

РУДЫ ТИПА КУРОКО ВУЛКАНИЧЕСКОГО МАССИВА КАВАЛЛО (АЛЖИР)

В.В. Двойнин, Л.В. Кора

ОАО «Лебединский ГОК», г. Губкин

Приведены данные по геологическому строению месторождений вулканического массива Кавалло в Алжире. Обобщены результаты исследований вещественного состава руд, гидротермальных изменений вмещающих пород, зональности и генетических особенностей оруденения. Проведено сопоставление оруденения с рудами типа куроко в Японии.

Вулканический массив Кавалло расположен в 230 км восточнее г.Алжира на южном побережье Средиземного моря. Поисковые и разведочные работы здесь проводились на протяжении длительного периода с 1875 г., когда осуществлялась незначительная добыча полиметаллических руд различными обществами. В пределах массива были выявлены полиметаллические месторождения Уэд эль Кебир и Бу Суфа. В 1933-1934 гг. массив изучался геологом Л.Гланжо. Наиболее полная сводка геологического строения района дана Ж.Гласоном [1]. Геологическое строение месторождений изучалось В.В.Двойниным при проведении предварительной разведки месторождения Уэд эль Кебир в 1975-1978 гг.

Геологическое строение массива Кавалло

Массив находится в Средиземноморской (Тель-Атласской) геосинклинальной зоне, представляющей собой альпийскую складчатую область, характеризующуюся развитием андезитового вулканизма. На региональном фоне по данным аэромагнитной съёмки вулканический массив выделяется рядом сближенных положительных аномалий, связанных с интрузиями диоритов, прорывающих аргиллиты, песчаники олигоцена и отложения бурдигальского яруса, представленные мергелями, глинами. Интрузии образуют кольцевую вулканическую структуру (7x8 км²), которая представляет собой кальдеру оседания с вулканогенно-осадочными образованиями и вулканическим дацитовым куполом в центре (рис. 1,2).

Олигоценые отложения прослежены в южной и восточной частях района, по обрамлению горного массива. Нижняя толща олигоцена сложена аргиллитами с редкими прослойками (0,2-0,5 м) грубозернистых песчаников на глинистом цементе. Мощность толщи - до 200-250 м. Верхняя толща залегает согласно на аргиллитах и сложена, в основном, неравномерозернистыми кварцевыми песчаниками. Мощность её составляет 600-800 м.

Бурдигальские отложения, обрамляющие вулканический массив на севере, востоке и юге, залегают с перерывом на отложениях олигоцена и являются наиболее молодыми образованиями, прослеженными в основании вулканической толщи. Представлены они мергелями, глинами с прослоя-

ми песчаников (0,5-1,0 м). Песчаники полимиктовые на глинистом цементе, мелко-грубозернистые. В верхней части отложений на северо-востоке отмечено тонкое флишевое чередование аргиллитов и песчаников, что указывает на довольно неустойчивый режим дна бассейна в период, предшествующий началу формирования вулканогенной толщи. Мощность бурдигальских отложений составляет 600 м.

В постбурдигальское время произошло образование кольцевых и сопряжённых разломов, формируется кальдера оседания. Опускание центральной части вулканической структуры компенсировалось наслоением эффузивов среднего и основного состава в подводных условиях. Среди вулканических толщ, заполняющих кальдеру, выделяются: нижняя - андезитовая, средняя-вулканогенно - осадочная, верхняя – андезито-базальтовая.

Нижняя толща сложена, в основном, туфами, лавами андезитового состава. Лавовые потоки андезитов разделены брекчиями, туфами андезитов, сцементированных тонкозернистым вулканическим материалом. Это интенсивно изменённые (монтмориллонит, каолинит, кальцит, сидерит, серицит, хлорит, кварц) породы брекчиевой текстуры, обломки размером до 5-10 см. Мощность горизонтов андезитовых брекчий и туфов изменяется от первых метров до 50 м. В верхней части толщи прослеживается прожиково-вкрапленная полиметаллическая минерализация. Мощность андезитовой толщи достигает 500 м.

Средняя-вулканогенно-осадочная толща представлена: аргиллитами, андезитовыми туфами, песчаниками, туффитами. Состав и мощность её довольно изменчивы. Наибольшая мощность по данным бурения установлена в ядрах седиментационных синклинальных складок. Изменчивый характер разрезов и резкие изменения мощностей объясняются неравномерностью поступления вулканического материала, сложным рельефом поверхности, на которой происходило формирование толщи. Частое переслаивание вулканических пород с осадочными указывает на то, что формирование её происходило на фоне прерывающейся вулканической деятельности. К указанной толще приурочена стратиформная залежь барит-полиметаллических руд мощностью до 1-5,5 м. Максимальная мощность толщи составляет 65 м.

