

### III. ГЕОЛОГИЯ, ПРОГНОЗИРОВАНИЕ, ПОИСКИ И РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

УДК (553,24+553,3):553.078

О. Н. Грязнов

#### МЕТАСОМАТИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ ПОЛИГЕННЫХ И ПОЛИХРОННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Выявление роли метасоматоза при различных геологических процессах, его связей с геодинамическими режимами развития отдельных блоков земной коры, структурно-тектоническими особенностями территорий, магматизмом, метаморфизмом, литогенезом и гипергенезом позволяет наметить региональные закономерности размещения рудоносных метасоматических формаций, а через них уточнить рудообразующие факторы месторождений полезных ископаемых. На базе геологического подхода получили развитие теоретические и методические основы изучения и картирования метасоматических образований - ореолов и ареалов метасоматических пород, фаций, формаций, семейств и групп формаций [2]. Это, в свою очередь, определило более целенаправленное и объективное раскрытие геологических условий формирования латеральной и вертикальной метасоматической зональности рудных районов, полей и месторождений, позволило обратить внимание на полигенность и полихронность многих месторождений, выявить критерии рудоносности метасоматитов, наметить новые подходы к прогнозированию рудоносных территорий, поискам и оценке труднооткрываемых месторождений [1].

Длительное функционирование узлов эндогенной активности, структурное совмещение литогенных, магматогенных и метаморфогенных рудообразующих процессов обуславливают образование полигенных и полихронных месторождений. Таковы месторождения в железомagneзиальных карбонатных метасоматитах (Бакальское сидеритовое, Саткинское магнезитовое), магматические и флюидно-метасоматические (клинопироксенит-уралитовые), титаномagnetитовые (Качканарская группа, Первоуральское, Волковское), колчеданные медные (Гайское, Дегтярское) и медно-полиметаллические с наложенным ураном (Весеннее), скарновые железорудные с медью, золотом (Ауэрбаховская группа) и ураном (Шерегеш), полевошпат-альбитит-карбонатитовые редкометалльные (Вишневогорское), золоторудные и золото-платиновые в зонах тектономагматической активизации (Светлинское, Воронцовское) и др. Месторождения отличаются сложной зональностью, как правило, крупными запасами, комплексностью руд, своеобразием технологических характеристик [1]. Этот перечень примеров может быть продолжен. На сегодня совершенно очевидно, что многие месторождения, особенно крупные и уникальные, являются полигенными и полихронными. Однако целенаправленное изучение проблемы только начинается. Идет накопление информации. Сегодня мы не можем выполнить полноценную систематизацию таких объектов и их зональности, создать эталонные модели. Попытаемся обозначить проблему, иллюстрируя рядом примеров, и наметить основные пути ее решения.

Формирование рудных месторождений происходит в различные временные интервалы, охватывая флюидно-гидротермальные циклы, этапы и стадии. Мы предлагаем иной объем этих понятий в отличие от представлений Б. И. Омеляненко [3]. Под флюидно-гидротермальным циклом понимается период времени, охватывающий события одной стадии тектономагматического цикла - рифтогенной, ранне- и позднегеосинклинальной (островодужной), ранне- и позднеорогенной, тектономагматической активизации.

Метасоматическая зональность полигенных и полихронных месторождений

Промышленно-генетические типы месторождений и их семейства	Дорудный метасоматоз	Рудоносный метасоматоз			Пострудный метасоматоз	Примеры месторождений
		I этап	II этап	III этап		
1. Титаномагнетитовые	2 Домагматический метасоматоз	3 Синмагматический метасоматоз - рудные гипербазиты	4 Метаморфогенный (плутоно-симатический) метасоматоз - рудные метагипербазиты	5 Флюидно-гидротермальный высокотемпературный метасоматоз - рудные горнблендиты	6 Флюидно-метасоматическая амфиболитизация с регрессивным рядом метасоматитов (до пропилитов)	7 Первоуральское Гусевогорское
2. Колчеданные  Уральского типа	Метаморфогенный метасоматоз (зеленокаменного типа)	2.1. Вулканогенный метасоматоз, сопряженный с базальтоидным магматизмом: Гидротермально-осадочный метасоматоз (хлоритолиты) (Cu) Гидротермальный метасоматоз субвулканический - ПР, КХС (Cu, Zn) 2.2. То же	Метаморфогенный метасоматоз, сопряженный с дислокационным метаморфизмом (КХ, КС, КСХ-сланцы** с регенерированным оруденением (Cu, Zn)			Гайское, Учалинское, Сибайское
Метаморфизованные	То же					Детярское
С наложенным оруденением	То же	2.3. Гидротермальный метасоматоз субвулканический, сопряженный с базальтоидами D <sub>1</sub> -D <sub>2</sub> - ПР, КХС (Cu, Zn)	Плутогенный гидротермальный метасоматоз, сопряженный с габбро-плаггиогранитной формацией D <sub>3</sub> -C <sub>1</sub> : роговики-инфильтрационно-метасоматические ИС-оксидалиты (Pb, Zn)	Гидротермальный низкотемпературный метасоматоз, сопряженный с магматизмом Pz <sub>3</sub> -Mz TMA*** - AP (U)		Весеннее

