

Металлоносные конгломераты – потенциальные источники россыпей в Арктической зоне России

Лобанов К.В., Волков А.В., Галямов А.Л., Лаломов А.В., Мурашов К.Ю.

Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, Москва, lobanov@igem.ru

Аннотация. Показано широкое развитие потенциально металлоносных конгломератов различного возраста, состава, стратиграфической и структурной позиции. Металлоносность докембрийских конгломератов достаточно хорошо изучена в Ветреном поясе на территории Архангельской области. Сведения по металлоносности докембрийских конгломератов Кольского полуострова и других регионов Российской Арктики ограничены. Геохимические особенности конгломератов отражают их литологический и минеральный состав. Ареалы палеозойских и мезозойских конгломератов на Таймыре и Восточной Чукотке маркируются промышленными россыпями и шлиховыми ореолами золота, платины и других стратегических минералов, что указывает на их перспективность в развитии минерально-сырьевой базы россыпных месторождений.

Ключевые слова: Арктика, металлоносные конгломераты, россыпи, золото, платина, прогноз.

Metalliferous conglomerates are potential sources of placers in the Arctic zone Russia

Lobanov K.V., Volkov A.V., Galyamov A.L., Lalomov A.V., Murashov K.Yu.

Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry RAS, Moscow, Russian Federation, lobanov@igem.ru

Abstract. The considerable potentially metal-bearing conglomerates of various ages, composition, stratigraphic and structural positions are shown. The gold content in the Precambrian conglomerates is well studied in the Vetryny belt in the territory of the Arkhangelsk region. Information on the this content in the Precambrian conglomerates of the Kola Peninsula and other regions of the Russian Arctic is insufficient. The geochemical features of conglomerates reflect their lithological and mineral composition. Areas of Paleozoic and Mesozoic conglomerates in Taimyr and Eastern Chukotka are marked by industrial placers and placers of gold, platinum and other strategic minerals, which indicates their prospects in the development of the mineral resource base for placer deposits.

Key words: Arctic, metal-bearing conglomerates, placers, gold, platinum, forecast.

Проблема металлоносности конгломератов со времен открытия Витватерсранда приобрела глобальный характер. С конгломератами связаны значительные концентрации золота, урана и других элементов. Они вмещают крупные и суперкрупные месторождения золота (Витватерсранд в ЮАР, Тарква в Гане, Матиненда в Канаде) (Кренделев, 1974). Суммарная добыча золота из конгломератов Витватерсранда превысила в 2013 г. 52000 т (32 % от мировой добычи) (Frimmel, 2014). В сравнительно небольших масштабах велась добыча золота из конгломератов Бразилии, Австралии, Южной Африке. Докембрийские золотоносные конгломераты представляют большой промышленный интерес, так как именно в них встречаются максимальные из выявленных на Земле концентраций золота и (или) урана (Кренделев, 1974).

Значительно меньше внимания металлоносные конгломераты заслужили как потенциальные промежуточные источники россыпей. Известно, что из четвертичных россыпей, сформировавшихся за счет архейских конгломератов Витватерсранда, было добыто всего около 50 т золота (Кренделев, 1974). На территории Северо-Восточного Алжира источниками небольших россыпей золота (около 300 кг) служили выходы мощной палеозойской толщи слабозолотоносных конгломератов (Волков, 1997). Примеры россыпных месторождений, связанных с металлоносными конгломератами известны на всех континентах, за исключением Антарктиды.

