

УДК 553.435

## МИНЕРАЛЬНЫЕ И ТЕКСТУРНО-СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РУДНЫХ ФАЦИЙ ЮБИЛЕЙНОГО МЕДНО-КОЛЧЕДАННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

A.C. ЦЕЛУЙКО<sup>1,2</sup>, V.V. МАСЛЕННИКОВ<sup>2,1</sup>, N.R. АЮПОВА<sup>2,1</sup>, S.P. МАСЛЕННИКОВА<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Филиал Южно-Уральского государственного университета в г. Миассе (ЮурГУ)  
456300, Россия, Челябинская обл., г. Миасс, пр. Октября, 16; e-mail: celyukoa@rambler.ru

<sup>2</sup>Институт минералогии УрО РАН,  
456317, Россия, Челябинская обл., г. Миасс, Ильменский заповедник; e-mail: mas@mineralogy.ru

Приведены данные по рудно-фациональному изучению колчеданных руд Второй залежи Юбилейного месторождения. В исследованных рудах диагностированы придонные и донные гидротермальные, биогенные, кластогенные и гипергенные фации, свидетельствующие о различных их условиях образования в пределах сульфидной постройки. Показано, что в центральной части рудного тела преобладают донные и придонные гидротермальные фации, сменяемые на периферии кластогенными и гипергенными. Отмечена распространённость включений акцессорных минералов, представленных минералами Au, Ag, Te, Bi и Pb в донных гидротермальных и кластогенных фациях. Соотношения рудных фаций в пределах залежи показывают общность рудообразующих процессов, происходивших на Юбилейном месторождении и других колчеданных залежах Урала.

**Ключевые слова:** рудные фации; рудно-фациональный анализ; колчеданные руды; Юбилейное месторождение; Южный Урал.

## MINERAL AND TEXTURAL-STRUCTURAL FEATURES OF THE ORE FACIES OF YUBILEYNOYE MASSIVE SULFIDE DEPOSIT (THE SOUTHERN URALS)

A.S. TSELUYKO<sup>1,2</sup>, V.V. MASLENNIKOV<sup>2,1</sup>, N.R. AUPOVA<sup>2,1</sup>, S.P. MASLENNIKOVA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>South Urals State University  
456301, Russian Federation, Miass, Oktyabrya pr., 16; e-mail: celyukoa@rambler.ru

<sup>2</sup>Institute of Mineralogy Urals Branch of RAS  
456317, Russian Federation, Miass, Ilmen State Reserve; e-mail: mas@mineralogy.ru

A study of the ore facies of the massive sulfide ores from the Yubileynoe deposit (ore body № 2) has been shown. The sub-seafloor and seafloor hydrothermal, biogenic, clastic and seafloor hypergenic facies have been diagnosed in the studied ores, reflecting different formation conditions within the ore body № 2. The seafloor and sub-seafloor hydrothermal facies occur in the central part of the ore body, while clastic with seafloor hypergenic facies dominate at the flanks of the ore body. Rare minerals are native gold, minerals of Ag, Te, Bi and Pb widespread in seafloor hydrothermal and clastic ore facies. The ratio of the ore facies in the ore body № 2 shows the similar ore-forming processes within the Yubileynoe deposit and other massive sulfide deposits of the Urals.

**Keywords:** ore facies; ore-facial analysis; massive sulfide ore; Yubileynoe deposit; South Urals.

Рудные залежи месторождений колчеданного семейства сочетают в себе продукты различных механизмов рудоотложения, отличающиеся по минеральному составу и текстурно-структурным особенностям [7]. Вариации в минеральном и химическом составах руд определяются, с одной стороны, физико-химическими параметрами гидротермального рудообразования, с другой — процессами эпигенетического преобразования колчеданных залежей [7]. Одним из прогрессивных подходов к реконструкции сульфидных построек является рудно-фациональный анализ [5, 13].

Классификация генетических типов руд отражает механизмы формирования рудных тел: гидротермальный, кластогенный, гипергенный, биогенный, метасоматический, метаморфогенный и т. д. В отличие от генетического типа руд «рудная фация» рассматривается как закономерно локализующаяся часть рудного тела, отличающаяся от другой части этого же тела текстурно-структурными, минералогическими, геохимическими и другими генетическими признаками, отражающими не только механизмы, но и специфические условия и обстановки отложения колчеданных руд. [11].

Например, среди кластогенных фаций выделяются фации элювиальных и коллювиальных брекчий, проксимальных и дистальных турбидитов, также их продуктов донного преобразования — фаций сульфидных диагенитов и гальмировитов. Не менее разнообразными являются донные гидротермальные фации, среди которых выделяются трубы чёрных, серых и белых курильщиков, диффузоры, гидротермальные корки и диффузорные плиты [24]. В «ядрах» многих рудных залежей доминируют разнообразные по минеральному составу придонные фации гидротермально-преобразованных руд и гидротермально-метасоматические фации. Гидротермально-биогенные фации, тяготеющие к зонам сфокусированных гидротермальных струй и диффузных просачиваний, изучены пока слабо [10].

