

4. Киевленко Е.Я., Сенкевич Н.Н. Геология месторождений поделочных камней. – М.: Недра, 1976. – 280 с.
5. Киевленко Е.Я. Поиски и оценка месторождений драгоценных и поделочных камней. – М.: Недра, 1980. – 166 с.
6. Сребродольский Б.И. Геологическое строение и закономерности размещения месторождений янтаря СССР. – Киев: Наукова думка, 1984. – 166 с.
7. Юшкин Н.П. Янтарь арктических областей. - Препринт / Коми филиал АН СССР. – Сыктывкар, 1973. – 45 с.
8. Соколова Т.Н. Янтареподобные ископаемые смолы (на примере Хатангского района): Автореф. дисс. ... канд. геол.-минер. наук: 04.00.20 / ЛГУ. – Л., 1987. – 24 с.
9. Краснов С.Г. Геология и янтареносность палеогена Калининградской области: Автореф. дисс. ... канд. геол.-минер. наук: 04.00.01 / Лен. горн. ин-т. – Л., 1977. – 24 с.
10. Ажгиревич Л.Ф., Богдасаров А.А., Затуренская Л.Я., Непокульчицкая В.Д., Урьев И.И. Проблемы янтареносности Беларуси. – Минск: БелГЕО, 2000. – 144 с.
11. Богдасаров М.А. Янтарь из антропогенных отложений Беларуси. – Брест, 2001. – 136 с.
12. Богдасаров М.А., Гречаник Н.Ф. Критерии прогноза янтареносности территории Балтийско-Днепровской провинции в пределах восточной части Подляско-Брестской впадины // Веснік Брэсцкага ўніверсітэта, 2004. – № 1 (38). – С.98-103.

© Гречаник Н.Ф., Богдасаров М.А., 2006

УДК 553.435

Докт. геол.-мин. наук ЗАЙКОВ В.В. (Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс, Россия)

## ЭНДОГЕННАЯ МЕТАЛЛОГЕНИЯ ПАЛЕОЗОЙСКИХ ОКЕАНИЧЕСКИХ СТРУКТУР

Эндогенная металлогения палеозойских океанических структур ярко выразилась в формировании колчеданных месторождений, имеющих важное промышленное значение как источников медных, медно-цинковых и колчеданно-полиметаллических руд. Исследование этих месторождений в последние годы проводится под знаком сравнения с сульфидными рудами современных океанов, что позволяет реконструировать процессы рудоотложения и установить масштабы регенерации в результате пострудных магматических и динамометаморфических процессов. Такие работы проводятся интенсивно в колчеданосных провинциях и рудных районах Испании, Канады, США, Кипра. Соответствующие исследования в палеозойских складчатых поясах имеют большие возможности, так как здесь широко развиты палеоокеанические комплексы и проводится интенсивная разработка приуроченных к ним месторождений.

**Колчеданные месторождения в риолит-базальтовых комплексах окраинно-морских структур.** В риолит-базальтовых комплексах колчеданные месторождения приурочены к зонам локального растяжения. По формационной принадлежности месторождения относятся к серноколчеданному, медно-цинково-колчеданному и колчеданно-полиметаллическому типам.

К структурам Саяно-Тувинского окраинного моря относятся рифты, сложенные базальтовыми и риолит-базальтовыми комплексами. Месторождения приурочены к деформированным бортам рифтов.

**Серноколчеданные месторождения Подарок и Эдыгейское** приурочены к кремнисто-базальтовому комплексу вендско-кембрийского возраста. Рудовмещающим является фтанит-терригенно-базальтовый комплекс, морфология сульфидных залежей пластовая, состав руд - пиритовый, пирротин-пиритовый, мощности рудных залежей от

3-5 до 10-20 м. Преобладающая текстура руд полосчатая, обусловленная чередованием полос с микрокристаллической, колломорфной и глобулярной текстурами. Рудоносными структурами являлись брахиформные и линейные депрессии, расположенные между вулканическими грядами. Рудные залежи формировались на трех-пяти уровнях в вулканогенно-осадочной толще мощностью 200-600 м. Накопление сульфидов сопровождалось осаждением гидротермальных силицитов на флангах и в кровле рудных тел.

**На Анахемском рудном поле** пирротиновые руды секутся кварцевыми жилами с гнездами галенита. В кварце по трещинкам присутствуют пленки золота, зерна теллуридов и сульфидов серебра размером первые десятки микрон. Галенит содержит мелкие обособления сульфида кадмия.

