

УТВЕРЖДАЮ
Директор Федерального
государственного бюджетного
учреждения науки
Институт геологии алмаза и
благородных металлов СО РАН (ИГАБМ СО РАН)
д. г.-м. н. В.Ю. Фридовский
"23" октября 2019 г.



ОТЗЫВ

официальной ведущей организации Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии алмаза и благородных металлов СО РАН (ИГАБМ СО РАН) на диссертационную работу **Кутырева Антона Викторовича** "ГЕОЛОГИЯ И ПЛАТИНОНОСНОСТЬ КОНЦЕНТРИЧЕСКИ-ЗОНАЛЬНЫХ ДУНИТ-КЛИНОПИРОКСЕНИТ-ГАББРОВЫХ МАССИВОВ ТАМАНВАЯМСКОЙ И ЭПИЛЬЧИКСКОЙ ГРУПП (КОРЯКСКОЕ НАГОРЬЕ)", представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.11 – геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения.

Представленная А.В. Кутыревым диссертационная работа посвящена изучению геологии и минералого-геохимических особенностей рудоносных тел платиноносных зональных массивов Таманваямской и Эпильчикской групп Корякско-Камчатского платиноносного пояса. Зональные массивы являются источниками известных крупных и уникальных россыпных месторождений урало-аяскинского типа, однако россыпной потенциал Корякско-Камчатского платиноносного пояса до сих пор не оценён в полной мере. Таким образом, необходимость изучения минеральных ассоциаций известных здесь россыпных проявлений, а также – уточнение роли различных типов коренных источников в их формировании, являются **актуальной задачей**.

Работа основана на обширном материале, собранном автором в ходе полевых исследований в 2015-2017 гг., когда он принимал участие в работах по геологическому доизучению площадей листа государственной геологической карты Р-59-XXVIII масштаба 1:200 000, а также в поисково-оценочных работах на россыпную и коренную платину, проводившихся ООО «КАМП». Полученные данные по изученным платиноносным массивам могут быть использованы для будущих поисково-оценочных работ, как на рудную, так и на россыпную платину, что определяет **практическую значимость** исследований.

Целью работы было установление закономерностей формирования и локализации платиновой минерализации с учётом геологических особенностей строения концентрически-зональных массивов Таманваямской и Эпильчикской групп. Для этого проводилось определение типоморфных особенностей минералов платиновой группы (МПГ) в изученных массивах и сопряжённых с ними россыпных проявлениях и выявление стадийности образования МПГ в соответствии с этапами формирования массивов.

Научная новизна работы состоит в том, что на основе впервые выполненного детального описания коренной платинометалльной минерализации массивов Матыскен и

Эпильчик, а также россыпных проявлений, установлены:

- различия между проявлениями, контролирующиеся степенью эрозионного среза;
- показаны условия образования и стадии преобразования МПГ;
- подтверждено предположение о парагенетической связи между основными и ультраосновными вулканитами ачайваямской свиты и породами зональных массивов.

Апробация работы выполнена на достаточном объеме 13 публикаций, в том числе – в 3 статьях в рецензируемых журналах и 10 тезисах докладов. Главные идеи работы докладывались лично автором на форумах различного уровня от рабочих совещаний до конференций Всероссийского и Международного масштаба.

Диссертация состоит из пяти глав, в первой из которых рассматривается история изучения концентрически-зональных массивов и сопряжённой платинометалльной минерализации, приводится обзор состояния их изученности, обосновываются нерешённые проблемы, из которых становятся ясными цель и задачи исследования. По данной главе нет особых замечаний, кроме того, что в разделе, посвященном представлениям о происхождении массивов и проблеме генезиса дунитового ядра несущего признаки метаморфической породы, вероятно, следовало рассмотреть взгляды на происхождение подобных массивов не только на Урале, но и на Аляске.

Во второй главе приводятся общие сведения о геологическом строении Корякско-Камчатского региона и районах развития концентрически-зональных массивов. На основе литературных и авторских данных даются сведения о строении и возрасте массивов. При этом диссертант показывает, что по данным U-Pb изотопной датировки цирконов, время формирования Мачевнинского и Попутного массивов соответствует маастрихту (73 – 65 млн. лет), следовательно интрузивные и вулканогенные образования района можно считать одновозрастными. Далее дается обширное и достаточно детальное описание текстурно-структурных особенностей пород концентрически-зональных массивов. Приводится большой массив данных по химическому составу пород массивов и вулканитов ачайваямской свиты. По сходству спектров распределения РЗЭ как в дунитах, так и клинопироксенитах и верлитах Матыскенского и Мачевнинского массивов, аргументируется прямая генетическая связь между породами данных массивов. Весьма интересным фактом является полное сходство спектров РЗЭ верлитов и клинопироксенитов с таковым пикритов и пикробазальтов ачайваямской свиты.

