

Иванов Дмитрий Вячеславович

**Критерии локального прогноза и признаки коренной алмазности
в Алакит-Мархинском кимберлитовом поле (Сибирская платформа)**

Специальность: 1.6.10 – «Геология, поиски и разведка твердых
полезных ископаемых, минерагения»

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Новосибирск – 2024

Работа выполнена в Акционерной компании АЛРОСА (ПАО).

Научный руководитель: Доктор геолого-минералогических наук,
Толстов Александр Васильевич,
ИГАБМ СО РАН, г. Якутск

Официальные оппоненты: Доктор геолого-минералогических наук,
Академик АН РС(Я) Зинчук Николай Николаевич,
Западно-Якутский научный центр
Академии наук РС(Я), г. Мирный

Доктор геолого-минералогических наук
Афанасьев Валентин Петрович
Институт геологии и минералогии им. В.С.
Соболева СО РАН, г. Новосибирск

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки (ФГБУН) Институт земной
коры СО РАН г. Иркутск

Защита состоится 29 марта 2024 года в 14.00 на заседании диссертационного совета 24.1.050.01 при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук по адресу: 630090, г. Новосибирск, просп. Академика Коптюга, д.3.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ИГМ СО РАН и на сайте <https://www.igm.nsc.ru/index.php/obrazov/dissovet/d-003-067-03/zashchity>

Автореферат разослан «26» февраля 2024 года.

Ученый секретарь диссертационного совета
24.1.050.01, к.г.-м.н.



А.В. Котляров

Отзывы на автореферат в 2-х экземплярах, заверенные печатью учреждения, просим направлять ученому секретарю совета к.г.-м.н. Котлярову А.В. по адресу: 630090, г. Новосибирск, просп. Академика Коптюга, д.3 и в формате pdf на email: kotlyarov@igm.nsc.ru.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. С момента открытия в Сибири месторождений алмазов прошло около 70 лет, и, несмотря на открытие других алмазоносных провинций, основным районом алмазодобычи в России остается Якутская алмазоносная провинция (ЯАП). В границах провинции выделен ряд кимберлитовых полей, среди которых одним из наиболее продуктивных является Алакит-Мархинское кимберлитовое поле (АМКП), вмещающее 66 кимберлитовых тел: трубок, даек и жил, в том числе 6 коренных месторождений алмазов. Здесь были выполнены огромные объемы геологоразведочных работ – от поисковых маршрутов и шлихового опробования водотоков до проходки шурфов и скважин. В период с 50-х годов XX века до настоящего времени на территории АМКП было пройдено более 45000 буровых и горных выработок, большая часть которых имела поисковые и разведочные задачи.

Территория поля охарактеризована неоднородно: наиболее детально изучены площади, в пределах которых терригенно-карбонатные отложения нижнего палеозоя, вмещающие кимберлиты, обнажаются в современном эрозионном срезе. Таковыми являются площади открытых карбонатных полей (I геотип), изученные комплексом геолого-геофизических методов, не требовавших значительных материальных затрат. К настоящему времени можно констатировать, что открытие здесь новых кимберлитовых тел, представляющих промышленный интерес, маловероятно. Однако, имеются закрытые территории, в пределах которых кимберлитовмещающие отложения перекрыты мощными толщами осадочных пород и траппового комплекса, суммарная мощность которых достигает 100-150 метров. Эти участки наиболее сложны в поисковом отношении, особенно площади, на которых породы карбонатного цоколя перекрыты пластовыми интрузиями долеритов при отсутствии осадочных коллекторов (V геотип). Наличие таких площадей, где все поисковые методы оказываются бессильны, позволяют считать потенциал поля значительным.

Таким образом, закрытые части АМКП представляют прогнозно-поисковый интерес для геологоразведочных работ АК «АЛРОСА» (ПАО). Однако поиски погребенных месторождений здесь связаны со значительными сложностями и серьезными материальными затратами. Методика поисковых работ, традиционно применявшаяся вплоть до последнего времени, основана на поисковых признаках и предпосылках, среди которых первостепенное значение имеют структурно-тектонические предпосылки и минералогические признаки.

При мощностях перекрывающего комплекса более 100 м и территорий развития траппового комплекса невозможно использовать геофизические методы, эффективные в открытых полях. Единственным поисковым методом является площадное колонковое бурение скважин, затратное и малоэффективное. Для повышения эффективности поисков месторождений алмазов первостепенное значение приобретает научно обоснованный выбор площадей, базирующийся на прогнозной оценке территорий, в основе которой – надежные прогнозные признаки и предпосылки, повышению эффективности и совершенствованию которых посвящена данная работа.

Цель работы. Целью работы является актуализация методики поисков месторождений алмазов в пределах детально изученного района на основе совершенствования поисковых признаков и предпосылок для прогнозной оценки перспектив коренной алмазоносности АМКП.

Для реализации поставленной цели решались **следующие задачи:**

- анализ применения поисковых методов на территории АМКП;
- изучение особенностей структурно-тектонического контроля кимберлитового магматизма;
- исследование геологического строения и вещественного состава нового кимберлитового тела Январское;
- сравнительная характеристика индикаторных минералов кимберлита (ИМК) тел Январское, Структурное и Чукукская с погребенными ореолами;
- прогнозная оценка и локализация в пределах АМКП новых участков, перспективных для обнаружения кимберлитовых тел по комплексу поисковых признаков и предпосылок.

Защищаемые положения

1. Дополнительными структурно-тектоническими критериями локального прогноза коренных месторождений алмазов в пределах Алакит-Мархинского кимберлитового поля (АМКП), помимо узлов пересечения Далдыно-Оленекской зоны глубинных разломов с тектоническими нарушениями северо-западного, субширотного и субмеридионального направлений, являются малоамплитудные депрессии, осложненные антиформами, которые контролируют размещение всех вновь выявленных кимберлитовых трубок.

2. Наличие в пределах АМКП участков с высококонтрастными ореолами индикаторных минералов кимберлита хорошей сохранности с фрагментами кимберлитового материала, отличающихся по химическому составу от близлежащих месторождений, позволяют считать АМКП перспективным на выявление новых объектов, что подтверждается открытием за последние годы кимберлитовых тел Январское и трубки Морозовых.

3. На основании комплекса структурно-тектонических критериев локального прогноза, минералогических признаков проявления кимберлитового магматизма и палеогеоморфологических реконструкций в пределах АМКП выделен участок Перевальный-север, перспективный на выявление коренных месторождений алмазов, рекомендуемый к первоочередному опоскованию.

В основу диссертации положены результаты 11-ти лет исследований, проводившихся автором при поисковых, разведочных и тематических работах по АМКП в качестве рядового, ведущего геолога, заместителя начальника партии, руководителя проекта Амакинской (с 2017 г. – Вилюйской) ГРЭ. Автором лично выполнены:

- Документация керна поисковых и разведочных скважин по 4-м объектам на территории АМКП (задокументировал более 10 тыс. пог. м керна скважин);
- Специализированные стратиграфические и литолого-фациальные исследования керна (изучил более 3,5 тыс. пог. метров керна);
- Специализированное изучение тектонической трещиноватости пород в коренных естественных и искусственных выходах;

• Составление проектов и отчетов с использованием результатов минералогических, микрозондовых, спектральных, силикатных анализов шлиховых, шламовых, литохимических, керновых проб и образцов, отобранных из кимберлитов, вмещающих и перекрывающих пород, петрографических описаний прозрачных шлифов, специальных исследований алмазов.

Анализы выполнялись в специализированных сертифицированных лабораториях: ПАЛ АмГРЭ, ЦАЛ БГРЭ и НИГП АК «АЛРОСА» (ПАО).

Научная новизна и практическая значимость:

1. Проанализированы методы поисков кимберлитовых тел, применяющихся в районе и даны рекомендации по их усовершенствованию.

2. Подтверждена связь кимберлитового магматизма с пликативными нарушениями в пределах АМКП.

3. Впервые выполнено изучение геологического строения и вещественного состава нового кимберлитового тела Январское.

4. Установлена связь шлиховых ореолов ИМК с известными коренными источниками – кимберлитовыми телами Январское, Структурное, Чукукское и дана оценка их возможной связи с невоскрытыми кимберлитовыми телами.

5. На основе комплексного анализа имеющихся поисковых признаков и предпосылок, проведенных палеореконокструкций дан прогноз выявления новых кимберлитовых тел на территории Алакит-Мархинского поля.