**Медно-цинково-колчеданная формация** характерна для риолит-базальтовой формации двух структур: Северо-Саянской палеоостроводужной (Маинское месторождение) и Улугуйской околорифтовой (Кызыл-Ташское месторождение). Рудные залежи имеют пластообразную форму и сложены халькопирит-сфалерит-пиритовыми, пирит-пирротиновыми рудами однородной и полосчатой текстур. На рудные залежи оказали влияние интрузии гранитоидов и габброидов, что привело к формированию сканированных пород, магнетитовых и сульфидно-магнетитовых руд с порфиробластами роговой обманки. Наиболее золотоносными являются деформированные халькопирит-сфалеритовые разности с прожилками кальцита и кварца (содержание Au - 2-3 г/т).

В результате термобарогеохимических исследований кварца установлено, что в растворах преобладали системы с участием  $MgCl_2$ ,  $NaCl$ ,  $CaCl_2$ , при возможном участии  $FeCl_2$ , соленостью 8-22 мас.% и температурой гомогенизации до 318°C. На этом основании сделан вывод, что в формировании наложенной минерализации участвовали магматогенные флюиды.

**Колчеданно-полиметаллическая формация** изучена в кембрийском риолит-базальтовом комплексе, развитом на бортах рифтов Саяно-Тувинского окраинного моря. Гидротермально-осадочное рудообразование наиболее полно проявилось в вулканотектонических депрессиях, разделявших палеовулканические хребты, параллельные рифтам. При изучении Кызыл-Таштыгского рудного поля установлено, что глубина грабенов достигала 600-900 м при ширине 3-7 км. При заполнении впадины сначала отлагались серно-колчеданные руды в кратерной воронке, а затем холмообразные и субпластовые колчеданно-полиметаллические тела, которые располагаются на трех уровнях и имеют значительные отличия по составу. Верхний уровень обогащен баритом и галенитом, а нижний - халькопиритом. В минералогическом отношении наиболее богатыми являются барит-полиметаллические руды в кровле серно-колчеданного тела. Барит содержит зерна электрума, агрегаты пирсеита и выделения теннантита с серебрясодержащей каймой шириной первые мкм.

По данным термобарогеохимических исследований температуры гомогенизации флюидных включений в барите составляют 110-350°C, состав растворов был близок составу морской воды (преобладание  $NaCl$  с незначительными примесями  $KCl$  и  $Na_2SO_4$ ), концентрация солей 1.9-5.2 мас.%, что очень близко к соответствующему параметру морской воды. Сходные составы гидротермальных растворов характерны для флюидных включений в баритах и кварце медно-цинково-колчеданных и золото-колчеданно-полиметаллических месторождений Урала.

К **Сакмарскому спрединговому бассейну** отнесены структуры, сложенные осадочно-вулканогенными комплексами ордовикского и силурийского возраста. Сформировавшиеся в спрединговом бассейне осадочно-вулканогенные комплексы

ордовика и силура (кремнистый, базальтовый, риолит-базальтовый) находятся ныне в аллохтонном залегании и образуют синформы поперечником десятки км.

**Медно-цинково-колчеданное месторождение Яман-Касы** входит в состав Медногорского рудного района. Рудовмещающей структурой является Блявинская синформа овальной формы с поперечником около 10 км. В ее подошве залегает серпентинитовый меланж, а разрез представлен тремя тектоническими пластинами ордовикских, силурийских и девонских осадочно-вулканогенных отложений. Палеотектонические реконструкции показали, что рудоносные силурийские образования формировались в рифте шириной 3-5 км.

По данным геологоразведочных и эксплуатационных работ рудная залежь имеет асимметрично-линзовидную форму и наклонена на запад под углом 30-60° согласно напластованию пород. Диаметр этого сооружения 90-100 м, максимальная мощность 37 м. На южном и восточном флангах залежь имеет пластовую форму с мощностью, постепенно уменьшающейся от 10-12 м до полного выклинивания. Это сооружение реконструировано как сульфидный холм. Непосредственно в кровле холма, на месте предполагаемого выхода гидротерм, выявлены фрагменты биостромов с остатками палеовестиментифер, гастропод, пелеципод, брахиопод (гидротермально-биогенная фация). На флангах постройки распространены рудокластические брекчии, состоящие из глыб сфалерит-пиритовых и халькопирит-пиритовых руд. С удалением от сульфидного холма элювиальные брекчии сменяются проксимальными и дистальными рудными турбидитами. Под сульфидным холмом, сложенным сфалерит-халькопиритовыми рудами, располагается изометричная в плане линза серного колчедана, фиксирующая положение рудоподводящего канала. В подрудных дацитах, превращенных в серицит-кварцевые метасоматиты, встречаются многочисленные халькопирит-пиритовые и барит-сфалеритовые прожилки.

