). Разведываемые золотополиметаллические месторождения принудительно переоценивались как золоторудные с целью расширения сырьевой базы АрЗИФ, при этом безвозвратно терялось большое количество промышленно ценных основных и попутных компонентов, при крайне низком извлечении даже серебра. Такая участь постигла Азатекское, Личквас-Тейское, Марцигетское и другие аналогичные месторождения. На Марцигетском месторождении была выделена одна разновидность руд - золоторудная, которую предполагалось переработать на АрЗИФ по схеме гравитация + флотация с получением коллективного медно-золотого концентрата с его последующим металлургическим переделом на Алавердском горно-металлургическом комбинате. В настоящее время, с учетом новых условий хозяйствования и новых данных по Марцигетскому месторождению, возможны новые оптимальные технические решения по эффективному использованию комплексных золотосодержащих руд с расширением номенклатуры товарной продукции.

Руды Марцигетского месторождения многокомпонентные и разнотипные. На стадии предварительной разведки отчетливо выделяются три геолого-технологических типа руд - первичных товарных продуктов: медно-золоторудный и золотополиметаллический по сульфидным и золотосодержащий лимонит-малахит-купритовый - по окисленным рудам. Выделяется также окисленная церуссит-каламин-смитсонитовая разновидность, которая технологически должна быть протестирована и оконтурена в про-

цессе дальнейшей разведки месторождения. Технологическая изученность руд на данной стадии разведанности месторождения удовлетворительная. Рациональная схема обогащения сульфидных руд - гравитация + флотация с получением кондиционных золотосодержащих гравиконцентрата и флотационных концентратов меди, свинца и цинка, а для окисленных руд - гравитация + флотация + цианирование хвостов обогащения с получением золотосодержащего раствора, а в последующем катодного осадка. Технология извлечения попутных компонентов не изучена, хотя ценность серы, кадмия, селена, теллура и висмута очевидна. Исследования по технологии переработки руд должны быть продолжены с целью совершенствования схемы обогащения и металлургического передела с учетом попутных компонентов (в особенности кадмия), а также доработки схемы переработки разновидностей окисленных руд с рассмотрением возможностей их шихтовки и совместной переработки.

Геолого-технологическая типизация руд может служить основой для разработки кондиций и подсчета запасов по типам руд, что обеспечит повышение полноты и комплексности использования сырья и расширит номенклатуру товарной продукции (Давтян, Гайк Алоян, 1998). Запасы по месторождению ГКЗ РА не утверждены. На балансе месторождения, по решению НТС УГ Минэкологии РА, числятся около 790 кг золота и 1700 кг серебра по категории C_1 . По нашему пересчету, на месторождении более 1 млн.т руды по категории C_1+C_2 , в том числе: **полиметаллических руд** - 58% (622,5 тыс.т) от общих запасов руды со средним содержанием золота - 4,64 г/т, серебра - 10,43 г/т, свинца - 0,21%, цинка - 0,88%, условного золота - 6,20 г/т, при запасах золота - 2887 кг, серебра - 6493 кг, меди - 1430 т, свинца - 1296 т, цинка - 5476 т и условного золота - 3862 кг; **медных руд** - около 31% (335 тыс.т) при среднем содержании золота - 3,43 г/т, серебра - 8,45 г/т, меди - 0,73%, условного золота - 4,47 г/т, при запасах золота - 1151 кг, серебра - 2832 кг, меди - 2444 т, цинка - 4984 т и условного золота - 1498 кг; **окисленных руд** (лимонит-малахит-купритовый тип, уч.Дзагидзор) - в пределах 11% (около 137 тыс.т) со средним содержанием золота - 4,12 г/т, серебра - 10,25 г/т, меди - 0,48% и условного золота - 4,71 г/т, при запасах золота - 564 кг, серебра - 1402 кг, меди - 657 т и условного золота - 645 кг. Всего по Марцигет-

скому месторождению по основным рудным телам подсчитано 4,6 т золота, 10,7 т серебра, 4,5 тыс.т меди*. Прогнозные ресурсы месторождения по категории P_1 оценены Б.Г.Безиргановым и Р.С.Мовсесяном (1990) в количестве: руды - 736 тыс.т, золота - 3023 кг, серебра - 8339 кг, меди - 2930 т, свинца - 2266 т и цинка - 8050 т. Перспективы месторождения этим не ограничиваются. На флангах и глубоких горизонтах ожидается приращение ресурсов на 30-50% от общих запасов месторождения.