Рудно-фациальный анализ каждый раз приносит новую информацию об особенностях условий развития и деградации сульфидных построек, которые определяются как эндогенными, так и экзогенными факторами, среди которых важную роль играют геодинамические обстановки, и соответственно режимы вулканизма и седиментации, во многом отражающиеся в соотношениях рудных

фаций [12]. К настоящему времени рудно-фациальные исследования проведены на Яман-Касинском, Сибайском, Октябрьском, Сафьяновском, Молодежном, Александринском и Валенторском месторождениях, залегающих среди кислых вулканитов развитых островодужных и задуговых бассейнов Урала [1, 5–7, 10, 11, 13, 19, 21]. Гораздо меньше известно о рудных фациях колчеданных месторождений, сформированных в преддуговых структурах. Подходящим объектом для подобных исследований является слабометаморфизованное Юбилейное месторождение, залегающее на базальт-бонинитовом основании Западно-Магнитогорской палеоостровной дуги на Южном Урале [6, 20, 26]. Задача авторов данной статьи — на примере Второй рудной залежи Юбилейного месторождения показать текстурно-структурные и минеральные особенности рудных фаций сульфидных построек, сформированных в преддуговых обстановках.

Для определения минерального и химического составов руд отобраны штуфные образцы в различных частях Второй рудной залежи. Оптические исследования полированых шлифов проводились на микроскопе Olympus BX51 с цифровой пристав-

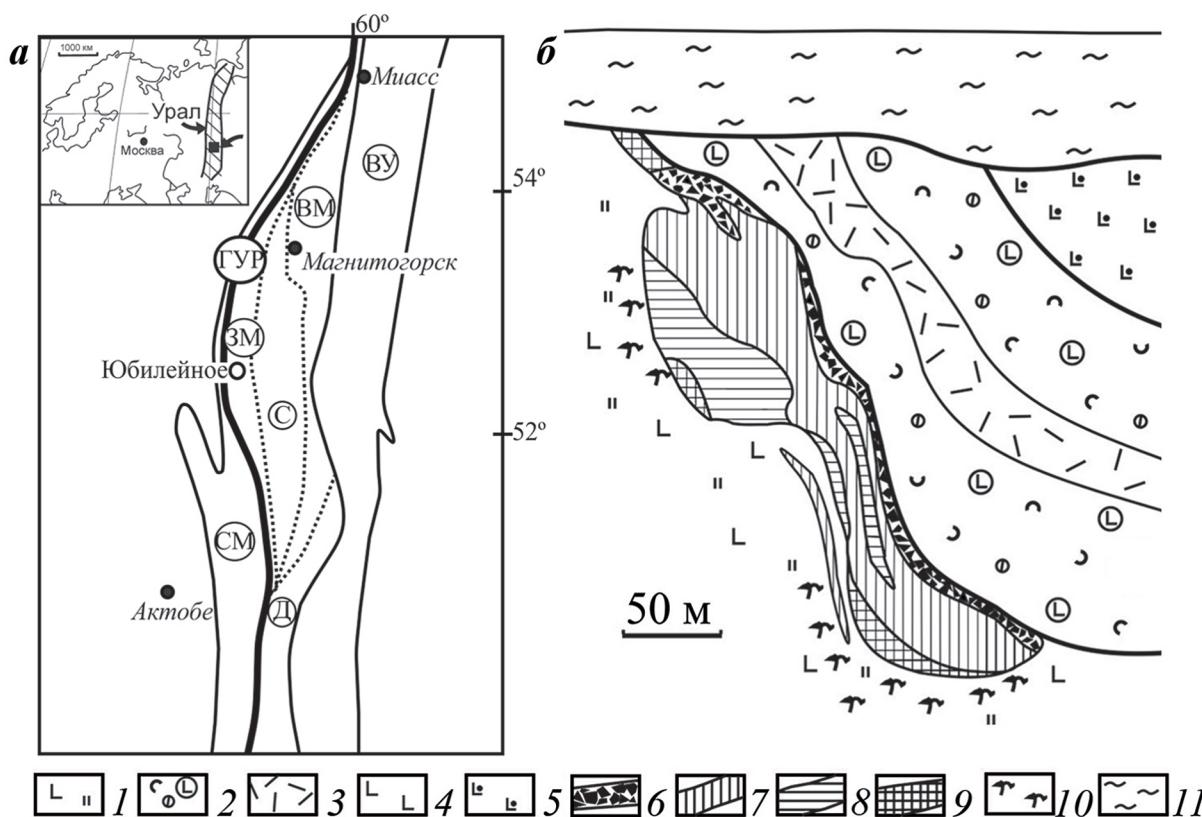


Рис. 1. Позиция Юбилейного медно-колчеданного месторождения на схеме палеогеодинамических зон Южного Урала (а) и схематический разрез Второй рудной залежи Юбилейного месторождения (б), по [4, 10] с упрощениями: ГУР — Главный Уральский разлом, ВУ — Восточно-Магнитогорская дуга, ЗМ — Западно-Магнитогорская дуга, ВУ — Восточно-Уральское поднятие, С — Сибайский междугорный бассейн, Д — Домбаровский задуговой бассейн, СМ — Сакмарское окраинное море; 1 — хлорит-серпентит-кварцевые метасоматиты; 2 — гиалолавокластиты и лавокластиты кислых и основных пород; 3 — дациты и риолиты; 4 — базальты афировые; 5 — андезибазальты миндалекаменные; 6 — сульфидные брекчии; 7 — сплошные халькопирит-пиритовые руды; 8 — сплошные и вкрапленные сфалерит-халькопирит-пиритовые руды; 9 — сплошные пиритовые руды; 10 — подрудный штокверк; 11 — рыхлые отложения