**Западно-Магнитогорская палеоостровная дуга** состоит из 3 отрезков, соответствующих структурно-формационным зонам. Золото-колчеданно-полиметаллические месторождения приурочены к Баймак-Бурибайской зоне, в которой развиты породы риолит-базальтового и андезит-базальтового комплексов. В центральных частях блоков толщи имеют пологое залегание, а вдоль ограничителей - интенсивно дислоцированы с образованием круто поставленных пластин. Этими деформациями затронуты и отложения верхнего девона - нижнего карбона, слагающие смежные грабен-синклинали.

**Золото-колчеданно-полиметаллическое месторождение Таш-Тау.** В структурном отношении месторождение приурочено к грабену в сводовой части базальтовой гряды северо-восточного простирания, перекрытой потоками андезитов, дацитов и риолитов.

На месторождении установлено три рудных тела, отличающихся по морфологии и механизму рудоотложения. Южное тело имеет холмообразную форму, длину 430 м, ширину 80-160 м, мощность 10-25 м. Его основу составляют два сросшихся сульфидных холма, залегающих субгоризонтально и имеющих высоту 20-25 м, диаметр 50-100 м. Центральное рудное тело имеет овальную в плане форму размером 40\*100 м и включает небольшую холмообразную постройку, реликты которой представлены линзой сплошных сфалерит-халькопирит-пиритовых руд мощностью 3-8 м. Северное рудное тело имеет форму ленты шириной 10-40 м и длиной 360 м. В ее центральной части присутствуют 2-3 горизонта обломочных руд мощностью 1-15 м, а на северном и южном флангах зафиксирован горизонт сульфидных песчаников мощностью десятки сантиметров - первые метры.

Главными минералами руд являются пирит, халькопирит и сфалерит. Из второстепенных минералов в рудах установлены галенит, теннантит, борнит. Среди

редких минералов в борнитсодержащих рудах определены гессит, яшпайт, германит, штроемерит, кервеллеит. Анализ распределения золота и серебра в Южном холме [1] показал, что богатые руды с содержаниями Au - 5-20 г/т и Ag - 50-200 г/т образуют субвертикальные зоны в рудоподводящих каналах, а также приурочены к кровле залежи. Первые соответствуют рудоподводящим каналам, в которых выделяется несколько слоев, отличающихся по минеральному составу и морфологии зерен. Вторые являются продуктами субмаринного гипергенеза сульфидных залежей.

**Восточно-Магнитогорская палеоостровная дуга** имеет сложное строение, что обусловлено большой фациальной изменчивостью вулканических комплексов и присутствием гранитоидных массивов. Колчеданоносной структурой является Учалинско-Александринская зона, в пределах которой исследовано Александринское месторождение.

**Александринское месторождение** залегает в линейном грабене северо-восточного простирания [2]. Структура прослеживается на 10 км по ксенолавокластическим фациям, сульфидной и окисно-железистой минерализации. Положение контуров рудоносного палеогидротермального поля совпадает с депрессией, заполненной вулканогенно-осадочными отложениями и известняками.

В северной части рудной залежи над штокверковой зоной встречаются типичные палеогидротермальные каналы, располагавшиеся в отличие от труб «черных курильщиков» глубже поверхности кровли залежи. Стенки каналов инкрустированы крупнозернистыми агрегатами халькопирита и сфалерита. Поблизости от труб обнаружены реликты трубчатых сульфидных червей, напоминающих полихеты.

С субмаринным гипергенезом руд связано появление борнита, барита, гематита, люминесцирующего сфалерита, халькозина, энаргита и станнина [3]. С субмаринной гипергенной фацией связано концентрирование золота до 10-15 г/т. В борнитовой субфации вместо гессита ( $Ag_2Te$ ) появляется штроемерит ( $CuAgS$ ), вместо алтаита ( $PbTe$ ) - галенит ( $PbS$ ). В баритовой субфации серебряная минерализация представлена акантитом ( $Ag_2S$ ). Теллур переходит в состав теннантита. Обилие этих минералов при ограниченном количестве теллуридов отличает это месторождение от типичных колчеданных месторождений уральского типа (Яман-Касы) и сближает его с месторождениями типа куроко (баймакского).

**Медноколчеданные месторождения в базальтовых комплексах задуговых бассейнов.** На Южном Урале медноколчеданные месторождения в базальтовых комплексах известны в Западно-Мугоджарской и Орско-Домбаровской зонах, которые реконструируются как задуговые бассейны в составе Магнитогорской палеоостроводужной системы [4]. Основанием для такого заключения послужили результаты геологических и минералого-геохимических исследований, которыми установлено сходство базальтоидов с породами задуговых бассейнов западного сектора Тихого океана.

