

ОТЗЫВ

Официального оппонента 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

Диссертационная работа А.В. Кутырева посвящена изучению коренной платинометальной минерализации концентрически-зональных массивов Таманваямской и Эпильчикской групп Корякского нагорья (северо-восточное окончание Корякско-Камчатского платиноносного пояса) и минералов платиновой группы (МПГ) из россыпных проявлений, ассоциирующих с этими массивами. Основными объектами исследования являются дунит-клинопироксенит-габбровые массивы Мачевнинский, Прижимный, Попутный (Таманваямская группа) и Итчайваямский, Матыскенский, Эпильчикский (Эпильчикская группа), а также МПГ из россыпных проявлений рек Итчайваям, Каменистая, Снеговая, Ватына, Матыскен и ручья Прижимный. Кроме того, было проведено петрохимическое и геохимическое изучение основных и ультраосновных вулканитов ачайваямской свиты, в области развития которых находятся исследуемые массивы.

Основная цель исследования заключается в выявлении закономерностей формирования и локализации платиновой минерализации концентрически-зональных массивов Таманваямской и Эпильчикской групп с учетом особенностей их геологического строения. Для решения этой цели автором было проведено детальное изучение и сопоставление типоморфных особенностей МПГ (формы выделения, химический состав, минеральные включения, минеральные взаимоотношения) из коренной хромит-платинометальной минерализации концентрически-зональных массивов и сопряженных с ними россыпных проявлений. Актуальность, а также научная и практическая значимость исследований не вызывает сомнения. Проблемы формирования концентрически-зональных комплексов – а в особенности вопросы возраста и генезиса их ядерных частей, сложенных дунитами – равно как и ассоциирующей с ними платиновой минерализации, изучаются давно, но до сих пор являются предметом острых дискуссий. Построение корректной генетической модели формирования платинометальной минерализации массивов урало-алаянского типа, на основе которой будут созданы поисковые критерии для выявления потенциальных коренных месторождений платиноидов, является важной научной и практической задачей, решение которой невозможно без исследований такого рода, как представленные в диссертации. Кроме того, важным практическим аспектом проведенных исследований является их вклад в оценку россыпного и коренного потенциала дунит-клинопироксенит-габбровых массивов Корякско-Камчатского платиноносного пояса. В работе впервые приводится детальное описание платинометальной минерализации массивов Матыскен и Эпильчик, а также существенно уточняются типоморфные особенности МПГ из ряда россыпных проявлений – в том числе, впервые приводятся данные о полиминеральных включениях в МПГ из хромит-платиновых скоплений в дунитах – что позволило провести сопоставление коренных и россыпных ассоциаций МПГ и предположить несколько типов их коренных источников.

Работа базируется на внушительном фактическом материале, включающем как коллекцию образцов, собранных непосредственно автором диссертации в ходе полевых исследований 2015–2017 гг., так и коллекцию каменного материала его научного руководителя д.г.-м.н. Сидорова Е.Г. Используемые методы исследования методически корректны, надежны и актуальны. Личный вклад автора не вызывает сомнений. Результаты исследований отражены в рецензируемых изданиях (3 статьи в журналах из списка, рекомендованного ВАК) и изложены на докладах научных совещаний (13 печатных работ).

Диссертация Кутырева А.В. представлена в виде одного тома объемом 170 страниц и сопровождается 66 рисунками и 22 таблицами. Текст состоит из «Введение», 5 глав,

«Заключения» и списка опубликованных работ автора. Список цитируемой литературы составляет 164 наименования, включая 81 русскоязычный, 79 англоязычных и 4 фондовых источника. Результаты исследований явились основой научных выводов, которые позволили автору сформулировать три защищаемых положения. Во введении обоснована актуальность работы, кратко сформулированы цель и задачи исследования, приведена оценка новизны и практической значимости работы, описаны методы исследований. Первая глава посвящена истории изучения концентрически-зональных массивов и ассоциирующей с ними платинометальной минерализации, приводится обзор современного состояния их изученности, обосновываются нерешённые проблемы, из которых становятся ясными цель и задачи исследования. Во второй главе, на основе литературных и авторских данных приводится информация о геологическом строении исследуемых массивов, петрохимических и геохимических особенностях состава слагающих их пород и вмещающих вулканогенно-осадочных образований, химическом составе оливинов и хромшпинелидов из дунитов и минеральных включений в них. Третья глава посвящена детальному описанию МПГ в породах изучаемых массивов и в россыпных проявлениях, ассоциирующих с этими массивами. В четвёртой главе проводится онтогенический анализ МПГ, с установлением последовательности их образования, рассматриваются полиминеральные включения в платине. Пятая глава посвящена обсуждению полученных результатов в контексте существующих моделей формирования платинометальной минерализации в концентрически-зональных массивах и перспективам обнаружения коренной и россыпной проявлений МПГ на изученных площадях. В заключении суммируются результаты работы и обосновываются проблемы, требующие дальнейшего рассмотрения.

