

УДК 553.411.078:551.24.055(477)

ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ ОТЛОЖЕНИЙ ДОКЕМБРИЯ (НА ПРИМЕРЕ УКРАИНСКОГО ЩИТА)

© 2004 г. А. В. Драгомирецкий

Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова
Украина 65026, Одесса, ул. Дворянская, 2;
E-mail: drag@gold.mail.ru

Поступила в редакцию 04.02.2002 г.

На основе традиционных петрохимических и нетрадиционных минералогических методов (генерационный анализ акцессорного циркона) изучены особенности первичного состава высокометаморфизованных пород некоторых золотосодержащих формаций раннего докембрия Украинского щита (УЩ). Установлена приуроченность ряда проявлений золота к первично осадочным толщам позднего архея УЩ и рассмотрена возможность их хемогенного генезиса. Выполнен анализ совмещенной схемы пликативной тектоники и фаций метаморфизма в изученной части УЩ, который показал, что золотосодержащие первично-осадочные породы хемогенного генезиса хащевато-завальевской свиты бугской серии (AR₂) приурочены к ареалам развития амфиболитовой фации и локализованы в пределах тектонических синформных структур высокого порядка. Сделан вывод о потенциальной золотоносности этих структур.

В мировой практике изучение литологических особенностей пород с повышенными концентрациями золота приобретает все большее значение. В последние годы установлена и находит все большее подтверждение важная роль хемогенных и биохемогенных процессов в образовании золоторудных месторождений [Некрасов, 1991]. Во всяком случае, можно считать определяющим значение органики при формировании золоторудной минерализации в фанерозойских черносланцевых толщах, а также в некоторых докембрийских образованиях [Юдович и др., 1990; Никешин, Емельянов, 1993]. Принципиальное значение имеют факты концентрации золота в современных илистых отложениях (побережье Камчатки, северо-западный шельф Черного моря, побережье штата Орегон и другие) [Лепкий, Колесникова, 1984; Лебедь и др., 1994].

Анализ данных по Белоцерковско-Одесской гнейсо-гранулитовой области Украинского щита показывает определенную связь концентраций золота с древними конгломератами, углерод- и железосодержащими высокометаморфизованными толщами. Однако расшифровка генетической природы такой связи весьма затруднительна и в большинстве случаев отсутствует. Некоторые исследователи акцентируют внимание на метатерригенном характере золотоносных комплексов, но вместе с тем нельзя отрицать и возможную их хемогенную природу, связанную с проявлением специфических процессов химической дифференциации вещества земной коры в раннем докембрии.

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ ПАЛЕОЛИТОЛОГИЧЕСКИХ ПОСТРОЕНИЙ

Для расшифровки генезиса мощных монотонных толщ гранулитов необходимо применение нетрадиционных методов палеорекострукции. Одним из таких методов является генерационный анализ акцессорного циркона, разработанный одесскими исследователями [Носырев, 1990; Носырев и др., 1985, 1989]. Он предполагает детальное онтогенетическое изучение и количественную оценку реликтовых, синпетрогенных и наложенных генетических типов акцессорного циркона.

Для палеорекострукции гранулитов используются реликтовые генетические типы циркона (рис. 1). Они образуются до формирования главных ассоциаций породобразующих минералов и по онтогенетическим особенностям делятся на кластогенные и магматогенные. Это уцелевшие остатки исходного материала магматических, осадочных и метаморфических пород.

Реликтовый кластогенный циркон изменяет свой облик в зависимости от характера дезинтеграции и дифференциации вулканогенно-осадочных толщ. В кварцитах и метаконгломератах, образовавшихся по грубообломочным породам, он чаще наблюдается в виде остроугольных обломков. Для некоторых гнейсов и гранитоидов, образовавшихся по алевритам и пелитам, характерны хорошо окатанные, иногда шарообразные цирконы с $K_{уд} = 1-1.5$ (см. рис. 1).

Реликтовый магматогенный циркон состоит из внутреннего кристалла-реликта и одной или

