

УДК 553.411: 553.078 (477)

А. В. Драгомирецкий, канд. геол.-мин. наук, доцент

Кафедра инженерной геологии и гидрогеологии,
Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,
ул. Дворянская, 2, Одесса-82, 65082, Украина

ГЕОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СЕРГЕЕВСКОГО ПРОЯВЛЕНИЯ ЗОЛОТА В СРЕДНЕПРИДНЕПРОВСКОМ РАЙОНЕ УКРАИНСКОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ЩИТА

На основе ранее разработанного алгоритма предложена сложная геолого-генетическая модель формирования Сергеевского проявления золота (Сурская зеленокаменная структура), приуроченного к архейским гранит-зеленокаменным поясам Среднего Приднепровья Украинского щита. В основе алгоритма лежат количественные оценки происхождения, генезиса и парагенезиса, что позволяет с высокой степенью достоверности оценить золоторудный потенциал проявления и наметить дальнейшие пути его изучения.

Ключевые слова: количественные параметры, геолого-генетическая модель, золото-рудные проявления, зеленокаменные пояса, УЩ.

Введение

В предыдущих материалах [1] нами были рассмотрены концептуальные геолого-генетические модели, которые предлагается положить в основу прогнозно-поискового комплекса на рудное золото в пределах докембрийских комплексов Украинского кристаллического щита (УКЩ). Для реализации этой задачи был предложен алгоритм, в соответствии с которым при выявлении любого золоторудного объекта необходимо дать ему прогнозную оценку и установить генетические особенности с выделением широких и узких жильных и рудных минеральных парагенезисов. Опробование разработанного алгоритма проводилось на основе всестороннего изучения геологических материалов по отдельным рудопроявлениям УКЩ, что позволило дать детальные характеристики

© Драгомирецкий О. В.

происхождения, генезиса, парагенезиса и особенностей поведения золота в пределах каждого объекта. Отсюда вытекает *актуальность* темы данной статьи.

Цель настоящей работы — в рамках разработанного алгоритма рассмотреть сложную геолого-генетическую модель Сергеевского проявления, расположенного в южной части Сурской зеленокаменной структуры (Приднепровский блок), а также дать характеристику происхождения, генезиса и выделить минеральные, в том числе и золоторудные, парагенезисы в пределах проявления. *Объектом* исследования является Украинский щит, а *предмет исследования* заключается в установлении закономерностей структуры Сергеевского рудопроявления в связи с его происхождением, генезисом и формами проявления в пределах щита.

Фактический материал и методы исследований

В ходе исследований выполнены анализ и оценка основных факторов формирования Сергеевского проявления, и при этом дана характеристика его происхождения — на основе трех признаков: а) палеолитологический состав вмещающих пород и их реконструкция;

б) степень регионального метаморфизма и мобилизации рудного вещества; в) магматогенный комплекс, генерирующий флюиды. Генезис определялся по пяти признакам – температуре, давлению, источнику флюидов (по изотопии водорода, кислорода и углерода ГЖВ в кварце), источнику рудного вещества (по изотопии серы сульфидов), РТ-условиям и составу флюидов рудного этапа (в %%). На основе минералогических и петрографических данных были установлены широкие и узкие минеральные парагенезисы-матрицы отложения золота.

Анализ и обсуждение результатов

Общие положения. Проявление приурочено к Среднеприднепровской архейской гранит-зеленокаменной области УЩ и расположено между Южно-Сергеевским и Восточно-Сергеевским разломами, в южной части Сурской зеленокаменной структуры. Рудоконтролирующие структуры (северная, центральная и южная) представлены субширотными субпластовыми минерализованными зонами расланцевания, дробления и катаклаза мощностью 80–160 м и протяженностью 1,0–1,5 км на приконтактовых участках субвулканических интрузивов гранодиорит-(тоналит)-порфиров сурского комплекса.

