

# Платино-золото-ртутная геохимическая специализация Камчатки

Степанов Виталий Алексеевич

Гл. науч. сотр.

Научно-исследовательский геотехнологический центр ДВО РАН

Г. Петропавловск-Камчатский, Россия

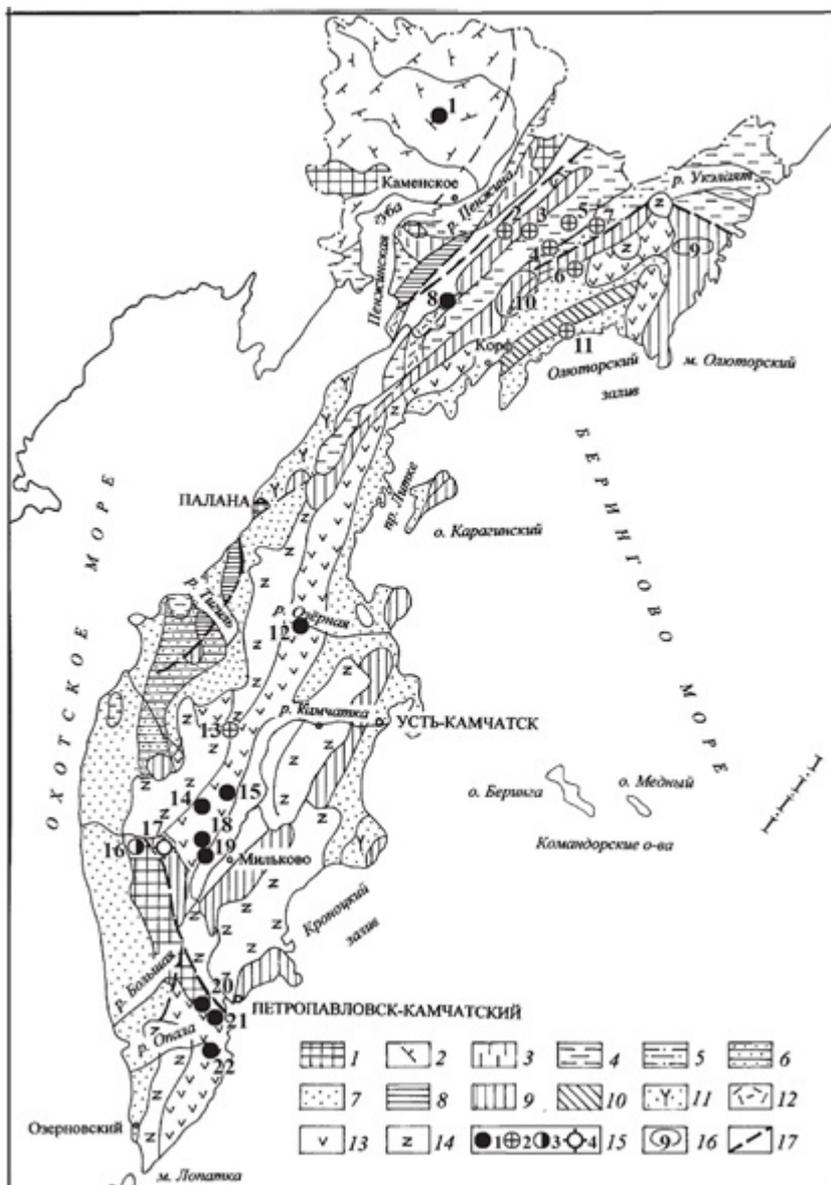
УДК 553. 491.411. 499 (571.66)

Показано, что в пределах Камчатки наиболее полно развиты месторождения триады элементов № 78, 79 и 80 — платины, золота и ртути, соседних по таблице Д.И. Менделеева, а также их аналогов по подгруппам (никель, медь). Произведен анализ природного изотопного состава элементов триады. Приведено описание месторождений этих металлов. Наличие комплексных месторождений (медно-никелевых, золото-ртутных, золото-серебряных), а также примесей элементов одних подгрупп в рудах других, указывают на геохимическую близость месторождений рассматриваемых металлов. Показано, что возрастной диапазон формирования месторождений Камчатки от позднего мела до неогена имеет определенную очередность от более раннего платинового до более поздних медного, медно-никелевого, золото-серебряного и ртутного.

