УДК 552.16:552.5(551.5)

Ю.В.Богданов

ОСОБЕННОСТИ МЕТАМОРФИЗМА МЕДИСТЫХ И ХРОМИСТЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В ОЛЕКМО-ВИТИМСКОЙ ПРОВИНЦИИ

Рассмотрены особенности регионального и контактового метаморфизма медистых отложений, а также катагенетических преобразований хромистых осадков. Охарактеризованы условия формирования хромсодержащего глауконита.

Показано, что возникшие при региональном и контактовом метаморфизме рудные образования (жилы, скарны, роговики и т.п.) могут быть использованы в качестве поисковых признаков.

Features of regional and contact metamorphism of cupreous deposits are discussed, as well as peculiarities of catagenetic alterations of chromous sediments. Emplacement conditions of chrome-bearing glauconite are characterized also.

It is shown that ore formations generated during regional and contact metamorphism (veins, skarns, hornfels ets.) can be used as the prospecting criteria.

При оценке перспектив рудоносности площадей развития метаморфизованных красноцветов докембрия недостаточно полно учитывается целый ряд специфических критериев прогноза древних медных и других стратиформных месторождений [7]. Докембрийские метаморфизованные красноцветные отложения обычно полностью утрачивают красные тона окраски. Это весьма затрудняет выделение наиболее перспективных на обнаружение стратиформного оруденения пестроцветных отложений. При перспективной оценке сероцветов метаморфического происхождения резко возрастает значение правильного применения текстурно-структурных и других сохранившихся "внутриформационных" признаков. Немалое значение имеет корректная интерпретация и учет разнообразных регионально- и контактово-метаморфических преобразований, наиболее широко и полно проявленных в меденосной Олекмо-Витимской провинции (см. рисунок).

Закономерности размещения и условия формирования

Размещение медистых и хромистых отложений в Олекмо-Витимской провинции контролируется раннепротерозойской системой рифтов широтного простирания. В строении Кодаро-Удоканского прогиба наблюдается постепенная смена снизу вверх по разрезу рифтогенных флишоидных граувакковых отложений чинейской серии мощностью 3,5-4,0 км субаркозовыми молассами кеменской серии мощностью 4,5 км. Установлены меденосные уровни, ниже которых в отдельных впадинах наблюдаются линзы магнетит- и хромитсодержащих отложений [2, 8].

Медистые отложения наиболее широко распространены в Кодаро-Удоканском прогибе. Отдельные меденосные горизонты выявлены в более мелких контролируемых системой меридиональных трансформных разломов интеркратонных грабенообразных впадинах (Угуйской, Олдонгсингской, Ханинской и др.). Хромитсодержащие магнетитовые песчаники известны в разрезе карбонатно-терригенного удоканского комплекса. Однако наиболее широко хромистые отложения развиты в Угуйском грабене в средней части разреза карбонатно-терригенного угуйского комплекса раннего протерозоя. Мощность комплекса составляет около 1000 м [9].

Характерно поясовое расположение медистых и хромистых отложений по отношению к областям денудации и структурам типа палеоподнятий. Снизу вверх по разрезу рудоносных комплексов фиксируется следующая вертикальная зональность: хромистые

магнетитсодержащие осадки (россыпи) → медистые песчаники → медистые сланцы. Такая зональность рудоносных отложений находит объяснение в закономерной смене фациальных обстановок в регионе: морское побережье → лагунно-дельтовая акватория → мелководный бассейн.

Крупные залежи хромсодержащих зеленых глауконитовых песчаников расположены в восточной части Угуйского грабена в меридиональной полосе протяженностью около 40 км. Длина отдельных залежей измеряется первыми километрами, мощность - десятками метров. Все они приурочены к разрезу правдинской свиты. Мощность свиты около 100 м.

В составе правдинской свиты резко преобладают косослоистые хорошо сортированные и окатанные средне- и мелкозернистые кварцевые или олигомиктовые песчаники. Наблюдаются асимметричные знаки волновой ряби и другие признаки прибрежно-морских отложений. Характерна постепенная смена к западу прибрежно-морских сероцветов континентальными красноцветами и приуроченность хромсодержащей минерализации к зоне перехода красноцветов в сероцветы.