Вмещающими породами служат метабазалты, метаморфизованные в зеленосланцевой фации и превращенные в результате гидротермального метасоматоза в пирит-анкеритсодержащие сланцы. Наибольшее развитие получили амфиболовые метасоматиты, широко развитые в висячем боку субвулканического тела. Участками здесь отмечаются золотоносные лиственито-березиты и карбонат-кварц-альбитовые метасоматиты [2]. Жильные и жилоподобные рудные тела в пределах проявления залегают кулисообразно и имеют существенно кварцевый, кварц-анкеритовый, реже — полевошпат-кварцевый и эпидот-кварцевый состав с сульфидной минерализацией и самородным золотом.

Установлены [3] три минералого-геохимических типа золото-рудных парагенезисов: 1) золото-серебро-висмут-теллуrowый; 2) золото-медно-молибденовый; 3) золото-колчеданный.

Первый тип (1) концентрируется в основном в пределах северной и частично центральной рудных зонах, в ареалах амфиболовых метасоматитов и лиственито-березитов. Его минеральный состав довольно разнообразен — здесь присутствуют магнетит, шеелит, пирротин, халькопирит, пирит нескольких генераций, арсенопирит, сфалерит, галенит, минералы висмута, теллура и их интерметаллические соединения, самородное золото с пробностью 695-946. Рудная минерализация накладывается практически на все зоны амфиболовых метасоматитов.

В рудах преобладает самородное золото, чаще всего связанное с халцедоновидным серым кварцем. Кроме того, дисперсное золото обнаружено в арсенопирите и пирите [4]. Наряду с самородным золотом в кварце отмечаются электрум и кюстелит, а также такие минералы-концентраторы золота, как пильзенит, сильванит, петцит. Наиболее богатые руды приурочены к участкам скопления сульфосолей *Pb*, *Ag*, *Bi*, а также самородного *Bi* в кварце.

Второй тип руд (2) развит на восточном фланге северной рудной зоны и связан с окварцованными дайками метадацит-порфиров и плагиогранит-порфиров. Рудные тела представлены серией кварцевых жил и прожилков (в виде штокверков) с вкрапленностью халькопирита, молибденита, реже — галенита с отдельными включениями самородного золота. Золото-колчеданный тип руд (3) распространен в южной и частично центральной рудных зонах и представлен стратиформными рудными телами, приуроченными к горизонтам кварцитов или вмещающих их парасланцев в верхних частях крупных вулканогенно-осадочных ритмов. Главными минералами этого типа руд являются золотоносный пирит (марказит), в небольших количествах присутствует пирротин,

халькопирит, сфалерит, очень редко самородный висмут, сульфосоли свинца и блеклые руды.

Выявленные в породах и жильных кварцах различные типы включений (газово-жидкие, диоксидовые, водно-диоксидовые — твердофазные) с температурами гомогенизации от 500 до 50 °С при давлениях от 250 до 50 МПа и менее доказывают многоактную эволюцию рудогенерирующего флюида. Данные изучения его изотопного состава (по газово-жидким включениям) позволяют утверждать, что при формировании золоторудной минерализации Сергеевского проявления флюид имел метаморфогенно-магматогенный генезис.

Для Сергеевского проявления реализуется следующая сложная геолого-генетическая модель — *гипергенез осадочно-вулканогенных толщ железисто-кремнистой формации — зеленосланцевая и эпидот-амфиболитовая фации регионального метаморфизма — высоко-средне- и низкотемпературный гидротермальный процесс*. В соответствии с предлагаемой сложной моделью, на ранних стадиях прогрессивного этапа в первую очередь метаморфизму подверглись экзогенные продукты, сформированные на раннем этапе гипергенеза — продукты выветривания и первичные осадочно-вулканогенные толщи. Это привело к образованию метаморфизованных золотоносных объектов, в основном, в пределах зеленокаменных поясов (Сурская, Чертомлыкская и др. структуры).

Характеристика происхождения. В экзогенных условиях раннего докембрия формировались осадочно-вулканогенные толщи, основу которых составляли вулканиты базитового состава (вулканогенные обломочные образования, начиная с туффитов, туффов и др.). В условиях раннего океана эти породы разрушались, образуя так называемые граувакки – экзогенные продукты весьма слабой сортировки, со значительным количеством грубообломочного и глинистого материала. Периоды накопления граувакков чередовались с образованием существенно железисто-кремнистых осадков хемогенного генезиса. При региональном метаморфизме эти толщи попадали в условия одностороннего сдавливания при первых десятках МПа и температуре около 300 °С. Основным минеральным индикатором являлось формирование слоистых минералов за счет каркасных. Основной геохимический фон — это породы базитового состава.