**Ключевые слова:** платина, золото, ртуть, геохимия

Геохимическую специализацию Камчатки определяет триада металлов — платина, золото и ртуть, соседей по шестому периоду периодической системе элементов (элементы № 78, 79 и 80), а также их аналогов по подгруппам. Аналоги для платины — палладий и никель, для золота — серебро и медь, для ртути — кадмий и цинк. Два из трех элементов триады являются благородными металлами. Близка к ним по физико-химическим свойствам и ртуть. А.А. Сауков писал, что если бы в природе не было бы наряду с процессами образования самородной ртути также и процессов ее испарения, то самородное состояние ртути в природе было бы более обычным, чем для золота и серебра [8]. Наиболее близки свойства ртути и золота [11].

В то же время свойства элементов триады (Pt, Au, Hg) отличаются между собой, так как электронные конфигурации валентных электронных их атомов различны, у следующего в ряду элемента имеется один лишний протон в ядре и электрон на внешней s-орбитали. Золото, как нечетный элемент имеет один стабильный природный изотоп  $^{197}\text{Au}$ . Природные платина и ртуть, как четные элементы имеют шесть (платина) и семь (ртуть) изотопов, часть из которых слабо радиоактивна. Из радиоактивных наиболее интересны изотоп  $^{197}\text{Hg}$  (содержание 0,1% в природной ртути), а также  $^{198}\text{Pt}$  (7,163 %) [1]. Изотоп  $^{197}\text{Hg}$  нестабилен и по реакции электронного захвата превращается в стабильный изотоп золото-197. Реакция происходит изомерически с двумя периодами полураспада — 24 и 65 ч [5]. Изотоп  $^{198}\text{Pt}$  в результате двойного бета-распада переходит в стабильный изотоп  $^{198}\text{Hg}$  [9].



**Рис. 1. Схема металлогении Камчатки, геологическое строение [4]:**

1 — метаморфические образования докембрия и палеозоя, 2 — меловые вулканы и интрузии Охотско-Чукотского пояса, 3-7 — терригенные отложения: 3 — нижнемеловые, 4 — верхнемеловые, 5 — верхнемеловые-палеогеновые, 6 — палеогеновые, 7 — олигоцен-миоценовые, 8-11 — подводно-вулканогенные отложения: 8 — нижнемеловые, 9 — верхнемеловые, 10 — палеогеновые, 11 — олигоцен-нижнемиоценовые, 12-14 — наземные вулканы: 12 — олигоцен-нижнемиоценовые риолит-дацитового состава, 13 — неогеновые андезитового состава, 14 — четвертичные базальтового состава, 15 — рудные месторождения и их номера: 1 — золоторудные (1 Сергеевское, 8 — Аметистовое, 12 — Озерновское, 14 — Агинское, 15 — Сухариковские Гребни, 18 — Бараньевское, 19 — Золотое), 2 — ртутные (2 — Ясное, 3 — Озерное, 4 — Ляпнагайское, 5 — Нептун, 6 — Тавена, 7 — Красная Горка, 11 — Олюторское, 13 — Чемпуринское), 3 — медно-никелевые (16 — Шануч), 4 — медные (17 — Кирганикское), 16 — платинометалльные россыпные узлы (9 — Эпильчикский, 10 — Сейнав-Гальмознанский), 17 — разломы

Лидеры триад — платина, золото и ртуть образуют самостоятельные месторождения (рис. 1). Россыпные месторождения платины расположены в северной части Камчатской платиноносной провинции в пределах Сейнав-Гальмознанского и Эпильчикского россыпных узлов [3]. По прогнозным ресурсам шлиховой платины Сейнав-Гальмознанский узел отнесен к уникальным объектам. Из минералов ЭПГ преобладает изоферроплатина —  $Pt_3Fe$  (97,5% от «шлиховой

---

платины»). Россыпи образовались за счет размыва платиновой минерализации, рассеянной в зональных дунит-клинопироксенит-габбровых массивах поздне мелового возраста. В Гальмознанском массиве установлены повышенные содержания платины, приуроченные к полям развития средне и крупнозернистых дунитов [2]. Содержания платины от 0,7 до 3,5г/т, в отдельных точках 380г/т. Содержания прочих ЭПГ значительно ниже, при преобладании Pd. Платина в массиве содержится в виде платино-железистых сплавов, что отвечает составу «шлиховой платины» в россыпях узла.

