

Архангельская В.В. (ФГБУ «ВИМС»)

**МАССИВ КОНДЁР. ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ И ИЗУЧЕНИЯ**

*В статье рассматриваются подробности открытия и изучения зонально-концентрического полимагматического Кондёрского массива. Породы массива слагают гору Кондёр. Приводится характеристика Кондёрского платинового месторождения. **Ключевые слова:** Кондёрский массив, гора Кондёр, Кондёрское платиновое месторождение.*

Arkhangelskaya V.V. (VIMS)

**KONDER MASSIF. HISTORY OF OPENING AND STUDYING**

*In article details of discovery and studying of the zone and concentric polymagmatic Kondyorskyy massif are considered. Breeds of the massif compose Mount Konder. Characteristic of the Kondyorskyy platinum field is given. **Keywords:** Kondyorskyy massif, mount Konder, Kondersky platinum deposit.*

Массив Кондёр — это полимагматический интрузив, породы которого слагают одноименную одиночную необычной формы гору на востоке России. Гора находится на севере Хабаровского края в Аяно-Майском районе. В плане она идеально круглая диаметром 13 км, представляет собой кольцевой хребет с котловиной внутри диаметром 5,5 км и похожа на лунный кратер или кальдеру вулкана, а издалека — на усеченный конус вулкана. Максимальная абсолютная высота хребта 1398 м, внутренней котловины — 1146 м. Над окружающим ее Юдомо-Майским плоскогорьем она возвышается на 500–600 м. Гору дренирует ключ Кондёр, берущий начало внутри нее.

До Великой Отечественной войны гору посетили Б.П. Кулеш (1936 г.) и А.К. Матвеев (1940 г.), а в 1941 г. П.Д. Шкляев, обнаруживший платину в шлихах из аллювиальных отложений истоков кл. Кондёр. Сведения об этих посещениях в опубликованной литературе отсутствуют.

Сразу после окончания Великой Отечественной войны в СССР были развернуты широкие геологические исследования совершенно не изученных или слабо изученных регионов. Геологическим съемкам предшествовали аэрофотосъемка и аэромагнитная съемка этих регионов. Геологической съемкой масштабов 1:1 000 000 и позже — 1:200 000 регионов Востока СССР занималась Алданская экспедиция Всесоюзного Аэрогеологического Треста (ВАГТ). Автор этой статьи работала в ней начальником партии. В 1956 г. партия должна была произвести мелкомасштабную геологическую съемку района, в котором находится г. Кондёр. Дешифрирование аэрофотоснимков автором статьи и главным геологом экспедиции Ароним

1:1 000 000 (Геохимическая основа-1000/3). Результаты этих исследований позволили унифицировать подходы к дифференциации геохимических объектов по степени перспективности; осуществить ревизию рудоносности известных РС и выделить новые потенциально рудные объекты; оценить ресурсный потенциал изучаемых территорий в целом; провести научно обоснованный выбор перспективных площадей для постановки прогнозно-поисковых работ.

Достоверность количественных оценок ресурсного потенциала, а, следовательно, и геолого-экономическая эффективность рассматриваемой методики прогноза, подтверждается результатами сопоставления ресурсов, рассчитанных в авторском и традиционном [3] вариантах, с данными разведки и поисков известных золоторудных месторождений Приамурья. Как видно из табл. 7 «инструктивные» оценки даже при резко заниженной и ничем не мотивированной подвеске (100 м) превышают сумму разведанных запасов и ресурсов, установленных при средне-, крупномасштабных поисках в среднем по всем объектам более чем в 13 раз, при оценке ресурсов до реальной глубины распространения оруденения эти различия будут измеряться многими десятками раз. Ресурсы в авторском варианте, полученные с использованием весьма жестких критериев выбора значений  $k$ ,  $k^1$ ,  $\alpha$  и определением реального вертикального размаха прогнозируемого оруденения ( $H$ ), исключая возможность манипулирования этими параметрами, в значительно большей степени адекватны поисковым и разведочным данным.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. *Временные методические указания по проведению геохимических поисков на закрытых и полужакрытых территориях* / Под ред. А.Ф. Морозова, Б.К. Михайлова, Т.В. Чепкасовой, О.В. Петрова, А.А. Кременецкого, С.М. Алексеева / С.В. Соколов, А.Г. Марченко, С.С. Шевченко, О.Н. Симонов и др. — ВСЕГЕИ, 2005. — 98 с.
2. *Григоров, С.А. Прикладные аспекты структурного метода поисков по геохимическим данным* / С.А. Григоров / Теория и практика геохимических поисков в современных условиях. — М.: Наука, 1990. — С. 68–79.
3. *Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений*. — М.: Недра, 1983. — 191 с.
4. *Методические рекомендации по литохимическим методам поисков рудных месторождений по потокам рассеяния*. — М.: ИМГРЭ, 1992. — 164 с.
5. *Питулько, В.М. Основы интерпретации данных поисковой геохимии* / В.М. Питулько, И.Н. Крицук. — Л.: Недра, 1990. — 336 с.
6. *Соколов, С.В. Структуры аномальных геохимических полей и прогноз оруденения* / С.В. Соколов. — СПб: Наука, 1998. — 154 с.
7. *Соколов, С.В. Методика прогноза и оценки ресурсного потенциала рудных полей, узлов и районов по потокам рассеяния на стадиях регионального изучения недр и прогнозно-поисковых работ* / С.В. Соколов // Прикладная геохимия. — Вып. 5: Компьютерные технологии. — М.: ИМГРЭ, 2004. — С. 5–44.
8. *Соловов, А.П. Геохимические методы поисков рудных месторождений* / А.П. Соловов, А.А. Матвеев. — М.: МГУ, 1985.
9. *Требования к производству и результатам многоцелевого геохимического картирования масштаба 1:1 000 000* / А.А. Головин, А.И. Ачкасов, К.Л. Волочкович и др. — М.: ИМГРЭ, 1999.
10. *Требования к производству и результатам многоцелевого геохимического картирования масштаба 1: 200 000* / А.А. Головин, Н.Н. Москаленко, А.И. Ачкасов и др. — М.: ИМГРЭ, 2002. — 92 с.
11. *Хорин, Г.И. Прогнозная оценка ресурсов полезных ископаемых по данным литохимической съемки* / Г.И. Хорин // Геохимические методы в геологическом картировании. — М.: ИМГРЭ, 1985.