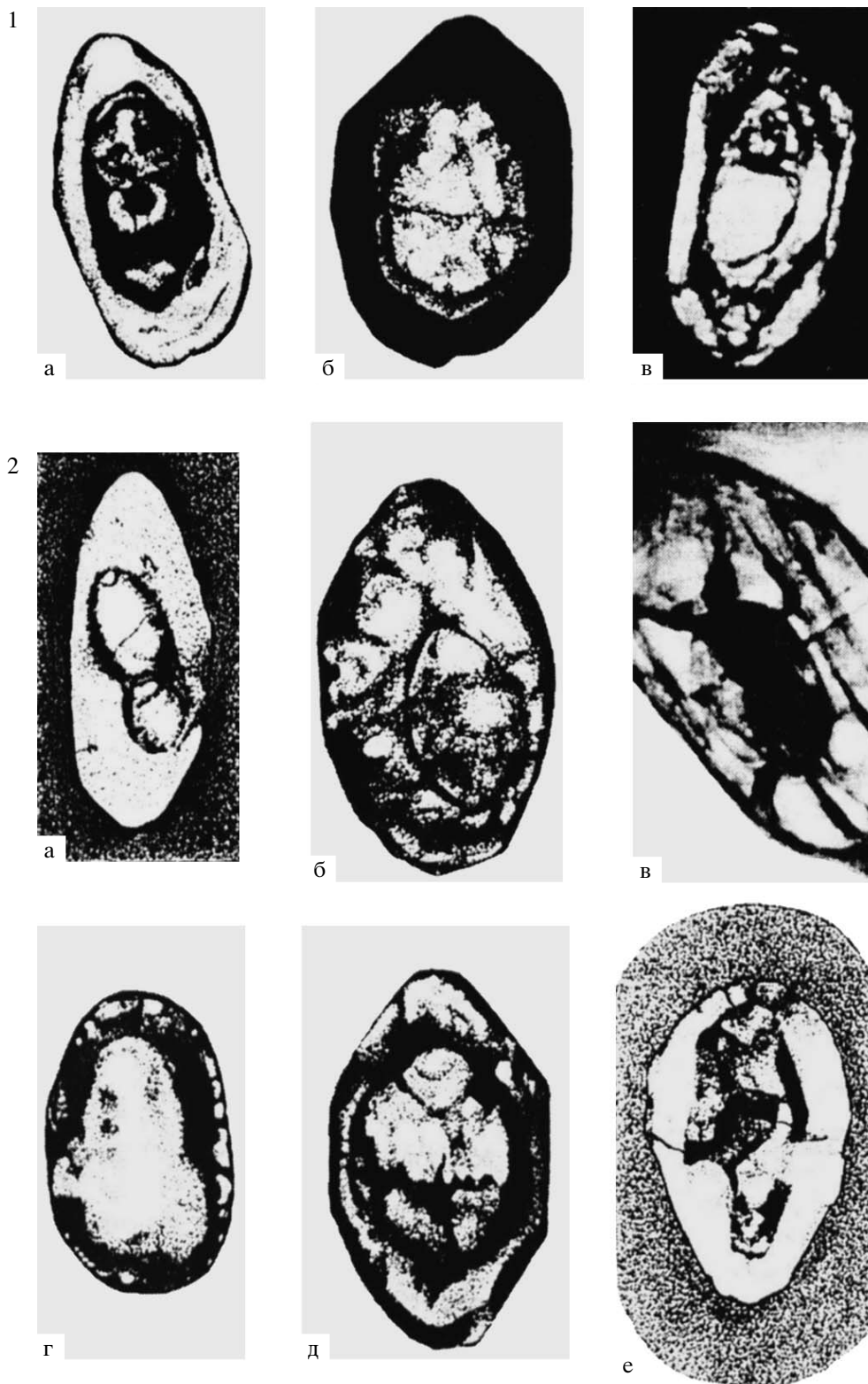


Рис. 1. Реликтовые генетические типы акцессорного циркона.

1 – “магматический”: а – граниты Вознесенского массива, западный контакт, б – пироксеновые гнейсы Побужья, в – чарнокиты Побужья, увел. 700; 2 – “кластогенный”: а, б – граниты Вознесенского массива, восточный контакт, в – трикратские граниты центральной части Вознесенского массива, г – гранат-биотитовые гнейсы, д – гранат-пироксеновые гнейсы, е – кировоградские граниты, увел. 600.

Таблица 1. Распространенность генетических типов циркона в некоторых гранулитах Украинского щита, %

№ проб	Породы	Место отбора проб	Генетические типы циркона						Состав исходных пород
			Реликтовый			Наложенный			
			К	РМ	ПМ	ПГ	ПН	ГТ	
Среднее Побужье, бугская серия (AR ₂)									
100/13	Кристаллический сланец	с. Саврань	–	5	10	–	3	72	Ортопорода
556/40			–	–	–	–	–	100	Хемогенный осадок
328/102	Гнейс пироксеновый	с. Гвоздавка	20	–	–	55	–	25	Алеврит
Кировоградский блок, ингуло-ингулецкая серия (PR ₁)									
8434	Гнейс гранат-биотитовый	Братский синклиорий	40	–	–	–	35	25	Песок, алеврит
8310	Гнейс биотитовый		89	–	–	–	–	11	Алеврит, пелит
Кошаро-александровская свита бугской серии (AR ₂)									
К 1/1	Кварцит	с. Шамраевка	12	–	–	–	26	62	Кварцевый песок
К 1/2			15	–	–	10	30	45	
К 1/5			12	–	–	–	28	60	
Р 1/1		с. Кошары	4	–	–	–	20	76	
Приазовье, темрюкская свита центральноприазовской серии (AR ₂)									
ЗП 9/10	Кальцифир	с. Старченково	–	–	–	–	–	100	Хемогенный осадок
ЗП 1/2	Кварцит	урочище Балка	6	–	–	–	–	94	Кварцевый песок
ЗП 9/3		Лабунова	10	–	–	13	60	17	

Примечание. К – кластогенный, РМ – раннемагматический, ПМ – позднемагматический, ПГ – пегматитовый, ПН – пневматолитовый, ГТ – гидротермальный; прочерк – циркон не обнаружен.

нескольких регенерационных каёмок. Внутренний кристалл, как правило, без следов механических повреждений имеет хорошую степень сохранности с $K_{уд} > 2$. Такой тип циркона характерен для чарнокитов, амфиболитов, пироксеносодержащих гнейсов и кристаллических сланцев (см. рис. 1).

В метамагматических породах никогда не фиксируются кластогенные цирконы. Одновременное присутствие в породе магматогенных и кластогенных цирконов свидетельствует о ее метатерригенном генезисе в условиях слабой осадочной дифференциации. К такому типу пород относятся метаграувакки, образовавшиеся по грубозернистым осадкам в специфических условиях раннего докембрия (табл. 1, 2). Генезис их далеко не ясен и связан, возможно, с изменением первичного ультрабазит-базитового субстрата.

Особый интерес представляют некоторые кристаллические сланцы, амфиболиты, кварциты и кальцифиры, в которых реликтовый циркон отсутствует (см. табл. 1, 2). Это позволяет рассматривать возможность их образования за счет осадков хемогенного типа или метасоматическим путем.

При палеорекострукции кварцитов выделяются три группы пород: метатерригенные, метакхемогенные и метасоматические. Субстратом метатерригенных кварцитов были различные песчаные и песчано-глинистые образования. К метакхемогенным породам относится большинство железосодержащих кварцитов, в которых реликтовый циркон отсутствует. Судя по составу реликтовых цирконов, метасоматические кварциты формируются по различным породам. Иногда они образуются по лейкократовым гранитоидам ультраметаморфического генезиса, что подтверждается обилием сложных кристаллов циркона. В другом случае метасоматозу подвергались гранат-биотитовые гнейсы. При этом большинство зерен циркона образуют кристаллы с хорошо окатанным внутренним ядром.

