

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЗОЛОТОНОСНОСТЬ ГРАНИТОИДНЫХ СИСТЕМ УКРАИНСКОГО ЩИТА

А.В. Драгомирецкий, ОГУ им. И.И. Мечникова, Одесса, Украина

В последние годы в пределах раннедокембрийской литосферы Украинского щита возникают большие трудности при интерпретации геолого-структурной позиции и генезиса целого ряда рудопроявлений золота. При детальном анализе обнаруживается их связь с рудно-магматическими гранитоидными системами ультраметаморфизма. По мнению исследователей [1-3], формирование этих систем обусловлено проявлением особого докембрийского орогенного режима - палеосводового тектогенеза. Геодинамика этого процесса изучена достаточно хорошо [3], однако отдельные вопросы рудообразования в гранитоидах в рамках предложенной модели практически не рассмотрены. В частности, связь стадийности формирования гранитоидов и их потенциальной золотоносности, первоисточники металла и некоторые другие.

В основу анализа генетических особенностей и оценки потенциальной золотоносности ультраметаморфогенных гранитоидов Украинского щита в рамках предложенной модели положены результаты авторской интерпретации оригинальных количественно-генетических исследований акцессорных минералов, выполненных на большом фактическом материале (более 600 минералогических проб и монофракций) и некоторые петрохимические данные, полученные при изучении этих систем различными авторами [4-6].

В пределах Украинского щита выделяются два типа ультраметаморфических гранитоидов - начального архейского и завершающего раннепротерозойского этапов ультраметаморфизма.

Начальный этап гранитообразования обусловлен раннеархейской активацией астеносферы и подъемом крупного астенолита, в виде промежуточной камеры расплава с $t^{\circ} \sim 1500^{\circ}\text{C}$ и $P \sim 1000$ МПа [1, 2]. При дегазации астенолита возникла первая опережающая волна восстановленных высоконатриевых флюидов, приведшая к процессам интенсивной гнейсификации и плагииогранитизации в пределах молодых антиклиналей. В архейских куполах за счет метаморфизованных осадочно-вулканогенных толщ образовывались небольшие, часто послойные бескорневые плагииогранитные тела однообразного химического состава. Формирование этих куполов характеризовалось не только более или менее четкой синхронностью образования, но и незавершенностью развития. Гранитообразование происходило в слабо окисленной обстановке ($\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+} = 0,163-0,324$, редко до 0,648), при значительном дефиците воды, температурах до $945-980^{\circ}\text{C}$ [5], и завершилось не достигнув калиевого максимума. Происходила дифференциация только основных рудных компонентов - Au и U. Предполагается, что золото привносилось в область ультраметаморфизма с максимальной концентрацией в пределах вышеописанных антиклинальных структур. Часть его была рассеяна на начальном этапе, а большая часть накоп-

ливалась в пострегранитизационных растворах. Состав золотосодержащих был значительно обеден As и обогащен Fe, Mg, Ni, Co. Главной особенностью этого этапа явилось отсутствие временного разрыва между метаморфизмом пород и гранитообразованием.

При большом дефиците H_2O в расплаве интенсивность процессов слабой, что привело к увеличению вязкости расплава и последующей его stallизации практически без флюидного остатка (бердичевский комплекс).

К породам, сформировавшимся в этот период на Украинском щите относятся гранитоиды эндербитовой (гайворонский, токмакский и бердичевский комплексы) и плагиигранит-тоналитовой формаций (днепропетровский, звенигородский, шевченковский, тетиевский и сурский комплексы). Петрографические особенности и генерационный анализ циркона подтверждают их ахтонный палингенно-анатектический генезис с равномерным проявлением стадий кристаллизации гранитного расплава, а для эндербитовой формации существенно палингенный генезис (Таблица 1).