После формирования гипабиссальных гранитоидов сурского комплекса постмагматические гранитоидные флюиды устремлялись в слабо метаморфизованные базиты, где, чем выше температура и давле-

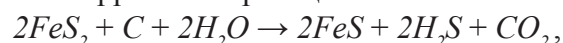
ние, тем легче происходило смешение золотосодержащих метаморфических поровых флюидов с постмагматическими гранитоидными сначала существенно газовыми (пневматолитовыми), а затем высокотемпературными гидротермальными.

Характеристика генезиса. Наиболее типичными выступают зеленосланцевая и эпидот-амфиболитовая фации регионального метаморфизма. В условиях зеленосланцевой фации доминировали флюиды состава H_2O-CO_2 с высокой активностью воды и количеством $NaCl \leq 10\%$. При этом главным механизмом метаморфических реакций является диффузия поровых растворов без существенного изменения химического состава метаморфизируемых пород. Эти флюиды изменяют породы до хлорит-кальцит-альбит-кварцевых пород типа зеленых сланцев (пропилитов), а также более высокотемпературных (эпидот-амфиболитовой фации) магнетит-биотит-альбит-хлорит-актинолитовых сланцев, которые широко развиты в пределах южной части Сурской ЗКС.

Ведущую роль метаморфогенных низкосоленосных флюидов в образовании месторождений в крупных золоторудных провинциях подчеркивают многие зарубежные исследователи [5-8]. По их мнению, одним из важных путей генерирования подобных золотоносных флюидов является метаморфическая дегазация основных вулканитов (граувакков). Поэтому присутствие основных (и/или граувакковых) пород, как первичных концентраторов металла в пределах зон рудообразования, представляется особенно важным.

Присутствие CO_2 или CH_4 во флюиде зависит от состава метаморфизируемых пород. Так, например, в безуглеродистых сланцах метаморфогенный кварц может содержать газовые включения с практически чистой CO_2 , а в кварц-углеродистых сланцах – с CH_4 [9].

По данным экспериментов [10], в системе $Fe-S-O_2-H_2O$ (в условиях закрытых для O_2) преобладающими формами серы в растворах до температур $500\text{ }^\circ\text{C}$ являются H_2S и SO_2 , а выше $500\text{ }^\circ\text{C}$ – только SO_2 . При этом в изобарических условиях с увеличением pH концентрация серы и железа возрастает. При усилении метаморфизма и нарастании давления с понижением pH активность железа в поровых метаморфогенных растворах также возрастает. Это отражается в последовательной кристаллизации сначала пирита, а затем замене его пирротинном, что и происходило на начальных этапах регионального метаморфизма. Температура превращения пирита в пирротин по реакции



лежит в интервале 470-550 °С. Как видно из уравнения реакции, во флюидной фазе накапливается значительное количество H_2S и CO_2 , что в этих условиях приводит к существенной растворимости сульфидов и золота.

Гидротермальный процесс. В этих условиях возникали относительно высокотемпературные флюиды сложного состава, насыщенные комплексными соединениями металлов. *PT*-параметры таких флюидов находились в пределах около 500 °С и давлениях до 100 МПа, обладали высокой плотностью, со значительным насыщением солей (более 50% условного $NaCl$). Рудообразующие растворы преимущественно жидкогазовые гетерогенные и в основной стадии рудоотложения имели преимущественно хлоридно-гидросиликатно-гидрокарбонатно-натриевый состав. Стадии золоторудного минералообразования характеризовались деятельностью существенно углекислотных флюидов в более высокотемпературном диапазоне 450-400 °С и давлении до нескольких десятков МПа.