В Арктике россыпные месторождения привлекают внимание инвесторов, прежде всего, благодаря легкости освоения, простоте и дешевизне извлечения полезных минералов (Лаломов и

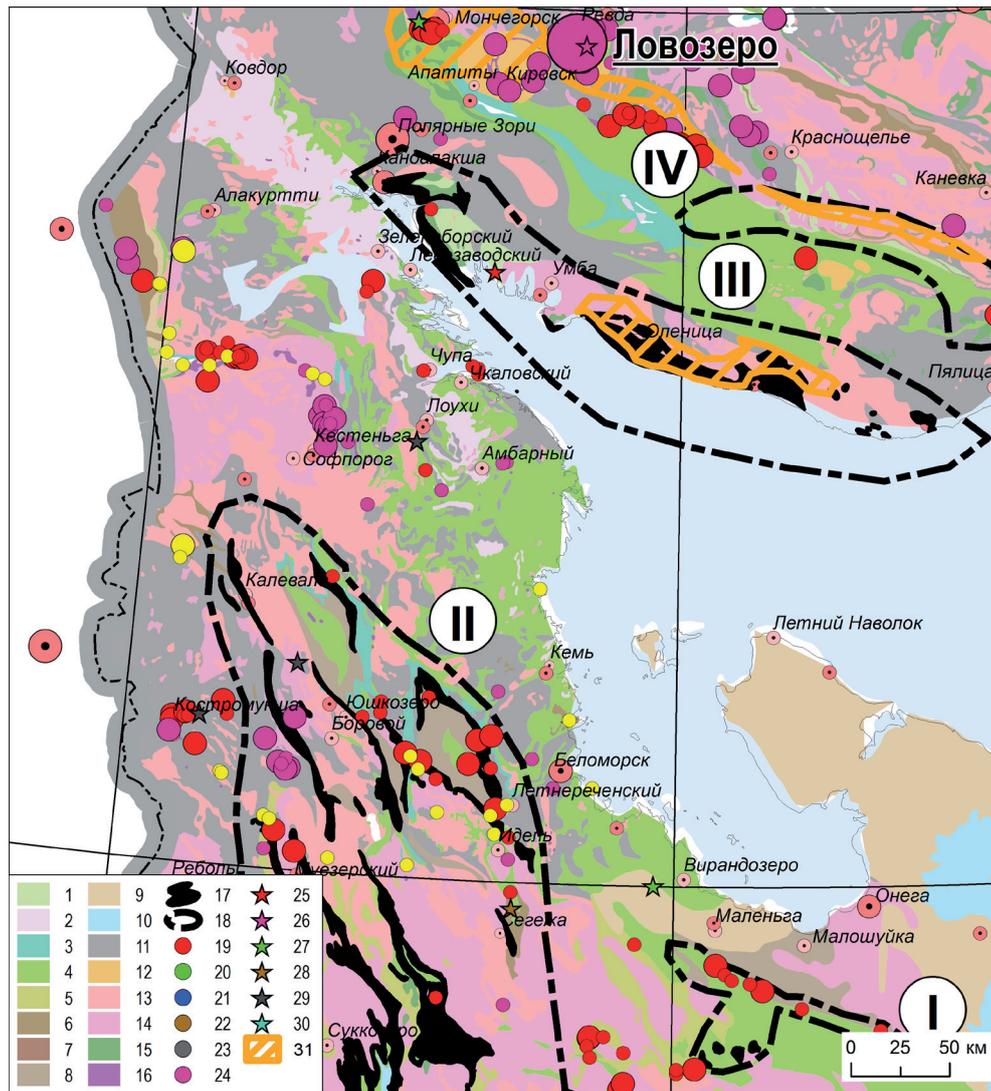


Рис. 1. Ареалы распространения конгломератов в пределах Балтийского щита (по Лунева, 1977, Астафьев и др., 2012, Максимов и др., 2015). I – Ветренный пояс. II – Онежско-Сегозерская структура. III–IV – Кольский аллохтон: III – Беломорский район, IV – Имандра-Варзугская сутура.