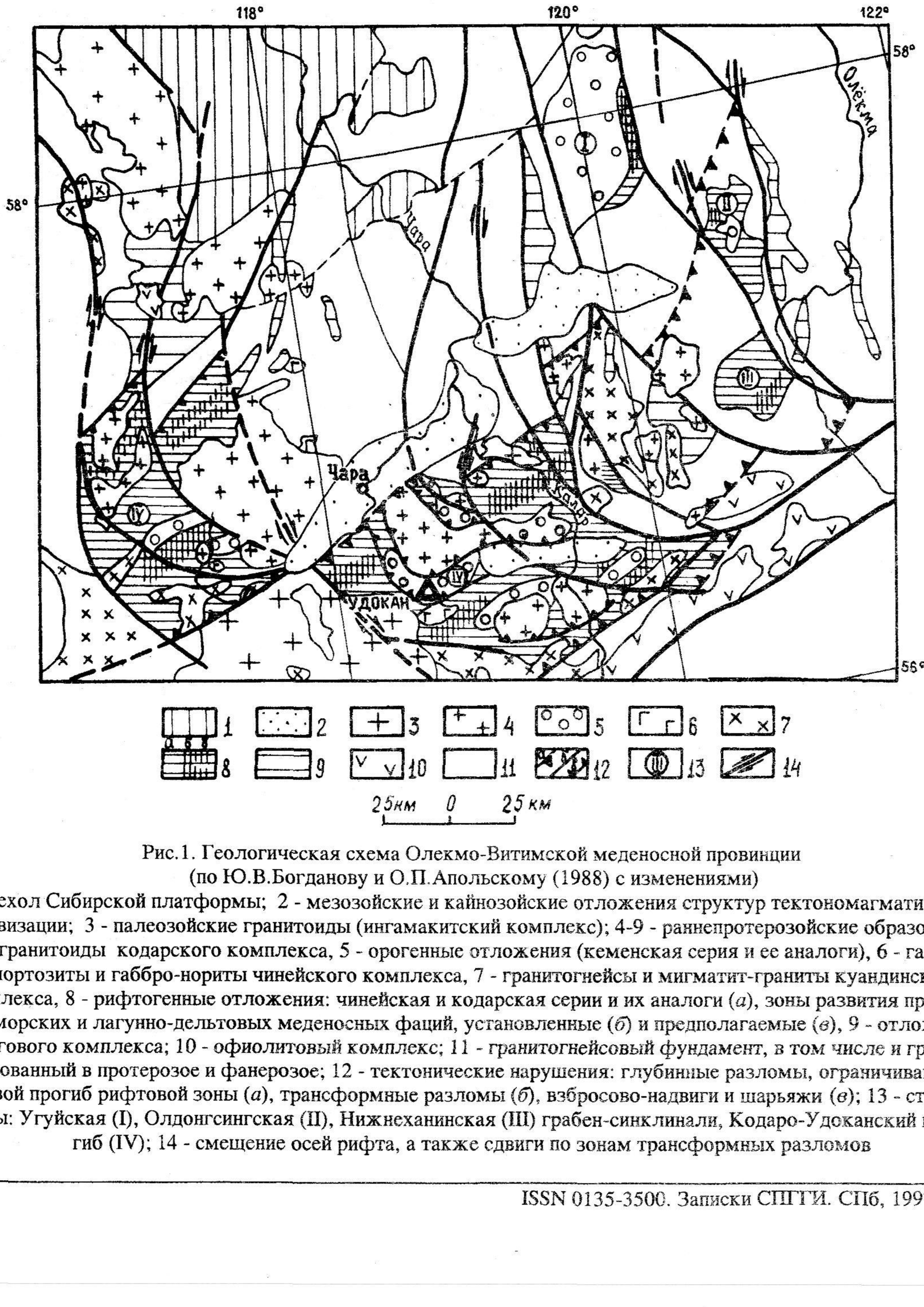


Рис.1. Геологическая схема Олекмо-Витимской меденосной провинции
(по Ю.В.Богданову и О.П.Апольскому (1988) с изменениями)