© Соколов С.В., 2019

Соколов Сергей Валерьевич // Sergey\_Sokolov@vsegei.ru



Рис. 1. Гора Кондёр на аэрофотоснимке масштаба 1:84 000

Григорьевичем Кацем обнаружил в районе горы формы лунного кратера — гору Кондёр (рис. 1). Аэромагнитная съемка выявила над ней интенсивную (3700 дельта Т) магнитную аномалию.

При полевых исследованиях горы, в которых участвовал прилетевший для этого в партию А.Г. Кац, было установлено, что гора представляет собой кольцевой хребет с котловиной внутри «кольца». Внешние склоны горы пологие (35–45°), изрезаны узкими глубокими эрозийными воронками, в которых берут начало ключи Керпыль, Ичас, Берая и другие; их сеть радиально расходится во все стороны от горы. Внутренние склоны кольцевого хребта крутые (45–65°), отделены от опущенной части горы неглубокой седловиной.

Геологическое строение горы оказалось весьма интересным, а в дунитах, слагающих котловину, обнаружена сульфидная, магнетитовая, хромитовая и платиновая минерализация. Выяснилось, что массив Кондёр имеет концентрически зональное внутреннее строение. Центральная его часть сложена дунитами, нижние части внутренних склонов кольцевого хребта — субщелочными гранитоидами: сиенитами, граносиенитами, гранодиоритами и монцонитами. Кольцевым разломом, фиксирующимся в рельефе седловиной, выходы гранитоидов отделены от дунитов. Эндоконтактные зоны дунитового «ядра» представлены гибридными пироксенитами, по-видимому, возникшими при воздействии кислой магмы на дуниты. Небольшой выход пироксенитов был откартирован и в дунитах.

Верхние части внутренних склонов хребта, его вершины и внешние склоны сложены протерозойскими (рифейскими) ороговикованными песчаниками и сланцами, падающими от массива. Ороговикованные породы являются экзоконтактной фацией гранитоидного интрузива и отсутствуют за пределами хребта. В дунитах были обнаружены жилы микросиенитов — дериватов гранитоидов, а также жилы калиевых щелочных пород (псевдолейцитовых сиенит-порфиров, нефелиновых сиенитов, тингуаитов, сольвсберги-

тов и др.) и шлиры флогопит-магнетит-пироксеновых, хромит-магнетитовых, хромитовых обособлений дунитов. В ущелье, на выходе кл. Кондёр из «лунного кратера», были закартированы мраморы с бруситом, условно отнесенные нами к карбонатитам.

Зимой 1956 г. во всех шлихах из аллювия кл. Кондёр и в полированных шлифах дунитов нами была обнаружена платина, а при консультации анализа шлифов С.С. Борщевским — очень редкий осмий-иридиевый минерал платиноидов.

Была составлена схематическая геологическая карта Кондёрского массива в масштабе 1:50 000 (рис. 2). Результаты были опубликованы в работах [3, 4].