Стратифицированные формации: 1 – вулканогенные нерасчлененные, 2 – вулканогенные среднего состава, 3 – андезитовидные, 4 – базальтоидные, 5 – вулканогенно-осадочные, 6 – терригенные нерасчлененные, 7 – конгломераты, 8 – песчаники, 9 – глинистые, 10 – карбонатные, 11 – метаморфические. *Магматические формации:* 12 – щелочные гранитоиды, 13 – гранитоиды, 14 – диориты, 15 – габбро-диориты, 16 – ультрабазиты; 17 – конгломератовые толщи; 18 – ареалы распространения конгломератов. *Месторождения и проявления:* 19 – золота, 20 – меди, 21 – свинца и цинка, 22 – олова, вольфрама и др. цветных металлов, 23 – черных и 24 – редких металлов. *Россыти и россыпные проявления:* 25 – золота, 26 – редких металлов, 27 – медные, 28 – касситерита, 29 – титаномагнетита, 30 – алмазов и их сопутствующих минералов. 31 – ареолы повышенного фона золота.

Fig. 1. Distribution areas of conglomerates within the Baltic Shield. I – Vetreny belt. II – Onega-Segozero structure. III–IV – Kola allochthon: III – Belomorsky district, IV – Maly Cave district.

Stratified formations: 1 – volcanogenic undifferentiated; 2 – volcanogenic of medium composition; 3 – andesitoid; 4 – basaltoid; 5 – volcanogenic-sedimentary; 6 – terrigenous undifferentiated; 7 – conglomerates; 8 – sandstones; 9 – clay; 10 – carbonate; 11 – metamorphic. *Igneous formations:* 12 – alkaline granitoids; 13 – granitoids; 14 – diorites; 15 – gabbro-diorites; 16 – ultrabases; 17 – conglomerate strata; 18 – areas of conglomerates distribution. *Ore Deposits and occurrences:* 19 – gold; 20 – copper, 21 – lead-zinc, 22 – tin, tungsten, other base metals, 22 – ferrous, 23 – REE. *Placers and placer manifestations:* 19 – gold; 20 – rare metals; 21 – copper; 22 – cassiterite; 23 – titanomagnetite; 24 – diamonds and their accompanying minerals. 31 – high gold grade haloes.

др.,2015). Условия залегания и простая морфология россыпей позволяют значительно снизить себестоимость продукции, что выгодно отличает их от коренных месторождений. Высокая цена золота на современном мировом рынке, по данным Союза старателей РФ, позволяет в последние годы отрабатывать пески со средним содержанием 50 мг/м³ золота. Поэтому россыпи – первоочередные объекты для инвестиций, особенно в труднодоступных и удаленных районах Арктики.

В Арктической зоне России наиболее значимые толщи конгломератов залегают среди интракратонных докембрийских комплексов Балтийского и Анабарского щитов. Кроме того, они присутствуют среди более молодых осадочных толщ Таймыро-Североземельской провинции и Северо-Востока России, сформировавшихся в условиях активизированной континентальной окраины и наложенного орогенеза. Отмеченные, ареалы развития мезозойских конгломератов маркируются небольшими и средними по масштабу промышленными россыпями золота и платины и других стратегических минералов и их шлиховыми ореолами. Следует отметить, что информация по металлоносности, особенно докембрийских конгломератов Арктической зоны России, крайне неоднородная и малочисленная.

Конгломератовые формации Балтийского щита относятся к нижнепротерозойскому, раннерифейскому и вендскому времени формирования Кольского аллохтона, Ветреного Пояса и Онежско-Сегозерской структуры (рис. 1). Большая часть последней находится за пределами Арктической зоны РФ.

Кольский полуостров. Конгломераты среди метаморфических толщ докембрия Кольского полуострова распространены довольно широко. Предшествующими исследованиями протерозойских конгломератов Кольского полуострова были изучены: стратиграфическое и пространственное положение конгломератов; форма их тел и порядок мощностей конгломератовых тел, пачек и толщ; состав обломков и цемента разных типов конгломератов, их приуроченность к определенным стратиграфическим уровням; состав галек, характерные для конгломератов каждой свиты; состав возможных материнских пород и источники сноса, пути и способы переноса обломочного материала; эпохи континентальных перерывов в докембрийской истории Балтийского щита (Лунева,1977).