1 - чехол Сибирской платформы; 2 - мезозойские и кайнозойские отложения структур тектономагматической активизации; 3 - палеозойские гранитоиды (ингамакитский комплекс); 4-9 - раннепротерозойские образования: 4 - гранитоиды кодарского комплекса, 5 - орогенные отложения (кеменская серия и ее аналоги), 6 - габбро-анортозиты и габбро-нориты чинейского комплекса, 7 - гранитогнейсы и мигматит-граниты куандинского комплекса, 8 - рифтогенные отложения: чинейская и кодарская серии и их аналоги (*а*), зоны развития прибрежно-морских и лагунно-дельтовых меденосных фаций, установленные (*б*) и предполагаемые (*в*), 9 - отложения трогового комплекса; 10 - офиолитовый комплекс; 11 - гранитогнейсовый фундамент, в том числе и гранитизированный в протерозое и фанерозое; 12 - тектонические нарушения: глубинные разломы, ограничивающие осевой прогиб рифтовой зоны (*а*), трансформные разломы (*б*), взбросово-надвиги и шарьяжи (*в*); 13 - структуры: Угуйская (I), Олдонгсингская (II), Нижнеханинская (III) грабен-синклинали, Кодаро-Удоканский прогиб (IV); 14 - смещение осей рифта, а также сдвиги по зонам трансформных разломов

ISSN 0135-3500. Записки СПГГИ. СПб, 1997. Т.143

Хромовая минерализация в песчаниках правдинской свиты представлена хромсодержащим глауконитом и редкими обломочными зернами хромита. Наибольший интерес представляет развитый в виде цементирующей массы песчаников хромсодержащий глауконит. Для него характерны многие свойства минералов глауконитового ряда, а также высокие (до 14 % Cr_2O_3) содержания хрома [3].

Формирование стратиформной медной и хромсодержащей глауконитовой минерализации, вероятно, изначально происходило в придонной части побережья и шельфа морского бассейна вблизи зон тектонических нарушений, по которым высачивались металлоносные растворы. Источником хрома могли служить погребенные прибрежно-морские россыпи, наличие которых установлено в разрезе правдинской свиты. Основным источником калия для образования хромового глауконита, возможно, являлись подстилающие красноцветы туостайской свиты, содержащие прослои высококалиевых пирокластических пород. Более интенсивное образование медной и хромсодержащей глауконитовой минерализации происходило на стадиях диагенеза и катагенеза при активном участии элизионных вод.

Метаморфические преобразования

Месторождения медистых песчаников и сопутствующая им хромсодержащая минерализация обычно формируются в пестроцветных орогенных и активизационных интеркратонных впадинах краевых прогибов и других аналогичных региональных структур [2, 6]. Такая геотектоническая позиция медистых песчаников обусловливает особенности геологического строения месторождений этого типа. В частности, в областях распространения меденосных толщ обычно отсутствуют прорывающие их более молодые интрузивные образования.

В раннепротерозойской Олекмо-Витимской меденосной провинции в отличие от других регионов широко распространены интрузивные образования. Регионально метаморфизованные меденосные толщи в целом ряде случаев прорываются интрузивами и дайками. Все это позволило достаточно детально исследовать временные и пространственные соотношения процессов рудообразования в пестроцветах с региональным и контактовым метаморфизмом. Полученные данные определенно свидетельствуют о формировании месторождений медистых песчаников и хромсодержащей минерализации до проявлений регионального метаморфизма и внедрения интрузий [4, 5].

Региональные преобразования нижнепротерозойских рудоносных карбонатно-терригенных отложений Олекмо-Витимской провинции отвечают катагенетическим изменениям в верхах и зеленокаменной фации метаморфизма в низах разреза. Только в краевых частях прогибов, грабенов, впадин и других аналогичных структур метаморфизм достигает амфиболитовой фации. В результате метаморфических преобразований первичная красная окраска пород почти полностью утрачена. Красноцветы сохранились лишь в карбонатно-терригенном разрезе Угуйского грабена, отложения которого претерпели изменения только катагенетической стадии.