**Орско-Домбаровский задуговой палеобассейн** в тылу Восточно-Магнитогорской палеоостровной дуги вмещает несколько медно-цинково-колчеданных месторождений. Наиболее крупное *Летнее месторождение* разрабатывается с 2000 г. карьером, что позволило провести крупномасштабное рудно-фациальное картирование, изучить вещественный состав руд и вмещающих пород. Рудная зона прослеживается на 1.5 км при ширине 500 м и вмещает 8 линзообразных рудных тел, прослеженных по простиранию на 400-550 м, по падению на 15-250 м. При картировании карьера было установлено, что рудные тела являются тектонически разобщенными фрагментами двух пластовых залежей, подошвы которых наследует неровности палеорельефа [5].

Наблюдается закономерность распределения текстурно-минералогических типов руд. Массивные и брекчиевидные маггемит-магнетитовые, гематит-магнетитовые и

магнетит-пиритовые залегают в основании рудных тел. Вверх по разрезу появляются линзовидно-полосчатые слоистые сфалерит-халькопирит-магнетит-пиритовые и далее массивные сфалерит-халькопирит-пиритовые руды. В кровле залежи фрагментарно проявлены продукты полного субмаринного окисления руд - госсаниты. Тектурные особенности и характер зональности рудной залежи показывают принадлежность руд к кластогенной фации.

В составе залежей установлены кобальтинсодержащие пирит-халькопиритовые руды, имеющие крупные обособления пирита и халькопирита. Этот тип руд часто занимает секущее положение по отношению к сланцеватости и полосчатости и частично контролируется контактами даек [6]. Состав руд: халькопирит (50-70%), пирит (10-15%), сфалерит (1-3%), кобальтин, пирротин, актинолит, кварц, эпидот. Кобальтин и другие кобальтовые минералы тяготеют к границам между халькопиритом и пиритом и корродируют последний, а иногда образуют собственные скопления в халькопирите.

Таким образом, текстурно-структурный анализ подтверждает первичную кластогенную природу руд и свидетельствует о значительном влиянии на современный текстурный рисунок и минералогический состав процессов диагенеза и пострудного динамо- и контактового метаморфизма.

**Кобальт-медноколчеданные месторождения мафит-ультрамафитовых комплексов аккреционных призм палеоостроводужных систем.** Среди семейства колчеданных месторождений на Урале известны кобальтсодержащие залежи, приуроченные к ультрамафитам и мафитам Главного Уральского разлома (ГУР). Палеогеодинамические реконструкции показали, что рудовмещающие комплексы являются фрагментами *аккреционной призмы Магнитогорской палеоостроводужной системы* [7]. Главными особенностями этих объектов являются повышенные содержания в рудах никеля, кобальта, хрома, концентраторами которых являются сульфоарсениды, арсениды и хромшпинелиды.

*Ишкининское, Ивановское и Дергамышское кобальт-медноколчеданные месторождения* располагаются на южном фланге ГУР и примыкают к крупным колчеданосным районам: Гайскому и Баймак-Бурибайскому. История структурно-вещественных комплексов, представленных в структурах месторождений, включает рифтовый, субдукционный и коллизионный этапы [1]. С рифтовым этапом на месторождениях связано формирование ордовикско-силурийской офиолитовой ассоциации, куда входят толеитовые базальты и углеродисто-кремнистые породы сакмарской свиты и ультрамафиты. Серпентиниты в этот период еще не были выведены на поверхность, о чем говорит отсутствие обломочного ультрамафитового материала в микститах и хромшпинелидов в песчаниках сакмарской свиты.

В период субдукции сформировалась энсиматическая Западно-Магнитогорская островная дуга, отдельные фрагменты которой установлены в зоне ГУР и представлены комплексами аккреционной призмы, преддугового бассейна и активной дуги. В аккреционной призме формировались вулканогенно-кремнистые олистостромы баймак-бурибайской и ишкининской свит с псаммито-псефитовым матриксом и разнообразными олистолитами, включающими островодужные вулканы, магматические и кремнистые породы, серпентиниты и офикальцитовые брекчии. Присутствие в олистостромах обломочного ультрамафитового материала и хромшпинелидов указывает на то, что в этот период серпентиниты уже были выведены в область эрозии.

Ультрамафиты на исследованных рудных полях несут на себе «отпечаток» пребывания в структуре аккреционной призмы. Известно, что у срединно-океанических и островодужных ультрабазитов резко отличается хромистость в хромшпинелидах. В

хромитах из островодужных ультрамафитов она находится в пределах 0.45-0.90, и это рассматривается в качестве независимого критерия сильной деплетированности составов надсубдукционных перидотитов гарцбургитовой ассоциации.