В этой главе, особое внимание уделяется дунитовому ядру, наиболее богатому платиновыми металлами. Показано, что состав оливина в пределах дунитового ядра колеблется в небольшом диапазоне Fo_{89-91} и не проявляет признаков зональности ни в пределах отдельных зерен, ни по распределению в пределах дунитового поля. Однако, установлен факт повышения магнезиальности оливина (Fo_{94-96}), находящегося в сростании с хромшпинелидом и платиной. Ввиду того, что это интересное явление здесь не получило достойного внимания, нам хотелось бы отметить, что подобное увеличение магнезиальности оливина нами фиксируется и в Инаглинском массиве (Округин и др., 2018) и объясняется иной природой оливина, связанного с платина-хромититовой рудной жидкостью, отделившейся от исходной пикритовой магмы. Также, диссертантом установлено, что хромшпинелид из сростаний с платиной Матыскенского массива отличается повышенным содержанием MgO и Cr_2O_3 . Здесь нам опять же следует заметить, что в Инаглинском массиве хромшпинелиды, находящиеся с изоферроплатиной имеют более магнезиальный состав, т.е. мы тут также находим аналогию. Например, как показано, на рис. 2.31 состав шпинелидов в сростании с платиной россыпи руч.

Прижимный изменяется от хромита до хроммагнетита, но и сама платина в этой россыпи представлена самородной платиной, а не изоферроплатиной. Таким образом, этот вопрос надо рассматривать более широко и изучать, охватывая все аспекты данной проблемы.

Сопоставление состава сосуществующего оливина и хромшпинелида в пределах Матыскенского массива показало наличие прямой связи между магнезиальностью обоих минералов. Дано описание полиминеральных включений в хромшпинелиде, состоящих из диопсида, паргасита, флогопита, апатита, плагиоклаза и имеющих форму отрицательных кристаллов. Эти минералы во включениях могут замещаться более поздней ассоциацией из серпентина, хлорита, магнетита, гроссуляр-андрадита, уваровита и других. Описываются также другие минералы – пироксены, слюды, амфиболы, необходимые для генетических построений. В конце главы рассматривается поведение элементов платиновой группы в породах Матыскенского массива. По спектру распределения ЭПГ верлиты близки пикробазальтам и пикритам ачайваямской свиты, а дуниты отличаются от последних более низким (на 1 порядок) содержанием Pt. По результатам штуфного опробования дунитового ядра показано, что рудные скопления хромшпинелида, как «пустые», так и содержащие значительные количества Pt, тяготеют к участкам дунита с пониженным фоновым содержанием этого элемента.

По результатам работ приведенных в данной главе, изобилующей весьма интересными данными, приводится много суждений о различных закономерностях распределения ЭПГ и МПГ в изученных породах и рудах зональных массивов. Но, к сожалению, автор не конкретизирует, ни одно из них, и не сформулировал в виде определенного защищаемого положения, что, по мнению рецензентов, было бы уместно здесь и очень выигрышно.

В третьей главе дано детальное описание платиновой минерализации в породах массивов с привлечением сведений об ассоциациях МПГ россыпей. Сопоставление минералов россыпей и предполагаемых коренных источников позволяет полноценно охарактеризовать все диапазоны составов МПГ, присущие тому или иному массиву, а значит, интересные с генетической точки зрения наблюдения над минералами россыпей можно экстраполировать на коренную минерализацию. В результате автором выделяется три основных типа источника россыпных проявлений: 1 – хромшпинелидовые скопления в дунитах, для которых характерна изоферроплатина; 2 – рудные зоны в клинопироксенитах и верлитах, для которых характерна самородная платина; 3 – рудные зоны в габброидах, содержащие сульфиды и теллуриды Pd и Pt, а также, интерметаллиды Au, Pd и Hg.