Весьма интересны своеобразные околорудные изменения, сопровождающие медное сульфидное вкрапленное оруденение в метаморфизованных песчаниках и других кластических породах. Это развитые в цементирующей массе кластитов более интенсивно раскристаллизованные аутигенные агрегаты кварца, гидрослюд, хлоритов, плагиоклазов (альбита, олигоклаза и др.), карбонатов (кальцита, анкерита и др.) и других минералов. Перекристаллизация, регенерация и частичное переотложение аутигенных минералов наиболее интенсивно проявлены вблизи сульфидных сростков, также значительно преобразованных. Очевидно первично-осадочные накопления металлов при диагенетических и особенно катагенетических процессах концентрируются в благоприятных литологических и структурных ловушках. Региональные катагенетические и метаморфические изменения обломочных пород вызваны их погружением на большие глубины с более высокими температурой и давлением, процессами складкообразования или поступлением подогретых элизионных

вод с более глубоких горизонтов. Вероятно, преобразования слаболитифицированных рудоносных осадков при повышении температуры и давления начинаются с регенерации карбонатов и сульфидов. Перекристаллизация и переотложения сульфидов меди и железа в поровом пространстве кластитов оказывают катализирующее воздействие на аутигенное и метаморфическое минералообразование в целом.

На флангах линз медистых отложений в зависимости от окислительно-восстановительных и щелочно-кислотных условий развита либо пиритизация, либо гематитизация. Пиритизация обычно окаймляет тела с халькопиритовой минерализацией; гематитизация - халькозиновые зоны.

Одной из весьма характерных особенностей регионально метаморфизованных медистых отложений является развитие в рудоносных толщах согласных и секущих кварцево-карбонатных прожилков, содержащих сульфидную минерализацию. Морфология и размеры жил зависят от приуроченности их к трещинам отрыва или скола в собранных в складки вмещающих породах. Жильная медная минерализация в пестроцветах служит надежным поисковым признаком месторождений медистых песчаников и сланцев. Нередко в медистых отложениях наблюдаются зоны кливажа и брекчирования, сцементированные сульфидами меди. Весьма интересно расположение сульфидов в кварц-карбонатных прожилках: приуроченность сульфидных гнезд к местам пересечения жилами прослоев песчаников, обогащенных вкрапленностью сульфидов меди. Такие соотношения свидетельствуют о формировании прожилков после литификации медистых песчаников . Фиксируются признаки образования таких жил путем растворения и переотложения породообразующих и рудных минералов вмещающих пород. Такое залечивание сульфидами трещиноватых песчаников нередко приводит к заметному обогащению вплоть до образования богатых рудных тел.

Таким образом, региональный катагенез и метаморфизм медистых отложений вызывают потерю красного тона окраски кластитов, развитие метасоматических прожилков и заметные нарушения структурных особенностей обломочных пород, выражающиеся в собирательной перекристаллизации аутигенных проявлений новообразованных метаморфических минералов. Преобразования хромистых отложений ограничились стадией катагенеза.

Именно в течение этой стадии происходила интенсивная деятельность элизионных вод, обусловившая обесцвечивание красноцветов, раскристаллизацию и переотложение глауконита в поровом пространстве хорошо сортированных кварцевых песчаниках, а также развитие в литифицированных породах прожилков хромсодержащего глауконита. Весьма характерно поразительное сходство разнообразных слоистых текстур медистых и хромистых отложений.

Контактовый метаморфизм медистых отложений в Олекмо-Витимской провинции проявлен чрезвычайно широко вблизи интрузивов и даек различного возраста, состава и размера. В зависимости от особенностей состава медистых отложений в экзоконтактах интрузивных образований наблюдаются рудоносные скарны, кварциты или роговики. В эндоконтактах интрузивов основного и кислого состава, пересекающих рудоносные горизонты, встречаются интенсивно измененные ксенолиты медистых песчаников и фиксируется обогащение сульфидной минерализацией вплоть до образования руд магматического облика.

Весьма показательны преобразования медистых отложений вблизи массивов и зон мигматизации, связанные с наиболее древними развитыми в краевых частях Кодаро-Удоканского прогиба раннепротерозойскими гнейсогранитами куандинского комплекса. Так, в Сюльбанском районе вблизи оз.Медного меденосная толща нижней чинейской серии удоканского комплекса интенсивно рассланцована и мигматизирована. В метаморфизованных отложениях читкандинской и александровской свит сохраняются линзы скарнированных и ороговикованных песчаников с прожилково-вкрапленным пирит-халькопиритовым, реже борнит-халькопиритовым оруденением. Степень метаморфизации медистых пород отвечает зеленосланцевой, реже амфиболитовой фации. Характерна приуроченность вкрапленности сульфидов меди к более окварцованным и карбонатизированным участкам среди новообразованных ориентированных вдоль кристаллической сланцеватости метаморфических минералов (хлорита, актинолита, роговой обманки, серицита, биотита и др.). Иногда порфиробласты перечисленных минералов заключают зерна сульфидов. Местами