кой для фотографирования. Диагностика минералов выполнена с помощью сканирующего электронного микроскопа Tescan Vega 3 sbu с энергодисперсионным анализатором Oxford Instruments X-act (Институт Минералогии УрО РАН, аналитик И.А. Блинов).

### Геологическая характеристика месторождения

Юбилейное медно-колчеданное месторождение находится в Хайбуллинском районе Республики Башкортостан, в 34 км к северу от с. Акъяр. Месторождение приурочено к Западно-Магнитогорской палеовулканической зоне, его колчеданоносные комплексы сформировались над зоной субдукции восточного падения и принадлежат фронтальной (преддуговой) части энсиматической островодужной системы позднеэмиско-раннеэйфельского возраста [6, 9] (рис. 1, а). Залегает Юбилейное месторождение в породах баймак-бурибайской свиты, соответствующей раннедевонскому начальному циклу островодужного вулканализма ( $D_1e_2$  b-br) [8]. Месторождение представлено шестью рудными залежами северо-западного простирания, из которых в данный момент отрабатываются Вторая и Четвертая. Во Второй рудной залежи преобладают сплошные медные, медно-цинковые и серные руды, реже отмечаются вкрапленные медные и медно-цинковые, которые характеризуются многообразием текстурно-структурных рисунков, среди которых широко развиты массивные, брекчевые и брекчиевидные, полосчатые и прожилково-вкрапленные. На выклиниках массивные и брекчевые руды переслаиваются с мелкообломочными сульфидными отложениями и вулканогенно-осадочными породами. Основные минералы представлены пиритом, халькопиритом и сфалеритом. Второстепенными и редкими минералами в рудах являются мельниковит-пирит, марказит, пирротин, арсенопирит, галенит, а также блеклые руды, борнит, магнетит, гематит, барит, электрум, самородное золото, аргентит, алтант, гессит, энаргит, буронит, германит [4, 16, 3]. Предварительно по фондовым материалам реконструирован разрез Второй рудной залежи (рис. 1, б). В карьере проведено рудно-фациальное картирование этой же колчеданной залежи, уточнены особенности распределения рудных фаций (рис. 2). В целом рудная залежь может быть реконструирована как сильно разрушенный сульфидный холм [24].

### Рудные фации

Во Второй рудной залежи Юбилейного месторождения выявлены придонные гидротермальные, донные гидротермальные, донные гидротермально-биогенные, кластогенные и подводные гипергенные фации.