Достаточно сложным представляется состав кальцифиров. Среди них выделяются метакхемогенные (кальцифиры темрюкской свиты в Приазовье и некоторые кальцифиры Побужья) и метасоматические типы (некоторые кальцифиры в Побужье, образовавшиеся за счет габброидов).

Таблица 2. Распространенность генетических типов циркона в породах хашчевато-завальевской свиты (AR₂) (Среднее Побужье, Украинский щит), %

№ проб	Породы	Место отбора проб	Генетические типы циркона						Исходный состав пород
			Реликтовый				Наложенный		
			К	PM	ПМ	ПГ	ПН	ГТ	
1002/3	Гнейс пироксеновый	с.Бандурово	–	12	25	7	–	56	Ортопорода
1007/2	Кристаллический сланец		–	14	24	7	10	45	
1005/1	Амфиболит		–	7	15	3	47	28	Метасоматит
1002/9	Кальцифир		–	10	23	5	23	39	
1014/1		с.Хашчеватое	–	9	20	2	–	69	Метасоматит по габброидам
1015/1			–	15	24	3	–	58	
20Г/3		с.Троянка	–	3	2	–	–	95	Хемогенный осадок
556/21		с.Капустянка	–	–	–	–	42	58	
556/26			–	–	–	–	13	87	
556/29			–	–	–	–	–	100	
556/59			–	–	–	–	–	100	
550/86	Амфиболит актинолитизированный	Восточно-Капустянское золоторудное проявление	–	–	–	–	50	50	Граувакка, песок
550/90			–	–	–	–	10	90	
550/94			36	8	8	28	10	10	
552/80	Амфиболит		5	17	18	–	30	30	

Примечание. см. таблицу 1.

Таким образом, анализ аксессуарного циркона позволяет проводить реконструкции состава исходных разрезов гранулитов и восстанавливать историю формирования вмещающих их геологических структур.

При изучении золоторудных проявлений Белоцерковско-Одесской гнейсо-гранулитовой области оказалось, что практически все они локализованы в пределах метакхемогенных разрезов раннего докембрия и, таким образом, следует рассматривать возможность их хемогенного генезиса.

К ВОПРОСУ О ХЕМОГЕННОЙ ПРИРОДЕ ЗОЛОТА

В литературе возможность хемогенного образования золота неоднократно обсуждалась в связи с вопросом о поведении золота в океанической воде в процессе современного осадконакопления [Харитонов, 1936; Пещевицкий и др., 1965; Некрасов, 1991]. В морской воде золото находится в свободном состоянии в виде взвешенных микронных и субмикронных частиц. П.А. Харитонов – активный сторонник хемогенной концепции накопления золота в осадках ссылается на факты обнаружения в выпаренной из морской воды соли

457 мг/т золота и 54.4 мг/т серебра и на присутствие золота в пробах глубоководных илов, поднятых с морского дна драгами [Харитонов, 1936]. Некоторые факты о наличии золота в современных осадках приводятся в более поздних работах [Некрасов, 1991].

Анализ особенностей геохимии золота позволил выделить наиболее подвижные его формы – тонкодисперсную, коллоидную и растворенную. По мнению исследователей, основной формой миграции золота является растворенная. Она представлена преимущественно отрицательно заряженными комплексами $[AuCl_2]^-$ в нижних слоях вод открытого океана [Пещевицкий и др., 1965].

Однако разнообразие типов природных вод предопределяет не только значительные колебания концентраций золота, но и различия в формах его нахождения. Так, некоторые исследователи [Росляков, 1981; Велюханова и др., 1988; Шишкина, Дмитриев, 1991] считают органические комплексы основной формой переноса золота в пресных поверхностных водах. Другие [Голева, 1977; Погребняк, 1983] отмечают основную роль неорганических комплексов одновалентного золота ($[AuCl_2]^-$, $[Au(OH)_2]^-$, $[Au(SO_4)_2]^{3-}$) и элементного

золота в коллоидной форме. Во всех указанных работах подчеркивается весьма важная роль фульвокомплексов в процессах миграции золота. Приводятся обоснованные выводы о том, что основными миграционными формами золота в поверхностных водах являются гидроксофульватные комплексы золота (III), гидроксокомплексы золота (III), а также коллоидное золото, соотношения между которыми определяются условиями их концентрации в различных типах вод. Некоторые исследователи [Миллер, Фишер, 1974] отмечают, что с уменьшением концентрации золота в растворе преобладает комплекс $AuCl_2^-$, стабилизирующийся с повышением температуры. Соотношение окисленной и восстановленной форм золота в природных океанических и пресных водах определяется количеством растворенного кислорода [Шишкина, Дмитриев, 1991].

В рассолах термальных вод при отсутствии органических кислот степень окисления золота составляет + I [Шишкина, Дмитриев, 1991].

При изучении подвижных форм золота необходимо учитывать образование его коллоидных растворов. Как известно, главной причиной перехода золота в раствор является склонность его атомов к образованию комплексных анионов. Подвижность этих комплексов играет большую роль в процессах переноса и осаждения золота и зависит от некоторых параметров водных растворов (кислотность-щелочность, кислородный потенциал и др.). Так, подвижность его хлоридных комплексов сильно зависит от pH раствора, при возрастании которого происходит выпадение золота в осадок даже при комнатной температуре. При этом хорошим осадителем золота является оксид углерода. В присутствии ионов CN^- золото растворяется особенно интенсивно, что приводит к его окислению в атмосферных условиях с образованием комплекса $[Au(CN)_2]^+$ [Сазонов, 1985].