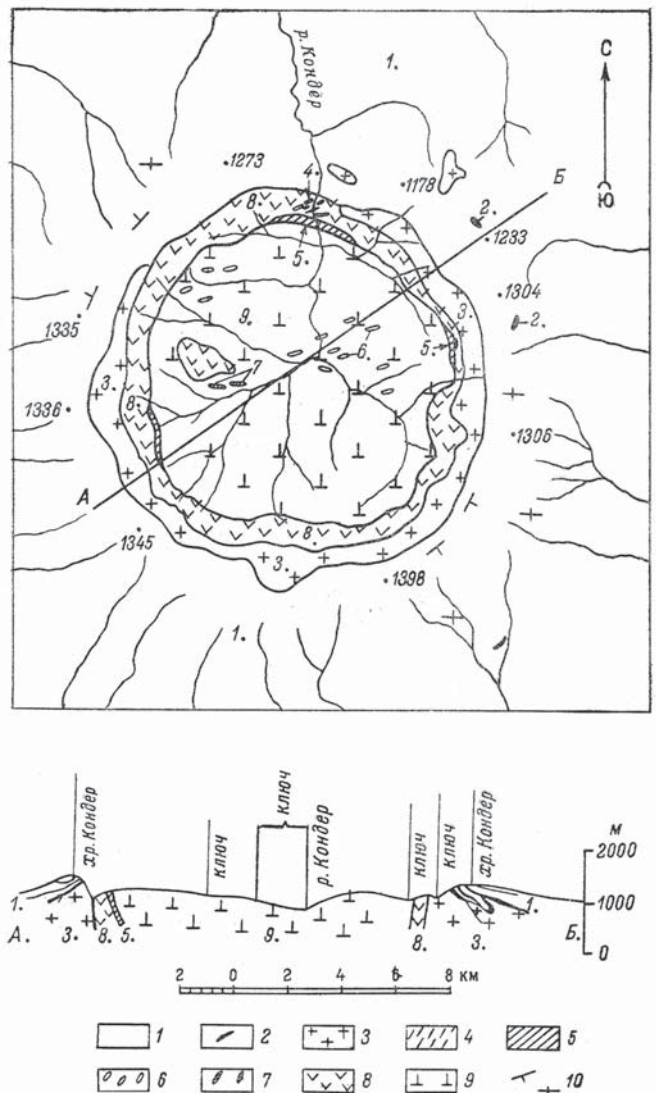


Рис. 2. Схематическая геологическая карта массива Кондёр (В.В. Архангельская, А.Г. Кац [3, 4]): 1 — кварцевые песчаники и сланцы синийского комплекса; 2 — микросиениты, альбититы и другие породы жильных фаций сиенитов; 3 — роговообманковые и авгитроговообманковые гранитоиды: граносиениты, монцониты, гранодиориты, сиениты; 4 — жилы карбонатитов; 5 — карбонатиты; 6 — сольвсбергиты, тингуаиты, цеолитовые и псевдолейцитовые порфиры и другие жильные щелочные сиениты; 7 — флогопит-магнетит-пироксеновые породы; 8 — авгитовые пироксениты; 9 — дуниты, гарцбургиты; 10 — элементы залегания вмещающих пород: а) наклонное, б) горизонтальное и почти горизонтальное



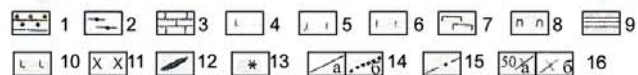
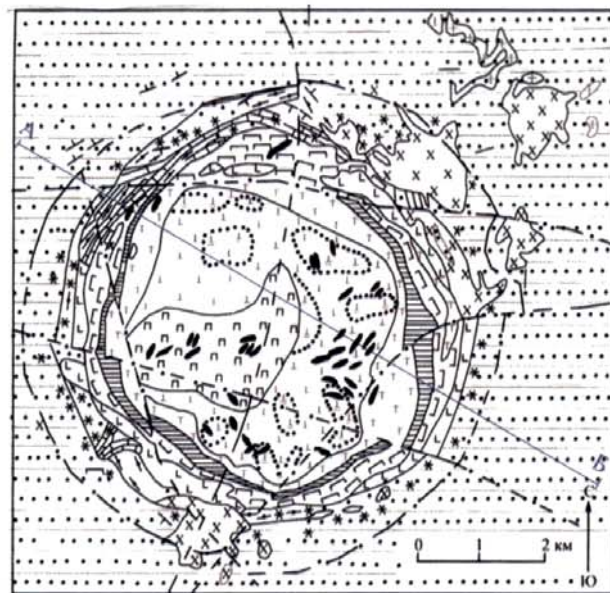
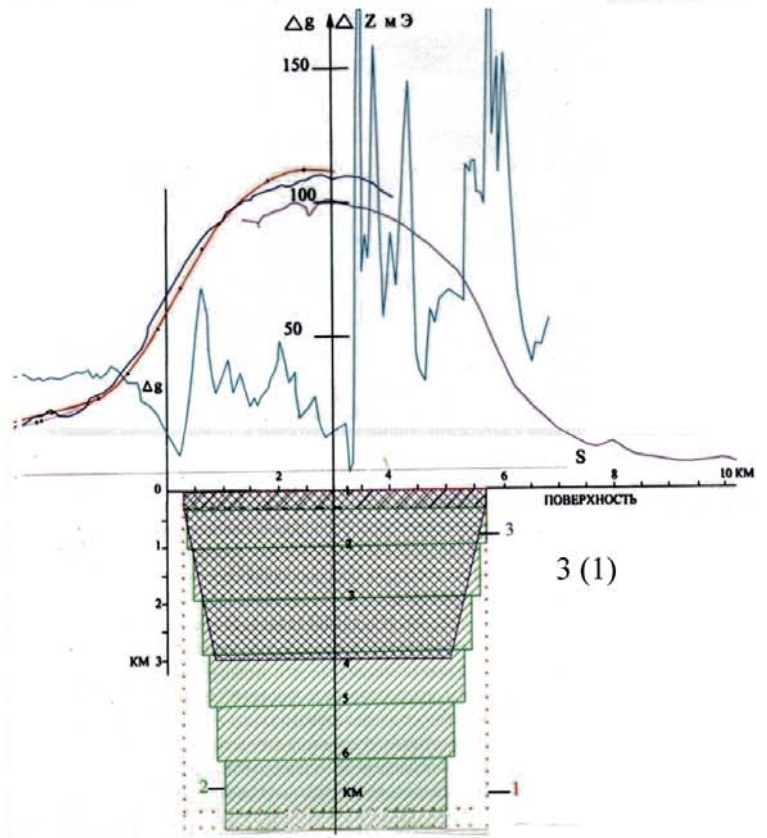
Это были первые публикации о геологическом строении массива Кондёр и о его возможной промышленной платиноносности.