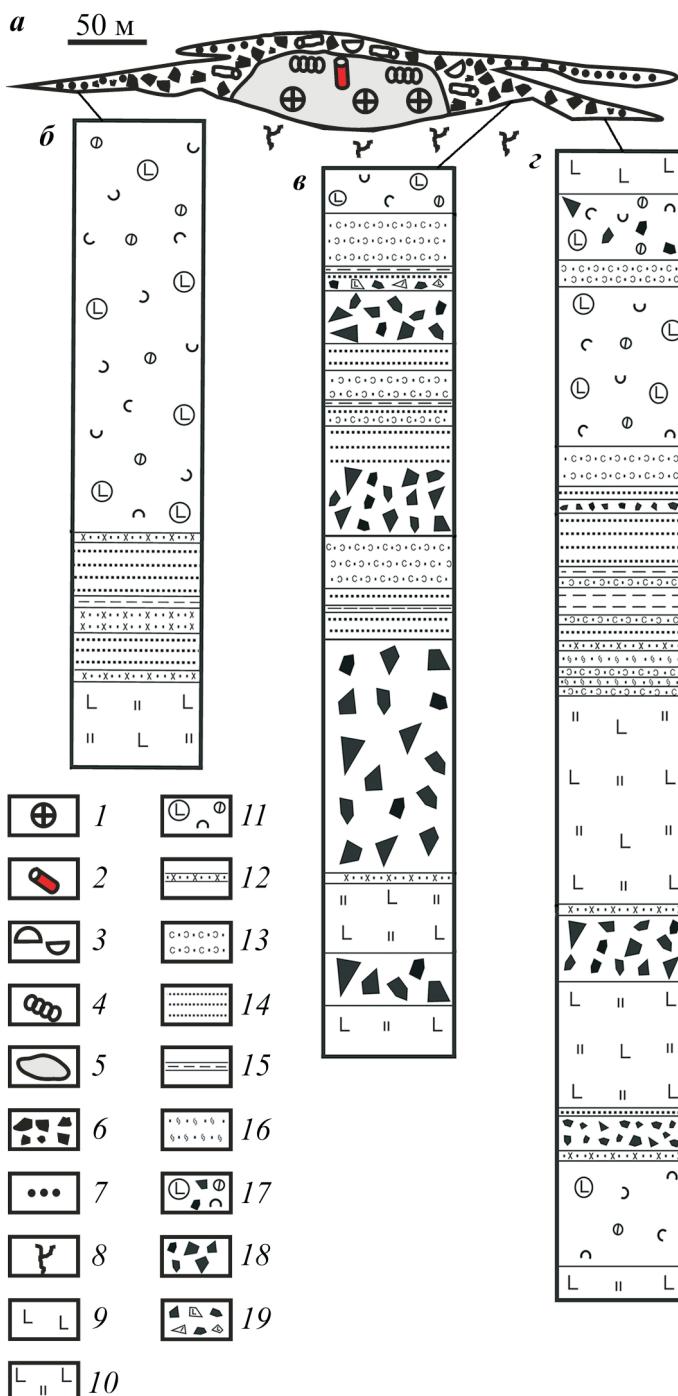
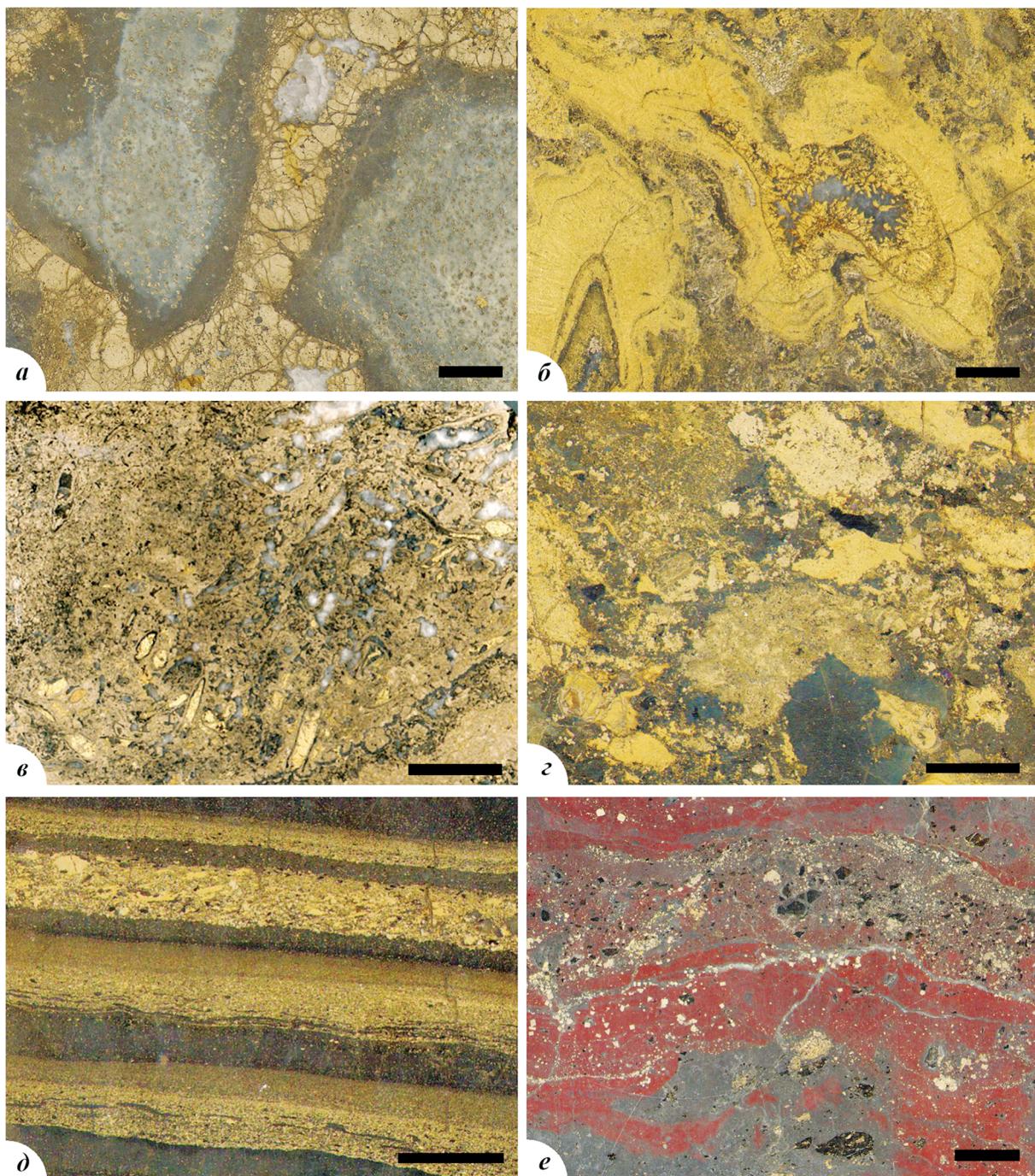