Апробация диссертации. Результаты выполненных исследований отражены в трех производственных отчетах, в одном из которых автор являлся ответственным исполнителем. Полученные выводы и отдельные положения диссертации освещались и обсуждались на заседаниях НТС Амакинской ГРЭ АК «АЛРОСА» (ПАО). По теме диссертации сделаны доклады на всероссийских и международных конференциях: VII Всероссийской науч.-практ. конференции, посвященной 60-летию ИГАБМ СО РАН «Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России» (Якутск, 2017); совещании, приуроченном к 60-летию Института геологии и геофизики СО АН СССР «Геология и минерагения Северной Евразии» (Новосибирск, 2017); IX Всероссийской петрографической конференции с международным участием «Петрология магматических и метаморфических комплексов» (Томск, 2017); седьмой Российской молодежной научно-практической школе «Новое в познании процессов рудообразования» (Москва, 2017); международной конференции, посвященной 110-летию со дня рождения академика В.С. Соболева «Проблемы магматической и метаморфической петрологии, геодинамики и происхождения алмазов» (Новосибирск, 2018); V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 50-летию Алмазной лаборатории ЦНИГРИ - НИГП АК «АЛРОСА» (ПАО) «Эффективность геологоразведочных работ на алмазы: прогнозно-ресурсные, методические, инновационно-технологические пути ее повышения» (Мирный, 2018); XXIX молодежной научной школы-конференции «Актуальные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии» (Петрозаводск, 2018); VIII Межд. Науч.-практ. конференции «Научно-методические основы прогноза, поисков, оценки месторождений алмазов, благородных и цветных металлов» (Москва, 2018); VIII

Всероссийской научно-практической конференции «Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России» (Якутск, 2018); IX межд. науч.-практ. конференции «Научно-методические основы прогноза, поисков, оценки месторождений алмазов, благородных и цветных металлов» (Москва, 2019); XIII Всероссийской науч.-практ. конференции с междунар. участием, посвященной 30-летию Академии наук р. Саха и 40-летию Геологоразведочного факультета СВФУ им. М.К. Аммосова «Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России» (Якутск, 2023).

Публикации. Автором опубликовано 18 научных работ по теме диссертации, в том числе 4 в журналах из перечня ВАК.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 6 глав и заключения. Объем работы составляет 155 страниц, работа содержит 38 рисунков, 2 таблицы и список литературы, включающий 99 наименований.

Благодарности. За всестороннюю помощь и поддержку автор выражает глубокую благодарность своему научному руководителю д. г.-м. н., академику АН РС(Я) Толстову А.В. За внимание, консультации и ценные советы автор выражает искреннюю признательность к.г.-м.н. Иванову В.В., к.г.-м.н. Килижекову О.К. и эксперту ЭГЦ Вилюйской ГРЭ Салихову Р.Ф. Признательность адресуется и коллегам из Вилюйской ГРЭ Гурьяновой Е.Н., Морозовой Н.Е., Тершивскому А.А., Илларионову П.Н., Авдюшеву А.В., Григорьевой Н.А., Василенко С.Е., Кузьменко Л.В. за помощь в работе. За техническую помощь в работе автор благодарит Хабибрахманову А.Р.

ОБОСНОВАНИЕ ЗАЩИЩАЕМЫХ ПОЛОЖЕНИЙ

Глава 1. Обзор района работ

Исследуемый район расположен в с-в части Среднесибирского плоскогорья в пределах территории Вилюйского траппового плато и принадлежит бассейнам верхних течений рек Алаakit, Марха и Сохсолох. В геологическом строении территории района участвуют породы кристаллического фундамента и осадочного чехла Сибирской платформы, а также магматические породы. Глубина залегания фундамента в районе работ, по данным региональных геофизических исследований, составляет 2,0-3,6 км, что подтверждено бурением в районе пос. Айхал параметрической скважины (№ 706), вскрывшей породы фундамента – лейкократовые и меланократовые гнейсы на глубине 3093 м.

Слагающие фундамент породы входят в анабарский гранулитовый комплекс, представленный далдынской, верхнеанабарской и хапчанской сериями архея. В строении осадочного чехла платформы, в пределах района работ, выделяются два структурных яруса: венд-нижнепалеозойский и верхнепалеозойский-нижнемезозойский, разделенные продолжительным перерывом в осадконакоплении и с характерными для каждого формациями.

Венд-нижнепалеозойский структурный ярус сложен карбонатной толщей отложений венда, кембрия, ордовика и силура, залегающих моноклиально с падением на ю-з под углом 1°. Моноклиальное залегание нарушается пологими брахискладками и рядом поднятий девон-карбонового этапа развития. Амплитуда колебаний рельефа поверхности нижнепалеозойского яруса 60-80 м.

Верхнепалеозойский-нижнемезозойский структурный ярус сложен терригенными отложениями карбона-перми, которые залегают на размытой поверхности нижнепалеозойского карбонатного цоколя, а также вулканогенно-осадочными образованиями позднепермского-раннетриасового возраста.

Магматические образования района относятся к двум эпохам платформенного магматизма: позднедевонской-раннекаменноугольной (D_3-C_1) и позднепермской-раннетриасовой (P_2-T_1). С первой связана формация кимберлитов (трубки взрыва, дайки и жилы), со второй – трапсовая формация (долериты и габбро-долериты, слагающие пластовые интрузии, штоки и дайки).

Территория данной части Сибирской платформы обладает рядом структурно-тектонических факторов, благоприятных для проникновения кимберлитовой магмы в земную кору и образования месторождений алмазов.

Глава 2. Структурно-тектонические критерии прогноза коренных месторождений алмазов в АМКП

Кимберлитовые образования АМКП и всего Далдыно-Алакитского алмазоносного района (ДААР) связаны со структурами фундамента и платформенного чехла, формировавшимися в палеозое. В региональном плане площадь располагается в переходной зоне между положительными и отрицательными структурами I порядка Сибирской платформы – Анабарской антеклизой и Тунгусской синеклизой.

К региональным факторам контроля кимберлитового магматизма на Сибирской платформе относится Далдыно-Оленёкская зона глубинных разломов, с которой связывается формирование Далдынского, Алакит-Мархинского и ряда других кимберлитовых полей (рис.1). Основываясь на результатах геофизических работ, можно говорить о непрерывной полосе (или зоне) глубинных разломов, прослеживающейся через кимберлитовые поля от Далдыно-Алакитского района через Верхне-Мунский, до Средне-Оленёкского. Ширина зоны находится в пределах 80-90 км. Простирается её изменяется от $55^\circ-60^\circ$ на ю-з до $45^\circ-50^\circ$ на с-в.

Кимберлитовые тела АМКП находятся в пределах Сохсолохского грабенообразного прогиба секторного типа. Сохсолохский прогиб формировался по разломам субширотного и северо-восточного направлений (Безымянный, Чукукский и Мерчимденский), сходящимися к с-в. Ось грабена ориентирована ортогонально простиранию региональных структур фундамента. Внедрению кимберлитов могло предшествовать интенсивное развитие мелких дислокаций (разрывных и пликативных) в пределах грабена.

Пликативные структуры. В ходе исследований выполнены измерения расстояний между 60-ю кимберлитовыми телами (60 тел) и более 200 тектоническими нарушениями. Статистический анализ показывает, что кимберлитовые тела в АМКП размещаются в ~ 2700 м от узлов пересечений пликативных структур (Рис. 2) или на расстоянии 786 м и на 2130 м от осей антиформ (поднятий) от осей синформ (депрессий). То есть тела к осям синформ располагаются, ориентировочно, в три раза ближе, чем к осям антиформ (Рис. 3). Тектонофизически это объясняется тем, что именно в отрицательных формах

обеспечиваются благоприятные условия для локализации кимберлитов /Салихов, 2008/.

В синформных структурах поля тектонических напряжений в килевой части создается область растяжения, а в приповерхностной – сжатия /Гзовский, 1963/, что благоприятствует быстрой транспортировке кимберлитового расплава-флюида в верхние горизонты платформенного чехла и обеспечивает сохранность алмазов в расплаве. Приуроченность части кимберлитовых тел к бортам поднятий определяется особенностями процесса трещинообразования при формировании складок поперечного изгиба, к которым и относятся крупные пликативные дислокации платформенного чехла. Область крыла складки поперечного изгиба является местом с наибольшим снижением всестороннего давления и максимальным числом разрывов (рис. 4). Это обеспечивает условия для формирования преимущественно тел жильной формы таких, как тр. Айхал (рис. 10). При общей выраженности контроля синформами, кимберлитовые трубки, а особенно промышленные месторождения, вместе с тем, избегают их наиболее погруженных килевых частей или мультиморфных переуглублений. Трубка Юбилейная локализована на малоамплитудном «антиформном» перегибе осевой линии Центральной депрессии (рис. 5). То есть в целом, можно говорить о контроле промышленных алмазоносных коренных объектов поперечными малоамплитудными осложнениями противоположного для основной пликативной структуры знака.