В такой системе возрастала летучесть O_2 , что приводило к формированию значительных количеств кремнезема, глинозема и щелочей, а также летучих компонентов, в первую очередь, бора, хлора и фосфора, рудоформирующих компонентов серы и мышьяка, а также рудных компонентов — меди, висмута, цинка, редких металлов и редкоземельных компонентов. Источником рудного вещества (по изотопии серы сульфидов — 45% — формационной «осадочной» серы, 50% — глубинной серы) являлись вмещающие породы.

С увеличением водонасыщенности флюида значительно возрастала растворимость серы. В этих условиях с повышением летучести O_2 углерод участвовал в формировании CO_2 , и вместо пирротина кристаллизовался пирит с растворением первого [11].

При дальнейшем понижении *PT*-параметров состав растворов становится существенно хлоридно-гидросиликатно-гидрокарбонатным со слабощелочной реакцией. Для продуктивной стадии характерно снижение содержаний катионов Ca^{2+} - Mg^{2+} в растворах и существенное снижение объемного содержания N_2 и повышения CO_2 в составе газов. Образование золоторудных парагенезисов отличалось резкими перепадами давления и интенсивной дегазацией растворов с обособлением коллоидной и паро-газовой (преимущественно H_2O - CO_2) фаз. Оптимальные интервалы выделения главных парагенезисов золота в пределах проявления составляют 250-190 °С при давлении 7-2 МПа, иногда до десятков

МПа и некотором возрастании температурного интервала до 320–240 °С [12,13]. При этом золото выпадало из растворов при увеличении *pH*, понижении *Eh*, при значительном снижении концентрации хлоридного иона и возрастании количества гидрокарбонат-ионов в системе. Это свидетельствует о привносе в систему метеорных поверхностных вод.

Такие условия способствовали формированию протяженных и относительно мощных зон околорудных изменений (сотни метров), среди которых преобладали калишпатизация и окварцевание.

Поведение золота. В условиях регионального метаморфизма, при повышении температуры и давления, золото легко возгоняется уже при 300 °С [14]. При этом в восстановительной обстановке летучесть его значительно возрастает (в два раза в атмосфере окиси углерода), особенно в присутствии примесей: *Cu, Pb, Bi* - в 3–4 раза; *As, Hg, Sb, Zn, Fe* - в 8–10 раз [15]. Расчеты и экспериментальные данные показывают, что при росте температуры и накоплении во флюидной фазе H_2S и CO_2 значительно возрастает растворимость сульфидов и золота. В условиях зеленосланцевой фации содержание золота в растворах может достигать значительных концентраций (более 20 г/м³ раствора) [16]. Поровые растворы с высокой концентрацией золота будут сильнее всего активизироваться в зонах контактов химически неравновесных пород (например, карбонатных и железистых, карбонатных и силикатных, железистых и силикатных и др.).

Высокую подвижность золота в условиях регионального метаморфизма подтверждают и другие исследователи [17], отмечая неодинаковое распределение металла в породах даже одной фации. По их мнению, это обусловлено различной подвижностью разных форм золота в исходных породах и минералах. Более подвижное тонкодисперсное золото в сульфидах, поровых растворах, газовой-жидких включениях, в виде адсорбированных групп атомов и молекул на гранях кристаллов, в межслоевых пакетах силикатных минералов, даже при средних *PT* значениях регионального метаморфизма, могло активно перераспределяться и отторгаться метаморфогенными растворами. В то же время основное золото, атомарно и молекулярно рассеянное в структурах минералов, с трудом извлекалось или не извлекалось вовсе этими растворами.

Увеличение концентраций и возникновение значительных количеств подвижных форм золота в метаморфогенных флюидах приводили к существенному его выносу из метаморфических пород (особенно сульфидизированных). Эксперименты по перекристаллизации золото-

содержащих пиритов высокотемпературными (400–500 °С) хлоридными растворами показали [18], что с ростом температуры метаморфизирующих растворов насыщение их золотом резко увеличивалось до 40–80%. Поэтому при метаморфической перекристаллизации и замещении сульфидов можно ожидать вынос золота из первичных сульфидов до 30–40 % при 400 °С и до 50–80 % при 500 °С.