фиксируется замещение пирита пирротином. Кварц-сульфидные прожилки и линзы располагаются вдоль сланцеватости или пересекают ее под разными углами, нередко приурочиваясь к трещинам кливажа, к перегибам флексур и ядрам небольших изоклинальных складок. Не менее интересны разнообразные контактово-метаморфические преобразования медистых отложений вблизи интрузивов и даек габброидов раннепротерозойского чинейского и позднепротерозойского дорасского комплексов. Так, в экзоконтактовой зоне крупного Чинейского расслоенного габбро-норитового лополита, вблизи мест пересечения меденосных горизонтов, широко развиты медно-рудные скарны и роговики. Рудные скарны, образующие местами промышленные концентрации, имеют признаки как контактового метаморфизма медистых карбонатно-терригенных отложений, так и более позднего наложения медного сульфидного оруденения. Происхождение последнего наиболее вероятно связано с ассимиляцией медистых пород габброидной интрузией. Последующая дифференциация габброидов, вероятно, сопровождалась обособлением рудоносных растворов и наложением медной минерализации на скарны. Одновременно со скарновым рудообразованием происходило формирование выдержанной обильной вкрапленной сульфидной (пирит, пирротин, халькопирит и др.) минерализации в экзо- и эндоконтактовых зонах лопполита.

Детальные исследования контактов относимой к чинейскому комплексу крупной габбро-диабазовой дайки, пересекающей меденосную толщу Удоканского месторождения, показали следующие их особенности. В экзоконтактах дайки медистые породы превращены в рудные эпидотизированные роговики и кварциты, нередко в той или иной степени альбитизированные и пересекаемые кварц-сульфидными прожилками. Габбро-диабазы эндоконтактовой зоны содержат многочисленные переработанные ксенолиты медистых пород. Обычно ксенолиты представляют собой кварциты или роговиковый кварц, окруженные реакционными каймами голубовато-зеленой роговой обманки шириной до 0,5 см. Характерно развитие микропегматитовых агрегатов, обычно разъедающих кристаллы роговой обманки [1].

Сульфиды меди в роговиках представлены сростками борнита, халькозина и реже халькопирита, располагающимися по периферии ксенолитов. В слабо измененных ксенолитах медистых песчаников сохраняются реликты первичных текстурных особенностей. В них видны метаморфизованные обломки алевролитов, окаймленные тонкой вкрапленностью борнита и халькозина. При полной ассимиляции ксенолитов медистых песчаников наблюдаются только микропегматитовые сростки с вкрапленностью сульфидов. Местами в габбро-диабазах отмечается вкрапленное медное оруденение с интерстиционными структурами руд, присущими позднемагматическим медно-никелевым месторождениям.

Иногда по мере приближения к контактам габбро-диабазовых даек в метаморфизованных медистых песчаниках получают более широкое развитие структуры замещения халькозина борнитом, борнита халькопиритом при заметном утяжелении изотопов серы [2].

Аналогичные контактовые преобразования фиксируются в юго-восточной части Кодаро-Удоканского прогиба вблизи позднепротерозойских габбро-диабазовых силлов дорасского комплекса, секущих под небольшим углом меденосную толщу Бурпалинского месторождения [8].

Своеобразные метаморфические преобразования медистые отложения испытывают в контактовых зонах раннепротерозойских многофазовых гранитоидных массивов Чуйско-Кодарского комплекса. Так, по мере приближения к гранитоидам Кеменского массива эпидотсодержащие роговики постепенно сменяются амфибол-, пироксен-, а затем гранатсодержащими роговиками. Характерны куполообразная форма массива, резкие контакты, наличие многочисленных, нередко слабоизмененных ксенолитов, порфировидные и микропегматитовые структуры гранитов, указывающие на небольшую глубину образования массива и неглубокий эрозионный срез. Медистые отложения претерпевают все указанные преобразования, присущие экзоконтактовому зональному метаморфизму Кеменского массива. Приближаясь к гранитоидному массиву, медистые песчаники и алевролиты постепенно сменяются роговиками, кварцитами и скарнами, минеральный состав которых определяется особенностями состава обломков и цементирующей массы осадочных пород. Текстуры и структуры медистых пород, подчеркивающие первичное расположение вкрапленности медных сульфидов (вдоль слоистости и т.п.), постепенно нарушаются. Появляются разнообразные

