

**СЕКЦИЯ 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. СОВРЕМЕННЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ**

---

В результате проведенных исследований выявлены закономерности проявления рудных узлов, полей и месторождений в материалах дешифрирования спектрональных космических снимков. На основании этих закономерностей сформулированы структурные критерии и признаки золотого эпитермального оруденения кислотно-сульфатного типа, которые согласуются с подобными зарубежными месторождениями [7].

**Литература**

1. Sillitoe R.H., Hedenquist J.W. Linkages between Volcanotectonic Settings, Ore-Fluid Compositions, and Epithermal Precious Metal Deposits // *Volcanic, Geothermal, and Ore-Forming Fluids*. Society of Economic Geologists, 2003. – Vol. 10. – P. 315–343.
2. White N.C.N.C. et al. Epithermal Gold Deposits: Styles, Characteristics and Exploration // *Published in SEG Newsletter*. – 1995. – Vol. 1. – № 23. – P. 9–13.
3. Yilmaz H. et al. Intermediate sulfidation epithermal gold-base metal deposits in Tertiary subaerial volcanic rocks, Sahinli/Tespah Dere (Lapseki/Western Turkey) // *Ore Geology Reviews*. Elsevier, 2010. – Vol. 37. – № 3–4. – P. 236–258.
4. Cooke D.R. et al. Geochemistry of Porphyry Deposits // *Treatise on Geochemistry: Second Edition*. 2nd ed. Elsevier Ltd., 2013. – Vol. 13. – № November. – P. 357–381.
5. Sillitoe R.H., Sillitoe R.H., Sillitoe R.H. Porphyry Copper Systems // *Economic Geology*. 2010. – Vol. 105. – № 1. – P. 3–41.
6. Ананьев Ю.С., Житков В.Г., Поцелуев А.А. Прогнозно-поисковая модель эпитермальных Au-Ag месторождений кислотно-сульфатного типа по данным дешифрирования современных космических снимков (на примере рудного поля Светлое, Хабаровский край) // *Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов*, 2019. – Vol. 330. – № 5. – P. 84–92.
7. Hedenquist J.W., Arribas A., Reynolds T.J. Evolution of an intrusion-centered hydrothermal system: far southeast-Lepanto porphyry and epithermal Cu-Au deposits, Philippines // *Economic Geology*. 1998. Vol. 93, № 4. P. 373–404.

**ГЕОХИМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ И ПРИЗНАКИ ЭПИТЕРМАЛЬНОГО ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ  
КИСЛОТНО-СУЛЬФАТНОГО ТИПА СРЕДНЕУЛЬИНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА НА ОСНОВЕ  
ПЛОЩАДНЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**Лесняк Д.В., Левочская Д.В., Гаврилов Р.Ю.**

Научный руководитель - профессор А.К. Мазуров

***Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия***

Одним из направлений работ золотодобывающих компаний мира является поиск месторождений золота во вторичных кварцитах – эпитермальных золоторудных месторождений высоко-сульфидного типа или high sulfidation (HS) [1, 2]. На Востоке России велись и ведутся поиски объектов HS, в результате которых были обнаружены, например, месторождения Озерновское, Мелетойваймского рудного узла (Камчатка), Светлое (Хабаровский край) [3].

Разрабатываемое в настоящее время месторождение Светлое расположено в пределах Уенминского рудного узла Среднеульинского рудного района Охотско-Чукотского вулканического пояса (ОЧВП). Ввиду необходимости восполнения минерально-сырьевой базы недропользователя, изучение месторождения и получение новых данных об особенностях его строения имеют не только научное, но и практическое значение. В связи с этим проведены работы по выявлению критериев и признаков эпитермального золотого оруденения кислотно-сульфатного типа в пределах рудного района. В основу работы положены архивные геохимические данные, а также отчеты предшественников по результатам съемочных и тематических работ. Обработка архивных литохимических съемок по вторичным ореолам рассеяния проведена с целью выявления закономерностей проявления рудных полей и месторождений в аномальных геохимических полях.

В ходе исследовательских работ были рассчитаны фоновые и минимально-аномальные содержания элементов, проведена обработка геохимических данных методами многомерной статистики (ранговая корреляция, факторный и кластерный анализы), построены схемы распределения элементов и комплексных показателей, проведена интерпретация полученных данных.

Выполненные исследования отчетливо демонстрируют, что рудные поля во вторичном геохимическом поле выделяются концентрически-зональным ореолом комплекса элементов: во фронтальной зоне проявлена ассоциация V-Zn, а в тыловой зоне – ассоциации Au-Ag-Pb и Au-Mo. Прямым признаком эпитермального кислотно-сульфатного оруденения ранга рудного поля является наличие аномальных концентраций золота и серебра во вторичных ореолах рассеяния. Также элементами-спутниками оруденения, на основании имеющейся аналитической базы, следует считать Sb, As, Bi, Cu. Месторождения во вторичном геохимическом поле выделяются концентрически-зональным ореолом комплекса элементов: во фронтальной зоне проявлена ассоциация Co-Cr-Mn-V-Zn-P; в тыловой зоне – ассоциации Au-Ag, Ag-Pb-Sb, As-Mo-Ba. Прямым признаком золотого оруденения ранга месторождения являются аномальные концентрации Au и Ag во вторичных ореолах рассеяния, а так же их элементы-спутники Sb, Bi, Te, Se, As, Mo, Cu.