Таким образом, формулируется первое защищаемое положение: *Для россыпных проявлений рек Каменистая и Матыскен характерен гомогенный источник МПГ, связанный с хромит-платиновым оруденением в дунитах близлежащих массивов, а для проявлений рек Снеговая, Итчайваям и россыпи ручья Прижимный – гетерогенный, представленный как породами верлит-клинопироксенитовых зон, так и дунитами, ранее не выявленными в области сноса ручья Прижимный.*

Выдвигаемое защищаемое положение автором аргументируется достаточно убедительно, доказывается различие минералого-геохимических особенностей МПГ в разных породах. Все это влияет на разнообразие МПГ в россыпях в зависимости от эрозионного среза зональных массивов. Такое явление отмечается различными исследователями на разных месторождениях, в том числе фиксировалось нами на Инаглинском массиве, где вдоль россыпи закономерно понижается иридиевость

изоферроплатины, обусловленная вертикальной зональностью платиновой минерализации (Округин, 2000). Следовательно, в силу всесторонней подтвержденности, данное защищаемое положение у нас не вызывает каких-либо замечаний.

Четвёртая глава посвящена онтогении минералов платиновой группы и последовательности их образования, рассматриваются полиминеральные включения в платине. Кроме сростаний платины с другими самородными, сульфидными минералами ЭПГ, хромшпинелидом, серпентином, хлоритом, гранатом и другими типичными минералами, автором здесь приводится описание редких полиминеральных силикатных включений в платине Матысенского массива. Дается сравнительная минералогическая характеристика полиминеральных включений из хромшпинелидов и платины. Показано, что усредненные валовые составы включений в платине богаче K, Na, Al относительно включений в хромшпинелиде. Если валовый состав включений в хромшпинелиде соответствует низкотитанистому пикробазальту, то состав включений в платине не соответствует никаким известным типам магматических расплавов. Последнее, по-видимому, подводит автора к эпигенетической природе хромит-платиновой минерализации. Однако, накопление легкоплавких и летучих компонентов в остаточной порции кристаллизующегося автономно рудного расплава, следовательно, и более позднего появления низкотемпературной ассоциации минералов, нехарактерной для ультрамафитов, в форме включений в интерстиционной платине хромититовых тел, хорошо объясняется с точки зрения позднего выпадения платины из ликвационной платиноидно-хромититовой рудной жидкости (Округин, 2004, Okrugin, 2011).

В пятой главе ведётся общее обсуждение полученных результатов. Рассмотрение различий между условиями формирования самого дунита и хромит-платиновой минерализации и накладывает существенные ограничения на модели, предполагающие кристаллизацию МПГ из какого-либо ультраосновного расплава. В результате выдвигается второе защищаемое положение: *Особенности строения хромит-платиновых рудных скоплений указывают на их эпигенетический характер, а ассоциация сопутствующих оруденению минералов – на обогащенность минералообразующей среды летучими и рядом компонентов, нетипичных для ультрамафических расплавов.*

Изучение платиновой минерализации показало, что минералы ранней стадии – изоферроплатина, самородные платина, осмий, иридий и минералы ряда лаурит-эрликманит – подвергнуты изменениям, которые привели к образованию поздних ассоциаций более разнообразных фаз путем перераспределения МПГ в ходе различных гидротермальных процессов. В итоге сформулировано третье защищаемое положение: *Преобразование МПГ носило многостадийный характер и протекало двумя путями: при низком значении fS_2 , последовательном уменьшении fO_2 и развитии арсенидной минерализации к концу процесса в массивах Матыскен и Этпильчик, и при условиях высокой и постепенно нарастающей fS_2 в массивах Итчайваям и Прижимный.*

Рассматривая разные модели формирования платинометалльной минерализации А.В. Кутырев склоняется к механизму концентрирования ЭПГ в дунитах зональных массивов в результате длительного воздействия флюидных расплавов на вмещающие дуниты. Это взаимодействие привело к экстракции ЭПГ из дунита, появлению обогащенных платиной хромитовых скоплений и отрицательных геохимических аномалий по Pt вокруг них. Хотя такая гипотеза ремобилизации принимается многими исследователями для объяснения платиноидно-хромититовых руд, одному из рецензентов, развивающему свою альтернативную кристаллизационно-ликвационную модель

отделения окисно-рудного расплава, обогащенного ЭПГ, от пикритового расплава (Округин, 2004), не совсем ясна суть такого процесса. Кажется очевидным, что для ремобилизации таких инертных и рассеянных элементов как ЭПГ из огромной массы серых дунитов и осаждения МПГ в виде крупных благородных платиновых самородков практически на этот же субстрат, не "отходя" далеко от места экстракции, должны быть весьма существенные перепады в физико-химических условиях столь "чудесного превращения". Однако, как показывают многие исследования, дуниты, вмещающие платиноидно-хромититовые руды, часто сохраняют свой свежий ортомагматический облик, что также отмечает сам диссертант на стр. 138 (рис. 4.18). Трудно объяснить переотложение платиноидов и хрома после экстракции из твердых дунитов в сами же дуниты при достаточно хорошей их сохранности. Отрицательные геохимические аномалии по Pt вокруг платиноидно-хромитовых тел должны появляться при любом механизме образования рудных скоплений за счет истощения вмещающего субстрата. Но эта проблема противоречивости разных моделей выходит далеко за рамки данной работы, а поднимается этот вопрос здесь только для дискуссионного обсуждения.