Однако металлоносность конгломератов фактически не была изучена. Считается установленным фактом, что конгломератоносные провинции обладают в целом повышенными кларками золота и радиоактивных элементов (Кренделев,1974). В Кольского регионе фоновая золотоносность докембрийских осадочных и вулканических формаций достаточно хорошо изучена и составлена карта фоновой золотоносности (Гавриленко и др.,1987).

Высокая фоновая золотоносность установлена в районе накопления конгломератовых толщ Кольского аллохтона (рис. 1), связанных со средне-позднерифейским формированием Беломорского интракратонного прогиба (Астафьев и др., 2012). Они представлены оленицкой серией, которая залегает с угловым несогласием на архейских образованиях. В основании серии отмечается 40-метровая пачка крупно- и мелкогалечных конгломератов. А наиболее высокая фоновая золотоносность характерна для района Малых Кейв (Гавриленко и др.,1987), где известны выходы кварцевых конгломератов романовской свиты (Лунева,1977, Астафьев и др., 2012). В этих районах, в первую очередь необходимо изучить металлоносность конгломератов. Кроме того, в их пределах, возможно, выявление четвертичных россыпей самородного золота и платины, источником которых могли служить древние конгломераты.

Ветренный пояс. Структура Ветреного пояса приурочена к зоне сочленения Карельского и Беломорского мегаблоков фундамента в юго-восточной части Балтийского щита (рис. 1). Конгломератовые толщи здесь известны в составе вулканогенно-осадочных зеленосланцевыми формаций нижнего протерозоя и базальных горизонтов венда, сосредоточенные вдоль северо-восточного склона кряжа Ветренный пояс (Максимов и др.,2015). В вендское время формирование базальных конгломератов связано с типичными платформенными условиями. Терригенные отложения венда с угловым несогласием залегают на метаморфическом основании архея и нижнего протерозоя. Отложения в основании представлены конгломератами, и выше – глинами, аргилитами, алевритами, песчаниками. Суммарная мощность венда достигает 230 м (Максимов и др.,2015).

В пределах Нименьгинской площади, металлоносные конгломераты выявлены в нижней толще редкинского горизонта, сложенной разнообразными конгломератами, конгломератобрекчиями, гравелитами и в меньшей степени разнозернистыми песчаниками. Среди конгломератов преобладают серо-, зеленовато-серо-тёмно-бурые, буро-коричневые галечно-щебневые (или существенно галечные) разности с глинисто-песчано-гравийным наполнителем (рис. 2 а). Содержание крупнопсаммитовой и псефитовой фракций (более 1 мм) составляет от 20-30 до 65-70 %; отмечено также наличие крупногалечных конгломератов с примесью валунов, а, иногда, – и глыб (размером 1-6 м). В составе конгломератов доминируют (до 90-95 %) метавулканы Ветреного Пояса, которым присуща в основном сероцветно-зеленоцветная окраска. Обломки другого типа представлены кварцитами, микрокварцитами, жильным кварцем, гранитоидами, амфиболитами и метасоматитами. Наличие в цементе выделений окислов и гидроокислов железа свидетельствует о их наложенном характере.

В ИГЕМ РАН выполнено изучение химического состава Au-Pt-носных конгломератов методами РФА и ICP-MS XSeries (образцы ЗАО «Онегазолото»). Отношением Au/Ag – в среднем 1:2. Конгломераты по сравнению с континентальной корой обогащены Au, Cr, Ni, Sb, Ag, Co, Sc, V, Li, REE. Коэффициенты обогащения варьируют от нескольких (Sb, Ag, Co, Sc, V, Li, REE) – до десятков раз (Au, Cr, N) (рис. 2 г). Сумма РЗЭ в конгломератах варьирует от 31–461 г/т и соответствует их составу. Легкие РЗЭ преобладают (рис. 2 д). Конгломераты характеризуются пологими близхондритовыми спектрами (рис. 2 д). Выявленные геохимические особенности соответствуют литологическому и минеральному составу конгломератов.