На исследованных месторождениях хромистость хромитов из ультрамафитов и тальк-карбонатных метасоматитов более 0.6, что подтверждает влияние островодужных событий на характер этих образований [8].

Коллизионные процессы, начавшиеся в конце позднего девона, привели к образованию современных структур рудных полей - антиформы, синформы и блокового меланжа. Главные минеральные типы руд: пирит-пирротиновый, пирит-халькопирит-пирротиновый, сульфоарсенидно-сульфидный, пирит-марказитовый [9]. Рудные минералы представлены 4 ассоциациями: пирротин, пирит, халькопирит и магнетит (I и II ассоциация) образуют массивные, слоистые, прожилково-вкрапленные и обломочные руды. Поздняя прожилково-вкрапленная минерализация состоит из арсенидов, теллуридов, золота, сульфоарсенидов (III ассоциация), сульфидов и оксидов (IV ассоциация). Главными концентраторами кобальта и никеля являются кобальтин, арсенопирит, герсдорфит, глаукодот, никелин и аллоклазит - моноклинный сульфоарсенид кобальта, впервые обнаруженный на Урале. Впервые установлены в колчеданных рудах Урала диарсениды - саффлорит, леллингит, раммельсбергит и крутовит. Золото в рудах месторождений ассоциирует главным образом с сульфоарсенидами и арсенидами кобальта, никеля и железа. Из редких минералов отмечены минералы висмута, теллура и свинца - пильзенит, самородный висмут и раклиджит.

**Условия гидротермально-осадочного рудообразования в палеоокеанических структурах.** К главным факторам, которые определяли особенности гидротермально-осадочного рудообразования в палеоокеанических структурах, относятся палеовулканические, палеотектонические, палеогеографические условия и физико-химические параметры рудоносных растворов.

**Палеовулканические условия,** включающие набор и состав рудоносных формаций, типы вулканогенных сооружений и гидротермальных систем, определяют металлогеническую специализацию руд и масштаб оруденения.

**Палеогеографические условия рудоносных бассейнов.** Структуры, в которых формировались исследованные колчеданосные зоны, являются частью Уральского палеоокеана. Ширина междуговых и задуговых бассейнов реконструируется исходя из предполагаемой скорости спрединга и длительности соответствующего вулканизма.

**Рельеф дна** на окраине палеоокеанов определялся существованием рифтов и островных дуг. Судя по отсутствию наземных фаций, вершины вулканов островных дуг не достигали водной поверхности. Возможно, лишь в период накопления андезит-базальтовой формации вершины островов находились выше уровня моря.

**Глубина бассейнов,** в которых происходило накопление металлоносных отложений, косвенно определена по комплексу признаков, включающих информацию о соотношении с двумя показателями: критической глубиной карбонатакопления (КГК) и уровнем компенсации давления. Для палеозойских океанов первый показатель оценен в 2500-4000 м, а второй - в 500-1000 м [10].

**Палеотектонические условия.** Палеовулканологическое картирование базальтовых комплексов Западных Мугоджар показало, что излияния натриевых базальтов, вмещающих высокотемпературные и низкотемпературные палеогидротермальные поля, проходили в условиях спрединга. Характер спрединга был рассеянный, о чем свидетельствует кулисообразное расположение дайковых роев по простиранию зоны. Таковую интерпретацию подтверждают и факты «перескока» осей растяжения в пределах роев.

**Сдвиговые дислокации**, свойственные современным островодужным структурам, установлены в Баймак-Бурибайском рудном районе. Такие дислокации возникают при диагональном направлении движения погружающейся океанической плиты (косой субдукции).

Палеотектонический анализ, проведенный с целью выявления синвулканических дислокаций в период формирования риолит-базальтового комплекса, показал обстановки сдвига и сжатия. Реконструкция выполнена путем сравнения трещинных систем, заполненных дайками, с полями напряжений, которые смоделированы экспериментальным путем.

Обстановка **внутридуговых локальных раздвигов** весьма характерна для колчеданосных рудных полей, локализованных в верхней толще риолит-базальтовых комплексов. Судя по реконструкциям, образование таких зон раздвига может быть обусловлено крупноамплитудными сдвигами по зонам сложной конфигурации. На Урале сочетание сдвиговых и раздвиговых дислокаций показано для Александрийского рудного района. Зона раздвига является частью линейной структуры, насыщенной дайками различного состава [3].