Разрывные нарушения. Значительная часть кимберлитовых тел приурочена к узлам пересечений кимберлитовмещающих тектонических нарушений Далдыно-Оленекской зоны глубинных разломов с-в ориентировки с разломами с-з и субширотного направлений, т.е. к участкам с наибольшей проницаемостью земной коры. Вместе с тем результаты статистической обработки показывают преимущественное размещение кимберлитовых тел не в самих региональных разломах, а в оперяющих нарушениях более низких порядков или же зонах трещиноватости на расстоянии ~310 м от осевой части регионального разлома (рис. 6). Этот парадокс объяснить легко, если вспомнить, что кимберлитовые тела (а особенно месторождения алмазов) являются специфическим геологическим объектом – трубкой взрыва. Чтобы взрыв произошел и образовалась трубка, необходимо замкнутое, закрытое с дневной поверхности пространство.

Иными словами, кимберлитовый расплав должен для сохранности алмазов как можно скорее достичь поверхности земли и поэтому разломы в фундаменте и нижней части чехла должны быть хорошо проявлены и открыты для быстрого транспорта расплава. А с другой стороны, для того чтобы сформировалась трубка взрыва, расплав должен воспользоваться структурной ловушкой, в которой на дневной поверхности должен находиться блок слабо или незатронутых разрывными деформациями пород.

Подтверждением предположения о приуроченности кимберлитовых тел к поперечным малоамплитудным осложнениям противоположного для основной пликативной структуры знака и к узлам пересечений кимберлитовмещающих зон Далдыно-Оленекской зоны глубинных разломов с-в ориентировки с

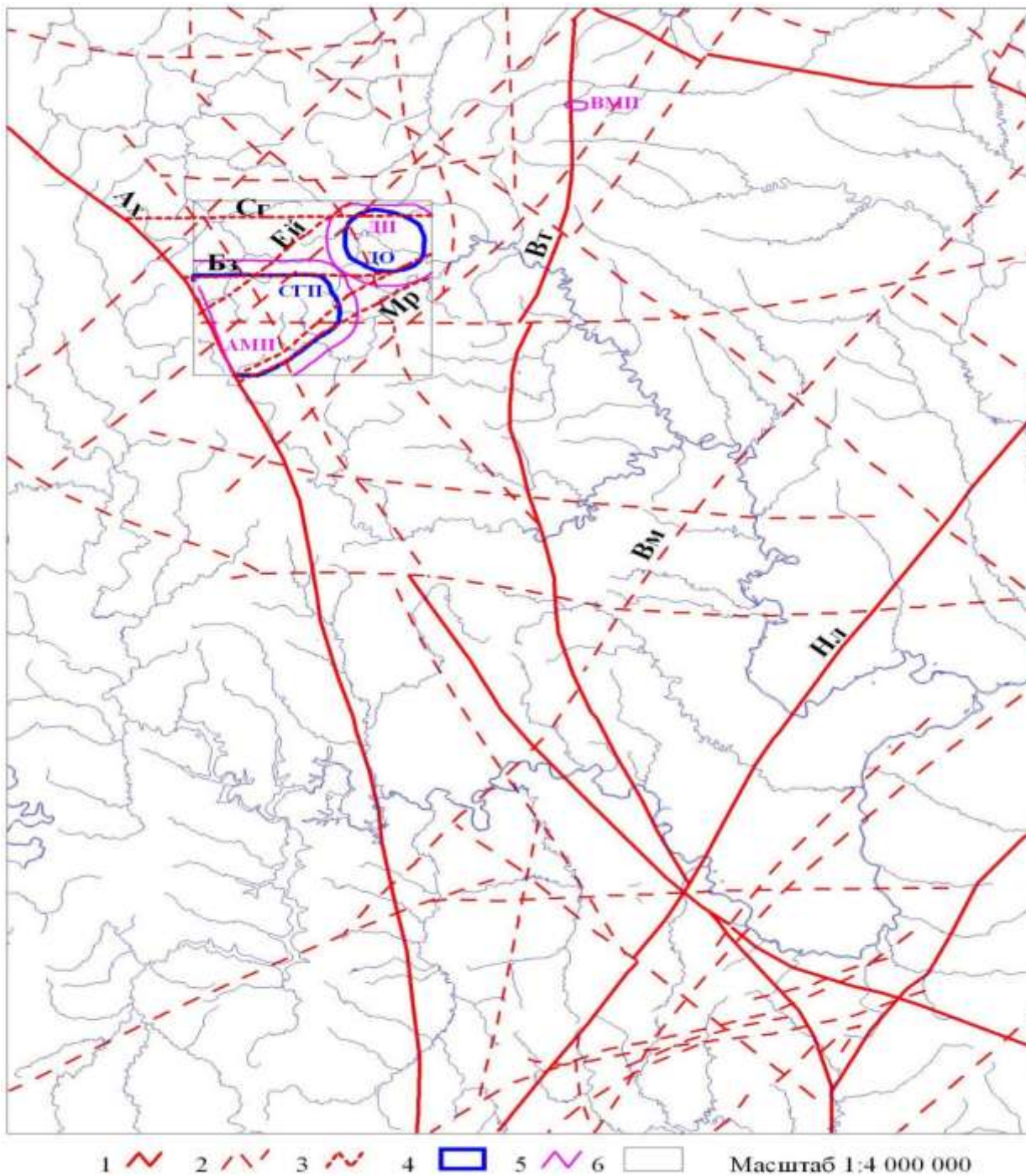
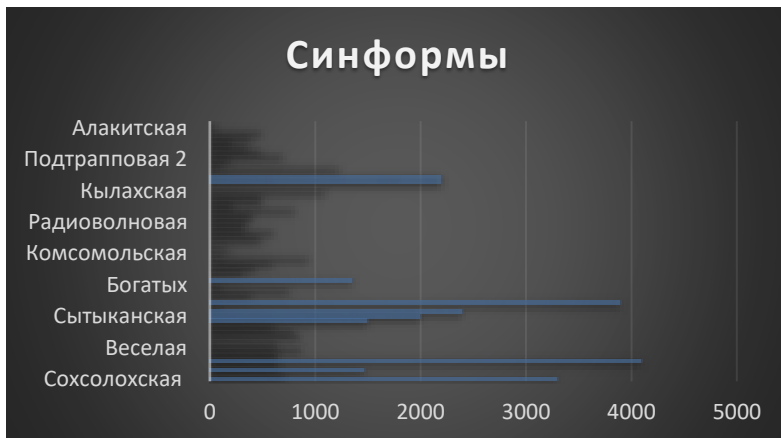


Рис. 1. Положение ДААР относительно региональных глубинных разломов /по Мокшанцеву, 1975/: 1 и 2 – региональных глубинные главные и второстепенные: Ах – Ахтарандинский, Вт –Верхне-Тюнгский, Нл – Нюйско-Линденский, Вм – Вилуйско-Мархинский. 3 – региональные разломы второстепенные на площади объекта: Сг – Сугунахский, Ей – Ейкский, Бз – Безымянный, Мр – Мерчимдемский. 4 – региональные пликативные структуры: СГП – Сохсолохский грабенообразный прогиб, ДО – Далдынская область мелких дислокаций. 5 – Кимберлитовые поля: АМП – Алацит-Мархинское, ДП – Далдынское, ВМП – Верхне-Мунское. 6 – ДААР

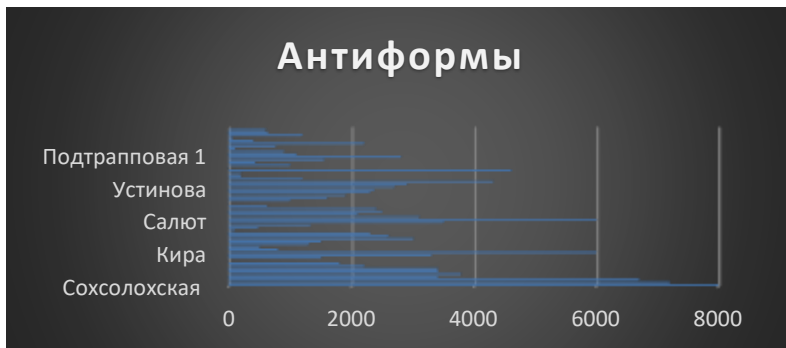


Параметры
 распределения, м:
 Мин значение 0
 Макс значение 12000
 Среднее значение 2700

Рис. 2. Диаграмма распределения расстояний от кимберлитовых тел АМКП до узлов пересечения пликтивных структур



А. Параметры
 распределения, м:
 Мин значение 0
 Макс значение 4100
 Среднее значение 786



