

На правах рукописи



КИЛИЖЕКОВ Олег Константинович

**Закономерности локализации и особенности разведки
погребенных россыпей алмазов Средне-Мархинского района
(Якутская алмазоносная провинция)**

Специальность 25.00.11 – геология, поиски и разведка
твердых полезных ископаемых, минерагения

АВТОРЕФЕРАТ

Диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Новосибирск – 2017

Работа выполнена в Ботуобинской геологоразведочной экспедиции акционерной компании «АЛРОСА» (ПАО), г. Мирный

Научный руководитель:

Толстов Александр Васильевич, доктор геолого-минералогических наук, заместитель директора Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии и минералогии имени В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук (ФГБУН ИГМ СО РАН).

Официальные оппоненты:

Зинчук Николай Николаевич, доктор геолого-минералогических наук, профессор, академик Академии наук Республики Саха (Якутия), председатель Западно-Якутского научного центра Академии наук Республики Саха (Якутия), г. Мирный.

Наумов Владимир Александрович, доктор геолого-минералогических наук, директор Естественнонаучного института ФГБУО «Пермский государственный национальный исследовательский университет» (ФГБУО ПГНИУ, г. Пермь).

Ведущая организация:

ФГБУН «Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН», г. Якутск

Защита состоится « 15 » июня 2017 года в 15-00 часов на заседании диссертационного совета Д 003.067.03, созданного на базе ФГБУН Института геологии и минералогии имени В.С. Соболева СО РАН, в конференц-зале ИГМ СО РАН. Адрес: 630090 г. Новосибирск, проспект академика Коптюга, д.3.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБУН Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН (адрес сайта <http://www.igm.nsc.ru>, раздел «Образование»).

Автореферат разослан « 10 » мая 2017 г

Ученый секретарь диссертационного совета,

доктор геол.-мин. наук

О.М. Туркина

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Выявление в Якутии месторождений алмазов в середине прошлого века современники справедливо назвали «открытием века», поскольку на их основе была создана алмазодобывающая промышленность Советского Союза. К настоящему времени после отработки открытым способом основных объектов алмазодобычи (трубки Мир, Удачная, Айхал, Интернациональная, Сытыканская), весьма остро встал вопрос воспроизводства сырьевой базы. Последние значимые открытия коренных месторождений (трубки Юбилейная, 1975, Ботуобинская, 1994, Нюрбинская, 1996) сегодня являются основными источниками промышленной добычи алмазов, в результате чего эти месторождения за 15-20 лет будут отработаны с поверхности.

Высокая степень описанности промышленно освоенных регионов Якутской алмазоносной провинции обусловила существенное снижение ее потенциала на выявление новых месторождений. Это касается только открытых и полузакрытых площадей, составляющих половину территории, перспективной на коренную алмазоносность. Поэтому возможности наращивания минерально-сырьевой базы алмазов связаны с перекрытыми осадочным чехлом территориями, ресурсы которых сопоставимы с выявленными к настоящему времени. К таким территориям относится Средне-Мархинский район Якутской алмазоносной провинции, где за два последних десятилетия геологи Ботуобинской экспедиции АК «АЛРОСА» (ПАО) открыли алмазные месторождения Ботуобинское, Нюрбинское и рудопроявление Мархинское, образующие Накынское кимберлитовое поле, которое в 2006 г. пополнилось новым месторождением Майское.

Помимо коренных кимберлитовых месторождений в Средне-Мархинском районе выявлена и частично разведана уникальная погребенная россыпь ближнего сноса Нюрбинская. На ближайшие десятилетия она будет являться объектом разведки и добычи, поэтому всестороннее изучение ее строения, закономерностей локализации и образования промышленных концентраций, новые возможности ее эффективной разведки имеют большое практическое значение. Полученные в ходе этих исследований результаты и выводы могут лежать в основу прогнозирования, поисков и разведки аналогичных объектов на закрытых территориях, а также выявления новых коренных алмазоносных объектов.

Цель работы - разработка и совершенствование методов поисков и разведки погребенных россыпей алмазов на основе изучения структурно-тектонических, палеогеографических условий формирования и продуктивности промышленных россыпей алмазов Средне-Мархинского района Якутской алмазоносной провинции.

Задачи исследований. Для достижения поставленной цели автору потребовалось решить следующие задачи.

1. Изучить геологическое строение, вещественный состав и условия формирования продуктивных отложений Средне-Мархинского алмазоносного района.

2. Систематизировать и критически проанализировать материалы по структурно-тектоническому строению Накынского кимберлитового поля.

3. Реконструировать погребенный рельеф на время образования россыпей алмазов.

4. Установить закономерности распределения алмазов в мезозойских отложениях.

5. Обосновать методику разведки погребенных россыпных месторождений алмазов применительно к условиям Средне-Мархинского района.

6. Обосновать возможность вовлечения в разведку и промышленную отработку флангов погребенной россыпи алмазов Нюрбинская.

7. Разработать рекомендации по прогнозированию и поискам новых коренных месторождений алмазов в Средне-Мархинском районе.

Объекты исследования – погребенные россыпи алмазов и питающие их коренные тела кимберлитов Средне-Мархинского района Якутской алмазоносной провинции.

Фактический материал, методы исследований. В основу диссертации легли результаты работы автора в качестве рядового геолога, руководителя проекта и главного геолога Мархинской геологоразведочной партии Ботубинской ГРЭ АК «АЛРОСА» (ПАО) в 1994–2017 гг., при проведении поисков и разведки россыпных и коренных месторождений алмазов в Средне-Мархинском алмазоносном районе.