Рис. 2 Рудно-фациальная схема Второй рудной залежи (а) и литологические колонки на северо-западном (б) и юго-восточном (в, г) флангах: 1 — сульфидные каналы и жилы (кондуиты); 2 — фрагменты сульфидных труб палеокурильщиков; 3 — фрагменты сульфидных диффузоров и гидротермальных корок; 4 — находки сульфидизированных трубчатых червей; 5 — халькопирит-пиритовые и сфалерит-халькопирит-пиритовые сплошные руды; 6 — сульфидные брекции; 7 — сульфидные мелкообломочные турбидиты; 8 — подрудный сульфидный штокверк; 9 — базальты; 10 — хлорит-серцицит-кварцевые метасоматиты; 11 — гиало- и лавокластиты смешанного состава; 12 — хлоритолиты; 13 — вулканомиктовые песчаники; 14 — мелкообломочные сульфидные турбидиты; 15 — кремнистые пелитолиты; 16 — гиалокластиты; 17 — вулканокластиты смешанного состава с глибами колчеданных руд, содержащие фрагменты труб палеокурильщиков и гидротермальных корок; 18 — сульфидные брекции; 19 — лавокластиты с одиночными обломками колчеданных руд

Придонные гидротермальные рудные фации образовались ниже поверхности дна, но одновременно с донными гидротермальными и гидротермально-метасоматическими процессами [10]. На Второй рудной залежи выделены гидротермальные прожилки, трубчатые рудоподводящие каналы, разнообразные по составу массивные и вкрапленные гидротермально-метасоматические руды, слагающие ядро и подошву залежи (рис. 3, а). Рас-

пространены кальцит-пиритовые, пирит-халькопиритовые, пирит-сфалеритовые, кварц-халькопирит-сфалеритовые и тальк-кальцит-пирит-сфалеритовые жилы мощностью от 1 до 5 см. Рудоподводящие каналы последовательно заросли кrustификационными друзовыми агрегатами крупнозернистого халькопирита и сфалерита, иногда чередующимися со слоями друзового пирита. Внутренние полости рудоподводящих каналов выполнены



**Рис. 3. Рудные фации Юбилейного медно-колчеданного месторождения:** а — кварц-пиритовые жилы придонной гидротермальной фации; б — халькопирит-пиритовые остатки фауны (биоморфная фация); в — кварц-пирит-халькопиритовая труба палеокурильщика (донная гидротермальная фация); г — халькопирит-пиритовая брекчия (кластогенная фация); д — пирит-халькопиритовый мелкообломочный турбидит (кластогенная фация); е — гематит-кварц-карбонатный госсанит с сульфидной минерализацией (субмаринная гипергенная фация). Длина масштабной линейки на всех фотографиях 1 см

кальцитом, кварцем и тальком с вкраплениями сульфидов.

Донные гидротермальные фации формировались в устьях гидротермальных источников и представлены сульфидными трубами палеокурильщиков различного состава, диффузорами, гидротермальными плитами и корками [10]. Во Второй рудной залежи трубы палеокурильщиков различной степени сохранности обнаружены в положении *in situ* в кровле массивных халькопирит-пиритовых и сфalerит-халькопирит-пиритовых руд ядра залежи и на флангах в виде фрагментов в составе сульфидных брекчий. Диаметр труб варьирует от 2 до 12 см, длина — от 5 до 25 см. Характерной чертой труб палеокурильщиков является их концентрическо-зональное строение, в котором выделяются оболочка трубы и заполнение осевого канала.

Среди всех труб палеокурильщиков можно выделить три основных типа: медно-колчеданный (Cu-Fe), медно-цинково-колчеданный (Zn-Cu-Fe) и цинково-колчеданный (Cu-Fe-Zn), представляющих непрерывный ряд. Палеокурильщики Cu-Fe типа представлены кварц-пирит-халькопиритовыми трубами (рис. 3, б). Оболочка труб сложена колломорфным пиритом, который по мере перехода к внутренней части слоя сменяется кристаллически-зернистыми агрегатами эвгедральных и субгедральных кристаллов, сцепментированных халькопиритом. В колломорфном и тонкозернистом пирите оболочки присутствуют включения самородного золота. Внутренняя стенка труб обрастает крупнозернистыми агрегатами друлевого халькопирита, содержащими включения теллуроисмутита, колорадоита и гессита. Осевая часть канала обычно заполнена кварцем, карбонатом или халькопиритом.