Б. Параметры
 распределения, м:
 Мин значение 0
 Макс значение 8000
 Среднее значение 2130

Рис. 3. Диаграммы распределения расстояний от кимберлитовых тел АМКП до осей синформ (А) и антиформ (Б)

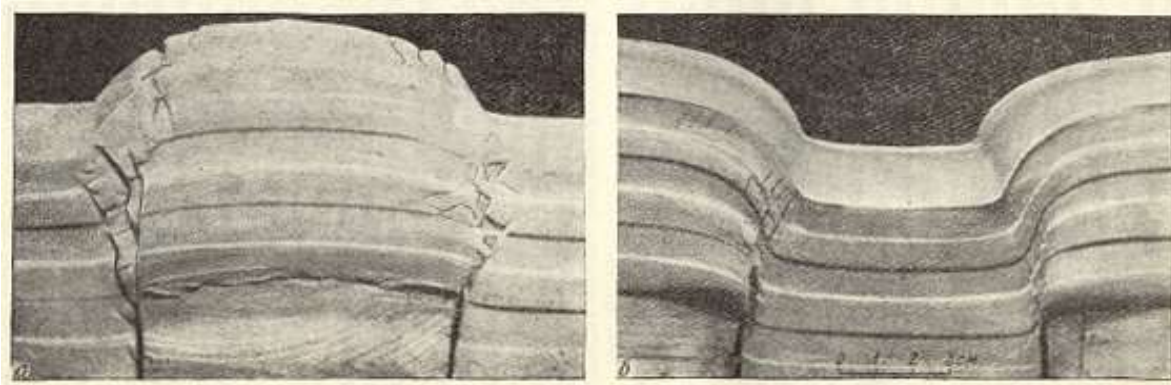


Рис. 4. Модели антиклинали (а) и синклинали (б) поперечного изгиба /по Гзовскому, 1963.

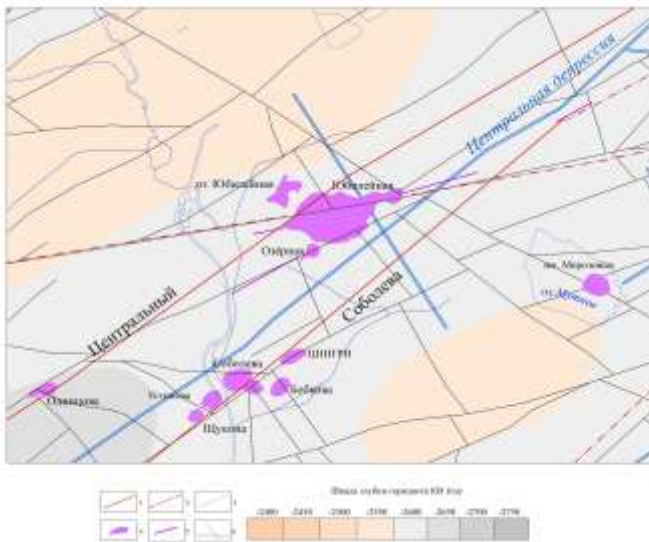
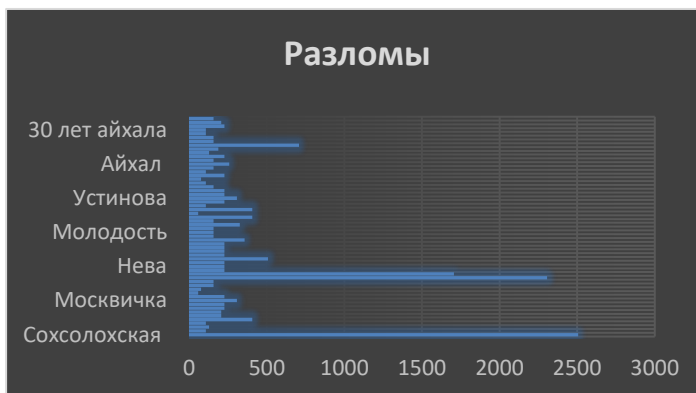


Рис. 5. Структурное положение тр. Юбилейная (Иванов Д.В., м-лы ВГРЭ): 1 – Осевые зоны рудовмещающих разломов; 2 – То же, предполагаемые; 3 – разрывные нарушения по геолого-геофизическим данным; 4 – кимберлитовые трубки; 5 – жилы; 6 – оси Синклинальных структур и поперечных пликтивных дислокаций



Параметры распределения, м:
 Мин значение 50
 Макс значение 2500
 Среднее значение 310

Рис. 6. Гистограммы распределения расстояний до региональных разломов для кимберлитовых тел АМКП

разломами с-з и субширотного направлений является пространственное размещение ранее открытых (30 Лет Айхала, Байтахская, Ноябрьская – рис. 7 и 10), а также недавно обнаруженных кимберлитовой трубки имени Морозовых на оз. Мутное (рис. 8), кимберлитового тела Январское (рис. 9) и кимберлитового тела в районе тр. Айхал (рис. 10). Диатремы локализованы в районе «антиформных» поднятий осевых линий депрессии в узлах пересечения оперяющих нарушений региональных разломов с-в, с-з и субширотного простирания, что доказывает первое защищаемое положение:

Дополнительными структурно-тектоническими критериями локального прогноза коренных месторождений алмазов в пределах Алакит-Мархинского кимберлитового поля (АМКП), помимо узлов пересечения Далдыно-Оленекской зоны глубинных разломов с тектоническими нарушениями северо-западного, субширотного и субмеридионального направлений, являются малоамплитудные депрессии, осложненные антиформами, которые контролируют размещение всех вновь выявленных кимберлитовых трубок.



Рис. 7. Структурное положение тр. 30 лет Айхала и Байтагхская (2021 г, Иванов Д.В. по м-лам ВГРЭ): 1 – Осевые зоны рудовмещающих разломов (установленные); 2 – То же, (предполагаемые); 3 - разрывные нарушения по геолого-геофизическим данным; 4 – кимберлитовые тела; 5 – оси структур синклинального типа (депрессий) и поперечных пликативных дислокаций.

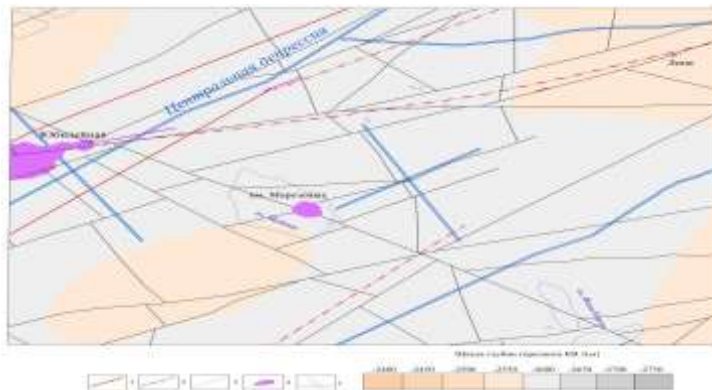


Рис. 8. Структурное положение тр. Морозовых (Иванов, 2021 по м-лам ВГРЭ): 1 - Осевые зоны разломов (установленные); 2 – То же предполагаемые; 3 - нарушения по геолого-геофизическим данным; 4 – кимберлитовые тела; 5 – оси синклинальных структур (депрессий) и осложняющих пликативных дислокаций.



Рис. 9. Структурное положение тел Комсомольская, Чукукская, Январское, Структурное (2021 г, Иванов Д.В. по м-лам ВГРЭ): 1 – Осевые зоны рудовмещающих разломов; 2 – То же предполагаемые; 3 - разрывные нарушения по геолого-геофизическим данным; 4 – кимберлитовые тела; 5 – оси синклинальных структур (депрессий) и поперечных пликативных дислокаций.

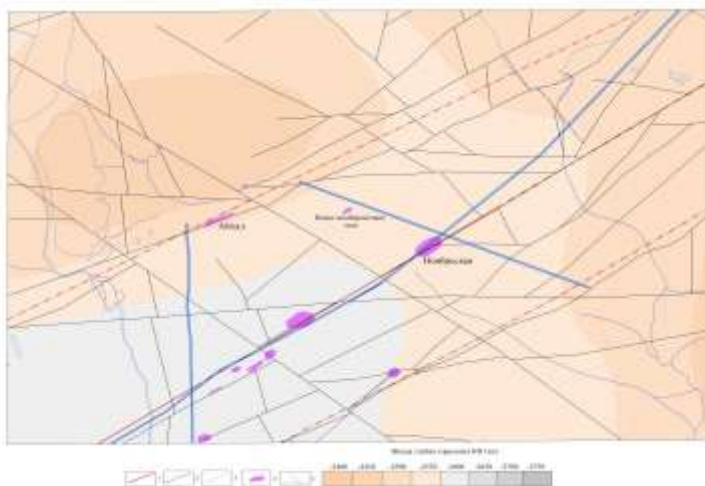


Рис. 10. Структурное положение тр. Ноябрьская и нового тела в районе тр. Айхал (2021 г, Иванов Д.В. по м-лам ВГРЭ): 1 – Осевые зоны рудовмещающих разломов; 2 – То же, предполагаемые; 3 – разрывные нарушения по геол.-геофиз. данным; 4 – кимберлитовые тела; 5 – оси синклинальных структур и поперечных пликативных дислокаций.