Во внутридуговых колчеданосных зонах локальных раздвигов так же, как и в современных океанических рифтах и задуговых зонах спрединга, встречаются эдафогенные обломочные отложения, образовавшиеся в результате приразломного сейсмогравитационного обрушения коренных вулканогенных, интрузивных и вулканогенно-осадочных пород. Эдафогенный материал концентрировался у подножия и в «карманах» тектонических уступов, а также в трещинах растяжения — гьярах (Таш-Тауское, Александрийское месторождения).

**Литологические условия формирования** колчеданных месторождений спрединговых бассейнов рассмотрены на примере слабо метаморфизованного месторождения Яман-Касы. На рудном поле установлен латерально-фациальный ряд, отражающий смену элювиальных руд коллювиальными, проксимальными грейдами и, наконец, дистальными турбидитами - ритмитами [11]. Последние являются смесью фонового гиалокластогенного материала, апосульфидного гематит-кварцевого и рудного вещества.

Установлено, что формирование тонкообломочных дистальных отложений сопровождается дифференциацией слагающих их сульфидных компонентов. Главными тенденциями диагенетической эволюции в сульфидных прослоях являются литологические факторы: мощность слойков, гранулометрический состав, соотношение исходных гидротермальных и диагенетических минералов, состав примесей фоновых осадков. Выполненные количественные подсчеты гидротермальных и диагенетических минеральных индивидов в различных литологических типах прослоев показывают увеличение количества диагенетических разностей в ряду брекчии-песчаники-ритмиты.

**Физико-химические условия рудообразования** в палеоокеанических структурах определены на основании термобарогеохимических исследований гидротермальной минерализации и минералогических геотермометров в колчеданных рудах.

Исследование флюидных включений в минералах **медно-цинково-колчеданного месторождения Яман-Касы** позволили установить, что руды этого месторождения формировались при активном участии гидротермальных растворов с относительно невысокими концентрациями солей (с преобладанием NaCl с незначительной примесью MgCl<sub>2</sub>), основой которым служила морская вода. Анализ включений показал, что на Яман-Касинском месторождении преобладающие температуры гидротермальных растворов составляли 100-200°C. Данные по включениям свидетельствуют о более высокотемпературных условиях кристаллизации барита по сравнению с кварцем [12].

Табл. 1. Характеристика рудоносных геодинамических структур Азиатского и Уральского палеоокеанов

Характеристики	Палеоазиатский океан				Уральский палеоокеан			
	1	2	3	4	5	6	7	8
Рифты в глубоководных впадинах окраинного моря - Хемчинская и Куртушибинская зоны	Энеиматическая палеоостровная дуга - Северо-Саянская зона	Борта рифта на континентальном склоне окраинного моря — Улугтойская и Ондульская зоны	Аккреционная призма Западно-Магнитгорской энеиматической палеоостровной дуги - Присакмарская зона	Междугтовые и задугтовые бассейны — Сибайская, Домбаровская, Западно-Мугоджарская зоны	Энеиматическая палеоостровная дуга - Баймак-Вургайская и Ирэндыкская зоны	Энеиматическая палеоостровная дуга - Учалинско-Александринская и Гумбейская зоны		
Ультрамафический фундамент	Ультрамафический и мафический	Сиапический и мафический	Ультрамафический	Мафический, ультрамафический	Мафический, в отдельных блоках, ультрамафический или сиапический	Сиапический, мафический		
Вулканические формации	Натриевых базальтов	Натриевых базальтов-риолитов, Бонинитовая, Андезит-базальтовая	Натриевых базальтов, Натриевых базальтов-риолитов.	Натриевых риолит-базальтов, Бонинитовая	Натриевых базальтов, Покритов, Натриевых базальтов-риолитов	Натриевых базальтов-риолитов, Бонинитовая, Андезит-базальтовая	Натриевых базальтов-риолитов, Андезит-базальтовая	
Преобладающие осадочные породы рудоносных толщ	Углиродистые алевролиты, песчаники, яшмы	Песчаники, известняки	Песчаники, углеродистые алевролиты, известняки, силлиты	Фтаниты, олигостромоновые брекчин, углеродистые алевролиты	Яшмы, углеродистые алевролиты, песчаники	Яшмы, песчаники	Известняки, яшмы, песчаники	