Руды промышленных типов Марцигетского месторождения рекомендуется перерабатывать на медной и полиметаллической секциях восстанавливаемой Ахтальской обогатительной фабрики, а металлургический передел как медных, так и свинцово-цинковых концентратов организовать на Манесском заводе цветных металлов (г.Алаверди) на основе экологически чистых технологий, без загрязнения водного и воздушного бассейнов. Следует учесть, что проблема металлургического передела полиметаллических концентратов стоит также и перед Капанским горно-обогатительным комбинатом, где на полиметаллической секции перерабатываются руды Шаумянского месторождения. Вопрос должен решаться комплексно, т.к. в регионе имеются и другие полиметаллические месторождения (Ахтала, Арманис, Привольное).

Использование действующих горно-обогатительных и металлургических комплексов, а также транспортных коммуникаций Лорийского марза для переработки руд Марцигетского месторождения существенно снизит эксплуатационные затраты, а также отпадет необходимость в строительстве гидротехнических и природоохранных сооружений и высоковольтной линии электропередач, что даст возможность обосновать промышленную ценность относительно "небогатых" руд месторождения и целесообразность продолжения разведочных работ по проекту детальной разведки.

* Бортовое содержание условного золота в пробе - 1,0 г/т, минимальное промышленное содержание условного золота в подсчетном блоке - 2,7 г/т. Переводные коэффициенты по сульфидным рудам: для серебра - 0,015, меди - 1,44, цинка - 0,97, свинца - 0,6; по окисленным рудам - для серебра - 0,014, меди - 0,78.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Восстановление и развитие горно-рудной и металлургической промышленности являются одним из основных приоритетных направлений социально-экономического развития Армении до 2005г. В соответствии с утвержденной Правительством РА концепцией, предпринимаются серьезные шаги по восстановлению медеплавильного производства в г.Алаверди, а также Ахталской обогатительной фабрики с медной и полиметаллической секциями. Марцигетское месторождение находится в сфере влияния этих горно-рудных предприятий и рассматривается как дополнительная сырьевая база наряду с Алавердским, Ахталским, Шамлугским, Арманисским и другими месторождениями области.

Марцигетское месторождение находится в Вирайоц-Карабахской складчатой зоне Малого Кавказа и располагается в узле пересечения Сомхетского глубинного разлома северо-западного простирания с Лорутской субширотной зоной региональной трещиноватости, разграниченной Марц-Воскепарским и Бабаджанским сбросами встречного падения. В структурном отношении оно приурочено к Икатакской горст-антиклинали (в паре с грабен-синклиналью) в пределах висячего крыла Марцигетского разлома (южной ветви глубинного разлома). Структура месторождения мелкоблоково-складчатая с характерными морфологическими типами складчатости - горсты, грабены, брахискладки, сундуки, моноклинали и флексуры. Выделяются зоны интенсивной трещиноватости и система габбро-диабазовых, гранодиорит-порфиритовых даек и крупных штоков андезитов и андезито-дацитов, вытянутых преимущественно параллельно зоне Марцигетского разлома и контролирующих оруденение. Рудовмещающие породы представлены андезитами, андезито-дацитами и их пирокластами марцигетской и сотской свит среднего эоцена, являющимися стратиграфическим аналогом рудоносной агви-лалварской вулканогенно-осадочной свиты западного фланга Алавердского рудного поля.

Рудные тела месторождения представлены единым морфогенетическим типом - крутопадающими жильными зонами прожилково-вкрапленного оруденения переменной мощности со сложным внутренним строением при относительно низких содержаниях основных компонентов. Локализация оруденения в