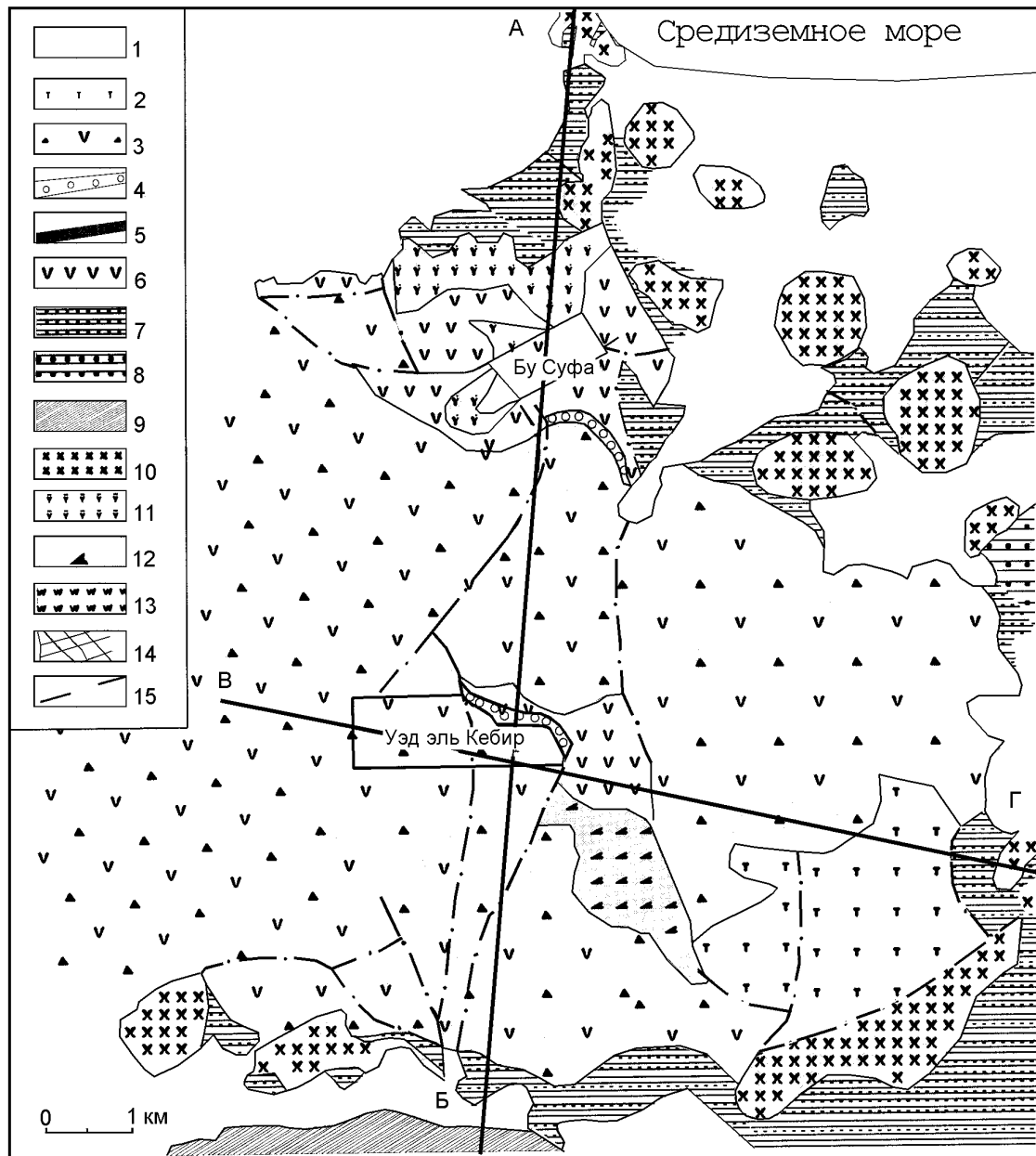


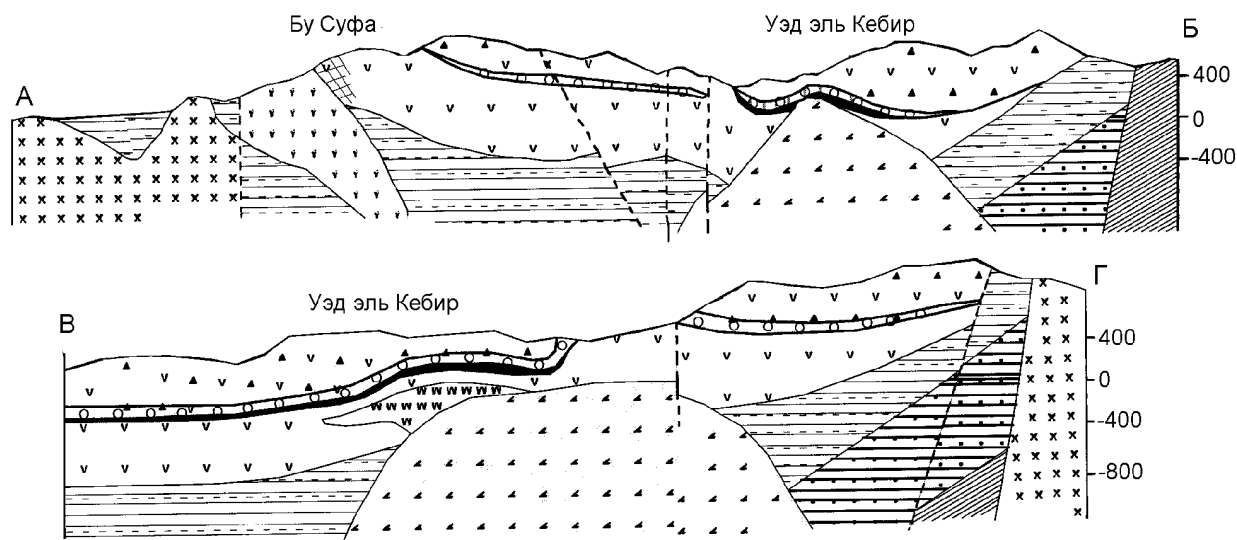
Рис. 1. Геологическая карта вулканического массива Кавалло: 1 - аллювиально-делювиальные отложения; 2-6 - послемiocеновый комплекс: 2 - дацитовые лавы, туфы, 3 - верхняя андезито-базальтовая толща, 4 - средняя вулканогенно-осадочная толща, 5 - барит-полиметаллические руды, 6 - нижняя андезитовая толща; 7 - бурдигальские отложения, переслаивание аргиллитов, песчаников; 8 - кварцевые песчаники олигоцена; 9 - глинистые сланцы мела; 10 - интрузии диоритовых порфиритов 2-й фазы; 11 - интрузии диоритовых порфиритов первой фазы; 12 - вулканический дацитовый купол; 13 - вторичные кварциты; 14 - прожилково-вкрапленные руды месторождения Бу Суфа; 15 - разломы.