пятнистые текстуры, столь характерные для рудных роговиков, кварцитов и скарнов (участки Клюквенный, Скользкий и др.). В меденосной толще месторождения Красного (Икабья-Читкандинский район), удаленной от гранитного массива на расстояние около 500 м, наблюдается широкое развитие по алевропесчаникам читкандинской свиты пятнистых биотитовых роговиков. Для них характерна приуроченность сульфидов к биотитовым сросткам, слагающим черные "пятна". Местами проявлена калишпатизация. Наряду с халькопиритом, борнитом, халькозином и пиритом широко развит пирротин. Последний часто замещает пирит. Встречены секущие линзовидные пирротиновые тела мощностью до 1 м [2].

В экзоконтактовой зоне граносиенитовых и гранодиоритовых интрузивов палеозойского ингамакитского комплекса медистые отложения испытывают также интенсивное ороговикование и скарнирование. В породах эндоконтактовой зоны массивов, пересекающих меденосные толщи, развиты пирит-халькопиритовая вкрапленность и прожилки кварца с гнездами сульфидов. Так, к северу от Сакунского интрузива развиты собранные в складки меденосные отложения читкандинской и александровской свит. Нижняя подсвита читкандинской свиты мощностью 350-400 м сложена ритмично чередующимися метаморфизованными серыми, фиолетово-серыми, зеленовато-серыми песчаниками, известковистыми алевропесчаниками и биотитовыми сланцами. В породах основания разреза отмечается вкрапленность пирита и пирротина. Мощность пачки сульфидизированных пород достигает 100 м. Над ней залегает горизонт медистых пород мощностью 10-50 м.

Верхняя подсвита читкандинской свиты мощностью 100-500 м представлена серыми песчаниками с крупной косой слоистостью, подчеркиваемой магнетитом. Встречаются прослои темно-серых алевропесчаников и алевролитов. По мере приближения к интрузиву в медистых кварцитовидных песчаниках и алевропесчаниках резко возрастает степень ороговикования. Характерны окварцевание, эпидотизация и биотитизация. Четко проявлена собирательная перекристаллизация сульфидов меди и железа с образованием гнездообразных сростков размером до 2 см в поперечнике. Таким образом, меденосным роговикам присущи типичные пятнистые текстуры. В них встречаются более крупные (до 5 х 20 см) сплошные борнит-халькозиновые линзы. К александровской свите на этом участке относится слагающая ядра синклинальных складок пачка переслаивания полосчатых серых и зеленовато-серых известковистых песчаников, алевролитов, аргиллитов и мергелей. Встречаются линзы скаполитизированных мраморов. Характерны волнистая и косоволнистая слоистости. Медистые известковистые песчаники образуют в низах разреза достаточно выдержанный по простиранию пласт с богатой вкрапленностью борнита и халькозина. Мощность более 50 м.

Вблизи гранодиоритов Сакунского массива медистые песчаники интенсивно скарнированы. В цементирующей массе песчаников по карбонату развивается эпидот, амфибол и гранат. Сульфиды претерпевают собирательную перекристаллизацию и переотложение. По мере приближения к интрузиву медистые песчаники с послойным вкрапленным халькозин-борнитовым оруденением постепенно переходят в разнообразные по составу скарны и роговики с типичным пятнистым распределением халькозин-борнитовой минерализации. При этом заметного изменения в составе сульфидов не наблюдается. Местами медистые песчаники собраны в мелкие складки. Прослои алевролитов, заключенные в карбонатных породах, будинируются. Будины алевролитов облекаются мраморизованными эпидотизированными и амфиболизированными известняками, содержащими вкрапленность борнита и халькозина.

Выводы

1. Нижнепротерозойские медистые и хромистые отложения Олекмо-Витимской провинции, приуроченные к интеркратонным впадинам, грабенам и прогибам, претерпели интенсивные метаморфические преобразования и катагенетические изменения.