Полевые и камеральные работы, выполнявшиеся автором, включали:

- документацию керна поисковых, оценочных и разведочных скважин, изучение условий залегания кимберлитовых тел и алмазоносных залежей; автором лично в полевых условиях задокументировано и изучено более 40 тыс. пог. м керна скважин;

- составление проектов и отчетов с использованием минералогических, петрографических, геохимических и гранулометрических анализов шлиховых, керновых проб и образцов, отобранных из кимберлитов, вмещающих и перекрывающих их пород.

Анализы выполнялись в специализированных сертифицированных лабораториях ЦАЛ и НИГП АК «АЛРОСА», ИЗК СО РАН (г. Иркутск), ИГМ СО РАН (г. Новосибирск), МГРИ-РГГРУ (г. Москва). Автор участвовал в подготовке первых производственных отчетов по изучению геологического строения Средне-Мархинского рудно-россыпного района.

В качестве руководителя проекта автор являлся ответственным исполнителем производственных отчетов с подсчетом запасов и оценкой прогнозных ресурсов коренных месторождений и россыпей алмазов Средне-Мархинского алмазоносного района, в том числе отчетов с подсчетом запасов алмазов и защитой их в ГКЗ МПР РФ.

Научная новизна и практическая значимость результатов исследований заключаются в следующем:

1. В работе обоснован и доказан решающий вклад кимберлитовой трубы Нюбинская в формировании одноименной погребенной россыпи, уникальной по параметрам алмазоносности.

2. Установлено, что главным фактором, благоприятным для локализации россыпей алмазов в Средне-Мархинском районе в раннеюрское время, явилось размещение кимберлитовых тел в узлах тектонических нарушений, являющихся зоной повышенной проницаемости и благоприятных для карстообразования.

3. Теоретически обоснована и практически доказана возможность оценки, разведки и подсчета запасов алмазов глубокозалегающих погребенных россыпей алмазов по промышленным категориям C_1 и C_2 с помощью кустов скважин колонкового бурения, что позволяет существенно ускорить их разведку, кардинально снизить затраты и распространить полученный опыт на оценку и разведку аналогичных объектов.

4. Обоснована и предложена новая инновационная методика разведки и отработки древних глубоко погребенных россыпных месторождений алмазов, которая при положительных результатах опытно-методических работ, позволит существенно нарастить ресурсную базу в осваиваемом районе.

5. Уточнены критерии поисков, позволяющие выявить новые коренные месторождения алмазов в Средне-Мархинском алмазоносном районе.

Апробация работы. Результаты и основные положения диссертации докладывались и обсуждались на совещаниях и конференциях: XIV Международном совещании по геологии россыпей и кор выветривания (РКВ-2010, г. Новосибирск, 2010 г.), Всероссийской конференции, посвященную 100-летию со дня рождения академика Н.А. Шило «Рудообразующие процессы: от генетических концепций к прогнозу и открытию новых рудных провинций и месторождений» (г. Москва, ИГЕМ, 2013 г.), Первой научно-практической конференции «Геология, геофизика и минеральное сырье Сибири» (г. Новосибирск, ФГУП «СНИИГГиМС», 2014 г.), V полевом научно-практическом семинаре «Геологическое обеспечение минерально-сырьевой базы алмазов АК «АЛРОСА» (ПАО): проблемы, пути решения, инновационные разработки и технологии» (п. Айхал, 2015 г.), XV Международном совещании по геологии россыпей и месторождений кор выветривания - «Россыпи и месторождения кор выветривания: изучение, освоение, экология» (г. Пермь, ПГНИУ, 24–28 августа 2015 г.), VI Всероссийской научно-практической конференции - «Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России» (г. Якутск, 2016 г.), рабочем совещании - «Месторождения алмазов: процессы формирования, закономерности локализации, методы прогнозирования и поисков» в ФГБУН ИГМ им. В.С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск 6 - 7 октября 2016 г) и др.

Структура и объем диссертации.

Диссертация включает текст из четырех глав (на 160 страницах), 21 рисунка, 14 таблиц, списка литературных источников, насчитывающего 113 источников.

Благодарности.

Автор выражает глубокую благодарность за помощь и поддержку своему научному руководителю, д.г.-м.н. А.В. Толстову. За постоянное внимание и консультации автор выражает признательность д.г.-м.н., профессору П.А. Игнатову. За ценные замечания и помощь при подготовке работы автор благодарит к. г.-м.н. Д.Н. Гречишникова, О.С. Граханова и Р.Г. Неустроева. Полезные советы и помощь в работе оказали коллеги из Ботуобинской и Мирнинской ГРЭ АК АЛРОСА (ПАО) В.М. Фомин, А.Н. Разумов, Г.Н. Копылов, Н.А. Сыромолотова, С.А. Пыжьянов, Ш.М. Яхин, Е.В. Тарских, Е.А. Степанов, А.А. Иванов, К.Е. Макаров, А.В. Рассказов.

Защищаемые положения:

1. Особенности локализации, внутреннего строения, изменения гранулометрических, кристаллографических и весовых параметров алмазов в разведанной части погребенной россыпи Нюрбинская показывают, что основным коренным источником алмазов являлась кимберлитовая трубка Нюрбинская при подчиненной роли Ботуобинской трубы и Майского тела.

2. Для оценки ресурсов и подсчета запасов алмазов класса $-4+0,5$ мм погребенных россыпей обоснована буровая система: при содержании более 0,8 карат/т минимально представительный объем рядовых проб составляет 310 кг, при содержании более 4 карат/т – 60 кг, а для оконтурирования нижних горизонтов и слабо алмазоносных флангов минимально представительный объем проб должен быть увеличен до 1550 кг, эффективная наработка которого возможна методом скважинной гидродобычи.