пределах жильных зон происходит в основном в виде параллельно вытянутых и кулисообразно расположенных маломощных стержней (жил и прожилков) кварц-сульфидного и кварц-карбонат-сульфидного составов, редко в виде гнездообразных скоплений сульфидов. Руды Марцигетского месторождения многокомпонентные (золото, серебро, медь, свинец, цинк, сера, кадмий, селен, теллур, висмут) и разнотипные. Типизация руд проведена на основе геолого-технологического картирования по формационно-технологическому ряду: природная минеральная разновидность → минералого-технологическая разновидность → геолого-технологический тип. Формационно-технологический подход к комплексным рудам Марцигетского месторождения дает возможность выделить три геолого-технологических типа руд: медно-золоторудный и золотополиметаллический по сульфидным и золотосодержащий лимонит-малахит-купритовый по окисленным рудам уч.Дзагидзор. По полиметаллическим рудам уч.Марц развита церуссит-каламин-смитсонитовая природная разновидность окисленных руд, для которой технологическая схема переработки пока не разработана и соответствующий тип (сорт) не выделен. Окисленный тип руд и зона окисления в полном объеме выделяются впервые. Марцигетское месторождение по вещественному составу, набору природных минеральных разновидностей руд (парагенетических ассоциаций минералов) и условиям локализации оруденения относится к низко-среднетемпературным и малоглубинным месторождениям золотополиметаллической формации альпийских андезитовых вулканических поясов.

Геолого-технологическая типизация руд, проведенная с оценкой горно-технических возможностей горно-рудного производства, дает возможность на стадии предварительной разведки Марцигетского месторождения выделить разновидности товарной продукции, что позволит дать сравнительно полную геолого-экономическую оценку промышленной ценности месторождения на новой основе и обосновать технологические решения по рациональному и комплексному использованию многокомпонентного сырья. При дальнейшей разведке доизучение вещественного состава и обогатимости руд, а также горно-геологических условий отработки даст возможность более полно охарактеризовать геолого-технологические типы сульфидных и окисленных руд и, с учетом экономики горно-рудного производства,

технических возможностей и конъюнктуры на металл, выделить их промышленные типы.

Наши исследования показали, что с учетом морфогенетических особенностей локализации оруденения и резкого качественного изменения с глубиной вещественного состава и обогатимости руд, а также степени изменчивости содержания основных компонентов в пределах оконтуренных рудных тел, не рекомендуется использовать единые стандарты по плотности разведочной сети для различных типов руд - сульфидных и окисленных. Использование допустимых ГКЗ РА значений **максимальной** или **средней** погрешности при определении основных подсчетных параметров для "небогатых" золоторудных месторождений (с содержанием золота в пределах 3-5 г/т) 3-ей группы при отрицательном знаке может привести к негативным последствиям. Поэтому предлагается, при определении оптимального расстояния между пересечениями на разведочных горизонтах по простиранию рудного тела, использовать графоаналитический метод с **минимизацией** величины погрешности (в пределах допустимых норм) при категоризации промышленных запасов.

Перспективы промышленного освоения руд Марцигетского месторождения обусловлены достоверностью исходных данных при оптимизации системы геолого-разведочных работ, благоприятными горно-техническими условиями селективной добычи запасов по типам руд и их комбинированной схемой переработки на восстанавливаемых горно-металлургических предприятиях Алавердского комплекса с использованием существующей инфраструктуры Лорийского марза республики.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Алоян Гайк П.** Геолого-структурные особенности локализации Марцигетского золотополиметаллического месторождения. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1998, № 3, с.62-65.
2. **Алоян Гайк П.** Структурные условия локализации оруденения на Марцигетском золотополиметаллическом месторождении в Армении. Тр. Армнипроцветмета, Манкаварж, 1998, с.10-13.
3. **Алоян Гайк П.** Морфоструктурные особенности рудных тел и характер распределения полезных компонентов на Марцигетском месторождении. Тр. Горно-металлургического института, Ереван, Манкаварж, 2000₁, с.90-95.
4. **Алоян Гайк П.** Обоснование оптимальной плотности разведочной сети на Марцигетском золотополиметаллическом месторождении. Ученые записки ЕрГУ, Ереван, 2000₂, (в печати).
5. **Алоян П.Г.** Геологическое строение и структура центральной части Сомхетских гор. Фонды ЕрГУ, Ереван, кандидат. диссертация, 1973, 125с.
6. **Алоян П.Г., Давтян А.А., Арутюнян Т.М., Акмаева С.С. и др.** Составление ТЭО проекта кондиций на руды Марцигетского месторождения для обоснования перехода к детальной разведке. Фонды Армнипроцветмета, Ереван, 1985, 105с.
7. **Алоян П.Г., Алоян С.Г., Давтян А.А., Товмасын В.В.** Геолого-технологическое картирование руд Марцигетского месторождения на участках Мгарт, Дзагидзор и Марц. Армгеолфонды, Ереван, 1986, 86с.
8. **Алоян П.Г., Алоян С.Г., Товмасын В.В., Акмаева С.С., Давтян А.А.** ТЭО целесообразности перехода к детальной разведке Марцигетского золотополиметаллического месторождения с проектом временных кондиций. Армгеолфонды, Ереван, 1987, 164с.
9. **Алоян П.Г., Алоян С.Г., Давтян А.А.** Особенности геологического строения и перспективы промышленного освоения Марцигетского месторождения. Тр. Армнипроцветмет, Ереван, 1987, с.100-110.
10. **Алоян П.Г.** Геология горно-рудных районов и формационно-технологические основы повышения эффективности ос-