В первом защищаемом положении Кутырев А.В. на основании сопоставления типоморфных характеристик МПГ из россыпных и коренных объектов заключает, что «для россыпных проявлений рек Каменистая и Матыскен характерен гомогенный источник МПГ, связанный с хромит-платиновым орудуением 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».

К первому защищаемому положению имеется несколько вопросов и замечаний.

– в диссертации автором обосновывается 3 основных типа коренных источников МПГ, вносящих вклад в формирование россыпных проявлений: 1) хромшпинелид-платинометальные скопления в дунитах, 2) рудные зоны в верлитах и клинопироксенитах и 3) рудные зоны в габброидах. В то же время, в первом защищаемом положении третий тип коренного источника – рудные зоны в габброидах, с которыми потенциально связаны сульфиды и теллуриды Pt и Pd и Au-Pd-Hg соединения – никак не фигурирует;

– почему в качестве коренного источника самородной платины и изоферроплатины с низкими содержаниями Ir и высокими содержаниями Cu и Pd предполагаются именно верлиты и клинопироксениты? В коренных породах верлит-клинопироксенитовой зоны массива Матыскен автором были диагностированы только единичные соединения состава Pt-Fe-Pd-Sn в ассоциации с хромистым магнетитом – ни самородной платины, ни изферроплатины обнаружить не удалось. Может ли самородная платина и изоферроплатина с низкими содержаниями Ir при повышенных содержаниях Cu и Pd быть приуроченной к верхним/апикальным частям дунитового ядра, а изоферроплатина с высокими содержаниями Ir при низких содержаниях Cu и Pd тяготеть к более глубоким горизонтам дунитов? То есть, могут ли разные минеральные ассоциации МПГ не разные типы пород, а зональность в пределах дунитового ядра?

Во втором защищаемом положении, опираясь главным образом на выявленную последовательность формирования и составы полиминеральных включений в МПГ из хромит-платиновых скоплений в дунитах массива Матыскен и в хромшпинелидах из хромит-платиновых скоплений других изученных концентрически-зональных массивов, автор постулирует, что «особенности строения хромит-платиновых рудных скоплений указывают

на их эпигенетический характер, а ассоциация сопутствующих оруденению минералов – на обогащённость минералообразующей среды летучими и рядом компонентов, нетипичных для ультрамафических расплавов». По мнению рецензента, это защищаемое положение слишком обобщено и лишено необходимой конкретики. После его прочтения сразу возникают вопросы. Какие именно особенности строения хромит-платиновых рудных скоплений указывают на их эпигенетический характер? Чем конкретно представлена ассоциация сопутствующих оруденению минералов? Какими именно летучими компонентами и компонентами, «нетипичными для ультрамафических расплавов» была обогащена минералообразующая среда?

Ко второму защищаемому положению также имеется несколько вопросов и замечаний.

– первая часть защищаемого положения («особенности строения хромит-платиновых рудных скоплений указывают на их эпигенетический характер») базируется на основе анализа существующих гипотез формирования хромит-МППГ скоплений в дунитах, собственные доказательства не приводятся;

– согласно онтогеническому анализу МППГ и сопутствующих минералов, к ранней минеральной ассоциации автором были отнесены: хромшпинелиды, форстерит, изоферроплатина, самородные осмий и иридий, минералы ряда лаурит-эрликманит и бауит-кашиит + минералы из включений в МППГ и хромшпинелидах: паргасит, диопсид, плагиоклаз, К-На полевой шпат, апатит, мусковит и SiO_2 ? Почему среди этой ассоциации не отмечен флогопит? Какие из этих минералов указывают на обогащённость (не на участие, а именно на обогащённость) минералообразующей среды летучими компонентами, с учетом того, что составы этих минералов в работе не приводятся и доля этих силикатов в общем объеме хромит-платинометалльных скоплений очень мала?

– в оливине из дунитов массивов Матыскен и Эпильчик, а также в аксессуарных хромшпинелидах из дунитов автором также были описаны полиминеральные силикатные включения, в том числе, содержащие диопсид, апатит, флогопит, амфиболы. Можно ли эти включения интерпретировать в контексте обогащённости минералообразующей среды (видимо – расплава?) летучими компонентами и щелочами?