Глава 3. Методика проведения поисковых работ

Применение отдельных геофизических или геологических методов поисков погребенных кимберлитовых тел зачастую оказывается недостаточно эффективным, что вызывает необходимость их комплексирования. В этих условиях поиски коренных месторождений алмазов на данной территории осуществляются комплексом геолого-геофизических методов, принятых в практике проведения поисковых работ на алмазы в Западной Якутии.

Методика поисковых работ построена на использовании критериев и признаков, среди которых первостепенное значение имеют структурно-тектонические критерии и минералогические признаки.

Поисковые критерии

Под поисковыми критериями понимаются характерные особенности рудовмещающей среды, позволяющие прогнозировать новые объекты поисков. Ниже приводится комплекс наиболее применяемых поисковых критериев.

Структурно-тектонические критерии. К ним относятся узлы пересечения разломов, которые в нижнепалеозойском осадочном чехле проявлены в виде зон дробления и повышенной трещиноватости, а в верхнепалеозойской терригенно-осадочной толще – в виде «коридоров» и «окон» в траппах, образующихся в результате ограничивающего влияния зоны дробления и повышенной трещиноватости на продвижение магмы, а также малоамплитудные депрессии, осложненные антиформами (узлы перекрестной складчатости).

Стратиграфические и литологические критерии. Они выражены в наличии сохранившихся до настоящего времени переотложенных осадочных коллекторов, сложенных грубообломочными отложениями конекской и айхальской свит среднего карбона.

Минералогическими критериями можно назвать высокие концентрации кимберлитовых минералов в осадочных коллекторах: помимо алмаза, это пиропы, пикроильмениты, хромшпинелиды, оливины (форстерит).

Геолого-экономические критерии. Согласно действующим районным кондициям, размеры минимально-рентабельного месторождения для Алакит-Мархинского кимберлитового поля составляют в плане не менее 5 га, при мощности перекрывающих пород не выше 200 м и содержании алмазов в руде не менее 0,3 кар/т.

Поисковые признаки

Под поисковыми признаками понимаются формы проявлений, по которым можно судить о наличии или возможности выявления коренного месторождения алмазов в определенном месте. К ним относятся:

- кимберлитовые жилы, обособленные от известных, ранее выявленных трубок;
- включения обломков кимберлита в траппах и целые отторгнутые блоки кимберлитов в трапповом поле;
- локализованные высококонтрастные шлиховые ореолы ИМК в современном палеорельефе;

- геофизические аномалии трубчатого типа;
- постмагматические околорудные изменения нижнепалеозойских карбонатных пород в зоне рудовмещающих структур и в придиатремовом пространстве

Эффективность

Эффективность методики работ, основанной на поисковых критериях и признаках, подтверждается следующими факторами:

1. всего на территории АМКП открыто более 66 кимберлитовых тел;
2. многие открытые кимберлитовые тела приурочены к узлам перекрестной складчатости;
3. в районе всех известных трубок наблюдаются идентифицированные шлиховые ореолы;
4. при заверке геофизических аномалий обнаружено более 10 кимберлитовых тел и трубок;
5. тр. им. Морозовых и жила Каротажная открыты в результате заверки комплексной аномалии;
6. тело Январское обнаружено по ряду критериев и признаков – нахождение в зоне динамического влияния Комсомольского разлома и антиформного перегиба осевой линии депрессии, наличие геофизической аномалии и высококонтрастного шлихоминералогического ореола.

При этом следует отметить, что по ряду поисковых критериев и признаков в АМКП присутствуют перспективные участки с прогнозируемыми кимберлитовыми телами. К ним, в первую очередь, относятся комплексные аномалии, выделенные по нескольким поисковым признакам: электроразведочные и магниторазведочные аномалии, узлы пересечения пликативных структур, неидентифицированные ореолы ИМК. В настоящее время в пределах поля установлено 70 погребенных ореолов, и только 20 из них идентифицированы с известными коренными источниками.

Таким образом, наличие комплекса поисковых критериев и признаков на участках с еще не выявленными кимберлитовыми телами позволяют считать потенциал поля значительным.

Глава 4. Геологическое строение и вещественный состав кимберлитового тела Январское

Кимберлитовое тело Январское вскрыто под долеритовой интрузией при проведении поисковых работ в 150 м к востоку от трубки Чукукская. Кимберлитовое тело Январское имеет овально-вытянутую форму с ориентировкой длиной оси в с-в направлении 50-55°. Размеры кимберлитового тела под перекрывающими породами – 90x45 м, площадь 2836 м², что позволяет отнести его к классу мелких тел (Рис. 11). Поверхность в центральной части выпуклая. В продольной проекции тело воронкообразной формы, с чашеобразным расширением в ю-з и с-в части (Рис. 12).

Кимберлиты перекрыты долеритовой интрузией мощностью от 81,0 м (скв. 5071/4) до 88,6 м (скв. 05) и изучены на глубину 67,2 м от поверхности.

Терригенно-осадочные породы не вскрыты. Долериты представлены серыми, мелко-тонкокристаллическими, массивными разностями первой разновидности по ГИС, бронирующими кимберлитовое тело. Вмещающие породы представлены карбонатными породами нижнего ордовика, наиболее древними из которых являются доломиты олдондинской свиты (пласты ГИС 7-8). Мощность свиты 40-65 м. Выше по разрезу залегают серые тонко-скрытозернистые, слоистые доломиты сохсолохской свиты (пласты 3-6 по ГИС). Вскрытая мощность свиты колеблется от 5 до 45 м.

На контакте с долеритовой интрузией карбонатные породы скарнированы (первые см), что выражается в их зеленоцветной окраске. Вблизи контакта с кимберлитовым телом вмещающие породы трещиноваты, иногда брекчированы и закарстованы, а также изменены под воздействием гидротермальных процессов, что выражается в кальцитизации и ожелезнении. В скважине 01 вблизи контакта с кимберлитовым телом в карбонатных породах отмечается кимберлитовая жила мощностью 0,6 м.

Тело сложено порфиrowыми кимберлитами (ПК) желтовато-бурого и светло-зеленого цвета, сильно измененными, рассеченными многочисленными субвертикальными трещинами, заполненными кальцитом. Структура породы порфиrowая, текстура массивная (рисунок 13, а, б). Содержание ксеногенного материала в кимберлитах варьирует от 3-5% до 15-20% объема породы. Форма обломков угловатая, угловато-округлая, размеры варьируют в пределах 0,5-4-5 см. Представлены обломки, в основном, породами карбонатного цоколя - доломитами, известняками, мергелями и, изредка (1-2%), породами кристаллического фундамента (кристаллические сланцы, гнейсы).

Вкрапленники представлены псевдоморфозами по оливинолу размером 0,2-3 мм, хлоритизированным флогопитом размером 0,8-2,8 мм (~2-3%), округлыми и овальными зернами шиповидного пикроильменита в «рубашке» размером 0,2-2,4 мм (~0,5-1%), трещиноватым гранатом размером до 1 мм в широкой желто-бурой келифитовой оболочке (ед. зн.) с сохранившимся кристаллографическим очертанием, отмечаются также микрoзерна разложенного рудного минерала. Псевдоморфозы по оливинолу выполнены кальцитом, реже серпентином, монтмориллонитом и/или кварцем с тонкой рудной каемкой (Рис.14).

Основная масса сложена хлорит-кальцитовым тонкозернистым агрегатом, разнoзернистым вторичным кальцитом, изредка сохранился первичный кальцит, отмечаются редкие чешуйки флогопита (1-2%), в т. ч. хлоритизированного (0,02-0,2 мм), микрoзерна окисно-рудных минералов в количестве 2-3%. В качестве акцессорной примеси установлен апатит. Прожилки в породе выполнены вторичным кальцитом, реже – кварцем. По трещинам развит магнетит, часто разложенный до гематита. Из минералов индикаторов кимберлита в весовых количествах зафиксированы пикроильменит, пироп и флогопит. Хромшпинелид, хромдиопсид и оливин встречаются в единичных зернах класса -0,5 мм.