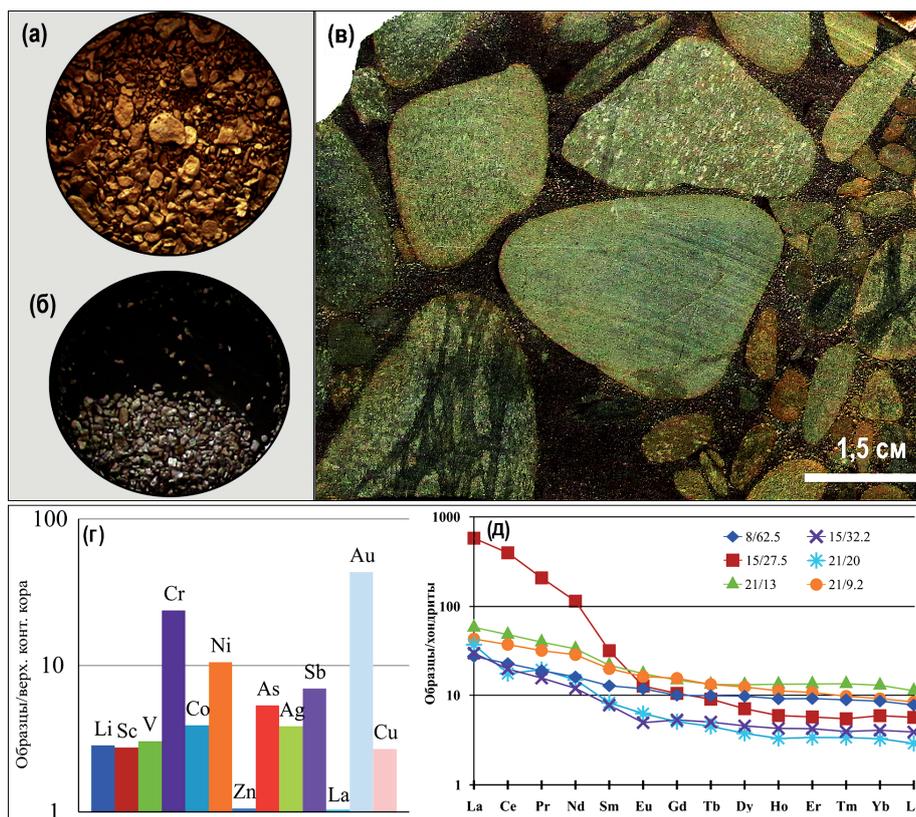


Рис. 2. Металлоносность вендских конгломератов Нименьгинской площади Ветреного пояса. Самородное золото (а) и платина (б) из четвертичной россыпи; в – металлоносные конгломераты (Фото К.В. Лобанова). Распределение микроэлементов (г), нормированных по отношению к средним значениям для верхней коры (Тейлор и др., 1988), и РЗЭ (д), нормированные по хондритам (McDonough et al, 1995) в конгломератах.

Fig. 2. Metal content of the Vendian conglomerates of the Niemenga area of the Vetreny Belt. Native gold (a) and platinum (b) of the Quaternary placer; c – metalliferous conglomerates (Photo by K. V. Lobanov). Distribution of trace elements (d) normalized to upper crust and REE (e) normalized to chondrites in conglomerates.

Шлиховым опробованием и шурфами (ЗАО «Онегазолото») в четвертичных отложениях по долинам ручьев, дренирующих выходы венских конгломератов, установлены россыпные проявления с содержаниями золота до 1.2 г/м³ и платины – до 0.08 г/м³ (рис. 2 б, в). По результатам химического анализа (ЗАО «Онегазолото»), золото высокопробное (970-980 ‰), платиноиды (Pt = 85.5 %) содержат 7.8 % железа, 2.7 % иридия, 1.4 % осмия, 1.0 % родия, 0.34 % палладия и 0.17 % рутения. Прогнозные ресурсы категории Р₃ для территории Архангельской области апробированы ФГУП ЦНИГРИ в объеме 7 т для россыпного золота четвертичных отложений Ветреного пояса (Малютин и др., 2006).