Таким образом, в условиях зеленосланцевой фации регионального метаморфизма тонкодисперсное золото может активно перемещаться и концентрироваться в поровых растворах. Такое явление способствует формированию золоторудных концентраций на начальной стадии прогрессивного метаморфизма в виде кварц-карбонатных жил с тонкой вкрапленностью золота в пирите. Последующее наложение также и высокотемпературных золотоносных пневматолитовых флюидов, связанных с гранитоидами, увеличивало потенциал золота в подвижном состоянии. Наложение высокотемпературных водонасыщенных золотоносных флюидов гидротермального генезиса существенно снижало кислотность смешанных флюидов и растворимость сульфидов. А это способствовало распаду основных хлоридных и сульфидных комплексов золота и накоплению самородного золота с богатым оруденением, в том числе и интерметаллидами золота с висмутом, теллуром.

Понижение температуры и смещение *pH* в сторону щелочности приводило к отложению самородного золота с резкой дегазацией растворов, что способствовало ступенчатому распаду золотоносных комплексов при более высокой температуре. Поэтому начало выделения золоторудных парагенезисов в пределах Сергеевского проявления происходило в интервале не ниже 400 °С и давлении около 250 МПа. При этом начальные порции золота выпадали в виде золя и электрохимическим путем, что проявлялось как тонкозернистая вкрапленность в сульфидах железа (пирите, пирротине, арсенопирите).

При дальнейшем понижении *PT*-параметров золото переносилось в виде сульфатных и более сложных комплексов. Золото образовывало поликомпонентные коллоидные растворы, в том числе и с серебром, коагуляция которых приводила к выпадению сульфосольных соединений. Изменение состава более поздних низкотемпературных растворов в сторону гидрокарбонатно-кальциевых понижало кислотность, и создавало к концу процесса нейтральные-слабощелочные условия, благоприятные для кристаллизации сульфидов, карбонатов и золота. При этом околорудные изменения (окварцевание, хлоритизация, серицитизация и

др.) были незначительны. На заключительной стадии происходило снижение концентрации Ca^{2+} и CO_2 , вследствие чего из раствора выпадали карбонаты (кальцит-сидерит). Логично предположить, что смешение растворов с дальнейшей их кристаллизацией происходили в один этап, но в две стадии (метаморфическая и гидротермальная).

Накопление золота происходило дискретно, что может быть объяснено, к примеру, при интерпретации уран-свинцовых систем с золотом. Золото и уран, в зависимости от смены физико-химических условий, вели себя как родственные или антагонистические элементы. Привнос урана в породы и метасоматиты приводил к общему выносу золота, и наоборот.

Характеристика парагенезиса. В условиях фации зеленых сланцев золото образовывало парагенезисы, в первую очередь связанные с продуктами дометаморфических условий, преобразованных в хлорит, кальцит (возможно сидерит, сидероплезит и др.) в ассоциации с пиритом и пирротинном. В этих условиях халькофильные элементы фиксируются только в виде примесей и пока не формируют свои минеральные фазы. Поэтому чаще всего обнаруживаются пирротины с примесями *Bi*, *Cu* и *Pb* и пириты с примесями *As*, *Sb*, *Hg* и др. [19,20].

Позднее на парагенезис зеленосланцевой фации — золото-хлорит-карбонаты (возможно железистые)-пирит-пирротин, накладывается парагенезис альбитит-грейзеновой фазы сурских гранитоидов: альбит, КПШ, кварц, мусковит, биотит. Кроме основных минералов, присутствуют ортит, магнетит и сфен. Тонкодисперсное золото при этом входит в качестве примеси в сульфиды. При дальнейшем наложении сформировались зоны окварцевания с высокотемпературными сульфидами – халькопиритом, арсенопиритом и висмутином.

При наложении на метаморфогенные образования существенно магматогенных флюидов и существования парагенезиса золота с пиритом, пирротинном и магнетитом происходит частичное растворение пирротина, золота и переотложение последнего в высоких степенях окисления — с пиритом и магнетитом.