3. Благоприятные поисковые признаки (разновозрастные продуктивные залежи с аномальными концентрациями алмазов на локальных участках россыпи Нюрбинская, рудоконтролирующие нарушения и околорудная гидротермальная минерализация) свидетельствуют о наличии в западной части Средне-Мархинского алмазоносного района новых кимберлитовых тел типа Майского месторождения.

ОБОСНОВАНИЕ ЗАЩИЩАЕМЫХ ПОЛОЖЕНИЙ

Обоснование первого защищаемого положения

Трубы Нюрбинская и Ботуобинская, дайкообразные тела Майское и Мархинское располагаются в пределах палеодепрессии и сопровождаются россыпями алмазов ближнего сноса. Шлейф кимберлитового материала четко контролируются бортами депрессии и протягиваются в юго-западном направлении, образуя высококонтрастный ореол рассеяния ИМК и алмазов (рис.1), включающий в себя россыпь Нюрбинскую.

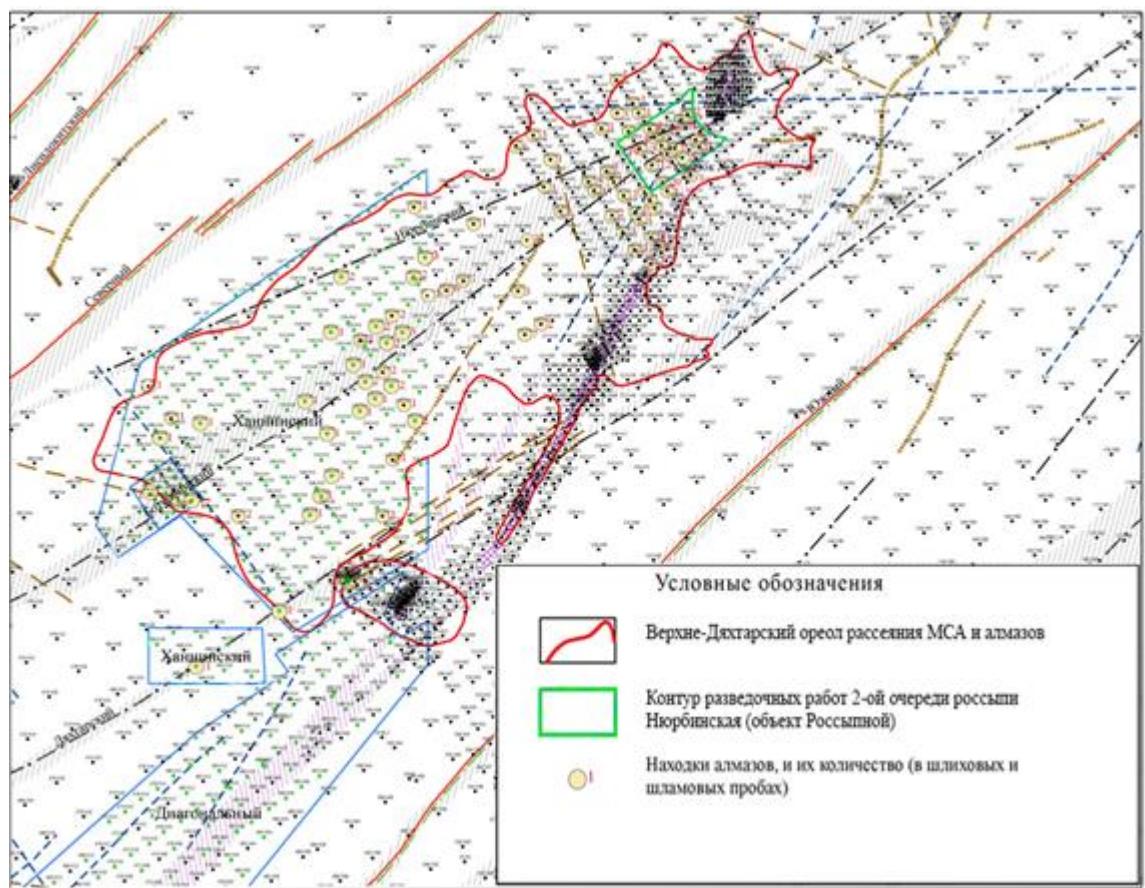


Рис. 1. Схема россыпи Нюрбинская, по данным поисково-разведочных работ Ботубинской ГРЭ АК АЛРОСА (ПАО).

Ореол фиксируется в базальных отложениях нижней юры, при содержании ИМК 10-50 зн., в высококонтрастных точках более 100 зн. на 20 л шлиховую пробу. В непосредственной близости от кимберлитовых трубок (первые десятки метров), отмечаются высокие концентрации ИМК. Существенным отличием шлиховых проб из базальных горизонтов юры, по сравнению с корой выветривания кимберлитов, является значительное уменьшение содержания гранатов пироп-альмандинового ряда из пород фундамента. Пиропы и шпинелиды интенсивно корродированы, преобладающий тип коррозии на пиропах – дислокационный, при ограниченном развитии кубоидного, характерно отсутствие следов послекоррозионного износа. Гранаты трещиноваты, и при переносе распадаются на мелкие блоки, чем обусловлено преобладание классов -1+0,5мм и -0,5мм. Келифитовые каймы практически не сохраняются, на поверхностях эндогенных сколов части примазки серпентин-кальцит-флогопитового состава. Преобладают фиолетово-красные разности, при суммарном содержании оранжевых и красных 5-10%, в непосредственной близости от трубы Ботубинская содержание низкохромистых пиропов составляет около 70%. Особенностью минеральной ассоциации является высокое содержание в пробах альмандинов из ксенолитов пород фундамента.