1	2	3	4	5	6	7
	<p>Метасоматоз, сопряженный с сиалитическим плутонометаморфизмом эпидиотамфиболитовой фации - КБиАМ</p> <p>Метасоматоз, сопряженный с дислокационным метаморфизмом (Р?) - КБХ метасоматиты</p>		<p>Высокотемпературный гидротермальный метасоматоз, сопряженный с гранитовой фацией (джабьковский комплекс С<sub>3</sub>-Р<sub>1</sub>) - ГР (W, Мо?)</p>	<p>Низкотемпературный гидротермальный метасоматоз, сопряженный с щелочно-гранитовой фацией (эгиририбекиговых гранитов) периода Mz TMA (P<sub>2</sub>-T<sub>3</sub>) - AP (Au)</p>	<p>Гипергенный метасоматоз (трансформация эндогенных руд)</p>	<p>Светлинское</p>
5.2. Месторождения в структурах						
<p>Метаморфогенный метасоматоз ЗК типа (S<sub>2</sub>-D<sub>2</sub>)</p> <p>Контактово-метаморфогенный метасоматоз (D<sub>2</sub>)</p>	<p>Плутогенный высокотермальный биметасоматоз, сопряженный с габбро-диорит-гранодиоритовой фацией (аурбаховский комплекс (D<sub>2</sub>) - ИС (Fe, Cu, Zn, Au)</p> <p>Гидротермальный среднетемпературный метасоматоз (D<sub>2</sub>) - ПР (Au, Cu, As) - ЛБ (Au, Cu, Zn, Pb, Ag, As)</p>	<p>Низкотемпературный гидротермальный метасоматоз, сопряженный с субщелочным магматизмом периода Mz TMA - AP: гидрослюдистая (Au, Ag, As) гидрослюдисто-монтмориллонит-каолинитовая (Au, As, Pt) и джаспероидной (Au, As, Sb, Hg) фации</p>		<p>Гипергенный метасоматоз (трансформация эндогенных руд)</p>	<p>Воронцовское</p>	

\* Рудносные метасоматические формации: ПР - пропилитовая; КХС - кварц-хлорит-серцитовых метасоматитов; AP - аргиллизитовая; ИС - известковых скарнов; ГР - грейзеновая; ЛБ - листвениг-березитовая; ГУ - гумбейтовая; КБХ - карбонат-хлоритовых метасоматитов. \*\* КХ - кварц-хлоритовые сланцы, КС - кварц-серцитовые сланцы, КСХ - кварц-серцит-хлоритовые сланцы. \*\*\* P<sub>2</sub> - Mz TMA - позднепалеозойской-мезозойской тектоно-магматической активизацией.

3. Известково-скарновые (магнетитовые, медно – магнетитовые, полиметаллические, урановые, вольфрамовые)	2 Метаморфогенный (контактово-метаморфогенный ) метасоматоз	3 3.1. Плутоногенный контактовый биметасоматоз и инфилтрационный метасоматоз, сопряженный с адамеллит-гранит-лейкогранитовой, мошо-диорит-гранитовой, тоналит-гранодиоритовой, габбро-сиенитовой, габбро-граносиенит-гранодиоритовой формациями - ИС (Fe, W) 3.2. Гидротермальный метасоматоз - ПР (Fe, Cu, Au); ГУ (W, Au, U)	4 Гидротермальный метасоматоз - ГР (Mo, W); ЛБ (Au, Pb, Zn, U)	5 Гипергенный метасоматоз	6	7 Ауэрбаховская группа. Турьинское, Шергеш
4. Редкометалльно-редкоземельные	Кремнищелочной метасоматоз, сопряженный с сиалическим плутонометаморфизмом	Плутогенный высокотемпературный гидротермальный щелочной метасоматоз, сопряженный с миаскитовой формацией периода Pz <sub>3</sub> , TMA 4.1. Щелочных полевошпатовых метасоматитов ЩПМ ( Nb, Zr, TR, Ta) 4.2. Альбититовая апомиаскитовая АБм (Nb, Ta, TR) 4.3. Карбонатитовая КБ (Nb, TR)	Гипергенный метасоматоз			Вишневогорское
5. Золото-аргиллитовые	5.1. Метасоматоз, сопряженный с геотермально-статическим метаморфизмом амфиболитовой фации (R - Pz <sub>1</sub> )	Месторождения	в структурах	поднятий		