Так был открыт массив Кондёр — дальневосточная жемчужина России как именуют его геологи [18].

История становления массива Кондёр тогда представлялась нам следующей. К самым древним его породам были отнесены дуниты, предположительно мезозойские. Жильные калиевые щелочные породы сопоставлялись со щелочными породами мезозойского (юрского) алданского комплекса Центрально-Алданского района (С.М. Кравченко и др., 1962). К мезозою были отнесены и гранитоиды кольцевого интрузива. Предполагалось, что г. Кондёр возникла в результате неоднократного внедрения по одному и тому же каналу под покров рифейских отложений, залегающих на архейском фундаменте Алданского щита, сначала дунитов, позже — даек щелочных пород, и затем гранитоидов, образовавших куполовидное «вздутие» рифейских пород. Подобная картина наблюдалась нами в том же году при съемке хребта Кет-Кап, расположенного в первых десятках километров западнее Кондёра и представленного лакколитами мезозойских гранитоидов, в верхах которых обнажены архейские породы щита, поднятые туда гранитоидной магмой при ее внедрении.

По возвращении на базу экспедиции А.Г. Кац переориентировал работу шлихового отряда, руководимого А.Н. Мильто, на шлиховое опробование отложений истоков кл. Кондёр. Партия продолжила геологическую съемку района, а ее сотрудник А.А. Ельянов остался вместе с А.Н. Мильто на Кондёре для его дальнейшего изучения.

В 1957 г. изучение массива Кондёр было продолжено партией А.Н. Мильто, в которой геологией массива занимались А.А. Ельянов и аспирант ВИМСа Г.В. Андреев, а шлиховым опробованием истоков кл. Кондёр — А.Н. Мильто. В результате работы партии



**Рис. 3. Геофизический разрез Кондёрского массива — 3(1) и геологическая карта — 3(2) (Л.Б. Сушкин, [18]):** 1 — алевролиты и песчаники кондёрской и омнинской свит (рифей); 2 — архейские метаморфиты утукачанской свиты; 3 — мраморы и кальцифиры; 4 — порфиоровидные дуниты; 5 — дунит-пегматиты, мелкозернистые дуниты краевой зоны (с магнетитом); 6 — клинопироксениты; 7 — косьвиты; 8 — реакционные аподунитовые породы (оливиниты); 9 — габбро и монцониты; 10 — кварцевые субщелочные диориты и сиенито-диориты; 11 — гранодиориты, граноиениты и сиениты; 12 — дайки нефелиновых сиенитов, ийолитов, эгириновых сиенитов, жилы щелочных пегматитов; 13 — зоны ороговикования; 14 — геологические границы для осадочных (а) пород и метаморфитов (б); 15 — разломы; 16 — элементы залегания наклонных (а) и горизонтальных (б) пластов.

Наблюдаемые кривые  $g$  и  $Z$ . Интерпретация физических полей: подобранная кривая от вертикального цилиндра (1), подобранная кривая от корпуса, аппроксимируемого серией цилиндров с уменьшающимися радиусами (2), кривая от тела чашеобразной формы (3)

геологическое строение массива было уточнено и составлена его кондиционная геологическая карта масштаба 1:25 000, которая в главных чертах не отличалась от схематической. Были проведены радиометрические и литогеохимические поиски; в дунитах выделены козьвиты и другие разности ультрабазитов, а в пироксенитах — габбро и шонкиниты; список дайковых пород пополнен щелочными пегматитами [2, 8]. Был изучен минеральный состав карбонатитов, и они отнесены к особому амагматическому типу, а обнаруженные в контакте с ними кристаллические сланцы — к рифейским образованиям, метаморфизованным гранитоидной магмой кольцевого интрузива. История становления Кондёрского массива рассматривалась с прежних позиций. Но главным открытием было выявление во всех шлихах из аллювия кл. Кондёр высокого содержания платины, вплоть до ураганных ее содержаний. И стало очевидным, что в г. Кондёр открыто новое россыпное месторождение платины.

В последующие годы массив Кондёр и его рудоносность изучали десятки сотрудников разных научных и производственных организаций России — ученые, занимавшиеся геологией щелочных пород (В.М. Бирюков, М.А. Богомолов, М.П. Орлова и др.) и специалисты по геологии платиновых месторождений (А.А. Ефимов, К.Н. Малич, Л.В. Разин и др.) [1, 5, 6, 7, 9, 10, 13, 14–18 и др.].