Процесс осаждения золота непосредственно из морской воды обусловлен тремя факторами: сорбцией, электрохимическими реакциями и жизнедеятельностью организмов. Результатом действия этих факторов является осаждение золота в придонном слое, где при движении воды вблизи морского дна возникает градиент разности потенциалов, вследствие которого поверхность дна становится электродом. При положительном заряде отрицательные ионы хлорида золота в условиях щелочной среды могут восстановиться и перейти в осадок в виде метаколлоидных образований. Затем уже заряженные коллоидные частицы золота адсорбируют положительно заряженные гидрозоли окислов золота. В результате электрофореза мицеллы коллоидного золота укрупняются, образуя в осадках нерастворимые микронные стяжения [Ясырев, Никитин, 1972]. По всей видимости, подобный механизм привел к образова-

нию стяжений золота в тонкодисперсных шельфовых отложениях Черного и Охотского морей. Кроме того, явление электрофореза можно использовать для извлечения золота из современных пелитовых и алевроитовых осадков.

Некоторые исследователи обращают внимание на роль органики при осаждении золота. Отмечается, что в зоне 1–2 см близ фосфатных костных остатков они обогащаются золотом, иногда в значительном количестве (до 14 г/т). Не исключено образование даже небольших самородков [Ясырев, Никитин, 1972].

Кроме того, по данным [Некрасов, 1991], концентраторами золота из морской воды являются гидроксиды марганца и железа, фосфаты и железистые гумиты.

Среднее содержание золота в современных донных морских осадках в целом колеблется незначительно – 1.5–4.2 мг/т. Более всего золота содержат черноморские глубоководные илы – до 7.5 мг/т [Нестеренко, Воротников, 1983]. Представляется, что это обогащение связано с обогащением органикой илов Черного моря и сероводородным восстановительным барьером. Здесь стяжения золота образуются с помощью таких активных сорбентов как метастабильный сульфид железа – грейгит. Экспериментами установлено, что его образование обеспечивает чрезвычайно интенсивное сорбционное концентрирование золота (почти 100% во всем интервале pH). При старении метастабильный сульфид распадается на пирит-марказит и тонкодисперсное самородное золото с частичной десорбцией последнего. Исследования современных осадков Черного моря показали, что илы древнечерноморского осадочного горизонта (возраст 7000 лет) содержат глобулярный пирит и гидротроилит, активно сорбирующие золото из морской воды. Этому способствуют высокие содержания глинистых минералов, прежде всего смектитов (до 40%). Содержание золота в илах этого горизонта колеблется от 2.0 до 5.2 мг/т. Вышезалегающий горизонт современных осадков (возраст 3000 лет) еще более обогащен золотом, с содержаниями до 6.5 мг/т [Лепкий, Колесникова, 1985].

Высокие содержания золота в пределах северо-западного черноморского шельфа связаны с плохо сортированными осадками, среди которых преобладают глинистые разномерные пески (20–46 знаков на пробу) и алевроито-пелитовые илы (1–10 знаков на пробу). Золото представлено микронными зернами, иногда сферической формы без следов окатывания, что позволяет предполагать их образование *in situ*. Другой тип представлен микронными комковатыми зернами, покрытыми оболочкой гидроксидов железа [Лебедь и др., 1994]. Их образование может быть связано с хемогенными процессами.

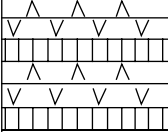
Колонка	Состав	Название толщин	Мощность
	Переслаивание амфиболитов и кальцифилов	Надрудная	100 м
	Переслаивание амфиболитов и железистых кварцитов	Продуктивная	50 м
	Переслаивание актинолититов, амфиболитов и безрудных кварцитов	Подрудная	110 м
	Амфиболиты и кристаллические сланцы с редкими порослями железистых кварцитов	Базальная	

Рис. 2. Разрез Восточно-Капустянского проявления золота.

Особый интерес представляют сезонные колебания содержания золота в современных океанических и морских осадках (Охотское море, побережье штата Орегон в США и др.). Механизм этих колебаний, по-видимому, связан с физико-химическими превращениями в коллоидных системах донных осадков.

Как известно, крупнейшие месторождения золота на планете генетически связаны с метаосадочными толщами докембрийского возраста, условия формирования которых принципиально отличны от современных. В раннеархейское время накопление осадков происходило в условиях слабой химической дифференциации. В существенно восстановительных условиях среды железо, марганец и золото энергично мигрировали в виде комплексных соединений типа $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mn}(\text{HCO}_3)_2$. Сульфидная сера не окислялась. Обнаружение аутигенного пирита и органических веществ в цементе золотоносных конгломератов Витватерсранда указывает на значительные концентрации сернистых соединений и органики (типа серобактерий) и вероятность хемогенной природы части золота [Горьковец, 1990]. Существуют представления о том, что значительную часть газовой фазы раннедокембрийской атмосферы составляли азот и углерод, мигрировавшие в восстановительных условиях при температурах порядка 370–150°C [Салоп, 1982]. В этих условиях, при наличии примесей железа, мышьяка, цинка резко возрастала летучесть азота и золота, что вызывало неизбежное образование высокоподвижных цианидных комплексов типа $\text{Au}[\text{HCN}]$ и накопление золота в специфических хемогенных или вулканогенно-хемогенных толщах.

Доля хемогенных пород в раннем докембрии была весьма значительна и составляла, по различным оценкам, не менее 25%. Среди них железистые кварциты составляли около 5%. Модели их формирования достаточно хорошо разработаны и обоснованы [Горьковец, 1990]. Остальные метакхемогенные осадки представлены кальцифирами, “безрудными” кварцитами, некоторыми амфиболитами и высокоглиноземистыми гнейсами. Наряду с метакхемогенными осадками существовали метаграувакки – специфические обломочные отложения низкой степени дифференциации, представляющие собой продукт переработки первичной протокоры. Механизм образования и накопления метаграувакк изучен слабо и, возможно, связан с условиями химического выветривания ультрабазит-базитового субстрата в условиях первичной маловодной атмосферы [Драгоморецкий, 1996]. Такие первично обломочные породы также могли служить благоприятной средой, в которой происходило накопление тиоцианатов и металлов.

ПАЛЕОЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ РАЗРЕЗОВ ХАЩЕВАТО-ЗАВАЛЬЕВСКОЙ СВИТЫ БУГСКОЙ СЕРИИ (AR₂)

При восстановлении разреза золотосодержащих гранулитов хашчевато-завальевской свиты на участке Восточно-Капустянского рудопоявления в южной части Белоцерковско-Одесской гнейсо-гранулитовой области был использован предложенный метод палеореконструкции по реликтовому циркону. В состав свиты входят мраморы и кальцифиры, иногда с магнетитом, пироксен-магнетитовые кварциты, железные руды,

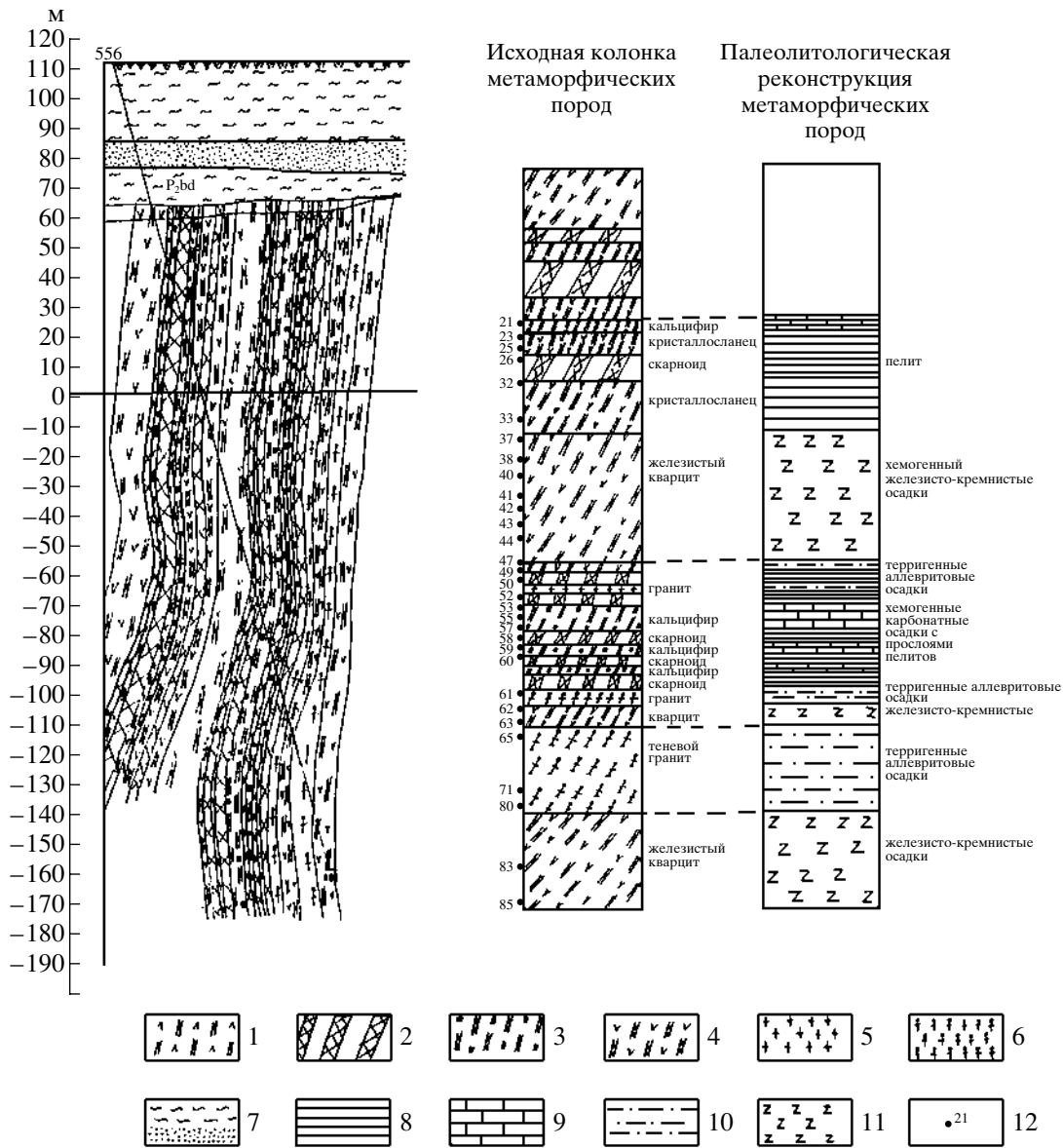


Рис. 3. Реконструкция литологического состава метаморфических пород Савранского участка.

1–6 – кристаллические породы: 1 – кварцит магнетит-пироксеновый, 2 – скарн диопсид-магнетитовый, 3 – кальцифир диопсид-магнетитовый, 4 – кристаллические сланцы магнетит-кварц-пироксеновые, 5 – пегматоидный гранит, 6 – гранат-биотитовые гиперстеновые граниты, 7 – породы осадочного чехла; 8–11 – реконструированные осадки: 8 – пелитовые, 9 – хемогенные железисто-магневиально-карбонатные, 10 – алевроитовые, 11 – хемогенные железо-силикатные; 12 – номера проб, из которых отобраны кристаллы акцессорного циркона.

скарноиды, графит-биотитовые и пироксен-биотитовые гнейсы, кристаллические сланцы и амфиболиты. Тонкодисперсная золоторудная минерализация приурочена к железистым кварцитам и их контактам с тонкими прослоями амфиболитов. В разрезе выделяются (сверху вниз) (рис. 2): надрудная толща ортоамфиболитов и хемогенных кальцифиров; продуктивная толща железистых кварцитов с прослоями амфиболитов; подрудная толща актинолитизированных амфиболитов с прослоями безрудных кварцитов.