Верхняя толща сложена андезито-базальтами, автобрекчиями, туфами. Роговообманковые андезито-базальты слагают центральные части мощных лавовых потоков, в периферических частях они сменяются автобрекчиями. В андезито-базальтах отмечается столбчатая отдельность, переходящая в шаровую в периферических частях лавовых потоков. Мощность массивных андезито-базальтов достигает 50 м. Автобрекчии в районе занимают значительную площадь. При микроскопическом изучении пород выделяются роговообманковые, пироксеновые, двупироксен-апооливиновые, пироксен-роговообманковые андезито-ба-

зальты. Среди туфов отмечены псефитовые, псаммитовые. В верхней части толщи к юго-востоку от месторождения Уэд эль Кебир прослежены флюидальные лавы и туфы дацитов мощностью до 50 м, залегающие субгоризонтально. Максимальная мощность толщи составляет 500-600 м.

Интрузивные породы

Наиболее ранними интрузивными телами в массиве являются диоритовые порфириты, закартированные в районе месторождения Бу Суфа. В плане они имеют размеры: 1,2х0,2 км, 0,3х0,2 км и



Геологические разрезы вулканического массива Кавалло по линиям АБ и ВГ. Условные обозначения см. рис. 1).

0,5x0,2 км, на глубине вскрыты скважинами и подземными горными выработками. Структура пород порфиридная, основная масса мелкозернистая. Диоритовые порфириды интенсивно изменены. Из вкрапленников сохранились лишь зональные плагиоклазы №20-25, замещенные каолинитом и по отдельным зонам – кальцитом. Темноцветные замещены сидеритом, кварцем, каолинитом. Основная масса сложена пойкилобластическими зёрнами кварца (до 0,1 мм), в которых развиты разноориентированные лейстовидные кристаллы (0,01-0,02 мм) плагиоклаза, зёрна магнетита замещены гематитом. В восточном эндо- и экзоконтактах интрузий развиты окварцевание, прожилково-вкрапленная рудная минерализация. Описанные интрузии прослежены лишь среди пород нижней вулканогенной толщи.

Интрузии более поздние, прорывающие андезитово-базальты, закартированы по обрамлению вулканического массива. Среди них выделяется два типа: 1-интрузии пироксен-роговообманковых диоритовых порфиридов средне-крупнозернистой структуры в северной части района; 2-интрузии пироксен-роговообманковых диоритовых порфиридов с мелко-микрозернистой структурой в южной части района. Они имеют сходный состав и по содержанию кремнезема (63-52%) относятся к средним.

Структура месторождений

Месторождения Уэд эль Кебир и Бу Суфа приурочены к кальдере оседания. Мощность вулканогенных пород в кальдере достигает 1000 м. Внутри её установлен вулканический дацитовый купол. Вулканическая толща полого погружается на запад (рис. 2). В пределах рудного поля месторождения Уэд эль Кебир по кровле рудного тела бурением прослежены брахиформные складки, вытянутые по длинной оси на 400-500 м. В ядрах

складок падение пологое до горизонтального, на крыльях – углы падения достигают 40-60 градусов. В центральной части месторождения проходит субмеридиональный разлом, по сопряжённым с ним нарушениям произошло обособление ряда мелких тектонических блоков. Стратиформная залежь барит – полиметаллических руд полого погружается в западном направлении. С глубиной она сменяется прожилково-вкрапленным оруденением. Ширина рудной залежи к западу уменьшается от 450 м до 250 м. На западном фланге месторождение не оконтурено. В пределах вулканического дацитового купола размером 1,5x2,5км², где прослеживается прожилково-вкрапленное оруденение, необходимо продолжить поиски руд в его экзоконтакте.

Месторождение Бу Суфа выявлено на севере вулканического массива. В отличие от месторождения Уэд эль Кебир массивные барит-полиметаллические руды здесь отсутствуют. Прожилково-вкрапленные медные руды прослежены в экзо- и, в меньшей степени, в эндоконтактах субвулканических тел диорит-порфиридов, прорывающих андезиты нижней вулканогенной толщи. Их следует сопоставлять с прожилково-вкрапленными рудами, залегающими ниже основной залежи на месторождении Уэд эль Кебир.

Вещественный состав руд

Руды месторождения Уэд эль Кебир имеют следующий состав: галенит, сфалерит, халькопирит, пирит, барит, кварц. Блёклые руды, энаргит, золото, иорданит, пирротин, бурнонит, арсениопирит, джемсонит, борнит отмечаются реже. *Пирит с марказитом* образуют тонкозернистые колломорфные агрегаты, слагающие серноколчеданные руды, гнёзда - от 1см до 10 см, неравно-мерную вкрапленность - 0,01-5 мм. Наряду с пирит-марказитом широко развит мельниковит-пирит в виде тонкой (0,01 мм) вкрапленности, гнёзд - до 0,5 мм и мало-

мощных (1-2 мм) прожилков. Пирит-марказит I, выделившийся ранее других минералов и образующий совместно с кварцем колломорфные образования, отмечается в виде реликтов среди барита, сфалерита, галенита, халькопирита. Пирит-марказит II отлагался совместно с основными рудными минералами. Он распространён в тесной ассоциации с халькопиритом, сфалеритом в основной массе руд и в прожилках. *Халькопирит* в рудах образует гнёзда (1-20 мм), сростания, неравномерную вкрапленность, реже прожилки (1-1,5 см), развит в виде эмульсионной вкрапленности в сфалерите. По данным спектрального анализа мономинеральных фракций в халькопирите отмечены: Bi-0.03%, As-0.03%, Sr-0.003%, Ti-0.02%, Mn-0.01%, Cd-0.001-0.06%.