Основные черты геологического строения массива Кондёр при этом не изменились, но уточнились (рис. 3). Этими геологами в ультрабазитах были выделены и околтурены разности, не выделявшиеся прежними исследователями; установлены геохимическая структура массива и тождественность его дунитов платиноносным дунитам Урала; К-Аг и некоторыми другими методами определен абсолютный возраст его пород и высказаны разные точки зрения на его генезис. Одни исследователи пироксениты посчитали эндоконтактовыми разностями дунитов, а другие обособляли их в интрузив, возникший позже дунитов. Было выявлено, что К-Аг, осмий-иридиевый и некоторые другие методы определения абсолютного возраста пород не применимы для дунитов, и только U-Pb метод по цирконам может дать обнадеживающие результаты, поскольку именно им был точно установлен раннепротерозойский возраст дунитов подобного Кондёрскому Инаглинского массива [16]. В рифейских песчаниках экзоконтакта массива были обнаружены зерна хромита, идентичного хромиту его дунитов [14], что свидетельствовало о возрасте дунитов не моложе среднего рифея. Но с другой стороны по палеомагнитным данным их возраст определен именно средним рифеем. По геофизическим данным был выявлен бескорневой характер тела дунитов, который указывает, что оно располагается в массиве до глубины лишь 3, максимум 6–10 км и имеет штокообразную, воронкообразную или чашеобразную форму. Над массивом, кроме магнитной, наблюдаются иридиевая аномалия и тепловой поток, несущий простейшие углеводороды, особенно мощный в его юго-за-

падной части. Содержание в дунитах иридия оказалось более чем в 1000 раз выше кларковых, а карбонатиты — нацело перекристаллизованными карбонатными породами под влиянием гранитоидной магмы и, в связи с этим, обогащенными разными акцессорными минералами. При этом одни геологи отнесли эти породы к метаморфизованным рифейским отложениям, в которых есть прослой известняков, а другие — к архейским кальцифирам вместе с кристаллосланцами, залегающими в зоне контакта рифейских роговиков и субщелочных гранитоидов. Подобные соотношения наблюдаются в лакколитах хр. Кет-Кап, расположенного в двух десятках километров западнее г. Кондёр. Их гранитоиды тождественны гранитоидам массива Кондёр. В вершинах лакколитов имеются выходы небольших блоков архейских гнейсов и кристаллических сланцев, предположительно оторванных внедряющейся гранитоидной магмой от их первоначального залегания и поднятых ею в верхние этажи земной коры.

Были опубликованы разные предположения о генезисе Кондёрского массива, которые, как и возраст дунитов, обсуждались практически в каждой из публикаций.

Среди полезных ископаемых Кондёра, к которым относятся проявления платины, титаномагнетита, хромита, шпинели и золота, только платиновороссыпное является промышленным.

Титаномагнетитовые проявления связаны с козьвитами. Прожилково-вкрапленные и массивные руды слагают в них жиллообразные тела мощностью в первые метры, протяженностью до 150 м и небольшие гнезда. Средние содержания титана и ванадия во всех разновидностях руд убогие: титана во вкрапленных рудах 0,89 %, в прожилково-вкрапленных 1,57 %, в массивных 1,54 %, ванадия — 0,11; 0,04 и 0,02 % соответственно.

Хром постоянно присутствует в дунитах в виде хромита. Хромит образует в них мельчайшую (до 2 мм) вкрапленность, составляя 1–2 % от объема породы. Кроме того, он слагает в дунитах шлиры, гнезда и причудливых очертаний прожилки. Шлиры и гнезда имеют размеры 10–30 см<sup>3</sup>, мощность прожилков до 30 см, протяженность до 1,5 м, содержания хромита составляет в них 85–90 и 90–95 % соответственно. Пробирным анализом в хромите выявлена примесь иридийистой платины. В Кондёрской россыпи содержания хромита иногда достигают 50–80 кг/м<sup>3</sup>.

В ультрамафитах Кондёра присутствуют ганит (зеленая цинковая шпинель) и кандидат (черная титаномагниева шпинель, очень редкий минерал), а в щелочных породах и в платиноносной Кондёрской россыпи — радиоактивный торит в виде относительно крупных (до 6–7 см) идиоморфных призматических оранжевых и розово-серых кристаллов.

Золото на Кондёре тесно связано с платиной.