Россыпь Нюрбинская является древней погребённой россыпью ближнего сноса. Алмазоносные отложения пространственно сближены с

одноименной кимберлитовой трубкой, коры выветривания которой являлись источником формирования россыпи.

Нижняя залежь россыпи локализована в отложениях дяхтарской толщи (J_{1dh}) мощностью от 10 до 50 м, а верхняя – в базальной части укугутской свиты (J_{1uk}) мощностью от 1,3 м до 15,5 м. (рис.2.) Плотик россыпи сложен карбонатными и терригенно-карбонатными породами олдондинской свиты нижнего ордовика (O_{1o1}) и развитыми на них образованиями кор выветривания средне-позднетриасового возраста (T_{2-3}).

Перекрывают алмазоносные залежи песчано-алевритистые отложения нижней юры: укугутской свиты J_{1uk} , морские осадочные образования тюнгской (J_{1tn}) и сунтарской (J_{1sn}) свит, современные суглинки и супеси суммарной мощностью 60–80 м.

Образование россыпей обусловлено рядом факторов:

1. Коренными источниками алмазов в россыпях являются высокоалмазоносные кимберлитовые тела Накынского поля.

2. Структурно-тектоническая перестройка рассматриваемой площади в позднем палеозое обусловила заложение Тунгусской и Вилюйской синеклиз, что благоприятствовало развитию мощных кор выветривания на рубеже верхнего триаса – нижней юры. Этому способствовал также тёплый и влажный климат, благоприятствовавший глубокому развитию химического выветривания.

3. Формирование кор выветривания сопровождалось широким развитием эрозионно-карстовых процессов: на карбонатных породах плотика (неустойчивых в экзогенных условиях терригенно-карбонатных породах нижнего палеозоя) формировались эрозионно-суффозионно-карстовые западины и депрессии.

4. Большинство кимберлитовых тел приурочено к реликтам возвышенностей древней поверхности выравнивания, что способствовало образованию россыпей ближнего сноса. Разрушенный материал отлагался в близлежащих эрозионно-карстовых депрессиях.

5. Наличие сближенных разноориентированных зон разломов, а также наличие зон дробления в экзоконтактах трубок, связанных с внедрением кимберлитов.

Наиболее оптимально эти факторы сложились для россыпи, сопровождающей трубку Нюрбинская. Во-первых, трубка Нюрбинская самое крупное и высокоалмазоносное из известных на сегодняшний день кимберлитовое тело Накынское поля. Поверхность трубки хорошо выражена в палеорельфе, она образует локальную возвышенность с абсолютными отметками +185–190 м. Кимберлитовая трубка подвергалась длительному (на протяжении дяхтарского и всего укугутского времени) размыву и была погребена юрскими морскими отложениями лишь в тюнгское время.

Трубка Нюрбинская расположена в узле пересечения Диагонального рудовмещающего нарушения с Ботуобинским разломом, являющимся одной из ветвей Вилюйско-Мархинской зоны глубинных разломов. Дислокации Ботуобинского разлома сформировали грабеноподобную структуру шириной

более 200 м, ограниченную зонами повышенной трещиноватости, дробления и перетирания пород, наклоненными под углами 70 - 85° по направлению друг к другу (аз. пад. 325° и аз. пад. 145°, соответственно).

Амплитуда нарушений, ограничивающих грабен несколько отличается на разных горизонтах, достигая 10-ти и более метров, амплитуда сбросов по границам грабена составляет первые метры. Кроме того, внутреннее строение грабена и его крыльев осложняют множественные мелкие нарушения и крупные сколовые трещины со сбросовыми смещениями с амплитудами от первых до десятков сантиметров. Грабен, связанный с Ботуобинским разломом послужил осевой частью Дюлюнг-Дяхтарской палеодепрессии и контролирует наиболее богатую часть россыпи.

Для россыпей, сопровождающих трубку Ботуобинская и дайкообразное тело Майское, эти факторы сложились менее благоприятно:

- оба тела также отличаются высокой алмазоносностью, но они намного мельче трубки Нюрбинской;

- хотя тела и расположены на локальных поднятиях погребенного рельефа, но они намного ранее трубки Нюрбинской были выведены из сферы денудации и погребены под толщей юрских осадков;

- оба тела характеризуются более простым структурно-тектоническим, основным нарушением которых является рудовмещающий Диагональный и субпараллельный ему Диагональный-2 разломы.