Формируются относительно мощные зоны окварцевания и кварцево-жильные зоны, приуроченные к участкам переслаивания (иногда частого) метаморфических пород разной компетенции с образованием:

на ранней стадии высокотемпературного парагенезиса — золото-халькопирит-арсенопирит-молибденит-висмутовые минералы с обогащением периферических зон арсенопирита тонкодисперсным золотом;

на поздней стадии среднетемпературного парагенезиса — золото-блеклые руды-сульфосоли висмута и теллура - на участках более ранних сульфидных парагенезисов.

Золото встречается в самородном виде и формирует достаточно хорошо образованные кристаллы разных размеров, часто в сростках с халькопиритом и пирротинном, а также крупные проволочковидные выделения, дендриты и др. формы в кварце в парагенезисе с интерметаллидами висмута и теллура. Тонкодисперсное золото из ранних сульфидов и сульфоарсенидов перераспределяется и концентрируется в кварце.

На низкотемпературные условия в пределах Сергеевского проявления указывают и относительно слабо выраженные окolorудные изменения пород, иногда с сульфидами (халькопирит, пирит, редко пирротин), обусловленные небольшой химической активностью растворов. При этом формировались секущие халькопирит-пирит-кварц-анкеритовые прожилки и системы жил незначительной мощности.

Весьма показательными можно считать несколько базовых закономерностей. Для Сергеевского проявления реализуется следующая сложная геолого-генетическая модель, а именно: *гипергенез осадочно-вулканогенных толщ железисто-кремнистой формации — зеленосланцевая и эпидот-амфиболитовая фации регионального метаморфизма — высоко- средне- и низкотемпературный гидротермальный процесс*. Эта модель описывается десятью генетическими параметрами: исходным составом вмещающих пород, степенью регионального метаморфизма и мобилизации рудного вещества, петрографическим типом флюидогенерирующего магматогенного комплекса, *PT*-условиями, источниками флюидов и рудного вещества, *PT*-условиями и составом флюидов рудного этапа, а также широкими и узкими минеральными парагенезисами-матрицами отложения золота.

По исходному составу вмещающие породы проявления представлены осадочно-вулканогенной, существенно базитовой толщей субаквально-эксталяционного происхождения (сульфидная фация железисто-кремнистой формации). Эта толща претерпела региональный метаморфизм зеленосланцевой и эпидот-амфиболитовой фаций с низкой степенью мобилизации рудного вещества.

Магматогенный комплекс гранодиорит (тоналит)-порфиров, генерирующий флюиды гидротермального генезиса, относится к Сурскому комплексу гипабиссальных плагиогранитоидов.

Условия генезиса проявления отвечают гидротермальной модели с широким диапазоном *PT*-условий от 500 до 50 °С и давлении до 250 МПа. Источник флюидов (по изотопии водорода, кислорода и угле-

рода ГЖВ в кварце) является метаморфогенно-магматогенным (гидротермальным). Источником рудного вещества (по изотопии серы сульфидов) являются вмещающие породы (45%) формационной «осадочной» серы, 50% — глубинной («коровой») серы. *PT*-условия и состав флюидов рудного этапа (в %%) — 250-190 °С при давлении 7-2 МПа, иногда до десятков МПа и возрастании температуры до 320-240 °С; H_2O-CO_2 с твердыми фазами (KCl , $NaCl$, $CaCl_2$, карбонат). Количество $NaCl$ превышает 50 %.

Смешение растворов с дальнейшей их кристаллизацией происходили в один этап, но в две стадии (метаморфической и гидротермальной). Начало выделения золоторудных парагенезисов в пределах Сергеевского проявления происходило в интервале не ниже 400 °С и давлении около 250 МПа. При этом начальные порции золота выпадали в виде золя и электрохимическим путем, что проявлялось как тонкозернистая вкрапленность в сульфидах железа (пирите, пирротине, арсенопирите).

При дальнейшем понижении *PT*-параметров золото переносилось в виде сульфатных и более сложных комплексов. Коагуляция поликомпонентных коллоидных растворов с золотом приводила к выпадению сульфосольных соединений, а изменение состава растворов в сторону гидрокарбонатно-кальциевых понижало кислотность. Это создавало к концу процесса нейтральные-слабощелочные условия, которые были благоприятными для кристаллизации сульфидов, карбонатов и золота.