Сфалерит наблюдается в рудах в виде гнёзд (до 3мм), вкрапленности (0,05-1мм), прожилков и сростаний с халькопиритом и галенитом. В рудах со значительным количеством барита он образует мелкозернистые агрегаты с размером зёрен не более 0,1мм, тяготеющие к выделениям пирита-марказита, оконтуривает гнёзда и развивается внутри кристаллов ранее выделившегося барита. Сфалерит сечётся прожилками халькопирита, галенита, барита, продолжавших выделяться после его кристаллизации. Он содержит: Ge-0.0003%, Cd-0.1%, Ga-0.001%, Sb-0.04%, Cu-0.6%, As-0.2%, Sn-0.002%.

Галенит широко развит в рудах месторождения в виде гнёзд (до 1 см), вкрапленности, сростаний с пиритом-мельниковитом, сфалеритом, халькопиритом, блёклой рудой. Наряду с указанными сростаниями, образовавшимися при одновременном выделении минералов, галенит образует прожилки в сфалерите, халькопирите, что указывает на более продолжительный период его выделения. В массивных барит-полиметаллических рудах отмечаются гнёзда крупнозернистого перекристаллизованного галенита. Галенит развит большей частью на границе выделений барита, сфалерита, халькопирита. В его мономинеральной фракции отмечены: Ag-300 г/т, Sb-1%, Ti-0.03%, Ga-0.001%. Золото встречается в галените, халькопирите, иорданите в виде единичных зёрен (1-3 мкр).

На месторождении Бу Суфа в предрудную стадию отмечено образование пирита, кварца. В рудную – отлагались: барит, пирит, кварц, халькопирит, энаргит. В меньшей степени получили развитие: борнит, халькозин, тетраэдрит, марказит, сфалерит, галенит, золото. Зона окисления мощностью 35 м характеризуется развитием малахита. В зоне вторичного сульфидного обогащения (до 30м) отмечены: борнит, золото, халькозин, ковеллин, куприт, самородная медь.

Текстуры и структуры руд

По текстурным особенностям на месторождении Уэд эль Кебир выделяется два основных типа руд – массивные и прожилково-вкрапленные.

Массивные руды составляют около 25% от всех запасов. Они развиты в верхней части рудного тела. Основная масса руд сложена аллотриоморфнозернистым, неравномернозернистым агрегатом барита с вкрапленностью сульфидов. В барите отмечаются светлые участки перекристаллизации, реликты первичной обломочной текстуры замещенной породы. Характерны взаимопереходы от руд с равномернозернистой структурой к рудам неравномернозернистым и гнездовым. Среди массивных руд в подчинённом количестве отмечаются руды почковидной и полосчатой текстур. Они представлены сплошными выделениями пирит-марказита почковидного строения с наложенной сфалерит-халькопирит-галенитовой минерализацией. Полосчатые разности отмечены среди массивных руд и в их подошве в западной части месторождения. В массивных рудах наблюдаются вытянутые первичные глобулярные скопления пирит-марказита, между которыми развиты основные рудные минералы. В западной части месторождения в подошве залежи массивных руд вскрыты слоистые туфопесчаники с мелкозернистым агрегатом сидерита. Вдоль слоистости породы наблюдаются выделения пирита, барита, халькопирита и сфалерита в виде гнёзд и невыдержанных по мощности мелких линз. Полосчатость ещё больше подчеркивается поздним галенитом, который локализуется по краям пирит-сфалерит-халькопиритовых линз. В рудах с реликтовой брекчиевой текстурой отмечается развитие рудной минерализации по мелкозернистому цементу туфов, а также замещение отдельных обломков размером до 2-5 см. Массивные барит-полиметаллические руды с глубиной сменяются *прожилково-вкрапленными*. Последние слагают зоны значительно большей мощности, достигающие 40 м. Прожилки (1-2 см) сложены баритом, кварцем, сидеритом и рудными минералами. Прожилково-вкрапленные руды часто сменяются вкрапленными и гнездовыми. Руды неравномернозернистые, наряду с тонкой вкрапленностью сульфидов, часто отмечаются их сростания, мономинеральные гнёзда и выделения крупнозернистых (1 мм.) галенита и халькопирита. Породы, вмещающие прожилково-вкрапленное оруденение, содержат до 20% каолинита, гидрослюд, карбонатов и серицита.

Химический состав руд

Руды месторождения Уэд эль Кебир комплексные. Кроме свинца, цинка и меди практический интерес представляют: серебро, золото, барит, кадмий и сера пиритная. По содержанию полезных компонентов на месторождении выделяется два типа руд - богатые, в основном, массивной текстурой, и рядовые. Богатые барит-полиметаллические руды содержат: Pb-7%, Zn-4.26%, Cu-1.18%, Ag-218.9 г/т, Au-1.45 г/т, BaSO₄-36.3%. Рядовые полиметаллические руды характеризуются более низкими содержаниями: Pb-1.48%, Zn-1.37%, Cu-0.39%, Ag-39.4 г/т, Au-0.3 г/т, BaSO₄-4-5.0%.