С середины семидесятых годов прошлого века внимание исследователей геологического строения г. Кондёр стало также привлекать и Кондёрское месторождение россыпной платины. В 1976 г. вышло





Рис. 4. Самородок платины весом 1,855 кг [18]



Рис. 5. Самородок платины весом 3,521 кг [18]

распоряжение Совмина СССР об освоении месторождения и выделены средства для его разведки. Она была начата в 1982 г. Майской экспедицией Дальгеологии, и в 1988 г. его запасы были утверждены ГКЗ (Государственной комиссией по запасам). Месторождение оказалось крупнейшим в мире. Большая часть запасов сосредоточена на наиболее продуктивном верхнем (первом) участке месторождения, находящемся внутри Кондёрского массива. Прогнозные запасы месторождения, заключенные в аллювии кл. Кондёр ниже от разведанных на протяжении 43,68 км до его устья, составили по расчетам Л.В. Разина [17] в два раза больше разведанных. Разработка месторождения старательской артелью Амур началась со вскрытия отложений долины кл. Кондёр и его притоков во внутренней части Кондёрского массива в обе стороны от русел до коренных берегов и вглубь до плотика. Мощность рудоносного пласта составляла 1–7 м, мощность торфов — 1,4–7 м, содержание платиноидов в рудоносном пласте колебалось от 0,2–2,0 г/м<sup>3</sup> до 60–80 г/м<sup>3</sup>. Главный минерал россыпи иридийная изоферроплатина с включениями осмиридия, платосмиридия и более редких платиновых минералов и, кроме того, сложные соединения платины с другими элементами, относящиеся к классу сульфидов. Платиноносная россыпь образовалась в результате эрозии дунитов и содержащихся в них шликер и гнезд хромита, хромшпинелидов, а также за счет эрозии косьвитов и пироксенитов. Первая платина была добыта в 1984 г. на верхнем участке месторождения. К настоящему времени запасы на этом участке исчерпаны, артель обрабатывает ее запасы в аллювии ключа ниже от разведанных. Отработка идет в нормальном режиме, только в мае 2014 г. произошел незапланированный взрыв. За период эксплуатации россыпи в ней было найдено большое количество мелких, средних и крупных самородков платины (рис. 4, 5), в том числе самородок весом более 3,5 кг — самый крупный в мире за сто последних лет. Первые платиновые самородки Кондёра весом 22 и 70 г были обнаружены А. Г. Мочаловым в 1981 г. в одной из геологоразведочных траншей, пройденной в северной части горы чуть выше ущелья долины Кондёрского ключа, прорезающего кольцевой хребет. Большинство крупных самородков было найдено

в россыпи, заключенной внутри горы, но отдельные — и в аллювии нижнего течения Кондёрского ключа недалеко от его устья. К сожалению, в первые годы отработки месторождения самородки шли в переплавку, а геологическая документация плотика отсутствовала. Многочисленные мелкие самородки (максимум до 2 см величиной) имеют вид хорошо оформленных кубических, гексаэдрических, реже октаэдрических кристаллов и их сростков в виде двойников срастания и прорастания. Такие и более крупные самородки часто покрыты тонкой

(0,05–1 мм) пленкой «золотой рубашки» (рис. 6) или присыпкой мелких кристалликов соединений золота с медью, платиной и палладием, которые, как предполагается, возникли на поздних стадиях рудообразующего процесса в эндогенных высокотемпературных условиях. Кроме самородной изоферроплатины в россыпи было установлено более 50 соединений платины с другими металлами, главным образом класса сульфидов и сульфоарсенидов, в том числе 10 новых минералов. Один из них — кондерит, названный по имени г. Кондёр. Он представляет собой сложный сульфид платины, иридия, рутения, меди и свинца. В изоферроплатине содержатся до 41 включения различного минерального вида.

Кроме платины в россыпи присутствуют золото в содержаниях 1–3 % и в еще меньшем количестве серебро. В ней встречаются мелкие (весом 1–10 г) самородки золота и очень редко — еще более мелкие (весом до 3 г) самородки серебра. Золотая минерализация в россыпи разнообразна и представлена самородным и серебросодержащим золотом, а также редко встречающимися в природе золото-медистыми, золото-медисто-платиновыми и золото-медисто-палладиевыми соединениями

Минералы золота сформировались в хромитовых шликерах дунитов на поздних стадиях процесса благороднометалльного рудообразования совместно с палладийсодержащими соединениями.



Рис. 6. Окатанный самородок платины весом 1,810 кг в «золотой рубашке» [18]



Рис. 7. Современный перспективный аэроснимок горы Кондёр, вид с северо-востока [18]

Поскольку месторождение имеет государственное значение, г. Кондёр не входит в туристические объекты, но она хорошо просматривается с воздуха (рис. 7). Современный вид г. Кондёр кардинально отличается от аэроснимков 1955 г. Видны многочисленные геологоразведочные траншеи, пересекающие долину Кондёрского ключа, проложенные к горе дороги, отвалы торфов и переработанного платиноносного аллювия и поселок старателей. На зеленом фоне тайги розовым цветом выделяются лишенные растительности склоны кольцевого хребта.

В 1980-е годы и по настоящее время геология массива освещалась преимущественно в обобщающих монографиях, в статье о ранее полученных их авторами сведениях о его геологии [1, 5, 6 и др.] (В.М. Шашкин и др., 1993), в публикациях об абсолютном возрасте его пород (Г.К. Шнай и др., 1981) [10 и др.] и в воспоминаниях его исследователей [8].

Главная проблема, с которой сталкиваются изучающие массив геологи, это происхождение и возраст дунитов, который, как отмечалось выше, по палеомагнитным данным среднерифейский, а по геологическим наблюдениям досреднерифейский. Надежные определения абсолютного возраста дунитов (U-Pb метод по цирконам) пока отсутствуют.