Продолжение табл. 1

Рудные формации гидротермально-осадочных месторождений	Серно-колчеданная (Эльгейское)	Медно-цинково-колчеданная (Майнское)	Серно-колчеданная (Анахское). Медно-цинково-колчеданная (Кызыл-Таш). Колчеданно-полиметаллическая (Кызыл-Таштыг)	Кобальт-медно-колчеданная (Ишканинское, Дергамышское, Ивановское)	Медно-колчеданная (Жарлы, Летнее). Медно-цинково-колчеданная (Сибайское). Кремнисто-марганцевая (Янзыгитовское)	Медно-цинково-колчеданная (Гайское, Молодежное, Учалинское). Золото-колчеданно-полиметаллическая (Таш-Тав, Александровское). Кремнисто-марганцевая (Файзуллинское, Уразовское, Бахтинское, Лисьи Горы)
Колчеданосные структуры	Вулкано-тектонические депрессии	?	Межвулканические и вулкано-тектонические депрессии, стратовулканы	Террасы на островодужном склоне	Кальдеры стратовулканов, околовулканные депрессии	Вулкано-тектонические депрессии, стратовулканы, кальдеры, экструзивные купола
Палеогеографическая обстановка в период рудоотложения	Глубоководная	Умеренно-глубоководная	Умеренно-глубоководная, мелководная	Умеренно-глубоководная	Глубоководная	Умеренно-глубоководная, мелководная
Возможные современные аналоги	Глубоководные котловины Берингова, Охотского, Японского морей	Островные дуги в окраинных морях Меланезии	Рифты в Новогвинейском, Восточно-Китайском морях	Аккреционные призмы энсиматических островных дуг Тихого океана	Междутовые бассейны Марианский, Бонинский, Паресе-Вела, Сикоку, Лау-Хар	Энсиматические островные дуги Идзу-Марианская, Тонга-Кермадек, Курильская, Новогвинейская

**Примечание.** 1) Вулканические формации даны по классификации ВСЕГЕИ. 2) Палеогеографическая обстановка: глубоководная обстановка - дно ниже уровня карбонатной компенсации (яшмы), умеренно-глубоководная — дно в интервале между уровнем карбонатной компенсации и уровнем компенсации давления (присутствие яшм, углеродистых алевролитов, известняков); мелководная - выше уровня компенсации давления при широком развитии известняков.

Для **кобальт-медноколчеданных месторождений** в ультрамафитах аккреционной призмы на основании сопоставления природных текстур, структур и состава минералов с экспериментальными данными были оценены температуры двух групп минеральных ассоциаций по структурам распада твердого раствора - СРТР [13]. Для первой ассоциации - 150°C по присутствию СРТР пентландит-пирротин; второй - 350°C - СРТР халькопирит-сфалерит; третьей - в широком диапазоне от 200-300 до 600°C по сопоставлению природных и экспериментальных составов сульфоарсенидов и арсенидов и четвертой - 300-460°C по устойчивости минералов группы линнеита.

Исследование гидротермальных растворов, участвовавших в образовании древних и современных сульфидных руд, показало их сходство по солености, составу и температурам. Важным обстоятельством является формирование тальк-карбонатных метасоматитов, что способствует извлечению из исходных серпентинитов никеля и кобальта и образованию кобальт-медноколчеданных руд [14].

**Основные результаты.** В результате проведенных исследований дана комплексная характеристика колчеданных месторождений палеоокеанических структур Южного Урала. Основное внимание было уделено рудным полям палеоостровных дуг (Западно- и Восточно-Магнитогорской), Орско-Домбаровского задугового бассейна и аккреционной призмы Магнитогорской палеоостроводужной системы. Рассмотрена геологическая позиция месторождений, морфология и состав рудных тел, соотношение и распределение рудных фаций.

Определены новые критерии поисков сульфидных построек по присутствию в горизонтах рудокластитов обломков руд гидротермальной фации. Важным обстоятельством являются дистальные сульфидные турбидиты, свидетельствующие о размыве в придонных условиях колчеданных руд. Для кобальт-медноколчеданных месторождений в качестве поискового критерия определены зоны тальк-карбонатных метасоматитов, которые свидетельствуют о выносе кобальта и никеля из исходных метасоматитов.

Выполненное изучение состава минералов позволило выявить скрытую геохимическую зональность в рудоподводящих каналах месторождения Таш-Тау и гидротермально-метасоматических рудах Ишкининского месторождения.

К главным факторам, которые определяли особенности гидротермально-осадочного рудообразования в палеоокеанических структурах Южного Урала, являются геодинамические обстановки формирования колчеданосных районов, литологические и геохимические условия рудообразования.