Палеокурильщики Zn-Cu-Fe типа отличаются от Cu-Fe труб существенным количеством сфалерита, присутствующего как во внутренней части оболочки трубы, так и заполняющего осевые каналы. Наружная оболочка сложена почковидными, дендритовидными агрегатами колломорфного и тонкозернистого пирита, частично замещенными халькопиритом и нерудными минералами. Однако в большинстве случаев оболочка или большая её часть отсутствует и представлена сфалерит-халькопирит-пиритовыми мелкозернистыми агрегатами, примыкающими к халькопиритовой стенке. В халькопирит-пиритовых агрегатах, сложенных дендритовидным тонкозернистым или почковидным колломорфным пиритом с прожилками псевдоморфного халькопирита, развиты включения теллуроисмутита, колорадоита, гессита и самородного золота. Халькопиритовая кrustификация в данном типе труб отличается значительными вариациями мощности, присутствием обильной вкрапленности сфалерита, пирита, галенита и блеклых руд. Осевая часть канала труб заполнена

друлевым и почковидным сфалеритом, субгедральным пиритом, а также тальком и кальцитом. В халькопирите присутствуют теллуроисмутит, колорадоит, гессит, реже самородное золото. В сфалерите встречаются включения электрума в срастании с халькопиритом, галенитом и блеклыми рудами.

В трубах палеокурильщиков Cu-Fe-Zn типа доминирует сфалерит в оболочке и кrustификации каналов труб. По направлению к внутренней части оболочки трубы микрозернистые агрегаты густовкрапленного пирита сменяются эвгедральными кристаллами. Внутренняя стенка и большая часть осевого канала состоят из друлевого сфалерита, содержащего вкрапленность халькопирита и теннантита. Часто граница между стенкой и осевым каналом трубы маркирована тонким слоем (до 0,5 мм) халькопиритовой кrustификации. В трубах нередко присутствуют тальк и кальцит. В кrustификационном сфалерите встречаются включения электрума и самородного золота в ассоциации с галенитом.

Сульфидные диффузоры, как и их современные аналоги, вероятно, образовывали трубы, бугры и ульевидные плиты на поверхности рудного тела [10]. Во Второй рудной залежи диффузоры сложены тонкозернистым, дендритовидным и колломорфным пиритом, иногда с инкрустацией каналов кристаллами халькопирита, пирита и реже сфалерита. В одном из фрагментов труб обнаружены горизонтальные каналы, характерные для современных диффузоров [14].

Гидротермально-биогенная рудная фация представлена скоплениями оруденелых трубчатых червей в диффузорных линзах халькопирит-карбонат-пиритового состава. Диаметр трубок 1–3 мм, в продольном сечении достигает 10 мм (рис. 3, в). В строении стенок трубок участвуют тонкозернистый, фрамбоидальный и колломорфный пирит, а центральная часть трубок заполнена карбонатом, кварцем или халькопиритом.

Кластогенные сульфидные фации представлены элювиальными и коллювиальными крупнообломочными (грубообломочными) брекчиями, гравийно-песчаными и мелкообломочными турбидитами. Для перечисленных фаций характерна их последовательная смена с удалением от центральной части к кровле и выклиникам рудной линзы (см. рис. 2).

Крупнообломочные сульфидные брекчии распространены в кровле рудного тела и на его флангах — предполагаемых склонах сульфидного холма (рис. 3, г). Компонентами сульфидных брекчий являются угловатые, часто растрескавшиеся изометричные и слабоудлинённые рудокласты пиритового, халькопирит-пиритового, пирит-халькопиритового и сфалерит-пирит-халькопиритового состава размером 3–5 см, иногда до 10 см. Цементирующей массой брекчий служит мелкообломочный сульфидный материал, карбонаты, кварц и хлорит.

Среди рудокластов встречаются фрагменты массивных зернистых и колломорфных медно-колчеданных руд, обломки пиритовых диффузоров, биоморфных руд и гидротермальных труб палеокурильщиков. Нерудная составляющая представлена вулканокластами дацитов и базальтов. В сульфидных фрагментах обнаруживаются галенит, блёклые руды, самородное золото, гессит, колорадоит и теллурорисмутит.

Переходным звеном между сульфидными брекчиями и мелкообломочными отложениями служат гравийно-песчаные турбидиты. В них как рудные, так и нерудные гравийные обломки сосредоточены в нижней части слоёв. В верхней части слоёв доминируют сульфидные песчаники.

Гравийно-песчаные турбидиты образуют ритмично-слоистые тела мощностью до первых десятков сантиметров с характерной прогрессивной сортировкой обломочного материала и механоглифами (знаками нагрузки) в подошве рудных слоев. Сульфидные обломки часто имеют продолговатую форму и ориентированы параллельно слоистости. Нерудные обломки представлены эфузивными породами и оскольчатыми продолговатыми хлоритизированными гиалокластами.

Мелкообломочные сульфидные турбидиты состоят из обломков песчаной фракции и образуют слои, обычно не превышающие 2–3 см, отличающиеся один от другого по минеральному составу.

Сульфидные слои пирит-халькопиритовых турбидитов чередуются с кварц-хлоритовыми прослоями (рис. 3, *d*). В рудных слоях преобладают обособления растрескавшихся пиритовых, пирит-халькопиритовых и сфалерит-пирит-халькопиритовых руд, присутствуют удлиненно-изометричные обломки хлоритизированных гиалокластов. Трешины в сульфидных обломках и кристаллах пирита залечены халькопиритом, сфалеритом и кварцем. В сульфидных слоях часто развиты согласные со слоистостью кварц-халькопиритовые прожилки.