воения месторождений цветных и благородных металлов Армении. Фонды ИГН НАН РА, Ереван, докт. диссер.1999, 272с.

11. **Алоян П.Г., Давтян А.А., Алоян Гайк П.** Формационно-технологические основы промышленной типизации руд Армении. Тр.Горно-металлургического института, Ереван, Манкаварж, 2000, с.3-13.

12. **Алоян С.Г., Алоян П.Г.** Геологическое строение и перспективы западного фланга Алавердского рудного поля. Арм-геолфонды, Ереван, 1970, 150с.

13. **Алоян С.Г., Матевосян Э.Н., Варданян В.О.** Предварительная разведка Марцигетского золотосульфидного месторождения в Туманянском районе Арм.ССР. Армгеолфонды, Ереван, 1987, 304с.

14. **Амирян Ш.О.** Золоторудные формации Армянской ССР. Ереван, Изд. АН Арм.ССР, 1984, 303с.

15. **Ананян Э.В., Алтунян А.З., Азизбекян М.С.** Новые данные о структуре центральной части Гугарацких гор. Изв. АН Арм.ССР, Науки о Земле, 1974, № 5, с.19-24.

16. **Арутюнян Т.М., Акопян А.Г., Давтян А.А.** Геолого-технологическое картирование и промышленная типизация руд месторождений цветных металлов Арм.ССР. Тр.Армнипроцветмет, Ереван, 1988, с.8-13.

17. **Арутюнян Т.М., Давтян А.А.** Критерии выделения и оконтуривания зоны окисления и окисленных руд при геолого-технологическом картировании рудных месторождений. Тр.Армнипроцветмет, Ереван, Манкаварж, 1993, с.38-49.

18. **Акмаева С.С., Магакян Н.И.** Исследование вещественного состава и технологических свойств различных типов золотосодержащих руд с целью разработки рациональных схем их использования. Тр.Армнипроцветмет, Ереван, 1985, с.59-66.

19. **Багдасарян Г.П., Малхасян Э.Г.** Новые выходы малых интрузивов и субвулканических образований в междуречье Акстев-Дебед. В кн."Магматизм и металлогения Армянской ССР". Изд. АН Арм.ССР, Ереван, 1974, вып.7, с.67-81.

20. **Багдасарян Г.П., Пароникян В.О.** Геолого-радиологические данные о палеогеновых магматических породах Марцигетского рудного поля. В кн. "Магматизм и рудообразование Армянской ССР". Записки Арм.отд.ВМО, в.9, 1978, с.5-10.

21. **Безирганов Б.Г., Мовсесян Р.С. и др.** Оценка прогнозных ресурсов комплексного сырья месторождений Марцигетского рудного поля. Фонды ЕрГУ, Ереван, 1990, 82с.
22. **Белоусов В.В. и др.** Структура и тектоническое развитие Северной Армении и Южной Грузии. Сов.геология, 1948, № 36, с.3-36.
23. **Бирюков В.И., Куличихин С.Н., Трофимов Н.Н.** Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. М., Недра, 1979, 399с.
24. **Вартанян С.У.** Обобщенный петрофизический показатель для количественной оценки горно-технических условий месторождений. Горный журнал, Свердловск, 1990, № 8, с.5-8.
25. **Галкин Б.И., Бирюков В.И., Крейтер В.М. и др.** Разведка штокверковых месторождений цветных и редких металлов. М., Госгеолтехиздат, 1962, 234с.
26. **Григорян С.М.** Ассилины палеогеновых отложений Арм.ССР и их стратиграфическое значение. Изв. АН Арм.ССР, Науки о Земле, 1966, № 5, с.3-19.
27. **Давтян А.А., Алоян Гайк П.** Промышленная типизация руд Марцигетского золотополиметаллического месторождения. Тр.Армнипроцветмет, Ереван, Манкаварж, 1996, с.85-90.
28. **Давтян А.А., Алоян Гайк П.** О целесообразности подсчета запасов по геолого-технологическим типам руд на примере Марцигетского месторождения. Тр.Армнипроцветмет, Ереван, Манкаварж, 1998, с.1-5.
29. **Джрбашян Р.Т.** Палеогеновые вулканические пояса зоны замыкания океана Тетис (Малый Кавказ). Доктор.диссер., Тбилиси, 1990, 72с.
30. **Джрбашян Р.Т.** Палеогеновые вулканические структуры зон сопряжения блоков континентальной коры в коллизионном этапе (Малый Кавказ). Изв.НАН РА, Науки о Земле, 1994, №3, с.13-19
31. **Длин М.А.** Математическая статистика в технике. М., Недра, 1958, 291с.
32. **Епремян П.Л.** О блоковом строении северо-западной части Арм.ССР. Тр.НИГМИ, Ереван, 1965, с.369-384.
33. **Изоитко В.М.** Технологическая минералогия и оценка руд. С.-П., Наука, 1997, 571с.