*Автор благодарен коллегам, принимавшим участие в совместных работах (В.В.Масленникову, И.Ю.Мелекесцевой, С.П.Масленниковой, Н.П.Сафиной, Е.В.Белогуб, К.Л.Новоселову). Исследования проводились при поддержке РФФИ (проект 05-05-64532), Министерства образования и науки (РНП.2.1.1.1840), интеграционного проекта УрО-СО РАН.*

### Библиографический список

1. Пучков В.П. Палеогеодинамика Южного и Среднего Урала. - Уфа: Даурия, 2000. - 146 с.
2. Тесалина С.Г. Масленников В.В., Сурки Т.Н. Александрийское медно-цинково-колчеданное месторождение (Восточно-Магнитогорская палеоостровная дуга, Урал). - Миасс: Имин УрО РАН, 1998. - 228 с.
3. Масленников В.В. Седиментогенез, гальмиролиз и экология колчеданосных палеогидротермальных полей. - Миасс: Геотур, 1999. - 348 с.
4. Зайков В.В. Вулканизм и сульфидные холмы палеоокеанических окраин. - М.: Наука, 1991. - 206 с.
5. Белогуб Е.В., Новоселов К.А., Яковлева В.А. Трансформации пород рудовмещающей толщи Летнего месторождения // Металлогения древних и современных океанов-2003. Формирование и

- освоение месторождений в островодужных системах. - Миасс: ИМин УрО РАН, 2003. - С. 102-109.
6. Белогуб К.В., Щербакова Е.П., Новоселов К.А. Кобальт на Летнем медно-колчеданном месторождении (Южный Урал) // Металлогения древних и современных океанов - 2004. Достижения на рубеже веков. - Миасс: ИМин УрО РАИ, 2004. С. 268-274.
  7. Зайков В.В., Мелекесцева И.Ю. Кобальт-медноколчеданные месторождения в аккреционной призме Западно-Мангитогорской палеоостровной дуги // Литосфера, 2005. - №3. - С. 73-98.
  8. Дунаев А.Ю., Зайков В.В. Хромшпинелиды Ишкининского кобальт-медноколчеданного месторождения. - Миасс: ИМин УрО РАН, 2005. - 112 с.
  9. Мелекесцева И.Ю. Гетерогенные кобальт-медноколчеданные месторождения в ультрамафитах зоны Главного Уральского разлома. Автореферат дисс. ... канд. геол.-мин. наук. - Екатеринбург, 2005. - 22 с.
  10. Шопф Т. Палеоокеанология. - М.: Мир, 1982. - 311 с.
  11. Масленников В.В. Литогенез и колчеданообразование. - Миасс: ИМин УрО РАН, 2006.-384 с.
  12. Тереня Е.О., Масленников В.В., Симонов В.А., Масленникова С.П. // Металлогения древних и современных океанов-2005. Формирование месторождений разновозрастных океанических окраин. - Миасс: ИМин УрО РАН, 2005. - Т.1. - С. 64-69.
  13. Масленникова С.П. Сульфидные трубы палеозойских «черных курильщиков» (на примере колчеданных месторождений Яман-Касы и Александринское, Южный Урал). Автореферат дисс. ... канд. геол.-мин. наук. Екатеринбург, 2005. - 22 с.
  14. Юминов А.М., Дунаев А.Ю. Хромшпинелиды из метасоматитов Ишкининского кобальт-медноколчеданного месторождения (Южный Урал) // Металлогения древних и современных океанов-2004. Достижения на рубеже веков. - Миасс: ИМин УрО РАН, 2004. - Т.1. - С. 282-289.

© Зайков В.В., 2006

УДК 550.41 (477.5)

Інж. КАЗЬМІНА А.Ю. (Приазовська КГП КП «Південукргеологія»), інж. КЛОС В.Р. (УкрНВЦГД, «Північгеологія»), інж. СТРЕКОЗОВ С.М. (Приазовська КГП КП «Південукргеологія»)

## **ПОПЕРЕДНІ РЕЗУЛЬТАТИ, ОТРИМАНІ В ПРОЦЕСІ СКЛАДАННЯ КОМПЛЕКТУ ГЕОХІМІЧНИХ КАРТ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ГДП-200 У СХІДНОМУ ПРИАЗОВ'І**

В рамках проведення ГДП-200 Східного Приазов'я виконується комплекс робіт по складанню комплекту геохімічної основи на територію довивчення. Роботи проводяться за методичними рекомендаціями, розробленими сектором геохімічних методів та прогнозних ресурсів відділу геології рудних та нерудних корисних копалин Українського державного геологорозвідувального інституту (УкрДГРІ).

Виконуване геохімічне картування - це технологічний процес:

- комплексного вивчення природно-геологічного середовища Східного Приазов'я, що відповідає рангу металогенічної області;
- виявлення й оконтурення в його межах аномальних геохімічних полів (АГП) у ранзі геохімічних зон, районів і вузлів;
- інтерпретації і диференціації природної і техногенної неоднорідностей складу і будови АГП;
- оцінки перспектив відомих чи заново виявлених металогенічних об'єктів;
- відображення отриманих результатів на картах багатофункціонального призначення;
- організація наявних релятивних та картографічних матеріалів у єдиний банк даних на базі ГІС-технологій.