В первичном геохимическом поле месторождения и рудные зоны выделяются аномальными концентрациями Au, Ag, Sb, Se, а также периодически – Te, Bi, Mo. Низким уровнем накопления характеризуются Al, K, Na, P и Zn. На эталонном участке установлена геохимическая зональность, выражающаяся в смене ассоциаций элементов (от ядерной зоны к фронтальной): Au-Ag-Se-Sb → V-As-P-Fe-Mo-Pb-Sr-Sb-Cu → K-Na-Al-Co-Zn-Ba → Cr-Ni-Mn. Приведенная геохимическая зональность может послужить основой выявления слепого оруденения.

Значение комплексного показателя –  $(Ag \times Sb \times Se / Al \times K \times Na) \times 10^6$  в метасоматитах, содержащих промышленные концентрации золота, как правило, составляет 0.001 усл.ед. и более, резко возрастая на несколько порядков по мере увеличения содержания рудного компонента.

В результате проведенных исследований определены закономерности проявления рудных полей и месторождений во вторичном геохимическом поле, которые могут быть использованы в качестве геохимических критериев и признаков золотого эпитермального оруденения кислотно-сульфатного типа.

#### Литература

1. Sillitoe R.H., Hedenquist J.W. Linkages between Volcanotectonic Settings, Ore-Fluid Compositions, and Epithermal Precious Metal Deposits // *Volcanic, Geothermal, and Ore-Forming Fluids*. Society of Economic Geologists, 2003. – Vol. 10. – P. 315–343.
2. White N.C.N.C. et al. Epithermal Gold Deposits: Styles, Characteristics and Exploration // *Published in SEG Newsletter*, 1995. – Vol. 1. – № 23. – P. 9–13.
3. Мишин Л.Ф. Вторичные кварциты и их связь с золоторудной минерализацией месторождения Светлое (Ульинский прогиб, Охотско-чукотский вулканогенный пояс) // *Тихоокеанская геология*. – 2011. – Том 30. – № 4. – С. 32–48.

### БЕРЕЗИТЫ РУДОПРОЯВЛЕНИЯ ШТОКОВОЕ (МАГАДАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Максимов П.Н.

Научный руководитель - доцент Ю.С. Ананьев

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Рудопроявление Штоковый располагается в Магаданской области и приурочено к интрузивному массиву Галлюцинация гранитоидного состава басугунынского комплекса позднюрского возраста. Породы этого комплекса тяготеют к юго-западному ограничению Мякитской брахиантиклинали и представлены диорит-гранитовой магматической формацией. По площади — это небольшое интрузивное тело, залегающее в виде штока. В его центральной части наблюдается куполовидный выступ в участке сопряжения систем разломов северо-восточного и юго-восточного простираний. Связанная с ними трещиноватость контролировала внедрение даек и локализацию гидротермально-метасоматических образований. Золотое оруденение на рудопроявлении приурочено к кварцевому штокверку [3].

Целью работы являлось изучение метасоматического ореола и составление метасоматической колонки березитов рудопроявления Штоковый.

В основу исследований положены материалы, отобранные автором в ходе прохождения производственной практики. Образцы для исследований были отобраны из горных выработок (канав) по метасоматически измененным породам и исходным гранодиоритам, из которых были изготовлены шлифы и аншлифы.

Проведено микроскопические петрографические и минераграфические исследования в результате которых установлено, что метасоматически измененные породы обладают массивной текстурой, равномерно-среднезернистой структурой. Они характеризуются изменением степени карбонатизации, серицитизации и хлоритизации. По степени метасоматического преобразования можно выделить три зоны – внешнюю, промежуточную и внутреннюю [1].

Неизмененные гранодиориты обладают светло-серым цветом. Минеральный состав: плагиоклаз (45 %), биотит (25 %), кварц (15 %) и калиевые полевые шпаты (15 %). Данные породы характеризуются замещением исходной роговой обманки биотитом. Плагиоклаз чаще всего встречается в виде полисинтетически сдвойникованных зерен, но в единичных случаях наблюдаются и зональные кристаллы. Биотит встречается в виде удлиненных табличчатых кристаллов [2].

Породы внешней зоны (рис 1, а) представлены светло-серыми слабо измененными гранодиоритами. Данную зону можно разделить на две подзоны по степени метасоматического преобразования (подзона развития хлоритизации, подзона развития карбонатизации).

Минеральный состав пород первой подзоны: плагиоклаз (40 %), биотит (20 %), кварц (15 %), калиевые полевые шпаты (15 %) серицит (5 %) и хлорит (5 %). Характеризуется появлением псевдоморфоз серицита по плагиоклазу и по биотиту. Псевдоморфозы серицита по плагиоклазам в объеме довольно равномерно распространены, а по некоторым зернам биотита развивается хлорит. По мере приближения к кварцевым жилам и прожилкам интенсивность развития псевдоморфоз по биотиту и по плагиоклазу увеличивается, вплоть до полного их замещения. Минеральный состав соответственно меняется: плагиоклаз (20 %), биотит (5 %), кварц (15 %), КПШ (5 %), серицит по плагиоклазу (20 %), хлорит (35 %). По мере приближения ко второй подзоне в метасоматитах отмечается большее количество замещенных зерен плагиоклаза серицитом (замещена около 75 % зерен) и биотита хлоритом (практически все зерна хлоритизированы), но при этом формы кристаллов плагиоклаза и биотита остаются диагностируемыми.

Породы второй подзоны обладают буроватым оттенком, визуально с ясно проявленными изменениями. Минеральный состав пород подзоны: плагиоклаз (15 %), серицит (20 %), кварц (20 %), карбонат (10 %), КПШ (5 %) хлорит (25 %) и пирит (5 %). В отличие от первой подзоны, здесь наблюдаются развитие по всем зернам плагиоклаза и хлорита вторичных серицита и карбоната. Процент новообразованных минералов достигает до 75 % от общей минеральной массы.