Анализ железистых кварцитов и амфиболитов показал отсутствие в разрезе продуктивной толщи реликтовых типов циркона, что позволило отнести эти породы к осадкам хемогенного генезиса (см. табл. 2). Маломощные тела гранитоидов, встречающиеся в разрезе, содержат зерна реликтового кластогенного циркона и имеют, таким образом, существенно метатерригенное происхождение. Некоторые амфиболиты подрудной толщи образовались за счет грубозернистых осадков типа граувакк.

Таблица 3. Химический состав пород хщевато-завальевской свиты бугской серии (AR₂) в пределах Восточно-Капустянского проявления золота Украинского щита (вес.%%)

Окислы	Метаультрабазит-базиты						Амфиболиты	
	Номера проб							
	552–13	550–75	550–169	550–79	550–104	550–86	550–74	550–178
SiO ₂	45.44	49.56	50.29	46.94	49.93	47.08	48.88	68.29
TiO ₂	0.30	0.30	0.24	0.25	0.23	0.42	0.32	0.31
Al ₂ O ₃	11.21	12.89	8.53	9.42	8.01	13.13	11.20	12.10
FeO	5.89	2.73	4.06	4.89	4.56	4.67	5.21	3.99
Fe ₂ O ₃	4.03	7.34	3.57	4.74	5.61	4.50	5.29	1.26
MnO	0.38	0.21	0.39	0.39	0.38	0.18	0.29	0.09
CaO	7.49	5.15	11.97	3.19	3.26	3.08	5.11	1.55
MgO	20.10	16.51	16.16	23.52	25.50	18.19	19.04	5.81
Na ₂ O	0.96	0.54	0.88	0.50	0.73	0.48	1.00	0.35
K ₂ O	0.28	1.73	0.62	0.47	0.38	2.83	0.62	2.00
P ₂ O ₅	0.038	0.046	0.046	0.048	0.031	–	0.023	0.053
SO ₃	0.81	0.12	0.29	0.11	0.28	0.19	0.66	0.27
п.п.п.	1.70	2.25	2.50	4.98	1.30	14.77	1.62	1.88
Сумма	98.63	99.38	99.55	99.45	99.20	99.52	99.26	97.92
коэффициенты для диаграммы АСFM								
A	23.01	28.89	19.26	20.59	17.06	30.18	24.42	48.97
C	15.37	11.54	27.02	6.97	6.95	7.08	11.15	6.27
FM	61.61	59.57	53.72	72.44	75.99	62.74	64.43	44.76
коэффициенты для диаграммы FAK								
A	–42.1	7.5	150.5	22.5	4.6	–4.7	–4.0	4.2
K	–12.5	9.5	2.1	–3.1	–7.7	2.6	–2.3	15.6
F	0.800	0.597	0.572	0.871	0.897	0.694	0.710	0.182

Анализ гранулитов из других разрезов хщевато-завальевской свиты в пределах рассматриваемого региона УЩ также свидетельствует об их метаксеногенном генезисе. Развитые здесь гранулиты кошаро-александровской свиты (AR₂) и отдельные разрезы нерасчлененной днестровско-бугской серии (AR₁) имеют метавулканогенно-терригенный генезис. На рис. 3 показаны результаты палеорекострукции разреза метаморфических пород на участке Савранского проявления золота, расположенного в том же районе.

Для подтверждения этих выводов и оценки первичного химического состава гранулитов были выполнены петрохимические пересчеты (табл. 3), результаты которых вынесены на диаграммы состава. В этом случае рационально ис-

пользовать тройную диаграмму Н.П. Семененко [Петрография..., 1956].

На диаграмме (рис. 4) фигуративные точки составов большинства гранулитов располагаются в поле группы глиноземисто-магнезиально-железисто-кремнистых пород, что соответствует полю пород хемогенного генезиса.

В дополнение к этому, для реконструкции и сопоставления первичного состава силикатных гранулитов хщевато-завальевской свиты была использована сдвоенная бинарная диаграмма А.А. Предо-вского [1980].

На диаграмме (рис. 5) точки составов гранулитов расположены в поле ультрабазит-базитовых пород, туффицитов и продуктов их глубокого выветривания. В целом поля составов представленных диаграмм отвечают составу пород хемогенного генезиса.