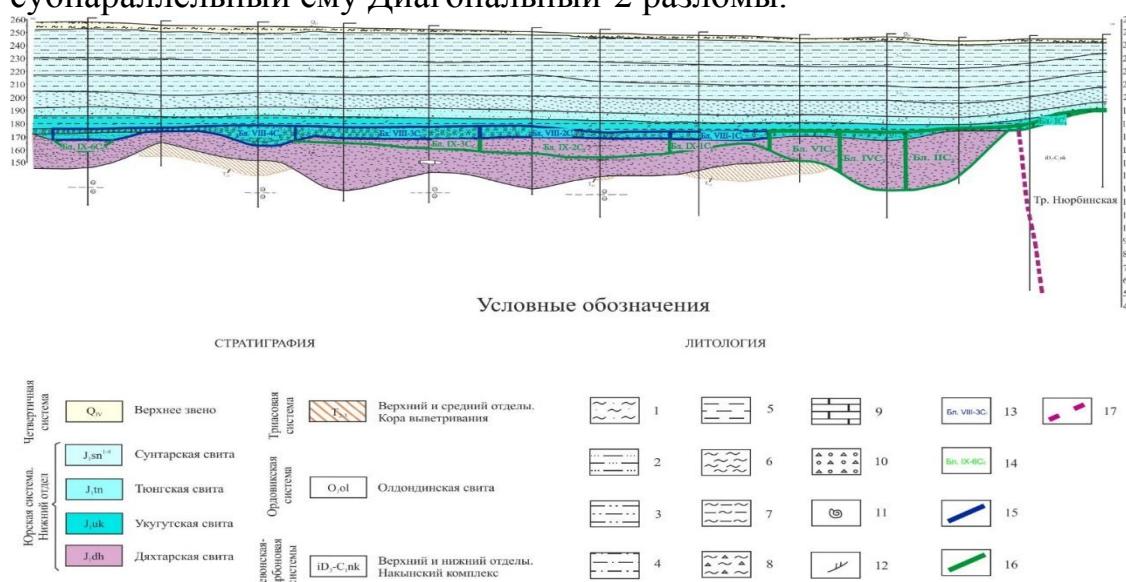


Рис. 2. Продольный разрез I-ой и II-ой очередей россыпи Нюрбинская. 1 – суглинки, 2 – песчаники алевритистые, 3 – алевропесчаники, 4 – алевролиты песчанистые, 5 – алевролиты, 6 – аргиллиты, 7 – глины алевритистые, 8 – глины с щебнем, 9 – известняки, 10 – дресва, щебень, конгломераты, 11 – находки фауны, 12 – углефицированные растительные остатки, 13 – блоки подсчета запасов по категории C₁, 14 - блоки подсчета запасов по категории C₂, 15 - граница блоков подсчета запасов по категории C₁, 16 - граница блоков подсчета запасов категории C₂, 17 – контур трубки Нюрбинская.

На основании этого можно сформулировать следующие основные отличия в строении разломных узлов, вмещающих трубки Нюрбинская и Ботубинская, которые определили отличия в размерах кимберлитовых тел:

1. Различный масштаб структур, образующих узел: в случае трубки Нюрбинской – это пересечение как минимум трех разломов протяженностью в десятки километров (Ботубинский, Диагональный и, возможно, Широтный) и одного значительно меньшей длины, в случае – трубки Ботубинской – пересечение Диагонального разлома с разломами, протяженность которых, по-видимому, не превышает первых километров.

2. Отсутствие в строении узла на участке трубки Ботубинская разлома северо-восточного направления (типа Ботубинского разлома).

Вследствие этого мы наблюдаем то что, россыпь, сопровождающая тр. Ботубинская локализована в делювиальных, делювиально-пролювиальных, делювиально-коллювиальных образованиях дяхтарской толщи и в пролювиально-аллювиальных отложениях укугутской свиты.

При этом более 90% запасов месторождения сосредоточено в воронке эрозионно-карстового генезиса, осложняющей породы плотика у южного фланга кимберлитового тела.

Россыпь, сопровождающая коренное месторождение Майское, выделена в пределах кимберлитового тела Майское (над ним и в окорудном пространстве) смешанного состава, сложена мезозойскими осадочными породами укугутской свиты (J_1uk) и элювиально-делювиальными образованиями дяхтарской толщи (J_1dh). В плане россыпь имеет линзовидную, чёткообразную форму, вытянута в СВ. направлении вдоль рудного тела, повторяя его контур (с размерами продуктивного пласта длиной 353 м при ширине от 15 м до 44 м). Россыпь имеет сложное строение, отличается неравномерной мощностью (2,5-12,2 м) и невыдержаным распределением алмазов (0,00-9,99 кар/т по классу +0,5мм); мезозойскими осадочными породами укугутской свиты (J_1uk) и элювиально-делювиальными образованиями дяхтарской толщи (J_1dh).

Россыпь сопровождающее кимберлитовое тело Мархинское оценена по категории P_2 по редким (единичным) находкам алмазов в шлиховых и керновых пробах продуктивных горизонтов с учётом литолого-фациальных и минералогических критериев. В контур россыпи включались пробы не только содержащие алмазы, но и пробы с повышенными (10 и более знаков на пробу объёмом 10 л).

Основной объем песков россыпи локализован в узкой грабенообразной долине, контролируемой дислокациями Диагонального нарушения. Слабоалмазоносная дайка Мархинская, как и россыпь, ее сопровождающая, изучены крайне слабо и требуют дальнейшего доизучения.

Таким образом, особенности локализации, внутреннего строения, изменения гранулометрических, кристаллографических и весовых параметров алмазов в разведанной части погребенной россыпи Нюрбинская показывают, что основным коренным источником алмазов являлась

кимберлитовая трубка Нюрбинская при подчиненной роли Ботубинской трубы и Майского тела.

Обоснование второго защищаемого положения

При разведке россыпных месторождений главной задачей является обеспечение представительности объема разведочных проб с целью корректного определения содержания алмазов в песках и наработки партий алмазов, достаточных для их стоимостной оценки. Эта задача решается обычно проходкой горных выработок с наработкой проб, объемы которых исчисляются сотнями и тысячами м³. Однако, по опыту работ Ботубинской ГРЭ, разведка погребенных россыпей, залегающих на глубине от 30 до 100 м (Солур, Восточная, Нюрбинская и другие) в 2000-2010 гг. сталкивается с высокой стоимостью подземных горных работ при их низкой эффективности. Кроме того, возникают проблемы обеспечения качества горноопробовательских работ в вертикальных и наклонных выработках (гезенки и восстающие).