В третьем защищаемом положении, Кутырев А.В. на основе выделенных минеральных парагенезисов, соответствующих разным стадия преобразования первичной ассоциации МППГ, постулирует, что «преобразование МППГ носило многостадийный характер и протекало двумя путями: при низком значении $f\text{S}_2$, последовательном уменьшении $f\text{O}_2$ и развитии арсенидной минерализации к концу процесса в массивах Матыскен и Эпильчик, и при условиях высокой и постепенно нарастающей $f\text{S}_2$ в массивах Итчайваям и Прижимный». Это защищаемое положение вполне убедительно обосновывается минералого-геохимическими особенностями состава и взаимоотношениями между разными МППГ из россыпных и коренных объектов. Так как автор не располагает точными значениями фугитивности серы и кислорода, возможно было бы более корректно отметить, что в массивах Итчайваям и Прижимный преобразование МППГ протекало в условиях более высокой фугитивности серы по сравнению с массивами Матыскен и Эпильчик, а не «при условиях высокой и постепенно нарастающей $f\text{S}_2$ ».

Кроме того, ряд вопросов и замечаний имеется непосредственно к диссертационной работе.

– Название диссертации и цели исследований предполагает изучение платиноносности коренных объектов – концентрически-зональных дунит-клинопироксенит-габбровых массивов Таманваямской и Эпильчикской групп, в то же время значительный часть работы, равно как и первое защищаемое положение опираются на изучение МППГ из россыпей. Возможно, факт изучения не только коренных, но и россыпных проявлений следовало бы отразить в названии и цели диссертации.

– Много замечаний к разделу 2.3 «Возраст массивов Таманваямской группы». Почему в работе не приведена таблица с результатами U-Pb датирования цирконов? Почему на катодолюминесцентных изображениях цирконов не отмечены точки, в которых производился анализ? Абсолютно непонятно, какие части зерна датировались – хотя исходя из рисунка 2.9,

по крайней мере часть цирконов характеризуется не только зональностью и секториальностью, но и отчетливыми каймами, а ярда некоторых зерен похожи на резорбированные. Из рисунка 2.10 следует, что по крайней мере часть проанализированных точек характеризуется высокими содержаниями U. Обычно аналитики всегда предупреждают, что при концентрациях урана более 2500 г/т (это примерно, плюс нужно учитывать и высокие концентрации тория) возникает так называемый «U-Pb матричный эффект», который приводит к значительному разбросу изотопных отношений и, как правило, удревнению $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ возрастов. Эти цирконы либо вообще нельзя брать при расчете возраста, либо, по крайней мере, относится к полученным результатам крайне скептически. На диаграммах с конкордиями (рис. 2.11) в частности для монцонитов 1201-1 отмечается сильный разброс возрастов, очень характерный при «матричном эффекте». Исходя из диаграмм на рисунке 2.11, следует, что для цирконов из монцонитов 1201-1 и габброидиоритов 1021-1 достоверный конкордантный возраст вообще невозможно установить, а для цирконов из проб габбро 1051-14 и клинопироксенитов 1025-2 и 1013-36 достоверность «конкордантных» возрастов весьма сомнительна. Только для цирконов из роговообманкового габбро 3101 возраст можно рассматривать как более-менее достоверный. Но этот возраст 63.65 ± 0.6 млн. лет – уже палеогеновый, не меловой. Исходя из сомнительных датировок, полученным по цирконам, возраст интрузий не может быть достоверно определен как маастрихт.

– Описывая характер границ между отдельными зернами оливина в мезогрануляных дунитах (с. 46) и между отдельными зернами хромшпинелидов (с. 64), автор отмечает что углы между зернами близки к 120° . Обычно такую характеристику отмечают как результат метаморфического воздействия, однако из текста не совсем понятно, как сам автор генетически характеризует такую структуру.

– Описывая структуры дунитов, в самом начале диссертационной работы автор упоминает о существовании из прото- и мезогранулярных разностей, но дальше все исследования проводятся без учета этого разделения. не понятно, есть ли зависимость между минеральными включениями в оливинах и структурой дунитов (протогранулярная, мезогранулярная)? Между составами акцессорных хромшпинелидов и структурой дунитов?