Месторождения золота слагают Корякско-Камчатский рудный пояс. Они приурочены к Центрально-Камчатскому вулканическому поясу и относятся к вулканогенной золото-серебряной формации [7]. Наиболее крупными месторождениями являются Аметистовое, Агинское, Асачинское, Бараньевское, Золотое, Озерновское, Родниковское и Мутновское. Месторождения генетически связаны с формированием вулканоструктур центрального типа. Рудные тела представлены адуляр-кварцевыми жилами и зонами прожилково-вкрапленной убогосульфидной минерализации. Околорудные изменения представлены пропилитизацией, адуляризацией, окварцеванием, кварц-гидрослюдистыми метасоматитами. Руды имеют типичные колломорфно-полосчатые, кокардовые, крустификационные структуры. В составе рудных минералов присутствуют самородное золото, электрум, теллуриды золота и серебра, сульфиды полиметаллов (в том числе меди и цинка), мышьяка, сурьмы и ртути. Золото от почти 100% самородного золота до электрума и теллуридов. Среди примесей в золоте преобладают серебро (0-60%) и ртуть (0-20%). В ряде золото-серебряных месторождений отмечается ртутная минерализация в виде киновари или метациннабарита (Оганчинское, Бараньевское, Апапель, Агличик, Озерновское, Агинское). На Сергеевском месторождении содержания ртути достигают промышленных величин, что позволяет отнести его к разряду золото-серебро-ртутных. На глубоких горизонтах месторождения Аметистовое обнаружены наряду с золотом минералы никеля и кобальта. Изотопный возраст золото-серебряных месторождений Камчатки меняется от эоцена до плейстоцена [6].

Месторождения и рудопроявления ртути наиболее широко развиты в северной части Камчатки. Здесь выделяется Корякско-Камчатская ртутоносная провинция [4]. В ней известны месторождения ртути (Ляпнагай, Олюторское, Ясное, Озерное, Нептун, Удача, Тавена, Красная Горка, Бельское) и рудопроявления. Ртутное оруденение относится к вулканогенному и телетермальному классам гидротермальной группы. Ртутное оруденение вулканогенного класса развито в пределах Валангинской, Северо-Камчатской и южной части Центрально-Камчатской ртутоносных зон. На Чемпуринском месторождении содержания золота достигают промышленных величин, что позволяет отнести его к золото-серебро-ртутным. В остальных зонах развито ртутное оруденение телетермального класса двух типов: кварц-диккитового и листовитового. Основным рудным минералом является киноварь, реже встречаются метациннабарит, антимонит, реальгар, аурипигмент, пирит и халькопирит, иногда золото. К телетермальным относится также месторождение Гиткоюлин и рудопроявления золото-ртутной формации [10].

Из месторождений элементов-аналогов в пределах Камчатки отметим сульфидные медно-никелевые и медно-порфиоровые. Остальные элементы — аналоги триады встречаются в виде примесей в месторождениях триады и других металлов. Медно-никелевое оруденение сконцентрировано в пределах Камчатской никеленосной провинции, которой отвечает одноименный срединный массив [12]. Здесь находится сульфидное медно-никелевое месторождение Шануч и ряд перспективных рудопроявлений. Месторождение Шануч, представлено пучком субвертикально ориентированных рудных тел, сопряженных с небольшими интрузиями неправильной формы и дайками дукукского комплекса. Наблюдается сложная жилообразная, штокообразная и линзовидная форма рудных тел, сложенных сульфидными медно-никелевыми рудами. Текстура руд: массивная, брекчиевидная, прожилково-вкрапленная и вкрапленная. Массивные руды состоят

на 75 — 95 % из сульфидов. Среди них преобладают пирротин, пентландит и халькопирит. Часто встречаются виоларит и пирит. Редко встречаются минералы благородных металлов: самородное золото, изоферроплатина, сперрилит, котульскит. Среднее содержание полезных компонентов составляет (в %): никель — 5,41, медь — 0,85, кобальт — 0,13, благородных металлов (в г/т): золото — 0,24, палладий — 0,40, платина — 0,13. Изотопный возраст медно-никелевого оруденения оценивается как эоценовый.