Полученный в ходе разведки россыпи Солур опыт применения ударно-канатного бурения был еще более негативным, поскольку при этом способе невозможно было обеспечить качество работ из-за сложности привязки полученных результатов к продуктивным интервалам. Первая очередь россыпи Нюрбинская и россыпь Ботубинская были разведаны в 1996-2001 гг. При их разведке была применена буровая система. Надконтурная часть россыпи над трубкой вскрывалась разведочными скважинами диаметра 112 мм (диаметр керна при этом составлял 88-90 мм) по сети, близкой к прямоугольной. Плотность сети составила 80x40 м с меридионально-широтной ориентировкой профилей. При этом вес частных керновых проб изменялся от 4,3 кг до 119 кг и составил в среднем 42,5 кг. При постановке на баланс ГКЗ рекомендовала совместить отработку россыпи с опережающей эксплуатационной разведкой для уточнения ее контуров, распределения алмазов и изучения технологических свойств «песков».

Методика эксплуатационной разведки россыпи заключалась в проходке колонковых скважин и их кустов диаметром 151 мм (диаметр керна – 128-130 мм), по сети 80x40 м со сгущением до 40x20 м. Таким образом, буровая сеть по сравнению с детальной разведкой в большей части россыпи сгущалась в 4 раза. Рассыпь, сопровождающая коренное месторождение Майское, также разведывалась скважинами колонкового бурения увеличенного диаметра (до 151 мм), пройденными по сети 100x50 м.

В 2007-2010 гг. Ботубинской ГРЭ проведена разведка II-й очереди погребенной россыпи Нюрбинская за пределами разведенных запасов в контурах блоков I-P₁ и IV-P₁ (участок № 3, целиковая часть), за пределами контура разноса карьера Нюрбинский), при которой была применена сеть кустовых скважин 100x50 м (в кусте по 3-5 скважин в зависимости от мощности пласта диаметром 151 мм). Разведка II-й очереди россыпи проведена на основе колонкового бурения и обогащения проб из керна

скважин, что характерно для методики разведки коренных месторождений алмазов.

В 2011 г. в ГКЗ Роснедра утверждены результаты разведки II-й очереди погребенной россыпи алмазов Нюрбинская с подсчетом запасов по состоянию на 01.09.2010 г. Протоколом № 2650 заседания ГКЗ Роснедра от 14.12.11 г., для подсчета запасов II-й очереди алмазной россыпи Нюрбинская, применительно к условиям открытой добычи, утверждены следующие постоянные разведочные кондиции:

- подсчет запасов выполнить в контуре карьера II очереди;
- оконтуривание производить в геологических границах продуктивных отложений (галечники и гравелиты), а при отсутствии – по бортовому содержанию в пробе 0,4 кар/м³;
- минимальное содержание в краевой оконтуривающей выработке – 0,7 кар/м³;
- минимальная мощность пласта, включаемого в подсчет запасов – 1 м;
- подсчет балансовых запасов производить по условному ситовому классу +3;
- к балансовым запасам относить фактически извлекаемые при принятой в ТЭО технологии обогащения мелких алмазов у.с.к. -3 в количестве 10 % от запасов у.с.к.+3.

Утвержденные запасы алмазов категорий C₁+C₂ составили 24 224 400 карат.

В соответствии с «Классификацией запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых» месторождение II очереди россыпи Нюрбинская отнесено к 3-ей группе по сложности геологического строения, а по степени разведенности к группе – разведенных. В результате работ убедительно доказана возможность выполнения разведки и подсчета запасов алмазов глубокозалегающих погребенных россыпей по промышленным категориям C₁ и C₂ с помощью кустов скважин колонкового бурения, что позволяет существенно ускорить разведку россыпного месторождения, кардинально снизить затраты на ее проведение и распространить полученный опыт при оценке аналогичных объектов.

При разведке расчеты по обоснованию представительности пробы выполнялись по методике В.Е. Минорина, разработанной в ЦНИГРИ. Представительность массы разведочных рядовых проб для оценки содержания алмазов с целью оконтуривания продуктивного пласта по мощности и в плане (первая задача) и по пересечению (вторая задача) анализировалась с помощью аналитической оценки необходимой массы пробы в зависимости от алмазоносности песков на уровне пробы или совокупности проб.

Для этого все пробы, попадающие в кондиционные разведочные пересечения россыпи Нюрбинская, разделены на четыре группы:

- «богатые» высокоалмазоносные (содержание алмазов в пробе более 4,0 кар/т),
- «рядовые» (4,0-0,8 кар/т),

- слабоалмазоносные (0,8-0,37 кар/т),
- «убогие» (0,37-0,09 кар/т) – оконтуривающие пробы нижних потенциально некондиционных горизонтов продуктивного пласта, а также участков на флангах россыпи.

В качестве граничного значения содержания алмазов в пробах (по кл.+0,5 мм) для выделения «богатых» высокоалмазоносных песков было условно принято 4,0 кар/т (8,6 кар/м³) – как двукратное значение среднего содержания по блокам II-ой очереди россыпи (блоки VIIIС₁+IXС₂). Примерно этому уровню соответствует появление повышенной доли пересечений с содержанием 4,0 кар/т и более. Нижнее граничное значение «рядовых» песков взято также условно на уровне 0,8 кар/т.

Средние содержания для классов -4+0,5 и -2+0,5 мм для последующих расчетов минимально представительной массы проб выведены по каждой из групп проб. Средние массы кристаллов для расчета средневзвешенной массы по широко представленным доминирующими классам -1+0,5, -2+1 взяты, как средние по разведочным пробам, отобранным в целом по объекту разведки.

Для сравнения приведены ситовые характеристики алмазов из блоков I-IVС₂ по данным эксплуатационной разведки, результаты кустового бурения (5-8 скважин в кусте), данные валового опробования спецотвалов и проб, отобранных в карьере, а также результаты промышленного обогащения на опытной фабрике №15 и фабрике №16 НГОКа АК АЛРОСА (ПАО).