– Автор, вслед за Khisina et al. (2011) (к слову, такой работы нет в списке литературы), связывает выделения хром-магнетита в оливине с «окислением изоморфно входящих в структуру оливина Cr^{2+} и Fe^{2+} до трехвалентной формы», обосновывая этим стадию повышения окисленности «минералообразующей среды» после формирования дунитов, но до начала серпентинизации. Но это не единственное возможное объяснение. Небольшие количества Fe^{3+} в оливине вполне могут иметь первичный характер, и довольно часто встречающиеся мелкие дендритовые октаэдры, пластинки и клиновидные вроски магнетита, хром-магнетита или хромита в оливине вполне могут возникнуть в результате распада при охлаждении твердого раствора, содержащего немного Fe^{3+} и окиси хрома. Таким образом, наблюдаемые авторами вроски хром-магнетита в оливине могут быть следствием изначальной кристаллизации оливина в условиях повышенной фугитивности кислорода, а распад твердого раствора не обязательно связан с окислением при вторичных изменениях оливина, он может быть просто результатом охлаждения. В то же время, для дунитов концентрически-зональных массивов в целом предполагаются повышенные или даже высокие значения фугитивности кислорода исходных расплавов.

– Что касается комагматичности основных и ультраосновных вулканитов ачайваямской свиты и породами концентрически-зональных массивов Таманваямской и Эпильчикской групп, автору следует помнить, что комагматичность – это очень строгий термин. Он подразумевает, что все изучаемые концентрически-зональные массивы сформировались не из близкого по составу или подобного, но из того же самого расплава, что и конкретные вулканиты ачайваямской свиты. Доказать комагматичность очень сложно, а часто – вообще не представляется возможным. Вероятно, автору следует говорить о генетической / парагенетической связи вулканитов ачайваямской свиты (хотя в работе не обосновывается, почему вулканиты именно ачайваямской свиты, а не, к примеру, ватынской серии рассматриваются в качестве потенциальных комагматов) и габброидов изучаемых массивов.

Именно габброидов, причем с указанием каких именно – так как сам автор отмечает, что в пределах концентрически-зональных массивов их два типа. Это вполне возможно, хотя приведенные автором доказательства – в том виде, в котором они есть – являются не вполне убедительными. И при этом следует помнить, что родоначальные магмы для дунитов все еще остаются не определенными, поскольку, к сожалению, еще ни одним исследованием не была убедительно доказана прямая генетическая связь между дунитовым ядром и клинопироксенит-габбровой оболочкой в комплексах урало-алаяского типа.

– Из диссертационной работы остается не понятны, какова степень метаморфизма дунитов изучаемых массивов и насколько она сопоставима со степенью метаморфизма пород клинопироксенит-габбровой оторочки?

– По отношению к реальным изученным природным объектам, какова все-таки по мнению автора природа флюида/флюидонасыщенного расплава, предположительно длительно взаимодействующего с дунитами и приведшего к формированию хромит-платинометалльных скоплений? И почему тогда в результате этого длительного воздействия оливин не был полностью серпентинизирован?

Несмотря на высказанные замечания, представленная диссертация является ценным научным исследованием в области платиноносности концентрически-зональных массивов и минералогии МПГ. Весомую научную значимость имеют проведенное впервые детальное описание платинометалльной минерализации массивов Матыскен и Эпильчик, и проведенное впервые изучение полиминеральных включений в МПГ из коренных проявлений, важным практическим аспектом исследований является их вклад в оценку россыпного и коренного потенциала дунит-клинопироксенит-габбровых массивов Корякско-Камчатского платиноносного пояса. В диссертационной работе Кутырева А.В. достаточно полно отражены и проиллюстрированы основные фактические данные, полученные лично аспирантом, обобщены известные литературные материалы, а также отмечены представления других авторов по затрагиваемым вопросам. Текст работы составлен по форме, дающей всю необходимую информацию об обоснованности научных положений и выводов. Автореферат отвечает содержанию диссертации, хорошо иллюстрирован и содержит всю необходимую информацию для обоснования защищаемых положений.

Диссертационная работа Кутырева Антона Викторовича в полной мере отвечает требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.11 – геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения.

Кандидат геолого-минералогических наук,
научный сотрудник лаборатории петрологии и
рудноносности магматических формаций Института
геологии и минералогии В.С. Соболева СО РАН,
630090, г. Новосибирск, пр. Академика Колтцова, 3,
телефон 89130031260, svt@igm.nsc.ru




Светлицкая Т.В.
ПОДПИСЬ УДОСТОВЕРЯЮ
ЗАВ. КАНЦЕЛЯРИЕЙ
ШИПОВА Е.Е.
2019г.

31 октября 2019 г.

Я, Светлицкая Татьяна Владимировна, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.