Для медно-порфировой формации наиболее типично месторождение Кирганик. Оно приурочено к сложно построенному кольцевому шонкинитовому массиву позднемелового-палеоценового возраста. Рудовмещающие биотит-калишпатсодержащие метасоматиты локализованы в телах порфировидных биотит-ортоклазовых шонкинитов. В метасоматитах выявлены крутонаклонные залежи вкрапленных и прожилково-вкрапленных сульфидных руд. Главные рудные минералы представлены борнитом и халькопиритом нескольких генераций. Кроме них в рудах присутствуют титаномagnetит, пирит, халькозин, гематит и самородное золото. Среднее содержание меди составляет 0,5–0,7%. Промышленные медные руды содержат также золото (в среднем 0,5–0,7 г/т), серебро (6–7 г/т), платину (0,8 г/т) и палладий (1 г/т).

Проведенное исследование показало, что в пределах Камчатки наиболее полно развито оруденение платины, золота и ртути — соседних элементов по таблице Д.И. Менделеева, а также их аналогов по подгруппам (серебро, медь, никель). Геохимическая специализация Камчатки зависит как от физико-химических свойств, так и от ядерных превращений указанных элементов. Она определяется не только преобладанием месторождений триады элементов, но и наличием их комплексных месторождений (медно-никелевых золото-ртутных, золото-серебряных), а также примесей элементов одних подгрупп в рудах элементов других.

Возрастной диапазон рассматриваемых месторождений меняется от позднего мела для платины в гипербазитах до эоцена для никеля и меди, а также палеоцена-неогена для золота, серебра и ртути. Это указывает на длительный период формирования месторождений и определенную очередность от более раннего платинового оруденения до более поздних медного, медно-никелевого, золото-серебряного и ртутного.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гладышев В.П., Левицкая С.А., Филиппова Л.М.* Аналитическая химия ртути М.: Наука. 1974. — 116с.
2. *Козлов А.П., Чантурия В.А.* Платиносодержащие дунитовые руды и их обогатимость. М.: УРАН ИПКОН РАН. 2009. — 148с.
3. *Корякско-Камчатский регион — новая платиноносная провинция России /под ред. В.П. Зайцева, А.Ф. Литвинова, Э.А. Ланды.* СПб: ВСЕГЕИ. 2002. — 383с.
4. *Металлогения ртути / под ред. В.И. Смирнова, В.А. Кузнецова и В.П. Федорчука.* М.: Недра. 1976. — 255с.
5. *Некрасов Б.В.* Основы общей химии: в 2-х томах. М.: Химия. 1974. Т.2. — 688с.
6. *Округин В.М.* Геодинамика, магматизм и минерагения континентальных окраин Севера Пацифики. Магадан. 2002. Т.3. С. 36-40.
7. *Петренко И.Д.* Золото-серебряная формация Камчатки. Петропавловск-Камчатский. 1999. — 116с.
8. *Сауков А.А.* Геохимия ртути. Труды ИГН АН СССР. 1946. Вып. 76. — 128с.
9. *Справочник химика, том 1 / под ред. Б. П. Никольского.* Л: Химия, 1966. — 1071с.
10. *Степанов В.А.* Известия вузов. Геология и разведка. 2008. № 1. С. 29-34.
11. *Степанов В.А., Моисеенко В.Г.* Геология золота, серебра и ртути. Часть 1. Золото-ртутные месторождения. Владивосток: Дальнаука. 1993. 228с.

---

12. Трухин Ю.П., Степанов В.А., Сидоров М.Д. ДАН. 2008. Т. 418, № 6, с. 802-805.

**Степанов Виталий Алексеевич**, д-р геол-минер. наук, профессор, главный научный сотрудник. Научно-исследовательский геотехнологический центр ДВО РАН, 683002, г. Петропавловск-Камчатский, Северо-Восточное шоссе, д. 30. Тел. 8-985-440-29-64.  
[vitstepanov@yandex.ru](mailto:vitstepanov@yandex.ru).