Наиболее полная сводка материалов по геологии и рудоносности массива Кондёр и гипотез о его возникновении принадлежит талантливому геологу Л.Б. Сушкину [18]. Она сопровождается созданной им геолого-геофизической картой массива (рис. 3), списком литературы в 100 наименований, содержит собственную космогенную концепцию автора о его генезисе и широко использована в этой статье. Последнее обусловлено опубликованием сводки в периферийном журнале не узко геологического профиля, что, к сожалению, затрудняет ознакомление заинтересованных исследователей с ее содержанием.

Появление разнообразных гипотез о происхождении пород, слагающих массив Кондёр, обусловлено его специфическим геологическим строением и оригинальной морфологией г. Кондёр. Большинство геологов относят Кондёрский массив к полимагматическим интрузивам. Магмы, его породившие, последовательно внедрялись в земную кору по одному и тому же каналу, и в мезозое гранитоидная магма образовала лакколитоподобный купол, приподняв пласты протерозойских отложений, покрывающих Алданский щит, и вынесла на вершину купола архейские породы щита. Строение массива при этом сравнивается со строением лакколитов Кет-Капского хребта, Кара Буранского и Инаглинского массивов щелочных пород Центрально-Алданского района [6, 7, 11] и дунитовых массивов Урала [9 и др.] (В.М. Шашкин и др., 1993). Возникновение котловины в центре г. Кондёр одни геологи считают исключительно эрозионным процессом (В.И. Цветков, 1972), дру-

гим она представляется кальдерой проседания с последующей эрозией [3 и др.]. После выявления признаков твердофазной природы внедрения всех дунитов вообще и кондёрских дунитов в частности [12] (В.М. Шашкин и др., 1993), появилась мантийно-ди-апировая гипотеза возникновения последних, которой и стало придерживаться большинство исследователей.

Каждая из гипотез подтверждается системой объективных доказательств, но не объясняет всех фактов геологического строения Кондёрского массива и поэтому является в той или иной степени дискуссионной.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Авдонцев, С.Н. Геодинамическая модель образования Кондёрского массива / С.Н. Авдонцев, К.Н. Малич // Советская геология. — 1989. — № 7. — С. 27–32.
2. Андреев, Г.В. Кондёрский массив ультраосновных и щелочных пород / Г.В. Андреев. — Новосибирск: Наука, 1987.
3. Архангельская, В.В. Кольцевой хребет Кондёр / В.В. Архангельская, А.Г. Кац // Изв. Всес. геогр. об-ва. — 1958. — Т. 90. — Вып. 6.
4. Архангельская, В.В. Мезозойские единстве платиноносных дунитов восточной части Алданского щита / В.В. Архангельская, А.Г. Кац // Советская геология. — 1959. — № 4. — С. 67–82.
5. Бирюков, В.М. Базит-гипербазитовые комплексы высокобарических ассоциаций Алданского щита / В.М. Бирюков, Ю.А. Косыгин // Докл. РАН. — 1993. — Т. 330. — № 3. — С. 342–348.
6. Бирюков, В.М. Особенности щелочно-ультраосновных концентрических магматических комплексов кондёрского и инаглинского типов (Алданский щит) / В.М. Бирюков, В.А. Абрамов // Тихоокеанская геология. — 1996. — Т. 15. — № 4. — С. 51–66.
7. Богомолов, М.А. Некоторые особенности петрологии массивов центрального типа с дунитовым ядром на Алданском щите / М.А. Богомолов / Метасоматизм и другие вопросы химико-физической петрологии. — М.: Наука, 1964.
8. Ельянов, А.А. Как мы открывали месторождение Кондёр / А.А. Ельянов // Геология — жизнь моя. — М.: Росгео, МПР РФ, 2003. — Вып. 10.
9. Ефимов, А.А. О генетическом единстве платиноносных дунитов Урала и Алданского щита / А.А. Ефимов, И.Ф. Таврин // Докл. АН СССР. — 1978. — Т. 243. — № 4. — С. 991–994.
10. Каретников, А.С. О возрасте клинопироксенитов и косьвитов массива Кондёр (по палеомагнитным характеристикам) / А.С. Каретников // Геология и геофизика. — 2004. — Т. 45. — № 5. — С. 588–599.
11. Кац, А.Г. Эссекситы кольцевой горы Кара-Буран / А.Г. Кац // Изв. Забайк. филиала геогр. общества СССР. — 1968. — Т. 1У. — Вып. 4.



12. Лазаренков, В.Г. Признаки твердофазной природы внедрения Кондёрского массива и проблема мантийного диапиризма / В.Г. Лазаренков, Э.А. Ланда // Изв. АН СССР. Сер. Геол. — 1992. — № 6. — С. 102–113.

13. Малич, К.Н. А платиноносности и геохимической структуре ультрабазитов Кондёрского массива / К.Н. Малич, Ю.В. Бурков // Изв. вузов. Геология и разведка. — 1990. — № 4. — С. 46–58.