Перспективы металлоносности докембрийских конгломератов в других регионах Арктической зоны России отмечаются также в отношении рифейских конгломератовых формаций Анабара, где они изучена весьма слабо; минерализация в этих породах пока не установлена. Однако, алмазы, самородное золото и платина широко распространены в россыпях бассейна р. Анабар, источники которых также не установлены. В качестве коренных источников могут быть погребенные под осадочным чехлом, мощностью около 40 м Pt-содержащие дунитовые интрузии. Что же касается молодых конгломератов, то известно, что ареалы палеозойских и мезозойских конгломератов в пределах Таймыро-Североземельской провинции и в Пекульней-Золотогорском районе Восточной Чукотки маркируются, пусть небольшими по масштабу, но промышленными россыпями и шлиховыми ореолами золота и платины, а также других стратегических минералов.

Потенциально металлоносные конгломераты – прямой поисковый признак, указывающий на развитие россыпных месторождений. Сочетание ареалов развития конгломератов с высокой фоновой и шлиховой золотоносностью позволяет выделить перспективные площади для проведения поисковых работ на россыпи на территории Арктической зоны.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ. Грант № 18-05-70001 «Изучение геологических и геодинамических обстановок формирования крупных месторождений стратегических металлов Арктической зоны России: выводы для прогнозирования и поисков новых месторождений».

Литература

1. Астафьев Б.Ю., Богданов Ю.Б., Воинова О.А., Воинов А.С. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1000000 (третье поколение). Серия Балтийская. Лист Q-(35), 36 – Апатиты. Объяснительная записка. СПб. Изд-во: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ. 2012. 436 с.
2. Волков А.В. Аллювиальное золото Северо-Восточного Алжира // Важнейшие промышленные типы россыпей и месторождений кор выветривания, технология оценки и освоения. XI международное совещание по геологии россыпей и месторождений кор выветривания. М. Изд-во: ИГЕМ РАН. 1997. С. 57.
3. Гавриленко Б.В., Басалаев А.А., Предовский А.А., Белолипецкий А.П., Болотов В.И., Мележик В.А., Федотов Ж.А., Козлов Н.Е. Фоновая золотоносность докембрийских осадочных и вулканических формаций Кольского региона // Геохимия. 1987. № 10. С. 1378–1385.
4. Кренделев Ф.П. Металлоносные конгломераты мира. Новосибирск. Изд-во: Наука. 1974. 239 с.
5. Лаломов А.В., Бочнева А.А., Чефранов Р.М., Чефранова А.В. Россыпные месторождения Арктической зоны России: современное состояние и пути развития минерально-сырьевой базы // Арктика: экология и экономика. 2015. № 2 (18). С. 66–77.
6. Лунева О.И. Докембрийские конгломераты Кольского полуострова. М. Изд-во: Наука. 1977. 220 с.
7. Максимов А.В., Богданов Ю.Б., Воинова О.А., Коссовая О.Л. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1: 1 000 000 (третье поколение). Серия Балтийская. Лист P-(35), 36. Петрозаводск. Объяснительная записка. СПб. Изд-во: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ. 2015. 400 с.
8. Малютин Е.И., Ширококов В.Н. Минерально-сырьевые ресурсы Архангельской области // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2006. № 4. С. 3–10.
9. Тейлор С.Р., Мак-Леннан С.М. Континентальная кора: ее состав и эволюция. М. Изд-во: Мир. 1988. 384 с.
10. Frimmel H.E. A Giant Mesoarchean Crustal Gold-Enrichment Episode: Possible Causes and Consequences for Exploration // Society of Economic Geologists. 2014. Special Publication 18. P. 209–234.
11. McDonough W.F., Sun S.S. The Composition of the Earth // Chemical Geology. 1995. V. 120. P. 223–253.