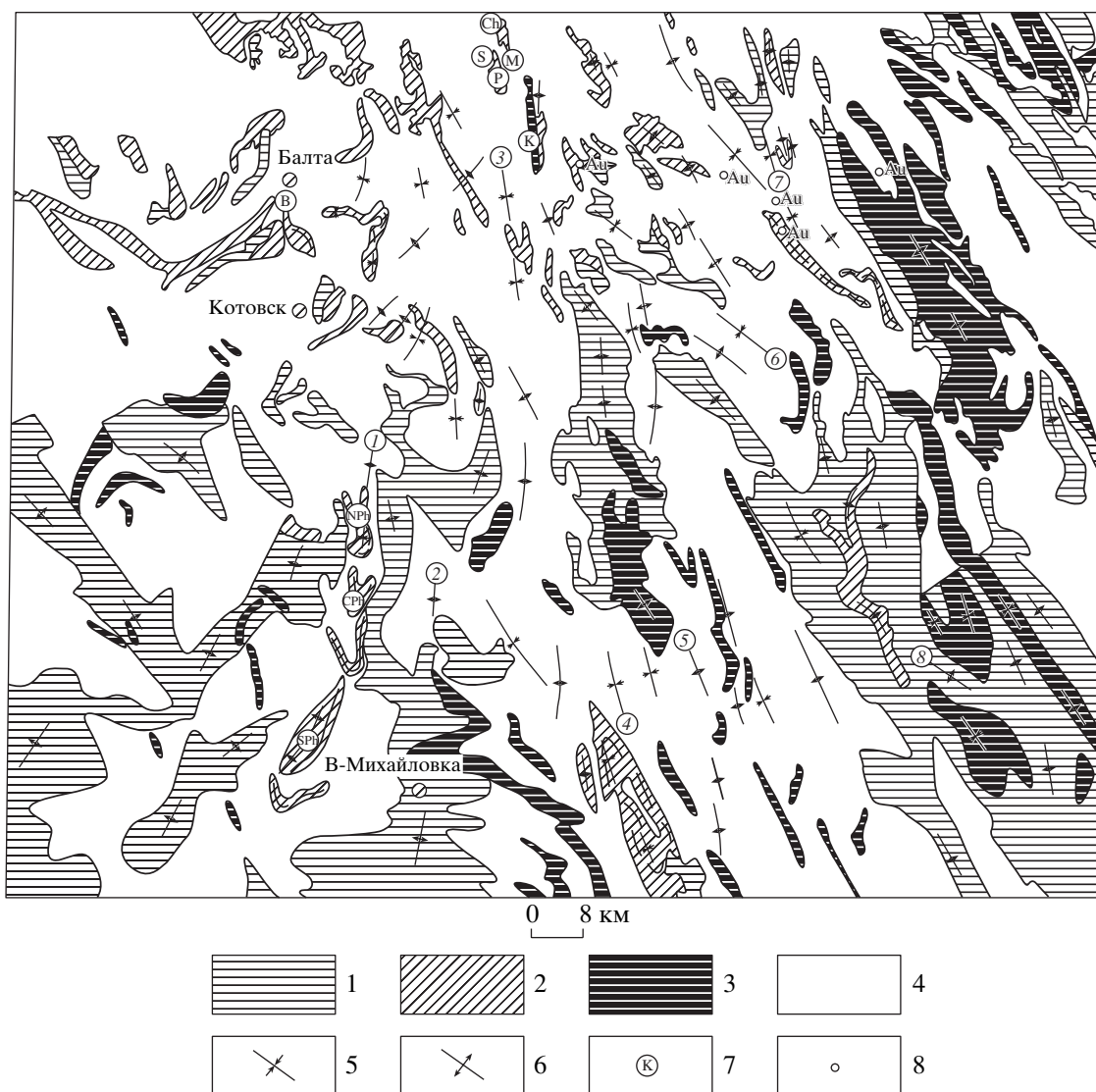


Рис. 6. Схема основных пликативных структур и фаций регионального метаморфизма юго-западного сектора центральной части Украинского щита.

1–3 – фации регионального метаморфизма: 1 – Зеленосланцевая-эпидот-амфиболитовая (AR_{2ka} – кошаро-александровская свита бугской серии), 2 – низкая амфиболитовая-амфиболитовая (AR_{2hz} – хашевато-завальевская свита бугской серии), 3 – высокая амфиболитовая-гранулитовая (AR_{1db} – днестровско-бугская серия); 4 – гранитоиды; 5 – оси синформных структур, крупнейшие синформные структуры: 1 – Фрунзовская, 3 – Капустянская, 4 – Одесский трог, 6 – Кривоозерская, 7 – Врадиевская; 6 – оси антиформных структур, крупнейшие антиформные структуры: 2 – Великомихайловская, 5 – Троицкая, 8 – Доманевская; 7 – золоторудные проявления (Ch – Чемерпольское, P – Полянецкое, S – Савранское, M – Майское, В – Балтское, К – Восточно-Капустянское, Ph – Фрунзовское); 8 – другие золоторудные проявления.

амфиболитовой фации к крупным синформным структурам докембрия.

В результате этих исследований была построена схема пликативной тектоники и метаморфических фаций южной части центрального региона Украинского щита, с размещением на ней проявлений золота (рис. 6). Анализ этой схемы показал, что все золотоносные метакхемогенные разрезы хашевато-завальевской свиты, приурочены, как правило, к ареалам развития метамор-

фических пород амфиболитовой фации в краевых и центральных частях крупных пликативных тектонических структур синформного типа (Одесский трог, Гвоздавская, Врадиевская, Капустянская и Фрунзовская структуры) (рис. 7). В отличие от них не содержащие золота метатерригенно-вулканогенные образования днестровско-бугской серии раннего архея и метавулканогенно-терригенные породы кошаро-александровской свиты бугской серии позднего архея приурочены к

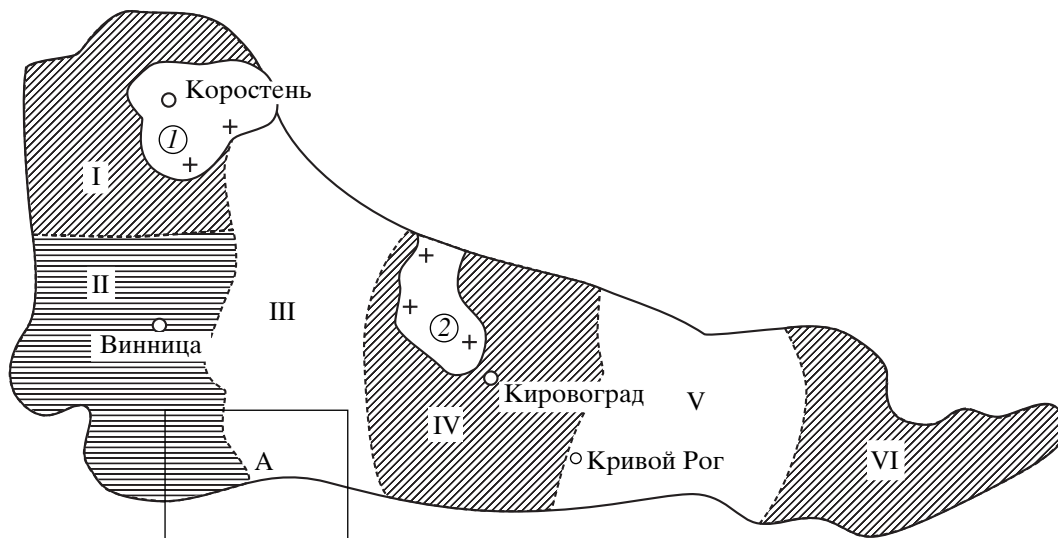


Рис. 7. Тектоническое районирование Украинского щита (по [Каляев и др., 1977]).