14. Октябрьский, Р.А. Редкие шпинелиды из контактового ореола Кондёрского массива / Р.А. Октябрьский, А.М. Ленников, С.А. Щека и др. // Минералогический журнал. — 1992. — Т. 14. — № 2. — С. 38–47.

15. Орлова, М.П. Геологическое строение и генезис Кондёрского ультрамафитового массива / М.П. Орлова // Тихоокеанская геология. — 1991. — № 1. — С. 80–88.

16. Разин, Л.В. Платиновая металлоносность Инаглинского массива ультраосновных и щелочных пород (Алданский щит / Л.В. Разин: Автореф. дисс... канд. геол.-мин. наук. — М., 1966.

17. Разин, Л.В. Месторождения платиновых металлов / Л.В. Разин / Рудные месторождения СССР. Т. 3. — М.: Недра, 1974. — С. 96–116.

18. Сушкин, Л.Б. Кондёр — дальневосточная жемчужина России / Л.Б. Сушкин // Наука и природа Дальнего востока. — 2006. — № 2. — С. 121–139.

© Архангельская В.В., 2019

Архангельская Валентина Вячеславовна

## ГЕОФИЗИКА

УДК 3311.02

**Аллахвердиев К.Р., Ахмедов Э.А. (Национальная Академия Авиации Азербайджанской Республики), Гумбатов Ф.Ю. (Институт «Радиационных проблем» НАН Азербайджанской Республики)**

### **ГАММА–СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАДИОНУКЛИДНОГО СОСТАВА ДАШ-САЛАХЛИНСКОЙ БЕНТОНИТОВОЙ ГЛИНЫ И РОЛЬ ДИФфуЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В МИГРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ**

*В статье рассмотрены вопросы анализа радионуклидного состава Даш-Салахлинской бентонитовой глины, определены уровни радиоактивности образцов и исследована роль диффузионных процессов в миграции этих радионуклидов. С этой целью был использован  $\gamma$ -спектрометрический метод анализа. Показано, что очень высокая радиоактивность бентонитовой глины связана с большим содержанием  $K^{40}$ ,  $Ra^{226}$ ,  $Th^{234}$  в ее составе и обусловлена активными экзогенными и эндогенными миграционными процессами. **Ключевые слова:** радиоактивность, радионуклид, миграция, диффузия, сорбция, осадочная порода, бентонитовая глина.*

Allahverdiev K.R., Akhmedov E.A. (National Academy of Aviation of the Republic of Azerbaijan), Gumbatov F.Yu. (Institute of «Radiation problems» of the national Academy of Sciences of the Republic of Azerbaijan)

### **GAMMA–SPECTROMETRIC ANALYSIS OF THE RADIONUCLIDE COMPOSITION OF THE DASH-SALAKHLINSKY BENTONITE CLAY AND THE ROLE OF DIFFUSION PROCESSES IN RADIONUCLIDE MIGRATION**

*This article deals with the analysis of the radionuclide composition of dash-Salakhlins bentonite clay and the role of diffusion processes in the migration of these radionuclides. With this purpose  $\gamma$ -spectrometric method of analysis were used. It is shown that very high radioactivity of bentonite clay is associated with a high content of  $^{40}K$ ,  $^{226}Ra$ ,  $^{234}Th$  in its composition and is caused by active exogenous and endogenous migration processes. **Keywords:** radioactivity, radionuclide, migration, diffusion, sorption, sedimentary rock, bentonitic clay.*

### **Введение**

В ходе эволюции земной коры под действием различных физических, механических, химических, физико-химических, радиометрических процессов происходит миграция элементов и их соединений. Согласно [2] применение радиометрических и геохимических методов в комплексе с геофизическими методами имеет большое практическое значение при изучении физических свойств горных и осадочных пород. На самом деле без выяснения структурных особенностей изучаемых пород трудно правильно истолковать геофизические и геохимические аномалии, связанные непосредственно с данной структурой. Однако и в этом случае остаются невыясненными возможные пути миграции из залежи в ареал рассеяния химических элементов. В процессе образования рудных месторождений, минералов и осадочных пород вокруг них возникают первичные ореолы рассеяния, обогащенные теми или иными элементами, преимущественно входящими в состав месторождения. Факторами миграции и изменения элементарного химического состава земной коры являются непрерывно идущие процессы выветривания и денудации, гравитационной дифференциации. В этих процессах немаловажную роль играют радиоактивные элементы и их миграция.

В результате выше упомянутых процессов возникают также коллоидно-дисперсные системы, состоящие из частиц диаметром  $10^{-5}$ – $10^{-7}$  см. Процессы сорбции и диффузии элементов коллоидными средами имеют важное значение для захвата и накопления в них элементов, мигрирующих из глубины в результате разрушения первоначальных горных пород. Интенсивность выветривания убывает с глубиной по мере ослабления действующих на земной поверхности физических и химических факторов. По этой причине верхние горизонты земной коры характеризуются более полным разложением первоначальных минералов. Одним из основных факторов рассеяния и миграции элементов и их соединений из мест образования и накопления в верхних слоях земной коры является гравитационная дифференциация жидкостей и газов в земной коре, сопряженная с их диффузией [2, 8]. В минералах