Пикроильменит преобладает, составляя 78% от общего количества ИМК. Представлен всеми классами крупности (-2+1 мм, -1+0,5 мм, -0,5 мм). Содержание пикроильменита в пробах варьирует в широких пределах – от единичных зерен до 31,82 кг/т (скв.5071Л/4, пр.6) и в среднем составляет 11,11

кг/т. Пикроильмениты характеризуются преобладанием (73,7%) зерен с содержанием гематитового минала в интервале 10-20 мол. %.

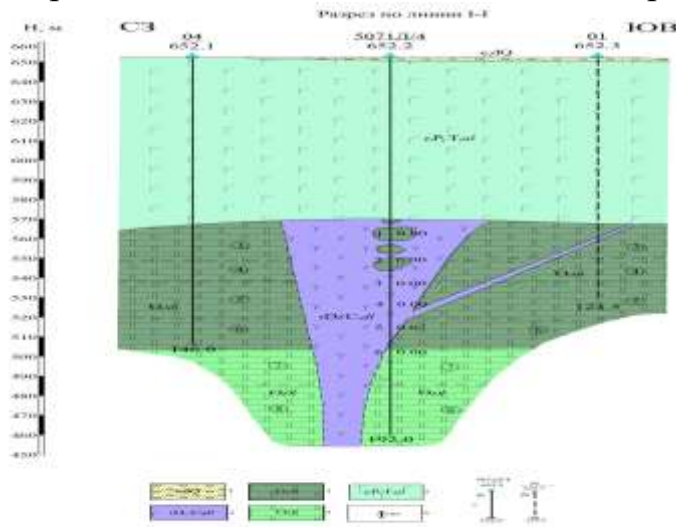


Рис. 11. Геологический разрез тела Январское (Иванов Д.В., м-лы ВГРЭ): 1 – Делювиальные суглинки, супеси, глины, элювий материнских пород; 2 – песчаные и глинистые доломиты, известняки; 3 – долериты; 4 – кимберлиты; 5 – песчаные, известковистые доломиты; 6 – керновые пробы, слева – номер пробы, справа – содержание алмазов, кг/т; 7 – скважины, их номера, абс. отметки устья и глубины: а - скв. в плоскости разреза; б – скв. спроецированные в плоскость разреза.

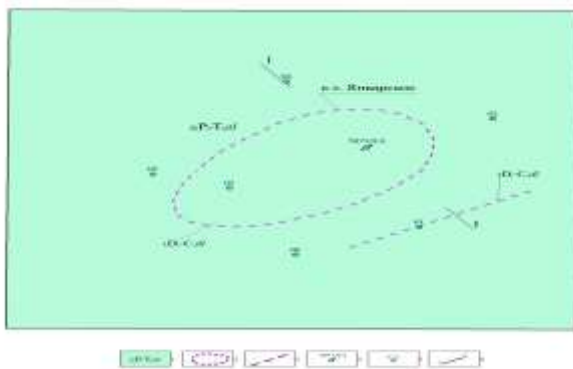


Рис. 12. Контур кимберлитового тела Январское на геолого-поисковом плане (Иванов Д.В. по м-лам ВГРЭ): 1 – долериты; 2 – контур погребенного кимберлитового тела; 3 – контур погребенной кимберлитовой жилы; 4 – скважина РВГИ; 5 – поисково-оценочные скважины; 6 – линия геологического разреза.

Пироп. Представлен зернами всех классов крупности. Его среднее содержание составляет 1,46 кг/т (10,5% всех ИМК), варьируя в пределах от единичных зерен до 5,06 кг /т (скв. 5071Л/4, пр.6) и в среднем составляет 1,46 кг/т. Гранаты характеризуются преобладанием лерцолитового (65,5%) парагенезиса, зерна дунит-гарцбургитового состава определены в количестве 20,7%, верлитового – 13,8%. Гранаты эклогитового парагенезиса, к которому условно были отнесены зерна с Cr_2O_3 менее 0,5 мас.%, не зафиксированы. Обнаружено 19 пиропов (10,9%) алмазной ассоциации.

Флогопит представлен зернами всех классов крупности, но чаще представлен класс -2+1 мм. Встречается в количестве от редких зерен до весовых процентов. Среднее содержание составило 0,64 кг/т (11,5% всех ИМК), а максимальное - 13,5 кг/т (скв. 5071Л/4 пр.8).

Хромшпинелид встречен в количестве редких зерен всех классов крупности. Преобладают собственно хромиты (51,6%), доля алюмохромитов составляет 23,1%, измененных зерен – 24,2%, ульвошпинель зафиксирована в количестве 1,1%. Хромиты алмазной ассоциации составляют 3,3%.

Хромдиоксид представлен единичными зернами различной размерности.

Оливин встречен в единичных зернах класса -0,5 мм.

Отмечены лимонит – 3,58 кг/т, магнетит - 0,12 кг/т, сидерит – 0,36 кг/т, альмандин - 0,27 кг/т, пироксен – 0,04 кг/т, гроссуляр - 0,04 кг/т, а также

ильменит, лейкоксен, эпидот, турмалин, анатаз, рутил, сфен, сфалерит, дистен, апатит, шпинель, пирит, барит, перовскит, муассанит, ставролит. В лёгкой фракции встречены обломки кимберлитов, карбонатов и серпофита.

По петрохимическому типу [Костровицкий, 2008] кимберлиты относятся к третьему типу с Fe-Ti низкокалийевым составом. Характерной особенностью кимберлитов является повышенное содержание Ba и редкоземельных La и Ce. В целом, ведущая роль принадлежит элементам сидерофильной группы и Nb.



А)



Б)

Рис.13. Кимберлитовое тело Январское: а) Сква. №5071Л/4, глубина 139,0 м. Порфиновый кимберлит, б) Сква. 03, гл. 146,2 м. Порфиновый кимберлит



Рис.14. Кимберлитовое тело Январское. Сква. 5071Л/4. глубина 125,0 м. Порфиновый кимберлит (шлиф, без анализатора).

Среднее содержание алмазов в кимберлитовых породах составило 0,01 кар/т. Из 6 проб общим весом 713,4 кг, в 1 пробе (17%) обнаружен алмаз класса -2+1 мм весом 2,1 мг (0,01 кар) переходной формы, бесцветный, полупрозрачный, с протоматматическим сколом и скульптурами травления в виде шрамов и треугольных впадин. Содержит включения графита и сульфидов, относится к I разн. по классификации Ю.Л. Орлова. Люминесценция сиреневая. Таким образом, выявление в 2016 г нового кимберлитового тела Январское в зоне Комсомольского разлома свидетельствует о высокой эффективности методики поисков на территории АМКП и ее высоком потенциале.

Поскольку для восточной части поля, где локализовано кимберлитовое тело, характерна дайкообразная форма кимберлитовых тел (трубки Айхал, Комсомольская, Снежинка, к.т. Структурное и др.), обнаружение новых кимберлитовых тел даже на хорошо изученных площадях с высокой плотностью поисковой сети, очевидно, возможно, что и подтверждено новым открытием. Открытие Январского тела подтверждает высокую перспективность АМКП на выявление новых кимберлитовых тел, в том числе коренных месторождений алмазов.

Глава 5. Сравнительная характеристика ИМК кимберлитовых тел Январское, Структурное, трубки Чукукская и близлежащих ореолов

Для изучения минералогии и химического состава ИМК участка Перевальный-север, а также сравнения их с минералами кимберлитовых тел Январское, Структурное, трубки Чукукская обработано 710 шлиховых проб и выполнено более 1200 минералогических и микрозондовых анализов.

Минералогические исследования

В 2016 г при поисковых работах в АМКП на участке Перевальный-север (16 км к с-в от поселка Айхал в междуречье рр. Чукука и Перевальный) выделен шлиховой **ореол ИМК 4**. Размеры его 2,8x2,5 км, содержания ИМК достигают тысяч зерен на шлиховую пробу, в том числе в значительном количестве ИМК 0-I класса сохранности с примазками кимберлитового материала. В целом ИМК имеют широкое развитие на площади ореола, основная часть пикроильменита и пироба сосредоточена вблизи западной границы участка, с явным увеличением содержаний пикроильменита и пироба в пробах в направлении с юга на север, включая и рост содержаний пикроильменита и пироба хорошей сохранности.

Присутствие в пробах одновременно пикроильменита и, в меньшей степени, пироба различной степени механического износа (Рис. 15а), значительная часть которых в тоже время представлена ИМК ближайшего сноса, связано, скорее всего, с благоприятными условиями для их накопления и присутствием в этом районе коренных источников.