Выводы

Парагенетические ассоциации сменяют друг друга при наложении геологических процессов. На парагенезис зеленосланцевой фации — хлорит-кальцит и (сидерит±сидероплезит)-пирит-пирротин с примесями золота накладывался парагенезис альбитит-грейзеновой фазы сурских гранитоидов, в числе которых альбит, КПШ, кварц, мусковит, биотит и акцессорные — ортит, магнетит и сфен. В начальную стадию гидротермального процесса сформировались зоны окварцевания с высокотемпературными сульфидами — халькопиритом, арсенопиритом и висмутином. Происходило частичное растворение пирротина, золота и переотложение последнего в высоких степенях окисления — с пиритом и магнетитом.

Формировались относительно мощные зоны окварцевания и кварцево-жильные зоны, приуроченные к участкам переслаивания (иногда частого) метаморфических пород разной компетенции с образованием:

а) высокотемпературного парагенезиса — золото-халькопирит-арсенопирит-молибденит-висмутовые минералы с обогащением периферических зон арсенопирита тонкодисперсным золотом;

б) среднетемпературного парагенезиса — золото-блеклые руды-сульфосоли висмута и теллура — на участках более ранних сульфидных парагенезисов.

Самородное золото представлено хорошо образованными кристаллами разных размеров, часто в сростках с халькопиритом и пирротинном, а также крупные проволочковидные выделения, дендриты и др. формы в кварце в парагенезисе с интерметаллидами висмута и теллура. Тонкодисперсное золото из ранних сульфидов и сульфоарсенидов перераспределялось и концентрировалось в кварце.

Список использованной литературы

1. Драгомирецкий А. В. Геолого-генетические модели и принцип суперпозиции золоторудных систем (на примере Украинского щита) // Доповіді НАН України, 2010. — № 8. — С.120–123.
2. Монахов В. С., Сеницын В. А., Фомин Ю. А., Коржнев М. Н., Парфенова А. Я. Золотоносные кварц-карбонат-амфиболовые метасоматиты зеленокаменных структур докембрия Среднего Приднепровья / Геол. журнал. — 1994. — № 3. — С.65–76.
3. Фомин Ю. А., Монахов В. С., Коржнев М. Н., Сеницын В. А. Стабильные изотопы S, O, C, H в золотоносных амфиболовых метасоматитах Сурской структуры (Украинский щит) // Минерал. журнал. — 1994. — Т.16, № 2. — С.49-55.
4. Квасница В. Н., Кузнецов Ю. А., Латыш И. К. Кристалломорфология самородного золота из некоторых рудных районов Украины // Изв. АН СССР. Сер.геол.— 1978.— № 8.— С.73–79.
5. Boyle R. W. Geochemistry of gold and its deposition. — Ottawa. — 1979. — 584p.
6. Groves D. J., Phillips G. N., Ho S. E. et al. Craton-scale distribution of Archean greenstone deposits: predictive capacity of the metamorphic model // Econ. Geol. — 1987. — V.82. — № 8. — P. 2091–2097.
7. Groves D. I., Ho S. E., McNaughton N. J., Mueller A. G., Perring C. S., Rock N. M. S. and Skwarnecki. Genetic models for Archean lode-gold deposits in Western Australia // Advances in understand-