Таблица 1. Стадийность формирования ультраметаморфических гранитоидов Украинского щита (по результатам генерационного анализа циркона, %%)

Этапы ультраметаморфизма	Массив (петротип)	Генерационные типы Циркона						Генезис
		Рел	Рм	Пм	Пег	Пн	Гт	
Начальный архейский	Чарнокит	35	30	26	-	9	-	Палингенный
	Эндербит	9	22	37	10	22	-	
	Запорожский плагиигранит	24	10	45	15	6	-	Палингенно-анатектический
	Шевченковский плагиигранит	18	11	29	15	27	-	
	Тетиевский тоналит	17	14	26	-	27	16	
	Новоукраинский*	32	32	19	11	5	1	
	Вознесенский*	39	29	15	11	5	1	Реоморфический
	Бобринецкий*	13	14	25	30	17	1	
	Кировоградский*	18	20	25	22	14	1	
	Восиятский*	-	-	15	36	48	1	
Завершающий ранне-протерозойский	Сурский*	-	16	39	5	40	-	Палингенно-метасоматический
	Токовский*	13	7	75	-	5	-	
	Щербаковский*	6	3	87	-	4	-	
	Демури́нский*	8	10	78	2	2	-	Магматический
	Мокро-московский*	-	-	18	-	82	-	
	Анадольский**	-	26	54	7	13	-	чешский

Примечание: * - нормальные граниты, ** - субщелочные граниты. Генерационные типы циркона: Рел-реликтовый, Рм-раннемагматический, Пм-позднемагматический, Пег-пегматитовый, Пн-пневматолитовый, Гт-гидротермальный

Гранитоиды сурского комплекса характеризуются хорошо развитой пегматитовой стадией, что позволяет отнести их к реоморфическим параавтохтонным образованиям.

Завершение архейского этапа ультраметаморфизма обусловлено второй отстающей волной более окисленных мантийных водородно-углеводородных флюидов, обогащенных калием и водой с формированием гранитоидов в пределах хорошо выраженных антиклинальных структур. Режим их формирования характеризовался относительно высокой температурой и более низким давлением (630-800 °C и 463 МПа) (по двупироксеновому парагенезису [4]). Среди них выделяются палингенно-анатектические гранитоиды гранит-чарнокитовой формации (новоукраинский и букинский комплексы). Автохтонные новоукраинские чарнокитоиды образовались при некотором дефиците воды в более глубоких условиях, по сравнению с аллохтонными гранитоидами букинского комплекса.

Для этого этапа характерна также массовая кристаллизация нормальных гранитов с обильным привнесом щелочей и летучих в субстрат. Это существенно понизило температуру кристаллизации и привело к образованию широкого спектра пегматитов и пневматолитово-гидротермальных образований (см. Таблицу 1). Гранитообразование происходило в пределах температур 590-640°C и давлений порядка 280-650 МПа [4]. К ним относятся автохтонные палингенно-анатектические граниты житомирского, вознесенского, кировоградского и бобринецкого комплексов.

Таким образом, для гранитоидов характерен разрыв во времени кристаллизации, обусловленный воздействием двух волн флюидов, существенно натриевой в архее и калиевой в раннем протерозое. Это объясняет временной разрыв между процессами гнейсификации, плагииогранитизации и формированием калиевых палингенных гранитов, отмечаемый многими исследователями [2-5].

Гранитообразование в раннем протерозое происходило в результате постепенного остывания мантийного астенолита и завершения формирования очагово-купольных структур. Это привело к широкому развитию относительно низкотемпературных диафорических процессов, наложившихся на более высокотемпературный метаморфический субстрат и гранитоиды начального этапа. Их формированию предшествовала интенсивная метасоматическая проработка пород в условиях высокой окисленности ($Fe^{3+}/Fe^{2+} = 0,379-1,464$) среды минералообразования. Постмагматическая стадия раннепротерозойских гранитоидов маломасштабная, но пестрая по минеральному составу. Продуктом такого процесса явились палингенно-метасоматические граниты токовского комплекса формации субщелочных лейкократовых гранитов. Ранняя стадия их формирования связана с режимом высокого потенциала натрия, который в дальнейшем резко изменился на существенно калиевый. Близки по характеру процесса кристаллизации гранитоиды demuинского и обиточненского комплексов (см. Табл. 1).