В зоне влияния Комсомольского рудовмещающего разлома выявлен **Ореол 5**, вытянутый в с-в направлении. Находится он в непосредственной близости от кимберлитовых тел Чукукская, Январское, Кексовая. Размеры его 0,3-0,5x0,8 км. Индикаторные минералы присутствуют в ураганных количествах, достигая вблизи кимберлитовых тел десятков тысяч зерен на шлиховую пробу. Отмечаются зерна с примазками кимберлитового материала (Рис.15 б).

Микрозондовые анализы

Химизм ИМК участка отличается своеобразием.

Гранат. Гранаты из шлиховых ореолов участка Перевальный-север, кимберлитовых трубок Комсомольская, Чукукская, тел Структурное и Январское по парагенезисам имеют как сходства, так и различия:

- по дунит-гарцбургитовой составляющей гранаты ореола 4 и северной части участка Перевальный-север идентичны трубке Чукукская;
- по лерцолитовой составляющей гранаты восточной части ореола 4 и северной части участка Перевальный-север имеют близкие значения со сравнимаемыми трубками, но отличаются от ореола 5;
- по верлитовой составляющей гранаты восточной части ореола 4 и северной части участка Перевальный-север идентичны с телом Структурное;
- средние содержания всех основных минералообразующих оксидов не имеют существенных отличий.

По количеству зерен алмазной ассоциации восточная часть ореола 4 (16,9%) и северная часть (20,4%) участка Перевальный-север превышает все сравниваемые объекты. По тренду распределения хромистости наблюдаются

отличия сравниваемых объектов за исключением северной части участка с трубкой Чукукская и кимберлитовым телом Январское.

Пикроильменит. Пикроильмениты восточной части шлихового ореола 4 участка Перевальный-север по распределениям гематитового минала весьма близки с телом Структурное. По распределению магнезиальности существенных отличий не выявлено, пикроильмениты участка Перевальный-север, как и в сравниваемых трубках, в основном локализованы в интервале 9-12 мас.%. По содержаниям основных химических элементов различий не выявлено.

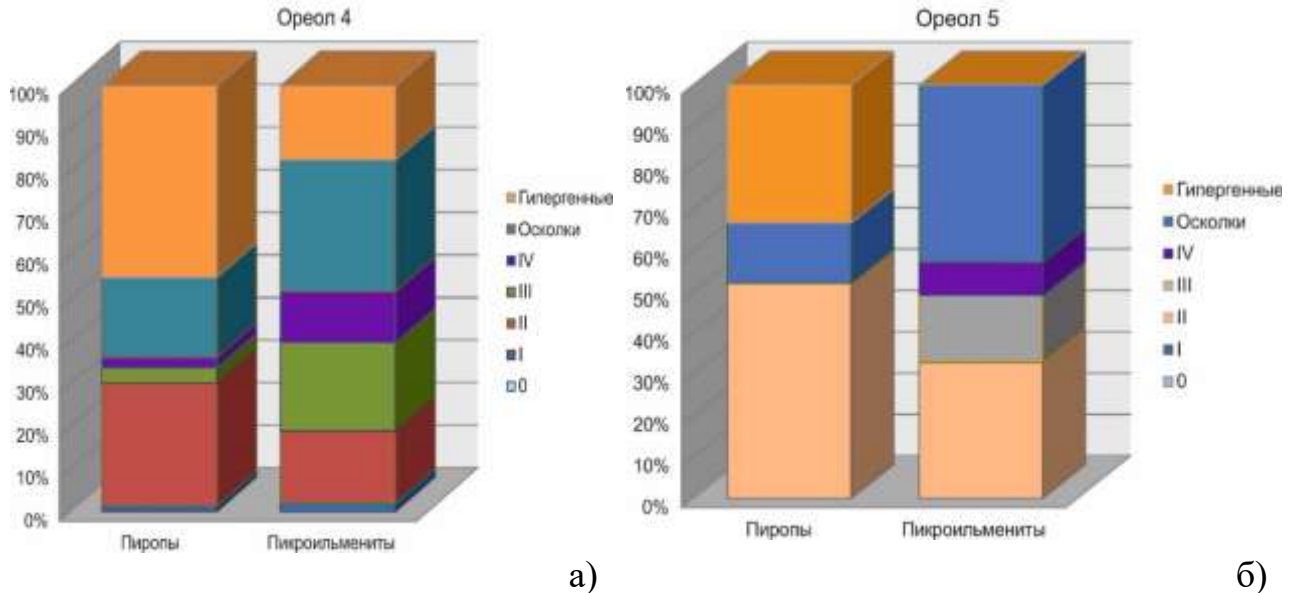


Рис. 15. Распределение пиропов и пикроильменитов участка Перевальный-север по сохранности первичной поверхности; а) Ореол 4, б) Ореол 5.

Хромшпинелид. Хромшпинелиды участка Перевальный-север, Чукукского, Структурного и Январского тел отличаются по химизму минералообразующих оксидов, количеству алюмохромитов (23,1% и 23,1%) и зерен алмазной ассоциации (3,2% и 3,35%). Выявлено сходство хромитов восточной части шлихового ореола 4 и кимберлитового тела Январское.

Таким образом, сходство химизма ИМК и гипсометрическое положение шлихового ореола относительно кимберлитовых тел позволяют констатировать, что ИМК в ореол 4 поступали за счет дезинтеграции кимберлитовых трубок Комсомольская, Чукукская, тел Структурное и Январское. Учитывая черты сходства химизма ИМК ореола 5 и кимберлитовых тел Чукукская и Январское, а также их близкое расположение весьма вероятен их вклад в формировании данного ореола. Однако отличия в химизме ИМК позволяют предполагать наличие в пределах данного ореола других не выявленных кимберлитовых тел.

Все вышесказанное подтверждает второе защищаемое положение:

Наличие в пределах АМКП участков с высококонтрастными ореолами индикаторных минералов кимберлита хорошей сохранности с фрагментами кимберлитового материала, отличающихся по химическому составу от близлежащих месторождений, позволяют считать АМКП перспективным на выявление новых объектов, что подтверждается открытием за последние годы кимберлитовых тел Январское и трубки Морозовых.

Глава 6. Перспективы коренной алмазности АМКП

Перспективы АМКП базируются на структурно-тектонических предпосылках и минералогических признаках. Структурно-тектонические критерии являются определяющими в локализации кимберлитовых тел, благодаря чему перспективы коренной алмазности АМКП связаны с зонами влияния Комсомольского, Айхальского, Ноябрьского и других разломов, отчетливо прослеживающихся на изученной территории зонами повышенной трещиноватости, дробления и жильной минерализации во вмещающих карбонатных породах, а также аномалиями скважинной магнитометрии.

Пространственное расположение геофизических аномалий свидетельствует о наличии структурных узлов, представляющих собой участки пересечения разноориентированных тектонических нарушений, к которым могут быть приурочены кимберлитовые тела. По результатам интерпретации наземных геофизических исследований такими структурными узлами могут быть зоны сочленения известных рудовмещающих разломов северо-восточного направления с разрывными нарушениями более низкого порядка северо-западной или субширотной ориентировки.

Кроме того, дополнительными структурно-тектоническими критериями локального прогноза являются малоамплитудные депрессии, осложненные структурами противоположного знака (антиформами), которые контролируют размещение всех новых кимберлитовых трубок.

Остаточные перспективы АМКП большинством исследователей связываются со шлиховыми ореолами, источники которых не установлены. Их поиски необходимо сосредоточить на участках, размываемых на момент формирования первичных коллекторов кимберлитовых минералов. Таковыми являются локальные палеоподнятия в рельефе карбонатного цоколя, либо пологие водораздельные пространства, расчленённые разветвлённой сетью временных и постоянных палеоводотоков.

Минералогические признаки при сравнении погребенных шлиховых ореолов ИМК с близлежащими трубками вместе со структурно-тектоническими критериями дают возможность обосновывать выбор перспективных для поисков площадей. На этом основании можно прогнозировать кимберлитовое тело в с-в части поля – участок Перевальный-север (Иванов, 2016).

В структурно-тектоническом плане участок отвечает следующим поисковым критериям:

1. По большей части территории протянулся Комсомольский рудовмещающий разлом, в зоне влияния которого расположено промышленное коренное месторождение алмазов трубка Комсомольская, трубки Чукукская и Структурная, а также недавно обнаруженное тело Январское;
2. Здесь же имеется малоамплитудное антиформное поднятие осевой линии депрессии – одна из тектонических структур, контролирующая большую часть кимберлитовых тел;
3. В ходе выполнения палеорекострукции рельефа карбонатного цоколя использовались данные ГИС из более 350 поисковых скважин. В

результате в северной, западной и южной части участка зафиксированы приподнятые водораздельные пространства.

Таким образом, с точки зрения структурно-тектонических критериев участок Перевальный-север является наиболее перспективным.