Сфалерит-халькопирит-пиритовые и существенно пиритовые мелкообломочные турбидиты обладают массивным сложением без нерудных прослоев. Существенно пиритовые мелкообломочные турбидиты сложены обломками тонко- и мелкозернистых пиритовых руд размером до 0,5–2 мм, кристаллами и агрегатами новообразованного пирита, фрамбоидами, редкими прожилками и обособлениями халькопирита. Сфалерит-халькопирит-пиритовые турбидиты состоят из обломков мелкозернистых пиритовых, халькопирит-пиритовых и сфалерит-халькопирит-пиритовых руд. В пиритовых и сфалерит-халькопирит-пиритовых турбидитах сохраняются обломки колломорфного и тонкозернистого пирита, полностью замещенного псевдоморфным халькопиритом. В более мощных слоях всех минеральных типов мелкообломочных турбидитов чётко проявлена вертикальная града-

ция обломочного материала. Мелкообломочные турбидиты пирит-халькопиритового и сфалерит-халькопирит-пиритового состава содержат самородное золото, галенит, колорадоит, гессит, Pb-теллурорисмутит, алтайт, петцит, штютцит и волынскит.

*Подводная гипергенная фация* представлена продуктами полного окисления (гальмиролиза) сульфидоносных осадков — госсанитами, подводное происхождение которых подтверждается их закономерной локализацией в кровле рудного тела и переслаиванием с мелкообломочными сульфидными отложениями [10]. Они представлены красными гематит-кварц-карбонатными породами, содержащими реликтовую и аутигенную сульфидную минерализацию и обломки хлоритизированных гиалокластов в основной мелкозернистой массе с сетчатой, глобулярной, нитевидной и колломорфной микроструктурами. Очень характерно замещение гиалокластов по периферии гематит-кварц-карбонатными агрегатами. Псевдоморфозы по сульфидным обломкам обнаруживаются по вкрапленности остаточных сульфидов и гематитовым псевдоморфозам. Сульфидная минерализация в госсанитах представлена кристаллами пирита, халькопирит-пиритовыми агрегатами, халькопиритовыми, пирротин-халькопиритовыми и пирит-халькопиритовыми прожилками, а также борнитом, галенитом, магнетитом и блеклыми рудами. Аксессорная минерализация представлена электрутом, гесситом, алтайтом, кервеллитом, галенитом, теннантитом.

### Заключение

Проведенные исследования показали перспективность применения рудно-фациального анализа к рудам Юбилейного медно-колчеданного месторождения. Вторая рудная залежь Юбилейного месторождения имеет линзовидную форму и сложена гидротермальными, рудокластическими и субмаринно-гипергенными фациями. Гидротермальные руды характеризуются обилием колломорфного пирита, что типично для колчеданных месторождений уральского рудно-формационного типа [11]. Донные гидротермальные фации различного состава обнаружены на значительном числе колчеданных месторождений Урала и мира [7, 15, 25, 24]. Реликты труб палеокурильщиков на Юбилейном месторождении имеют структурно-минералогическую зональность, своюственную трубам современных «черных курильщиков» [23]. В кровле рудной залежи обнаружены оруденелые трубчатые черви, сопоставимые с хорошо описанными полихетами в рудах холмообразных колчеданных залежей Урала и Турции [11, 25]. На флангах рудной залежи широко представлены сульфидные брекчии, в которых отмечаются фрагменты палеогид-

ротермальных труб, диффузоров, халькопирит-пиритовых и сфалерит-халькопирит-пиритовых гидротермально-осадочных руд. Сульфидные брекчии переслаиваются с мелкообломочными сульфидными турбидитами, которые хорошо изучены на колчеданных месторождениях как Урала [1, 6, 11, 14, 19], так и других регионов мира [22, 23]. Широкое развитие теллуридов не только в рудоподводящей зоне придонной гидротермальной фации, но и в гидротермальных, кластогенных и гипергенных рудных фациях является отличительной особен-

ностью Второй залежи Юбилейного месторождения. Пространственное и временное соотношение рудных фаций Второй рудной залежи Юбилейного месторождения демонстрирует общность колчеданообразующих процессов, происходивших в различных геодинамических обстановках.