2. В результате региональных метаморфических преобразований первичный красный цвет пород почти полностью утрачен. Красноцветы сохранились лишь в карбонатно-

терригенном разрезе Угуйского грабена, отложения которого претерпели изменения только катагенетической стадии.

3. Пострудные преобразования медистых отложений выражаются в их региональном и контактовом метаморфизме. Зеленокаменный метаморфизм приводит к перекристаллизации и частичному переотложению сульфидов, сопровождающемуся своеобразными "околорудными" изменениями (окварцевание, серицитизация, хлоритизация, карбонатизация, альбитизация и т.п.). Такие изменения происходят путем преобразования аутигенных и обломочных породообразующих минералов. Характерно развитие разнообразных прожилков и зон дробления, "залеченных" сульфидами. В результате в меденосной толще образуются залежи более богатых руд обычно небольших размеров. В зонах начальных стадий амфиболитовой фации метаморфизма фиксируется дальнейшее контрастирование медного оруденения, вызывающее общее разубоживание продуктивных толщ.

4. Для контактовых зон разнообразных интрузивов и даек характерны интенсивные изменения медистых отложений. В их пределах встречаются тела богатых медно-рудных скарнов, роговиков и кварцитов, сформировавшихся в результате метаморфических преобразований медистых песчаников. Определенное обогащение эндоконтактов интрузивов и даек вкрапленностью сульфидов наблюдается вблизи пересечения пород меденосных горизонтов. В эндоконтактах встречаются ксенолиты интенсивно метаморфизованных медистых песчаников. При полной их ассимиляции в габбро-диабазах образуются руды с интерстициальными структурами, присущими позднемагматическим образованиям.

5. Возникшие в результате регионального и контактового метаморфизма рудоносных отложений медно-рудные залежи и жилы редко образуют крупные промышленные концентрации. Однако такие регенерационные рудные образования могут служить надежным критерием при поисках месторождений медистых песчаников. Это положение в равной мере касается многих стратиформных месторождений цветных металлов (свинец, цинк и др.).

6. Преобразования хромистых песчаников ограничились стадией катагенеза. В течение этой стадии происходила интенсивная деятельность элизионных вод, обусловившая обесцвечивание красноцветов, раскристаллизацию и переотложение глауконита в поровом пространстве песчаников, а также развитие в литифицированных породах прожилков хромсодержащего глауконита.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Богданов Ю.В.* Контактовый метаморфизм медистых песчаников в районе Удоканского месторождения // Зап. Всесоюз. минерал. о-ва. 1963. Ч. 92, вып. 5. С. 535-546.

2. *Богданов Ю.В., Апольский О.П.* Геодинамическая модель формирования Олекмо-Витимской меденосной провинции // Геол. рудн. месторождений. 1988. № 3. С. 66-74.

3. *Богданов Ю.В., Берлянд-Кожевников П.В.* Хромистые песчаные отложения докембрия Угуйского грабена // Литология и полезные ископаемые. 1992. № 2. С. 41-48.

4. *Богданов Ю.В., Голубчина М.Н., Травин Л.В.* Характерные черты метаморфических преобразований медистых отложений // Докл. 23-й сессии геол. конгресса. Проблема 8. Генезис и классификация осадочных пород. М.: Наука, 1988. С. 190-198.

5. *Габлина И.Ф., Василовская И.Ф.* Месторождения меди в осадочных толщах докембрия // Экзогенное породо- и рудообразование в докембрии. Л.: Наука, 1989. С. 102-178.

6. Медный пояс Северной Родезии / Под ред. Ф.Мендельсона. М.: ИЛ, 1963. 473 с.

7. *Паталаха Г.Б.* Метаморфизм руд стратиформных полиметаллических месторождений Казахстана // Геология и металлогения Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1989. С. 266-283.

8. Стратифицированные месторождения меди в СССР / Ю.В.Богданов, Е.З.Бурьянова, Э.И.Кутырев и др. М.: Недра, 1973. 312 с.

9. *Феоктистов В.П.* Меденосность докембрийских отложений Угуйской зоны // Геол. рудн. месторождений. 1986. Т. 28. № 3. С. 65-72.