34. Инструкции по применению классификации запасов к золоторудным месторождениям. М., ГКЗ СССР, 1985.
35. **Каллистов П.Л.** Руководство по методам разведки и подсчета запасов золоторудных месторождений. М., Недра, 1956, 185с.
36. **Карапетян А.И., Амирян Ш.О. и др.** Прогнозно-металлогенетическая карта рудного узла Алаверди-Шамлуг-Ахтала масштаба 1:50000 (научные основы прогноза). Фонды ИГН НАН РА, Ереван, 1982.
37. **Карапетян А.И., Пароникян В.О.** Минералогия руд и характер распределения оруденения золота на Марцигетском рудном поле Арм.ССР. Фонды ИГН НАН РА, Ереван, 1983, 198с.
38. **Карапетян А.И., Пароникян В.О.** Минералогия руд и характер распределения оруденения на участках Мгарт и Спасакар Марцигетского рудного поля. Фонды ИГН НАН РА, Ереван, 1985, 80с.
39. Классификация запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. ГКЗ РА, Ереван, 1998, 28с.
40. **Коджоян А.А.** Минеральный состав руд полиметаллических и свинцово-цинковых месторождений Марцигет-Привольненской зоны. Автореф. канд. диссерт., Ереван, 1968, 25с.
41. **Крейтер В.М.** Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. М., Госгеолтехиздат, 1961, в 2-х т., т.1, 328с.
42. **Луценко В.И., Луценко А.В.** Система промышленной типизации руд. Гр.Армнипроцветмет, Ереван, 1988, с.41-45.
43. **Магакьян И.Г.** Закономерности размещения и прогноз оруденения на территории Арм.ССР. Изв. АН Арм.ССР, Науки о Земле, 1966, № 4, с.18-35.
44. **Малхасян Э.Г., Азизбекян М.С., Алтунян А.З. и др.** Геология и рудоносность междуречья Дебед-Агстев. Фонды ИГН НАН РА, Ереван, 1974, 1976.
45. **Малхасян Э.Г.** Породы зеленокаменной толщи междуречья Дебед-Агстев. В кн. "Вулканизм и металлогения Армянской ССР". Изд. АН Арм.ССР, Ереван, 1976, вып.8, с.87-94.
46. **Мартиросян Р.М., Бабаян М.А.** Отчет Бабаджанской геолого-разведочной партии за 1952-1956гг. Армгеолфонды, Ереван, 1957, 47с.

47. **Мелконян Р.Л.** Петрология и рудоносность мезозойских островодужных гранитоидных формаций Малого Кавказа. Доктор.диссер., М., 1989, 52с.

48. **Мидян А.Г.** Отчет о поисковых работах по бассейну р.Марцигет за 1952г. Армгеолфонды, Ереван, 1953, 51с.

49. **Митропольский А.К.** Техника статистических вычислений. М., Физматгиз, 1961, 576с.

50. **Мурадян К.М.** Рудоносность вулканогенных формаций Малого Кавказа. Изд.НАН РА, Ереван, 1994, 356с.

51. **Некрасов Е.М.** Зарубежные эндогенные месторождения золота. М., Недра, 1988, 286с.