**Этап** - время образования генетически родственных метасоматических формаций (семейств формаций), связанных с одной магматической формацией (комплексом) или время проявления одного геологического типа метаморфизма (начального, зеленокаменного, зеленосланцевого, дислокационного, сиалического и фемического плутонометаморфизма). В определении **стадии** следует различать время образования одной формации в целом (известково-скарновая, грейзеновая, лиственит-березитовая, аргиллизитовая и др.) (**макростадия**) или части формации (**микростадия**), т.е. отрезок времени кислотно-щелочной эволюции гидротермальных растворов. В первом случае речь идет о смене ранней щелочной стадии образования семейства щелочных формаций (известково-скарновой, полевошпатовых метасоматитов, альбититовой) стадией кислотного выщелачивания для семейства кислотных формаций (грейзеновой, лиственит-березитовой, аргиллизитовой). Во втором имеется в виду "микро"эволюция одной порции гидротермального раствора. Так, известно что формации полевошпатовых (и щелочных полевошпатовых) метасоматитов, апогранитных и апомиаскитовых альбититов образуются в раннюю щелочную стадию, а заканчиваются при эволюции раствора в начале стадии кислотного выщелачивания. Грейзеновая формация начинается в конце ранней щелочной, охватывает стадию кислотного выщелачивания и заканчивается в стадию осаждения. Наиболее контрастно стадия кислотного выщелачивания и осаждения оснований (поздняя щелочная) проявляются у средне-низкотемпературных кислотных формаций - лиственит-березитовой и аргиллизитовой.

Рассмотрим примеры формирования метасоматической зональности полигенных и полихронных месторождений. Обратим внимание на развитие **дорудного, рудообразующего и пострудного метасоматоза** (см. таблицу).

Анализ имеющихся материалов позволяет в самых общих чертах выделить следующие типы полигенной и полихронной зональности:

1. Моноэтапная (но полистадийная) – собственно колчеданные месторождения уральского типа; известково-скарновые месторождения Fe, Cu, Au, W; редкометалльные месторождения в щелочных метасоматитах ( вишневогорский тип ).

2. Полиэтапная (и полистадийная) - Ti - Mt-месторождения (первоуральского и качканарского типов); метаморфизованные месторождения дегтярского типа, известково-скарновые месторождения с наложенной грейзенизацией - (W, Mo) (Казахстан) и лиственитизацией-березитизацией (Au, Pb, Zn, U) (Центр. Сибирь).

3. Полициклическая (полиэтапная и полистадийная) - колчеданные месторождения с наложенным оруденением (Cu, Pb-Zn; U) (Весеннее); Au и Au-Pt в зонах тектоно-магматической активизации (в СВК поднятий - светлинский тип, в СВК прогибов - воронцовский тип).

Основные задачи дальнейшего изучения полигенных и полихронных месторождений:

1. Комплексное изучение всех эпигенетических образований на любом месторождении.

2. Создание банка данных по полигенной и полихронной метасоматической зональности любых генетических типов месторождений (накопление информации).

3. Обобщение полученной информации и ее систематизация.

4. Создание эталонных геологических моделей метасоматической зональности полигенных и полихронных месторождений.

5. Моделирование физико-химических условий формирования полигенных и полихронных месторождений.

6. Разработка метасоматических критериев прогнозирования, поисков и оценки полигенных и полихронных месторождений.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Грязнов О.Н. Рудоносные метасоматические формации складчатых поясов. - М.: Недра, 1992. - 256 с.

2. Грязнов О.Н., Золоев К.К., Ляхович Э.М. Картирование рудоносных метасоматитов. - М.: Недра, 1994. - 271 с.

3. Омеляненко Б.И. Околорудные гидротермальные изменения пород. - М.: Недра, 1978. - 215 с.