Для нормальных гранитов завершающего этапа характерно практически полное отсутствие реликтовых минералов и структурно-текстурных особенно-

стей, типичных для палингенных гранитов. Это позволяет отнести их к живно-магматическим образованиям с хорошо развитой пневматолитовой идией. Привнос щелочей в эти породы происходил в условиях уже существующего расплава в виде "сквозьмагматических растворов". Создаваемый при избыток щелочей и флюидов участвовал в аутометасоматических преобразованиях гранитов и формировал постгранитизационные гидротермальные раз-

Для оценки потенциальной золотоносности гранитоидов был использован метод независимой оценки объекта по ряду признаков аксессуарных минералов: распространение, распределение, ассоциации, коэффициенты концентрации "безрудных" кварцевых жилах и других телах, химический состав, генезис [7]. При анализе этих признаков в гранитоидах установлены следующие золотоносные ассоциации (Таблица 2): золото-халькопирит-тетраэдрит-молибденитовая со сфалеритом или ганитом, пиритовая, пирротин-халькопиритовая и арсенопиритовая.

Для гранитоидов начального этапа характерна первая (Вознесенский массив) и вторая (Воссиятский массив) ассоциации. Для гранитоидов эндебитово-формации начального этапа ультраметаморфизма в последние годы установлена золоторудная пирротин-халькопиритовая ассоциация (бердичевский комплекс, месторождение Майское в Среднем Побужье). Хорошие перспективы золотоносности имеют образования гранит-чарнокитовой формации (долины граниты в Приднепровье). Для них установлена существенно пирротиновая халькопирит-пирротиновая минеральная ассоциация, которая подтверждает ультрабазит-базитовую унаследованность и генетическую связь с возможной золоторудной минерализацией. Наиболее перспективной представляется арсенопиритовая ассоциация в нормальных гранитах центральной части Украинского щита (кировоградские, бобринецкие и вознесенские) и гранитоидах плагитогранит-тоналитовой формации (шевченковский комплекс в Западном Приазовье). Для гранитоидов завершающего этапа весьма перспективной представляется арсенопиритовая ассоциация, приуроченная к формации нормальных гранитов (демуринский и мокромосковский комплексы), а также к отдельным массивам диорит-плагитогранитоидов и формации лейкократовых субщелочных гранитов (обиточненский и анадольский комплексы в Приазовье) (см. Таблица 2). Таким образом, в результате исследований выделены несколько типов потенциально золотоносных гранитоидов:

I А - палингенно-анатектические ранней фазы начального прогрессивного архейского этапа ультраметаморфизма (формации эндебитов, плагитогранит-тоналитов и отдельные массивы формации нормальных гранитов) с арсенопиритовой, пиритовой, пирротиновой и халькопирит-пирротиновой ассоциациями;

I Б - палингенно-анатектические поздней фазы начального прогрессивного архейского этапа (формации гранит-чарнокитов и нормальных гранитов) пиритовой, арсенопиритовой и наложенной золото-халькопирит-тетраэдрит-сфалерит-ганит-молибденитовой ассоциациями;

Таблица 2. Автометасоматические и наложенные ассоциации акцессорных минералов
ультраметаморфических гнейсов Украинского щита