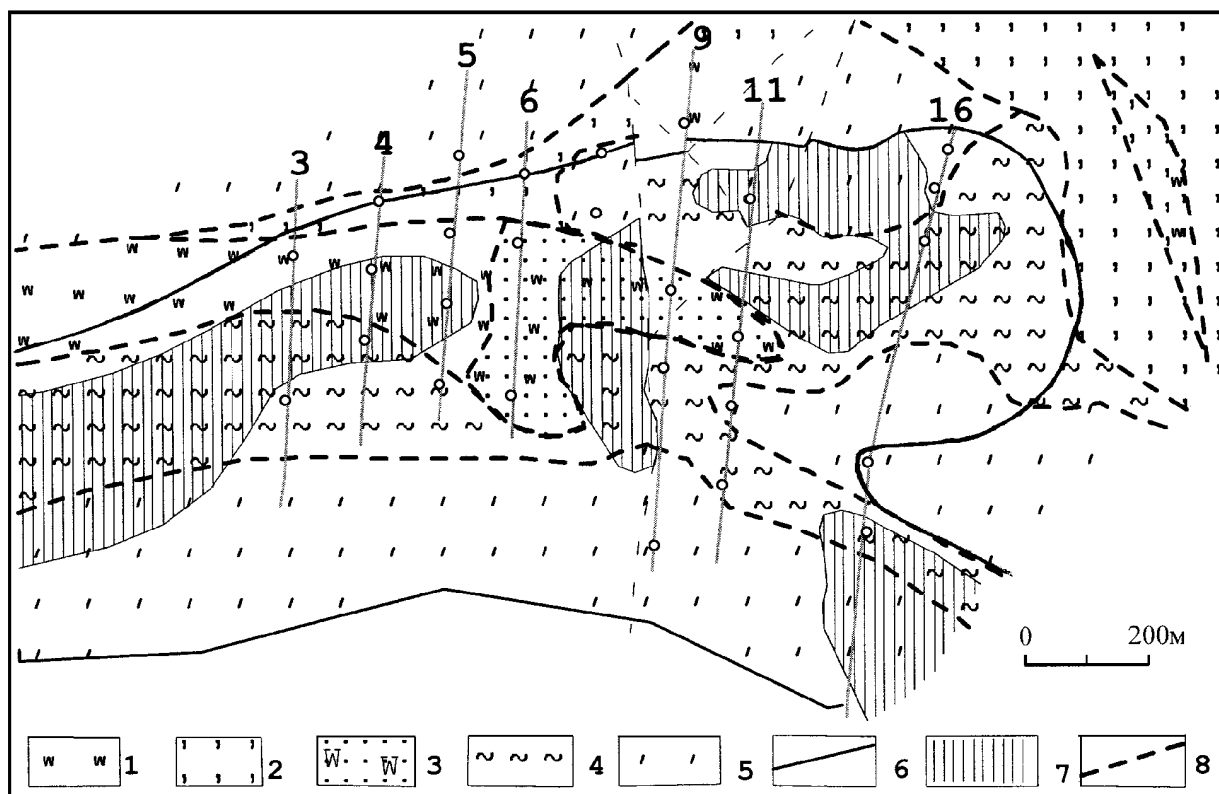


Рис. 3. Схема горизонтальной зональности гидротермально-измененных пород андезитовой толщи месторождения Уэд эль Кебир: 1 - монокварциты; 2 - андезиты окварцованные; 3 - алунитовые кварциты; 4 - гидротермальные аргиллиты (мощность более 10 м); 5 - зоны менее интенсивной аргиллизации; 6 - проекция рудного тела; 7 - проекция массивных богатых барит-полиметаллических руд; 8 - контакты гидротермально-измененных пород.

Гидротермальные изменения рудовмещающих пород

Детальное изучение шлифов и керн буровых скважин позволило проследить зональность гидротермальных изменений пород в пределах рудного поля месторождения Уэд эль Кебир (рис.3). По интенсивности их проявления выделяются: внутренняя, промежуточная и внешняя зоны. Формирование зон происходило одновременно по мере просачивания и изменения состава растворов.

Минеральный состав указанных зон и масштабы их развития указывают на широкое проявление стадии выщелачивания, характеризующейся выносом из пород оснований, компенсируемым осаждением кварца, карбонатов. *Внутренняя зона* сложена монокварцитами, кварцитами кварц-алунитовой и кварц-алуни-каолининовой фаций. Вторичные кварциты развивались по ослабленным зонам, вдоль которых происходила наиболее интенсивная циркуляция растворов. Широкому проявлению алунигизации в верхней части андезитового комплекса способствовало смешение гидротермальных растворов с вадозными водами. Смешение богатых кислородом вадозных вод с сероводородными растворами приводило к образованию сернокислых растворов, производивших выщелачивание пород с образованием алуниита. *Промежуточная зона* включает в себя кварц - каолинит-карбонат-

гидрослюдистую и кварц-каолинит-карбонат-серицитовую фации. Она получила асимметричное развитие по обрамлению внутренней зоны и ниже перекрывающих рудное тело черных аргиллитов.. В пределах зоны развиты измененные, иногда до глинистого состояния, породы – гидротермальные аргиллиты. Интенсивное развитие и увеличение их площади на восток по простиранию кварцитов внутренней зоны свидетельствует о направленности движения гидротермальных растворов в восточном направлении вдоль тектонической зоны. При этом в значительных масштабах произошло формирование метасоматических фаций: монокварциты → алунитовые кварциты → гидротермальные аргиллиты. Обособленно по отношению к фациям указанных метасоматитов проявлен более поздний метасоматоз с образованием диаспора и гипса, получивший развитие в восточной части месторождения. Диапор и гипс отмечены в виде прожилков и гнёзд (0,6-1,6 мм). Мощность зон с гипсовой минерализацией по скважинам составляет 50-110 м. Гипс сечёт прожилки сидерита, обрамляет скопления пирита, барита, кальцита, образует густую сеть прожилков. В андезитах установлены участки мощностью до 5 м, полностью замещённые гипсом. На востоке месторождения также отмечено отложение самородной серы. Самородная сера прослежена в лежачем боку барит-полиметаллических руд в виде вкрапленности и гнёзд (до 3 мм) на рас-