Оценки средней массы крупных алмазов классов -8+4 мм и -4+2 мм приняты с учётом наиболее надёжных данных валового опробования песков в карьере и спецотвалов.

Таким образом, надежные оценки средней массы алмазов по классам крупности (*di*), принятые в расчетах в следующих значениях: класс -8+4мм – 267 мг, -4+2мм – 35,3 мг, -2+1мм – 5,5 мг и -1+0,5 мм – 0,9 мг. Весовые доли каждого из классов рассчитаны исходя из фактического соотношения классов по данным разведочного опробования объекта Рассыпной, с поправкой на соотношение классов по результатам валового опробования в карьере и спецотвалов, а также по результатам обогащения фабрики.

Класс -16+8 мм исключен из-за малого количества особо крупных камней (доля в общей массе 0,8-0,9%), достоверные оценки этого класса обеспечиваются только при отборе крупнообъемных технологических проб массой десятки и сотни тысяч тонн.

Класс -8+4, как и ранее, в расчетах минимального представительного объема рядовой пробы также не участвовал ввиду его незначительной весовой доли (9,0-14,8%), но участвовал при обосновании минимального суммарного объема опробования блока.

Аналитический расчет необходимой массы проб для оценки россыпной алмазоносности продуктивных отложений укугутской свиты и дяхтарской толщи, контрольной пробы и суммарного опробования блока основан на формуле, апробированной при разведке месторождений алмазов [В.Е. Минорин, 2000]:

$$V = d_{\text{в}} t^2 / c \varepsilon^2,$$

где d_b – средневзвешенная масса зерен алмазов, мг ($d_b = \sum d_i \times \beta_i$, где d_i и β_i – соответственно средняя масса и весовая доля алмазов i -го класса крупности);

ε – допустимая погрешность оценки средневзвешенной массы алмазов в долях единицы, для рядовых проб принимается равной 0.3–0.4, для контрольных – 0.15 – 0.20, для суммарного объема опробования в блоках категории разведанности С₁ $\varepsilon = 0.10\text{--}0.15$ и кат. С₂ $\varepsilon = 0.15\text{--}0.20$.

t – коэффициент надежности (квантиль вероятности не превысить допустимую погрешность) принимается равным 1.0 (вероятность 0,68) при расчете массы частных рядовых и 1.5-2.0 (вероятность 0,87- 0,95) при расчете суммарного объема опробования;

c – содержание алмазов, мг/т, принято по доминирующему классам крупности для расчета массы проб и всем классам – для расчета массы суммарного опробования блока.

Исходные данные для расчета массы проб и суммарного опробования блока (оценка содержания (c_i), весовой доли (β_i) алмазов для блоков категорий С₁ и С₂, расчет средневзвешенной массы зерен алмаза и минимально представительной массы пробы, суммарного объема опробования блока) приведены в таблицах 1-2.

Таблица 1. Расчет средневзвешенной массы алмазов

Залежь, блоки	Весовая доля алмазов, $\beta_i, \%$ Средняя масса зерен, d_i , мг					Средневзвешенная масса алмаза $d_b = \sum \beta_i \times d_i$, мг		
	по ситовым классам, мм					по классам крупности, мм		
	-8+4	-4+2	-2+1	-1+0,5	сумма	-2+0,5	-4+0,5	-8+0,5
Россыпь Нюрбинская, блоки VIIIС ₁ +IXС ₂ , разведка 2007-2010г.г.	11	32,5	38,3	18,2	100	2,3	13,7	43,1
	267	35,3	5,5	0,8				

Анализ параметров алмазоносности (табл. 1), позволил выполнить расчет средневзвешенной массы зерен алмазов по значимым (-4+0,5 мм) по массе и доминирующему (-2+0,5 мм) классам крупности (табл.2). Полученная масса пробы отвечает следующим требованиям: рядовая пробы поисково-оценочной и разведочной скважины должна обеспечивать удовлетворительную (с ошибкой $\varepsilon = 0,3\text{--}0,4$) оценку содержания алмазов классах крупности -2+0,5мм и -4+0,5 мм, соответственно, контрольная «кустовая» и валовая – высокую ($\varepsilon = 0,20\text{--}0,15$) точность оценки содержания алмазов всех значимых по содержанию классов крупности, т.е. кл.-4+0,5 и -8+0,5мм, соответственно.

Рассчитанная масса проб 80 кг для представляющих практический интерес «рядовых» и высокоалмазоносных песков с содержанием алмазов 1,72 кар/м³ (более 0,80 кар/т) обеспечивает с ошибкой до 35% оценку

содержания двух ($-2+1$ и $-1+0,5\text{мм}$) из трех доминирующих по крупности классов алмазов и может считаться минимально необходимой при поисково-оценочных работах, основная цель которых – детализировать геологический разрез, выявить продуктивные толщи и оценить прогнозные ресурсы категории Р₁, а при достаточной плотности сети – запасы категории С₂.

Оценки масс рядовых проб (менее 80 кг), обеспечивающие извлечение алмазов крупностью $-2+0,5\text{мм}$, являются недостаточными, так как в продуктивных песках содержится значительная доля алмазов средней крупности ($-4+2\text{мм}$). Кроме того, при снижении содержаний в слабопродуктивных отложениях (ниже 0,8 кар/т) высока вероятность пропуска алмазов. Таким образом, минимальная представительная масса рядовой разведочной пробы, обеспечивающая с ошибкой до 35% оценку содержания всех трех доминирующих классов алмазов ($-4+0,5\text{мм}$), должна составлять 310 кг.