Работа выполнена по государственной бюджетной теме Института минералогии УрО РАН № АААА-А16-11-6021010244-0 и при поддержке Правительства РФ (Постановление № 211 от 16.03.2013), соглашение № 02.A03.21.0011.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аюрова Н.Р., Масленников В.В. Гальмировиты Узельгинского колчеданоносного поля (Южный Урал). Мисс: ИМин УрО РАН, 2005. 199 с.
2. Викентьев И.В. Условия формирования и метаморфизм колчеданных руд. М.: Научный мир, 2004. 344 с.
3. Викентьев И.В., Саенко А.Г., Карелина Е.В. и др. Минералогические особенности руд медноколчеданного месторождения Юбилейное (Ю. Урал) // Вестник РУДН, сер. Инженерные исследования. 2011. №1. С. 84–89.
4. Воробьев В.В., Попов Е.В., Сапонов А.В., Антошкин Д.М., Попова Л.П. Отчет о детальной разведке Юбилейного медноколчеданного месторождения на Южном Урале в 1969–73 г., г. Бурибай. Т. 1. 1973ф. 351 с.
5. Жабин А.Г., Шарфман В.С., Самсонова Н.С. Реконструкция обстановки девонского вулканогенно-осадочного сульфидаотложения // Геология рудных месторождений. 1974. Т. 13. № 2. С. 60–75.
6. Зайков В.В. Вулканизм и сульфидные холмы палеоокеанических окраин (на примере колчеданоносных зон Урала и Сибири). Изд. 2-ое, доп. М.: Наука, 2006. 428 с.
7. Зайков В.В., Масленников В.В., Зайкова Е.В., Херингтон Р. Рудно-формационный и рудно-фациальный анализ колчеданных месторождений Уральского палеоокеана. Миасс: ИМинУрО РАН, 2001. 315 с.
8. Косарев А.М., Серавкин И.Б., Холоднов В.В. Геодинамические и петролого-геохимические аспекты зональности магнитогорской колчеданоносной мегазоны на Южном Урале // Литосфера. 2014. № 2. С. 3–25.
9. Косарев А.М., Светов С.А., Чаженгина С.Ю., Шаффигуллина Г.Т. Вариолитовые бониниты бурибайского вулканического комплекса, Южный Урал: химия минералов // Мат. конф. «Металлогенез древних и современных океанов-2016». Миасс: ИМин УрО РАН, 2016. С. 35–38.
10. Масленников В.В. Седиментогенез, гальмировит и экология колчеданоносных палеогидротермальных полей (на примере Южного Урала). Миасс: Геотур, 1999. 348 с.
11. Масленников В.В. Литогенез и колчеданообразование. Миасс: ИМинУрО РАН, 2006. 384 с.
12. Масленников В.В. Морфогенетические типы колчеданных залежей как отражение режимов вулканизма // Литосфера. 2012. № 5. С. 96–113.
13. Масленников В.В., Зайков В.В. Метод рудно-фациального анализа в геологии колчеданных месторождений. Челябинск: ЮУрГУ, 2006. 224 с.
14. Масленников В.В., Аюрова Н.Р., Масленникова С.П. и др. Токсичные элементы в колчеданообразующих системах. Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2014. 340 с.
15. Масленникова С.П., Масленников В.В. Сульфидные трубы палеозойских «черных курильщиков» (на примере Урала). Екатеринбург–Миасс: УрО РАН, 2007. 312 с.
16. Медноколчеданные месторождения Урала: Геологическое строение / В.А. Прокин, Ф.П. Буславев, М.И. Исмагилов и др. Свердловск: УрО РАН, 1988. 241 с.
17. Муталов М.Г. О распределении селена и теллура в рудообразующих сульфидах некоторых месторождений Узельгинского рудного поля // Геохимия. 1977. С. 748–755.
18. Пшеничный Г.Н. Селен и теллур в рудах и минералах Октябрьского медноколчеданного месторождения на Южном Урале // Минералогия, геохимия, метаморфизм и полезные ископаемые Башкирского Зауралья. Уфа: БФАН. 1974. С. 69–74.
19. Сафина Н.П., Масленников В.В. Рудокластиты колчеданных месторождений Яман-Касы и Сафьяновское (Урал). Миасс: УрО РАН, 2009. 260 с.
20. Серавкин И.Б. Металлогенез Южного Урала и Центрального Казахстана. Уфа: АН РБ, Гилем, 2010. 284 с.
21. Тесалина С.Г., Масленников В.В., Сурин Т.Н. Александринское медно-цинково-колчеданное месторождение (Восточно-Магнитогорская палеостровная дуга, Урал). Миасс: ИМин УрО РАН, 1998. 228 с.
22. Шадлун Т.Н. Теллуромисмутит из колчеданной руды Учалинского месторождения (Южный Урал) // Зап. ВМО. 1961. Ч. ХС. № 3. С. 294–296.
23. Fouquet Y., Von Stackelberg U., Charloou J.L. et al. Metallogenesis in back-arc environments: the Lau basin example // Econ. Geol. 1993. Vol. 88. P. 2154–2181.
24. Maslennikov V.V., Maslennikova S.P., Large R.R., et al. Chimneys in Paleozoic massive sulfide mounds of the Urals VMS deposits: mineral and trace element comparison with modern black, gray and clear smokers // Ore Geol. Rev. 2017. Vol. 85. P. 64–106.
25. Revan M.K., Genc Y., Maslennikov V.V. et al. Original findings on the ore-bearing facies of volcanogenic massive sulphide deposits in the eastern Black Sea region (NE Turkey) // Bulletin of MTA. 2013. Vol. 147. P. 73–89.
26. Spadea P., Kabanova L.Ya., Scarrow J. Petrology, geochemistry, and geodynamic significance of Mid-Devonian Boninitic rocks from the Baimak-Buribai area (Magnitogorsk zone, Southern Urals) // Ofiolit. 1998. Vol. 23. N 1. P. 17–36.