I–VI – блоки: I – Вольский, II – Подольский, III – Белоцерковско-Одесский, IV – Кировоградский, V – Среднеприднепровский, VI – Приазовский; плутоны (цифры в кружках): 1 – Коростенский, 2 – Корсунь-Новомиргородский. А – район исследований.

крупным тектоническим структурам антиформного типа (Троицкая, Великомихайловская и Доманевская).

Таким образом, в результате анализа и интерпретации указанной схемы выявилась приуроченность существенно метамогенных золоторудных разрезов к синформным структурам высокого порядка, что дает возможность предположить потенциальную золотоносность этих структур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Велюханова Т.К., Варшал Г.М., Баранова Н.Н., Колотов В.П. О содержании и формах нахождения золота в природных водах // Химический анализ морских осадков. М.: Наука, 1988. С. 74–92.

Голева Г.А. Гидрогеохимия рудных элементов. М.: Недра, 1977. 214 с.

Горьковец В.Я. Условия образования позднеархейских железистых кварцитов (Карельский регион) // Геол. журнал. 1990. № 6. С. 67–73.

Драгомирецкий А.В. Закономерности формирования и научные основы прогнозирования промышленных месторождений золота Украинского щита. Одесса: Астропринт, 1996. 60 с.

Лебедь Н.И., Резник В.П., Мудров И.А., Кардаш В.Т., Иванов В.Г., Главацкий В.И. О новом типе россыпной золотоносности на шельфе Черного моря // Геол. журнал. 1994. № 3. С. 121–126.

Лепкий С.Д., Колесникова А.А. Золотоносность стратифицированной карбонатно-углеродистой формации Черного моря // Условия образования и закономерности размещения стратиформных месторождений цветных, редких и благородных металлов: Тез. докл. 1 Все-

союзного совещания (Фрунзе, 24–27 сентября 1985 г.). Фрунзе: Изд-во АН Киргиз.ССР, 1985. С. 328–330.

Миллер А.Д., Фишер Э.И. Окисление и растворение золота в растворе Fe (III) // Изв. Сиб. отделения АН СССР. 1974. Вып. 2. № 4. С. 77–80.

Некрасов И.Я. Геохимия, минералогия и генезис золоторудных месторождений. М.: Наука, 1991. 302 с.

Нестеренко Г.В., Воротников Б.А. О поведении золота в процессе осадкообразования // Условия образования, принципы прогноза и поисков золоторудных месторождений (Труды Ин-та геологии и геофизики Сиб. отделения АН СССР. Вып. 533). Новосибирск: Наука, 1983. С. 56–60.

Никешин Ю.В., Емельянов С.И. Комплексные золото-содержащие месторождения (к вопросу типизации и роли в развитии минерально-сырьевой базы) // Геологические методы поисков, разведки и оценки месторождений твердых полезных ископаемых (обзор). М.: ВИЭМС, 1993. 49 с.

Носырев И.В., Драгомирецкий А.В., Чепижко А.В., Максименюк С.А. Оценка аксессуарно-минералогической специализации гранитов токовского типа Украинского щита // Докл. АН УССР. 1985. Сер. Б. № 1. С. 22–24.

Носырев И.В., Робул В.М., Есипчук К.Е., Орта В.И. Генерационный анализ аксессуарного циркона. М.: Наука, 1989. 203 с.

Носырев И.В. Онтогенетические аспекты прикладной минералогии // Геология, экономика, методы прогноза, поисков, оценки и разведки месторождений полезных ископаемых. Вып. 6. М.: ВИЭМС, 1990. 54 с.

Петрография железисто-кремнистых формаций Украинской ССР/Под ред. Семененко Н.П., Головки Н.И., Жукова Г.В., Ладневой В.Д., Макухиной А.А.. Киев: Изд-во АН УССР, 1956.

- Пещевицкий Б.И., Аношин Г.И., Еренбург А.М.* О химических формах золота в морской воде // Докл. АН СССР. 1965. Т. 162. № 4. С. 1824–1826.
- Погребняк Ю.Ф.* Золото в природных водах Забайкалья. М.: Наука, 1983. 52 с.
- Предовский А.А.* Реконструкция условий седиментогенеза и вулканизма раннего докембрия. Л.: Наука, 1980.
- Росляков Н.А.* Геохимия золота в зоне гипергенеза. Новосибирск: Наука, 1981. 238 с.
- Сазонов В.Н.* Золото в гидротермальном процессе. Свердловск: Препринт, УНЦ АН СССР, 1985. 150 с.
- Салон Л.И.* Геологическое развитие Земли в докембрии. Л.: Недра, 1982. 343 с.
- Харитонов А.П.* Осадочные месторождения золота как геохимическая проблема // Проблемы сов. геологии. 1936. Т. 6. № 7. С. 618–620.
- Шишкина Т.В., Дмитриев С.Н.* Золото в природных водах. Формы нахождения и методы концентрирования (обзор) // Геохимия. 1991. № 4. С. 496–506.
- Юдович Я.Э., Кетрис М.П., Мерц А.В.* Геохимия и рудогенез золота в черных сланцах. Сыктывкар: Геонаука, 1990. 61 с.
- Ясырев А.П., Никитин Н.М.* Геохимия золота в осадочных процессах (на примере Русской платформы). Тула: Приокское книжное издательство, 1972. 78 с.