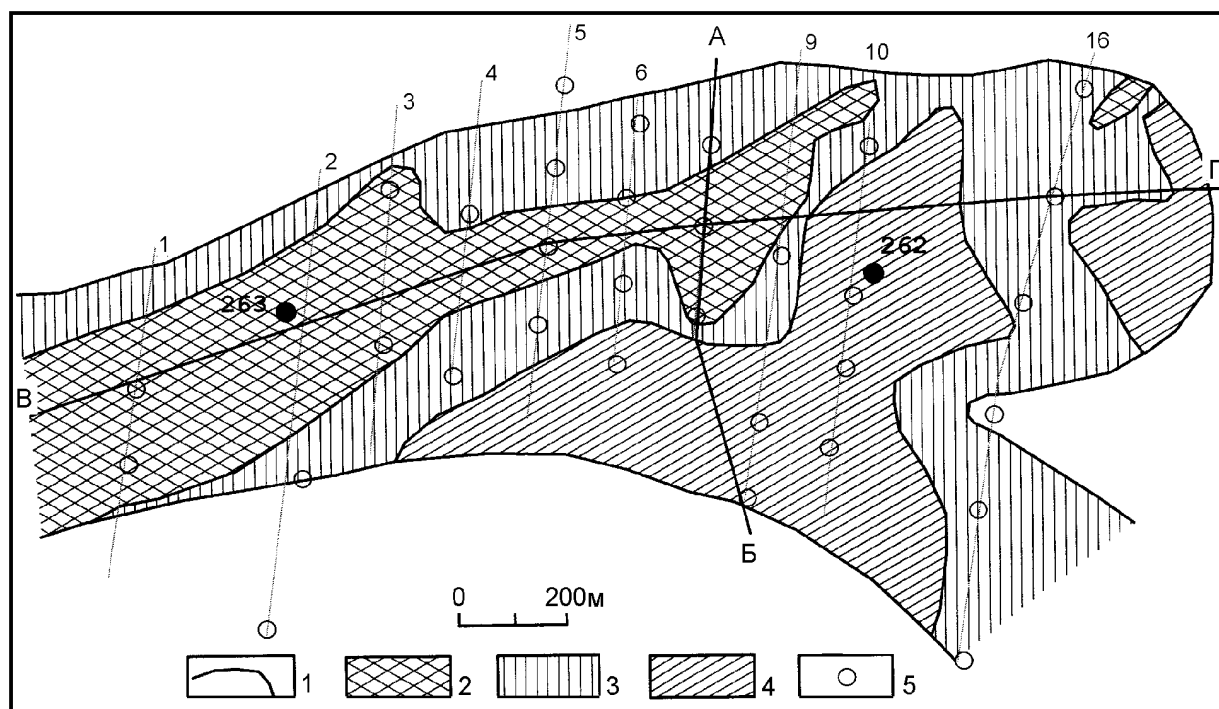


Рис. 4. Горизонтальная зональность химического состава руд месторождения Уэд эль Кебир: 1 - проекция контура рудного тела; 2 - руды полиметаллические с содержанием Cu более 1%; 3 - руды полиметаллические; 4 - руды полиметаллические с преобладанием Zn ; 5 - скважины.

стоянии до 50 м от контакта, отмечены также прожилки кальцита, центральная часть которых vyplнена самородной серой. Огипсование вверх по восстановлению геологической структуры сменяется зоной развития самородной серы. Гипс распространён среди японских месторождений типа Куроко, где гипсовые руды часто сверху сменяются колчеданными, а затем рудами куроко.

Внешняя зона гидротермальных изменений вмещающих пород характеризуется широким развитием, наряду с халцедоном, каолинитом и карбонатами, альбита, хлорита, монтмориллонита, цеолитов. Приведённая зональность имеет сходство с изменениями, сопровождающими оруденение на месторождениях Куроко в Японии [2] (зоны: окремнения → серицит-хлорит-кварцевая → серицит-хлорит-пиритовая → монтмориллонит-цеолитовая).

Зональность оруденения

Промышленное оруденение на месторождении Уэд эль Кебир локализовано среди поля гидротермально-изменённых пород, тяготеет к участкам наиболее интенсивного проявления сольфатарной аргиллизации или располагается в непосредственной близости от последних, что наряду со слабым проявлением изменений, связанных с процессами оруденения, свидетельствует о развитии на месторождении оруденения сопряжённого и сопутствующего типа. Для него характерно некоторое отставание оруденения от гидротермальных изменений, локализация руд в результате эволюции тех же растворов, которые вызвали изменения вмещающих пород. По данным бурения скважин на место-

рождении прослежены горизонтальная и вертикальная зональности оруденения.

Горизонтальная зональность. Изучение распределения основных рудных минералов – галенита, сфалерита и халькопирита позволило выделить участки полиметаллических руд с содержанием меди более 1%, участки с преобладанием галенита и сфалерита (рис.4). Полиметаллические руды с содержанием меди более 1% прослеживаются в виде полосы северо-восточного простирания в центральной части рудного тела. Площадь их развития совпадает с зонами проявления наиболее интенсивных гидротермальных изменений. Полиметаллические руды с преобладанием галенита получили наиболее широкое развитие. Они примыкают к вышеописанным рудам в центральной части рудного тела, а также чередуются к востоку с полиметаллическими рудами, характеризующимися преобладанием сфалерита. Последние тяготеют к восточному флангу рудного тела, чередуются в виде полос со сфалерит-галенитовыми рудами, образуя поперечную зональность. Приведённая горизонтальная зональность обусловлена направленностью движения рудоносных растворов вдоль наиболее проницаемых гидротермально-изменённых участков в северо-восточном направлении. При этом в тыловой части в значительном количестве происходило отложение халькопирита, значение которого в восточном направлении постепенно уменьшается при повышении роли галенита, сфалерита.