Геофизические и минералогические признаки также свидетельствуют о высоких перспективах данного участка, как и наличие аномалии РВГИ трубчатого типа, зафиксированной на востоке участка, а также присутствие высококонтрастных ореолов ИМК, расположенных в северной, центральной и южной частях этой площади. Эти ореолы содержат большое количество ИМК, достигающее тысяч зерен на одну шлиховую пробу. При этом значительное количество ИМК имеет 0-I класс сохранности с фрагментами (примазками) кимберлитового материала, что свидетельствует об их самом ближнем переносе (от сотен метров до нескольких км).

Отличия химического состава минералов ореолов и близлежащих трубок, выявленные по результатам наших исследований, позволяют предполагать наличие на данной территории других не выявленных кимберлитовых тел, которые, судя по количеству гранатов алмазной ассоциации (16,9% для ореола на юге и 20,4% для северной части участка), должны быть алмазоносными.

Перечисленные выше факторы позволяют сформулировать третье защищаемое положение:

На основании комплекса структурно-тектонических критериев локального прогноза, минералогических признаков проявления кимберлитового магматизма и палеогеоморфологических реконструкций в пределах АМКП выделен участок Перевальный-север, перспективный на выявление коренных месторождений алмазов, рекомендуемый к первоочередному опоскованию.

Заключение

Наиболее значимыми структурно-тектоническими критериями локального прогноза коренных месторождений алмазов являются малоамплитудные депрессии, осложненные структурами противоположного знака (антиформами), что позволило актуализировать методику поисков кимберлитовых тел.

Изучено геологическое строение и вещественный состав нового тела Январское, выявление которого в зоне Комсомольского разлома свидетельствует о перспективах АМКП на обнаружение новых источников алмазного сырья.

Особенности локализации погребенных шлиховых ореолов рассеяния ИМК и сравнительный анализ их с известными коренными источниками (Январское, Структурное, Чукукская) позволяют предполагать наличие на близлежащей территории новых коренных источников алмазов.

Установлено, что наиболее перспективными на выявление новых кимберлитов являются приподнятые водораздельные пространства в северной, западной и южной части участка Перевальный-север, зона Комсомольского разлома, а также восточная часть участка, где была выделена аномалия РВГИ и в ряде проб фиксируются зерна ИМК с примазками кимберлитового материала.

Основные публикации по теме диссертации:

Статьи в рецензируемых журналах, рекомендуемых ВАК

1. **Иванов Д.В.**, Толстов А.В., Иванов В.В. Роль пликативных структур как прогнозных критериев на алмазоносные кимберлиты в Алакит-Мархинском поле // Руды и металлы. 2021. № 3. С. 6-13.
2. **Иванов Д.В.**, Иванов В.В., Толстов А.В. Структурно-тектонические критерии поисков кимберлитовых тел в Алакит-Мархинском поле. Руды и металлы. 2019. №2. с. 55-60.
3. **Иванов Д.В.**, Толстов А.В., Иванов В.В. Геохимические поиски месторождений алмазов в пределах Алакит-Мархинского кимберлитового поля // Вопросы естествознания. 2018. № 2 (16). С. 44-48.
4. **Иванов Д.В.**, Толстов А.В., Иванов В.В. Геологическое строение и вещественный состав кимберлитового тела Январское (Далдыно-Алакитский алмазоносный район). Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 2018. № 5. с. 39-43.
5. **Иванов Д.В.**, Толстов А.В., Иванов В.В. Особенности индикаторных минералов кимберлитов новой трубки Январская (Западная Якутия). Известия ВУЗов. Геология и разведка. 2017, №5. с. 20-26.

Материалы в сборниках докладов и тезисах конференций

6. **Иванов Д.В.**, Толстов А.В., Иванов В.В. Коренные месторождения алмазов западной Якутии: особенности поисков и результаты // В кн/: Науч.-метод. основы прогноза, поисков, оценки месторождений алмазов, благородных и цветных металлов. Тез. Докл. IX Межд. науч.-практ. конф. 2019. С. 18-19.
7. **Иванов Д.В.**, Толстов А.В., Иванов В.В. Петрология кимберлитов трубки Чукукская // Проблемы магматической и метаморфической петрологии, геодинамики и происхождения алмазов. Тез. Межд. Конф., к 110-лет акад. В.С. Соболева – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2018 – с. 30.
8. **Иванов Д.В.**, Толстов А.В., Иванов В.В. Особенности морфологии и вещественного состава кимберлитового тела Структурное (Западная Якутия) // В сб.: Актуальные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии. М-лы XXIX мол. Науч. школы-конф., посв. памяти чл.-корр. АН СССР К.О. Кратца и акад. РАН Ф.П. Митрофанова. 2018. С. 168-172.
9. **Иванов Д.В.**, Толстов А.В., Иванов В.В. Структурно-тектонические критерии поисков кимберлитовых тел в Алакит-Мархинском поле // В сб.: Эффективность геологоразведочных работ на алмазы: прогнозно-ресурсные, методические, инновационно-технологические пути ее повышения М-лы V Всеросс. научно-практ. Конф. с межд. участием, посв. 50-летию Алмазной лаб. ЦНИГРИ – НИГП АК «АЛРОСА» (ПАО). Мирный, 2018. С. 375-376.
10. **Иванов Д.В.**, Толстов А.В., Иванов В.В. Палеогеографические реконструкции при прогнозировании и поисках источников алмазов в пределах Алакит-Мархинского кимберлитового поля // В кн.: Науч.-метод. основы прогноза, поисков, оценки мест-й алмазов, благородных и цвет.мет. Тез. Докл. VIII Межд. науч.-практ. конф. 2018. С. 10-11.

11. **Иванов Д.В.**, Толстов А.В., Иванов В.В. Строение и состав Январского кимберлитового тела // В сборнике: Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России. М-лы VIII ВНК-2018. С. 196-199.
12. **Иванов Д.В.**, Толстов А.В., Иванов В.В. Петрология пород и особенности химического состава минералов-индикаторов кимберлитов нового тела Январское (Западная Якутия) // Новое в познании процессов рудообразования: Седьмая Российская молодежная научно-практическая Школа. М.: ИГЕМ РАН, 2017. – с. 134-136.
13. **Иванов Д.В.**, Салихов Р.Ф., Толстов А.В., Иванов В.В., Григорьева Н.А. Особенности поисков кимберлитов в пределах Алакит-Мархинского поля // В сб.: Геология и мин.-сырьев. ресурсы СВ России М-лы VII Всеросс. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию ИГАБМ СО РАН. 2017. С. 266-271.
14. **Иванов Д.В.**, Салихов Р.Ф., Толстов А.В., Иванов В.В., Морозова Н.Е. Особенности прогнозирования и поисков месторождений алмазов на закрытых территориях на примере Далдыно-Алакитского района (Якутия) // В сб.: Геология и минерагения Северной Евразии М-лы совещ., к 60-летию ИГИГ СО АН СССР. 2017. С. 273-274.
15. **Иванов Д.В.**, Толстов А.В., Иванов В.В. Минералогия кимберлитов новой кимберлитовой трубки Январская (Западная Якутия) // Петрология магматических и метаморфических комплексов. Вып. 9. М-лы IX Всерос. Петрограф. Конф. с межд. участием. – Томск: ЦНТИ. 2017. – С. 158-159.
16. Салихов Р. Ф., Салихова В. В., **Иванов Д. В.** Методика построения карт реконструированного палеорельефа для решения прогнозных задач на закрытых территориях (на примере Алакит-Мархинского кимберлитового поля) // В сб.: Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России. М-лы VII Всеросс. Науч.-практ. Конф., ВНК-2017. С. 428-433.
17. Салихов Р.Ф., Иванюшина Е.Н., **Иванов Д.В.** Структурные критерии при крупномасштабном и локальном прогнозировании кимберлитов на закрытых территориях // Сб/: Геология и минерагения Северной Евразии Материалы совещания, приуроченного к 60-летию Института геологии и геофизики СО АН СССР. 2017. С. 205-206.
18. **Иванов Д.В.**, Толстов А.В., Иванов В.В. Геологическое строение и вещественный состав трубки Чукукская // В сборнике: Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России. М-лы XIII Всеросс. науч.-практ. конференции с междунар. участием, посв. 30-летию Академии наук р. Саха и 40-летию Геологоразведочного факультета СВФУ им. М.К. Аммосова, ВНК-2023. С. 71-76.

Подписано в печать Формат 60x84 1/16
Бумага офсетная. Усл. печ. Лист 1.0.
Тираж 120 экз. Заказ ...
Отпечатано в Мирнинской городской типографии
678170 РС(Я), г. Мирный, ул. Советская, 4