52. **Паффенгольц К.Н., Тер-Месропян Г.Г.** Геологическое строение бассейна среднего течения р.Дебед. Армгеолфонды, Ереван, 1952, 87с.

53. **Рыжов П.А., Гудков В.И.** Применение математической статистики при разведке недр. М., Недра, 1960, 235с.

54. **Саркисян О.А.** Региональная геотектоника Армении. Ереван, Изд. ЕрГУ, 1989, 276с.

55. **Смирнов Г.И.** Отчет по использованию цинковой руды сел.Марц Каракилисского среза. Армгеолфонды, Ереван, 1926, 37с.

56. **Сопко П.Ф.** Геологическое строение Бабаджанского рудного поля. Армгеолфонды, Ереван, 1955, 137с.

57. **Товмасян В.В.** Геолого-структурные особенности и вопросы методики разведки золоторудных штокверков. Фонды Армнипроцветмета, Ереван, кандидат.диссерт., 1971, 112с.

58. **Товмасян В.В.** Изменчивость содержания компонента и ее влияние на погрешность определения среднего содержания. Ереван, Уч.записки ЕрГУ, 1971, № 1, с.103-116.

59. **Товмасян В.В., Маркосян А.А., Алоян Гайк П.** Закономерности пространственного распределения полезных компонентов на Дрмбонском медно-золоторудном месторождении НКР. Тр.Горно-металлургического института, Ереван, Манкаварж, 2000, с.46-55.

60. **Шехян Г.Г.** Принципы геолого-технологической типизации руд и месторождений (основные положения). Тр.Армнипроцветмет, Ереван, 1989, с.73-75.

61. **Шехян Г.Г., Луценко В.И., Акопян А.Г., Магакян Н.И.** Методика геолого-технологического картирования на разных

стадиях геолого-разведочных работ. Тр. Армнипроцветмет, Ереван, 1989, с.75-79.

62. **Шер С.Д.** Металлогения золота. М., Недра, т.1, 1972, 295с., т.2, 1974, 254с.

СО Д Е Р Ж А Н И Е

стр

В В Е Д Е Н И Е	
1. ГЕОГРАФО - ЭКОНОМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА И КРАТКИЙ ОБЗОР ИСТОРИИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ МАРЦИГЕТСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	3
2. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И СТРУКТУРА МАРЦИГЕТСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	9
2.1. Положение Марцигетского рудного поля в структуре Северной Армении.	9
2.2. Стратиграфия вулканогенных, вулканогенно-осадочных и интрузивных образований.....	11
2.3. Структура месторождения	18
2.4. Зона окисления.	23
2.5. Краткая геологическая характеристика разведанных участков месторождения.	35
2.6. Сравнительный анализ золоторудных месторождений андезитовых вулканических поясов альпийского возраста	40
3. ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ТИПИЗАЦИЯ РУД МАРЦИГЕТСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	48
3.1. Принципы геолого-технологической типизации и методика исследований.....	48
3.2. Вещественный состав руд и рудовмещающих пород.	51
3.3. Природные и минералого-технологические разновидности руд.	68
3.4. Петрофизическая характеристика руд и пород и оценка горно-технических условий отработки месторождения.	85
3.5. Геолого-технологическая типизация руд Марцигетского месторождения и сопоставление с золотополиметаллическими месторождениями Армении	90
4. МОРФОСТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ РУДНЫХ ТЕЛ. ОБОСНОВАНИЕ ПЛОТНОСТИ РАЗВЕДОЧНОЙ СЕТИ..	100
4.1. Морфоструктурные особенности рудных тел и	

характер распределения (локализации) полезных компонентов. Сравнение с месторождением Дрмбон (НКР)	100
4.2. Обоснование оптимальной плотности разведочной сети с учетом морфогенетических особенностей рудных тел и типов руд.	108
5. ПЕРСПЕКТИВЫ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ РУД МАРЦИГЕТСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	120
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	123
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ...	126

Петрос Геворкович Алоян
Гайк Петросович Алоян

Геологическое строение и типы руд Марцигетского
золотополиметаллического месторождения
(Северная Армения)

Серия: Рациональное использование рудного сырья
и эффективное освоение недр Армении

Выпуск 2.

Художественный редактор Ж.Д.Саакян
Технический редактор В.С.Асланян

Тираж 50 экз.

Горно-металлургический институт, Ереван-9, ул.Корюна, 14.

☎ 524344

5592