Вертикальная зональность. Вертикальная зональность на месторождении (рис.5, таблица) проявлена более чётко. Сверху вниз прослеживаются следующие типы руд:

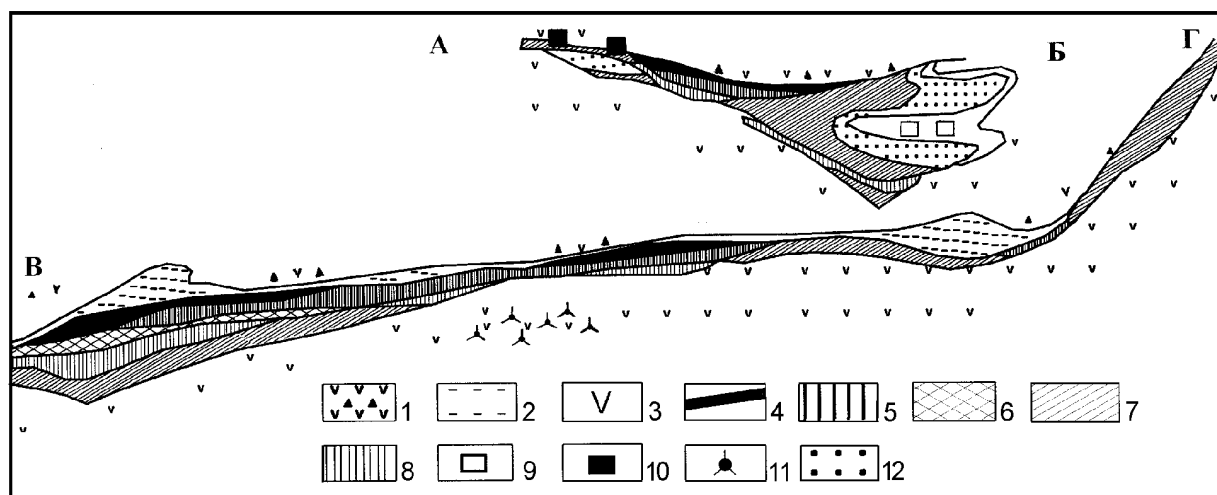


Рис. 5. Вертикальная зональность минерального состава руд месторождения Уэд эль Кебир (АБ - поперечный разрез рудного тела, ВГ - продольный разрез): 1 - андезито - базальты, автобрекчии; 2 - вулканогенно - осадочная толща; 3 - гидротермально измененные андезиты; 4 - барит-полиметаллические массивные руды; 5 - барит-полиметаллические руды с халькопиритом; 6 - галенит-халькопиритовые руды; 7 - галенит-сфалеритовые прожилково-вкрапленные руды; 8 - халькопиритовые прожилково-вкрапленные руды; 9 - сфалеритовая минерализация (Zn - 0,5-1%); 10 - сфалерит-халькопиритовые руды; 11 - галенитовая минерализация (Pb - 1-4,8%); 12 - сфалеритовые прожилково-вкрапленные руды.

Таблица

Вертикальная зональность минерального и химического состава руд по скважинам месторождения Уэд эль Кебир

Скважина 262						
Мощность, м	Характеристика пород и руд	Состав руд, %				
		Pb	Zn	Cu	BaSO ₄	Spyr
	Автобрекчии андезито-базальтов	<0.1	0,040	0,01		
0,2	Барит серый плотный с мельниковит-пиритом	0,36	0,27	0,05	69	5,96
2,0	Плотная среднезернистая чёрная руда с вкрапленностью крупнозернистого галенита	22,92	16,02	0,75	11,34	17,07
2,0	Плотная среднезернистая чёрная руда с баритом, в барите прожилки сфалерита	9,26	13,03	0,60	28,07	17,47
1,0	Тонкозернистая плотная черная руда	11,46	16,54	0,39	36,84	2,29
0,7	Вкрапленная мелкозернистая руда в метасоматитах по туфам андезитов (Gal+Sph)	13,61	14,66	0,17	25,66	2,03
1,2	Прожилково-вкрапленная руда в гидротермальных аргиллитах (Gal+Sph)	6,65	6,87	0,44	19,5	5,15
3,0	Прожилково-вкрапленная халькопиритовая руда в гидротермальных аргиллитах	0,84	0,33	2,10	2,88	16,39
0,9	Вкрапленная бедная минерализация в гидротермальных аргиллитах	0,42	1,04	0,31	1,91	9,49
1,5	Прожилково-вкрапленная руда в гидротермальных аргиллитах с гнёздами пирита	1,67	5,71	0,36	5,83	27,22
1,6	Кварцит с баритом, гнёздами и вкрапленностью пирита, галенита, сфалерита, халькопирита	3,77	7,20	0,60	45,14	14,62
	Гидротермальный аргиллит с вкрапленностью сидерита и халькопирита	0.20	0.09	0.33	0.96	4.2
Скважина 263						
	Андезито-базальты					
1,0	Аргиллиты чёрные	<0,1	0,01	0,05	0,4	
1,8	Чёрная плотная руда с белыми прожилками и гнёздами барита	13,82	1,92	0,75	32,94	9,89
1,7	Полосчатая барит-полиметаллическая руда с прослойками туффита и линзой халькопирита (0,2м.) у нижнего контакта	5,63	1,35	6,50	31,12	11,92
1,1	Чёрная плотная руда	5.44	3.85	2.30	28.94	24.37
0,8	Колчедан (Pyr+Chp)					
1,2	Кварцит с гнёздами халькопирита	1,94	0,26	9,50	0,14	8,70
2,8	Прожилково-вкрапленная руда в гидротермальных аргиллитах	0,55	0,99	1,25	2,70	7,58
	Гидротермальный аргиллит с вкрапленностью сульфидов	0,35	0,43	0,14	3,76	11,9

-барит-полиметаллические массивные руды, сложенные: баритом (20-80%), сфалеритом и галенитом (10-20%), пиритом (5-20%), золотом и серебром, количество серебра в сторону висячего бока увеличивается; следует отметить, что серебро, кроме галенита, связано с блёклыми рудами (теннантитом, тетраэдритом, биннитом);

-барит-полиметаллические (Gal+Sph+Chp) богатые руды с вкрапленностью и гнездами халькопирита, линзами (до 0,5 м) медного колчедана, по простиранию залежи на юго-западе отмечается их переход в галенит-халькопиритовые;

-прожилково-вкрапленные халькопиритовые руды в зонах окварцевания;

-прожилково-вкрапленные бедные (Pb+Zn до 6%) руды, на флангах (см. поперечный разрез АБ) они сменяются сфалеритовыми рудами, переходящими в оруденелые зоны с содержанием Zn-0.5-1%. Полный ряд зональности прослеживается не везде. Приведённая зональность имеет прямое сходство с зональностью пологозалегающих рудных залежей типа куроко в Японии [2]. От висячего бока к лежащему в указанных рудных залежах ниже баритовых руд прослеживаются:

-зона чёрной массивной руды (куроко), сложенной: галенитом, сфалеритом, (Pb+Zn до 35%), баритом- до 65% с небольшим количеством пирита;

-зона желтой массивной руды (око), сложенной халькопиритом, пиритом с небольшим количеством барита, сфалерита, галенита;

-зона медной руды (кейко), сложенная кварцем с переменным содержанием пирита и халькопирита.