Формация	Комплекс	Состав минеральных ассоциаций	
		Автометасоматических	Наложенных
Эндербитовая	Гайворонский (23)	пирр+ан+мол	1) мол+х/пир+пир
		пирр+рут+сф	2) фл+кин
Плагиигранит-тоналитовая	Днепропетровский (11)	не установлено	1) мол+касс+мон, 2) х/пир+пир+гал+фл, 3) эп
	Шевченковский (12)	сф+орт+тур+мол	1) топ+Та-Nb+касс+мол+мон, 2) гал+фл+кин, 3) х/пир+а/пир+бл.р, 4) эп
	Обиточненский (28)	илт+орт+тур	1) топ+мон+Та-Nb, 2) х/пир+а/пир+мол+зол, 3) гал+фл+кин,
	Демури́нский (21)	тур+сф+фл	1) Та-Nb+мон+топ+касс, 2) х/пир+а/пир+сфл+мол+зол, 3) гал+фл, 4) эп
	Сурский (5)	сф+фл+рут	1) касс, 2) эп
	Тетиевский (14)	пирр+пир	мол+рут+фл
Гранит-гранодиорит-диоритовая	Гайсинский (12)	х/пир+мол	1) фл, 2) пирр+пир
Гранит-чарнокитовая	Новоукраинский (29)	мон+ан+тур	мол+фл
	Букинский (6)	сф+пир	х/пир+мол+пир
	Винницкий (18)	сф+рут+гем	1) касс+мон+мол, 2) фл+гал+х/пир, 3) эп
Гранитовая	Житомирский (28)	сф+орт	1) тур+Та-Nb+мол+х/пир, 2) фл+пир
	Кировоградский (364)	мон+ан	1) а/пир+х/пир+мол+сфл+бл.р.+ган+зол, 2) фл+гал+кин+рут+касс+мол, 3) эп+гем
	Токовский (15)	тур+пир+фл+мон+касс	1) эп+гр+гем, 2) ан+орт+пир
	Мокромосковский (29)	тур+орт	1) кс+ан+рут, 2) х/пир+пирр, 3) фл+гал
	Анадольский (14)	сф+рут+пир+х/пир	1) топ+кс+мол+рут, 2) х/пир+а/пир+бл.р.+пирр, 3) гем+эп+гр

Примечание: в скобках - количество проб; принятые сокращения названий минералов - ан-анатаз, а/пир-арсенипирит, бл.р.- блеклые руды, гал-галенит, ган-ганит, гем-гематит, гр-гранат, зол-золото, илт-ильменит, касс-касситерит, кс-ксенотим, кин-киноварь, мол-молибденит, мон-монацит, орт-ортит, пир-пирит, пирр-пирротин, рут-рутил, сф-сфен, сфл-сфалерит, Та-Nb-гантало-ниобаты, топ-топаз, тур-турмалин, фл-флюорит, х/пир-халькопирит, цир-циркон, эп-эпидот.

II А - палингенно-метасоматические завершающего регрессивного раннепротерозойского этапа ультраметаморфизма (формация плагиогранитов) с арсенопиритовой ассоциацией;

II Б - существенно магматические регрессивные гранитоиды (формации нормальных и лейкократовых субщелочных гранитов) с арсенопиритовой ассоциацией.

Наиболее перспективными потенциально золотоносными ультраметаморфическими гранитоидами Украинского щита являются формации начального архейского этапа - эндербитовая, плагиогранит-тоналитовая и нормальных гранитов, и завершающего раннепротерозойского этапа - формация нормальных гранитов.

Литература

- 1 Комаров Ю.В., Копылов Э.Н., Белоголовкин А.А. и др. - Новосибирск. Наука, 1984. - 120с
- 2 Комаров А.Н., Черкашин Л.А. Редкометалльные тектоно-метасоматические комплексы Украинского щита - Киев: Наук. думка, 1991 - 180с.
- 3 Науменко В.В., Николаенко Б.А., Оровецкий Ю.П. Палеосводы в региональной структуре Украины - (Препринт/АН УССР. Ин-т геохимии и физики минералов). Киев, 1988 - 68с.-
- 4 Усенко И.С., Орса В.И., Хатунцева А.Я. и др. Геосинклинали гранитоидов Украинского щита - Геол. журн. 1973. Т.33, №1 С. 35-44
- 5 Щербак И.Б., Есипчук К.Е., Орса В.И. и др. Гранитоидные формации Украинского щита. - Киев. Наукова думка, 1984. - 192с.
- 6 Носырев И.В., Робул В.М., Есипчук К.Е., Орса В.И. Генерационный анализ акцессорного циркона - М.: Наука, 1989 - 202с.
- 7 Драгомирецкий А.В. Закономерности формирования и научные основы прогнозирования промышленных месторождений золота Украинского щита - Одесса: НТФ "Астропринт", 1996. - 60с.