- ing Precambrian gold deposits. — 1988. — V.2. — №12. — P.1–22.
8. Phillips G. N., Powell R. Link between Gold Provinces // *Econ. Geology*. — 1993.-V.88. — № 7. — P.1084–1098.
9. Прокофьев В. Ю., Афанасьева З. Б., Иванова Г. Ф. Условия метаморфизма и характеристика флюидов Олимпиадинского золото-сульфидного месторождения (Енисейский кряж) // Докл. РАН. — 1993. — Т.329, № 3. — С.357–359.
10. Иванов И. П., Шаповалов Ю. Б., Каширцева Г. А. Термодинамический анализ парагенезисов минералов на основе системы Fe-S-O₂-H₂O // *Экспериментальная минералогия: некоторые итоги на рубеже столетий*. Т.1.— 2004. — С.283–297
11. Воган Д., Крейг Дж. Химия сульфидных минералов.- М.: Мир, 1981. — 575с.
12. Термобарогеохимия золота (прогнозирование, поиски и оценка оруденения) / Ю. В. Ляхов, Н. Н. Павлунь, А. В. Пизнюр, И. В. Попивняк / Под ред. Е. М. Лазько. — Львов: Свит, 1995. — 280с.
13. Дьшук М. Ю. Некоторые закономерности локализации золотого оруденения южной части Сурской структуры на примере Сергеевского месторождения (Среднее Приднепровье) // *Актуальні проблеми геології, географії та екології: Зб.наук.пр.* — Дніпропетровськ: «Навчальна книга», 1999. — Т.3. — С.31–46.
14. Некрасов И. Я. Геохимия, минералогия и генезис золоторудных месторождений.— М.: Наука, 1991.— 302с.
15. Петровская Н. В. Самородное золото. Общая характеристика, типоморфизм, вопросы генезиса.— М.: Наука, 1973.— 347с.
16. Коптев-Дворников В. С., Руб М. Г. Проблема металлогенической специализации магматических комплексов // *Металлогения и магматизм Тянь-Шаня*.— Фрунзе: Илим, 1967.— С.77–79.
17. Буряк В. А. Метаморфизм и рудообразование.— М.: Недра, 1982.— 256с.
18. Бовин Ю. П., Сазонов А. М. Особенности геохимии золота при полиметаморфизме архейского гранулитового комплекса // *ДАН СССР*. — 1988. — Т.299.— №2.— С.445–448.
19. Нечаев С. В. Некоторые особенности проявлений золота и серебра в западной части Украинского щита // *Геол. журн.* — 1992. — № 4.— С.79–88.

20. Ярощук М. А., Фомин Ю. А., Кравченко Г. Л., Вайло А. В. Минералого-геохимические типы руд золота месторождений Украинского щита (как основа выделения их геолого-промышленных типов) / **Геохімія та екологія. Збірник наук. праць / Державний науковий центр радіогеохімії навколишнього середовища НАН та МНС України.** — К., 2000. — Вип.2. — С.93–136.

Статья поступила в редакцию 14.09.2012

О. В. Драгомирецький

кафедра інженерної геології і гідрогеології,
Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова,
вул. Дворянська, 2, Одесса-82, 65082, Україна

**ГЕОЛОГО-ГЕНЕТИЧНА МОДЕЛЬ СЕРГІЇВСЬКОГО ПРОЯВУ
ЗОЛОТА В СЕРЕДНЬОПРИДНІПРОВСЬКОМУ РАЙОНІ
УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА**

Резюме

На основі раніше розробленого алгоритму запропонована складна геолого-генетична модель формування Сергіївського прояву золота (Сурська зеленокам'яна структура), приуроченого до архейських граніт-зеленокам'яних поясів Середнього Придніпров'я Українського щита. В основі моделі покладено кількісні параметри походження, генезису і парагенезису, що дозволяє з високим ступенем достовірності оцінити генетичні особливості, золоторудний потенціал прояву і намітити подальші шляхи його вивчення.

Ключові слова: кількісні параметри, геолого-генетична модель, золоторудні прояви, зеленокам'яні пояси, УЩ.

O. V. Dragomyretskiy

Department of Engineering Geology and Hydrogeology,
Mechnikov National University of Odessa,
Dvoryanskaya str., 2, Odessa-82, 65082, Ukraine

**GENETIC-GEOLOGICAL MODEL OF SERGEEVSKOE GOLD
DEPOSIT IN THE MIDDLE DNEPER DISTRICT OF UKRAINIAN
SHIELD**

Abstract

The paper contains the results of valuation of the basic genetic parameters of complex geological-genetic model of Sergeevskoe gold deposit (Sursk greenschists structure), dedicated to the Archaean granite-greenstone belts of the Middle Dnieper Ukrainian shield. The model parameters are quantified origin, genesis and paragenesis, which allows a high degree of reliability to assess genetic characteristics, gold potential manifestations and to identify further ways to study it.

Key words: concentration of gold, geochemical signs, a quantitative assessment, regional-metamorphic complexes.