Генетические особенности оруденения в вулканическом массиве Кавалло

На основании изучения гидротермальных изменений рудовмещающих пород, текстурно-структурных особенностей руд и зональности оруденения установлен довольно сложный характер процессов рудообразования. Наличие в андезитовых и андезито-базальтовых лавах подушечных текстур, автобрекчий, образовавшихся при быстром охлаждении, наряду с тонкослоистыми аргиллитами вулканогенно-осадочной толщи, содержащими форамениферы, свидетельствуют о подводной вулканической деятельности при формировании вулканоструктуры. В её пределах установлены интрузии диоритовых порфиритов и дацитовый вулканический купол, вблизи которых локализовались рудные залежи месторождений Бу Суфа и Уэд эль Кебир. Пространственная связь дацитовых лавовых куполов и месторождений Куроко установлена на руднике Косака в Японии [3]. В результате развития постмагматических гидротермальных изменений и широкого проявления сольфатарной аргиллизации формировалась метасоматическая колонка гидротермально-изменённых пород. Развитие её в северо-восточном и восточном направлениях на

месторождении Уэд эль Кебир обусловлено направленностью просачивания гидротермальных растворов вдоль тектонической зоны. При широком проявлении стадии кислотного выщелачивания происходило отложение серноколчеданных руд, сложенных мельниковит-пиритом, марказитом и пиритом. Образование их осуществлялось в подводных условиях из сернокислотных растворов, содержащих сульфат железа, выщелоченного из вмещающих пород. Как показали результаты буровых работ, одновременно с отложением серноколчеданных руд происходило отложение сидерита. Сидерит отмечен в вулканогенно-осадочной толще между месторождениями Бу Суфа и Уэд эль Кебир, а также на западном фланге месторождения Уэд эль Кебир (сидеритовые руды с включениями сфероцитов размером до 0,4 мм, тонкополосчатые сфероцитовые руды). О гидротермально-осадочном генезисе серноколчеданных линз свидетельствуют обломки пиритовых стяжений в кровле вулканогенно-осадочной толщи, отсутствие гидротермальных изменений в перекрывающих рудную залежь аргиллитах. Среди массивных руд в меньшем количестве отмечаются тонкополосчатые руды, сложенные глобулярным пиритом и прослойками тонкозернистого пирита со сфалеритом, а также прослойки тёмных аргиллитов, чередующиеся с тонкозернистым пиритом, содержащим мелкие гнезда галенита. Указанные руды также рассматриваются как сингенетичные. Формирование колчеданно-полиметаллических руд сопровождалось метасоматозом с замещением туфов и отложением барита, сфалерита, халькопирита, галенита. Отложение рудных минералов осложнялось внутрирудными подвижками. После завершения процессов рудообразования происходило отложение гипса и самородной серы. Зоны развития гидротермальных аргиллитов, характеризующиеся высокой пористостью, были наиболее благоприятны для продвижения рудоносных растворов. Богатые участки оруденения совпадают с зонами интенсивной аргиллизации, где мощность гидротермальных аргиллитов достигает 10 м и более. На месторождении установлено совпадение направления движения растворов, вызвавших изменения вмещающих пород и зональность рудоотложения. Руды подвержены слабому метаморфизму, выраженному в перекристаллизации мельниковит-пирита, пирита, галенита.

На месторождении Бу Суфа оруденение (пирит, халькопирит, борнит, энаргит, золото) локализовалось в эндо- и экзоконтактах субвулканических тел диоритовых порфиритов, в зонах тектонических нарушений и среди андезитовых автобрекчий. Руды прожилково-вкрапленные. В южной части месторождения выявлены энаргитовые рудные тела. Характерно повышение на верхних горизонтах содержания золота до 3-4 г/т, образование зоны вторичного сульфидного обогащения.

Во Львовском университете проведены исследования по изучению температуры рудоотложения минералов основной рудной залежи на месторождении Уэд эль Кебир: 1-пирит-марказит (8 образцов) декрепитирует при 260°C; 2-барит (4 образца) декрепитирует при 260°C-240°C. На месторождении Бу Суфа в барите из линз барит-эннергитового состава исследована группа газовой-жидких включений с температурами гомогенизации 210°C-215°C. По данным исследований руд месторождения Саканаи в Японии [4] установлено, что вероятные температуры образования чёрных руд составляют 80-250°C. Диапазон температур 210°C-260°C, определённый для руд месторождений Уэд эль Ке-

бир и Бу Суфа, сопоставим с приведёнными данными по рудам куроко.

ЛИТЕРАТУРА

1. Glacon J. Recherches sur la geologie et les gites metalliferes du service geologique de L'Algerie // Alger, 1967. - 214 p.
2. Мацукума Т., Хорикоси Е. Месторождения типа Куроко // Вулканизм и рудообразование. - М., 1973. - С. 129-150.
3. Хорикоси Е., Сато Т. Вулканическая деятельность и рудные месторождения на руднике Косака // Вулканизм и рудообразование. - М., 1973. - С. 156-162.
4. Кадзивара И. Некоторые ограничения условий формирования руд куроко // Вулканизм и рудообразование. - М., 1973. - С. 182.