В качестве небольшого замечания можно отметить, что обсуждение генетических моделей формирования минерализации и защищаемое положение об эпигенетическом характере хромит-платиновых рудных скоплений логично было поместить в конце главы посвященной онтогении минералов, так как эта глава лишена выводов. Следующую главу, посвященную обоснованию защищаемого положения о летучести флюидов, лучше было бы поместить перед онтогенией, так как рассмотрение физико-химических моделей обычно предшествует генетическим.

В работе обсуждаются перспективы обнаружения новых россыпных месторождений платины в связи массивами Эпильчикской и Таманваямской групп. По степени эрозионного среза массива, которая является одним из показателей потенциальной продуктивности на платину, к наиболее перспективным на обнаружение россыпных месторождений отнесены массивы Матыскен и Эпильчик. Хотя предыдущие исследователи из-за альпийского рельефа местности негативно оценивали потенциалы формирования здесь крупных россыпных месторождений подобных таковым Гальмознанской группы, А.В. Кутырев по минералогическим признакам аргументирует возможность обнаружения россыпей меньшего масштаба – с запасами металла в первые тонны. Этот вывод может послужить обоснованием для постановки будущих поисково-оценочных работ, направленных на обнаружение меньших россыпных объектов, представляющих коммерческий интерес.

Автореферат соответствует содержанию диссертации, основные методические и научные результаты работы и общие содержания защищаемых положений в полной мере отражены в опубликованных статьях и тезисах докладов.

Вышеуказанные замечания касаются спорных аспектов работы и имеют рекомендательное значение для дальнейшей полемики. Они, в целом, не снижают качество и важность полученных автором данных. Представленная А.В. Кутыревым диссертационная работа является цельным научным трудом, в результате которого получен представительный оригинальный фактический материал по платиновой минерализации и закономерностям распределения рудных зон в пределах концентрически-зональных массивов Тамаваямской и Эпильчикской групп крупного Корякско-Камчатского региона. Исследования выполнены на высоком научном, методологическом и техническом уровне, что позволило уточнить роли различных типов

коренных источников платины, локализованных в дунитах и верлит-клинопироксенитовых породах, в формировании россыпных месторождений.

Работа А.В. Кутырева "Геология и платиноносность концентрически-зональных дунит-клинопироксенит-габбровых массивов Таманвямской и Эпильчикской групп (Корякское нагорье)" отвечает всем предъявляемым требованиям, а автор показал себя вполне состоявшимся исследователем, заслуживающим присуждения ему искомой ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.11 – геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения.

Обсуждение диссертации состоялось 22 октября 2019 г. на расширенном заседании лабораторий Геологический музей и металлогении ИГАБМ СО РАН, одним из основных направлений научно-исследовательской деятельности которых является изучение основного и ультраосновного платформенного магматизма и связи с ним благородно- и редко-металльного оруденений.

Главный научный сотрудник
лаборатории Геологический музей, д. г.-м. н.



Округин А.В.

Зав. лабораторией металлогении, к. г.-м. н.



Кравченко А.А.

Отзыв на диссертационную работу А.В. Кутырева заслушан и одобрен в качестве официального отзыва ведущей организации на заседании Ученого совета ИГАБМ СО РАН 23 октября 2019 г. (Протокол № 7).

Председатель Ученого совета,
доктор геолого-минералогических наук



Фридовский В.Ю.

И.о. ученого секретаря ИГАБМ СО РАН,
кандидат геолого-минералогических наук



Угаьева С.С.

Сведения об организации:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии алмаза и благородных металлов Сибирского отделения Российской академии наук

Почтовый адрес: 677000, Якутск, пр. Ленина, 39

Интернет адрес: <http://diamond.ysn.ru/>



ЗАВЕРЯЮ
Начальник ОДКИПСКВ 
Ф.И.О. <u>Айзена А.Н.</u>
<u>23 октября 2019 г.</u>
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии алмаза и благородных металлов Сибирского отделения Российской академии наук (ИГАБМ СО РАН)