При фактической длине проб 2,0-11,5 м (в среднем 3,9 м из 285 проб), характеризующих продуктивный пласт, такая масса может быть обеспечена при отборе материала массой 52-78 кг с одного метра керна, что достигается при бурении двух скважин увеличенного диаметра. Метр керна обеспечивает в пробу 71,2-79,5 кг, в среднем по россыпи – 75,3 кг. Фактическая масса проб составляла 250-650 кг (среднее 321 кг). Из 285 разведочных проб масса проб менее 310 кг отмечена только в 8%, что обеспечило надежные результаты по определению алмазоносности при оценке и последующей разведке основной залежи погребенной россыпи Нюорбинская.

Таблица 2. Расчет минимально представительной массы рядовой и контрольной проб, суммарного объема опробования подсчетного блока

Тип пробы	Оцениваемые классы крупности, мм	Средневзвешенная масса кристаллов алмаза (d), мг	Квантиль вероятности, t	Среднее содерж. (C) кар/т	Допустимая средняя погрешность	Миним. предст. масса пробы, блока (P), т
Представительность пробы						
1. "Убогие" пески, $C = 0,09 - 0,37 \text{ кар/т}$						
рядовая пробы (n/ou)	$-2+0,5$	2,3	1,0	0,17	0,35	0,552
** рядовая пробы (разв.) **	$-4+0,5$	13,7	1,0	0,18	0,35	3,107
контрольная пробы	$-4+0,5$	13,7	1,0	0,18	0,20	9,5
контр. валовая пробы	$-8+0,5$	43,1	1,5	0,18	0,20	67,3
2. Слабопродуктивные "бедные" пески, $C = 0,371 - 0,80 \text{ кар/т}$						
рядовая пробы (n/ou)	$-2+0,5$	2,3	1,0	0,40	0,35	0,235
рядовая пробы (разв.)	$-4+0,5$	13,7	1,0	0,54	0,35	1,04
контрольная пробы	$-4+0,5$	13,7	1,0	0,54	0,20	3,2
контр. валовая пробы	$-8+0,5$	43,1	1,5	0,54	0,20	22,4
3. "Рядовые" пески, $C = 0,81 - 4,0 \text{ кар/т}$						
рядовая пробы (n/ou)	$-2+0,5$	2,3	1,0	1,18	0,35	0,080
рядовая пробы (разв.)	$-4+0,5$	13,7	1,0	1,80	0,35	0,311
контр. пробы (куст)	$-4+0,5$	13,7	1,0	1,80	0,20	0,951
контр. валовая пробы	$-8+0,5$	43,1	1,5	1,80	0,20	6,7

4. "Богатые" высокоалмазоносные пески, $C > 4$ кар/т						
рядовая проба (п/оц.)	-2+0,5	2,3	1,0	6,12	0,35	0,015
рядовая проба (разв.)	-4+0,5	13,7	1,0	9,51	0,35	0,059
контр. проба (куст)	-4+0,5	13,7	1,0	9,51	0,20	0,180
контр. валовая проба	-8+0,5	43,1	1,5	10,02	0,20	1,2
Представительность суммарного объема опробования подсчетного блока						
Блок VIIIС₁						
подсчетный блок	-4+0,5	13,7	2,0	2,88	0,10	9,5
подсчетный блок	-8+0,5	43,1	2,0	3,13	0,10	27,5
Блок IXС₂						
подсчетный блок	-4+0,5	13,7	1,5	0,87	0,20	4,4
подсчетный блок	-8+0,5	43,1	1,5	0,99	0,20	12,2

Примечание. *) п/оц. – поисково-оценочная стадия, **) разведка кустами скважин увеличенного диаметра; ***) – для расчета параметров объединенной контрольной пробы из куста скважин (5-7) увеличенного (не менее 230 мм) диаметра.

Однако такая масса пробы не достаточна для достоверного оконтуривания продуктивного пласта на флангах россыпи, особенно для слабоалмазоносных (0,37-0,80 кар/т) и «убогих» (0,09-0,37 кар/т) «песков», для чего необходима обязательная наработка крупнообъемных проб. Решить эту проблему может применение технологии скважинной гидродобычи (СГД). Внедрение СГД позволяет увеличить объем опробования в 10–100 раз, что гарантирует наработку представительной пробы при оценке и разведке россыпи и оценить перспективы алмазоносности изучаемого участка, либо предотвратить дальнейшее его опоискование.

При распространении россыпи за пределы проектного карьера по направлению к флангам разведка ее III очереди горными работами, как и последующая отработка шахтой или карьером будет заведомо неэффективной при снижении содержаний алмазов. В этом случае неэффективной оказывается и буровая система оценки, поскольку для обеспечения представительного объема пробы необходимо будет проходка куста из десятков скважин. Вследствие этого, становится очевидной судьба значительной части россыпи находиться в резерве и числиться забалансовой. Технология СГД может быть применима для решения широкого круга вопросов, включая поисково-разведочные работы (для обеспечения представительного объема проб), отработку погребенных россыпных месторождений алмазов, что в свою очередь позволит значительно повысить эффективность алмазодобычи и качество геологоразведочных работ.

Таким образом, обоснована следующая буровая система для оценки ресурсов и подсчета запасов алмазов класса -4+0,5мм погребенных россыпей: при содержании более 0,8 карат/т минимально представительный объем рядовых проб составляет 310 кг, при содержании более 4 карат/т – 60 кг, а для оконтуривания нижних горизонтов и слабо алмазоносных флангов минимально представительный объем проб должен быть увеличен до 1550

кг, эффективная наработка которого возможна методом скважинной гидродобычи.

Обоснование третьего защищаемого положения

Центральная часть Накынского кимберлитового поля ограничена четырьмя крупными разломами, которые названы в соответствии с их положением по сторонам света: Северный, Южный, Западный и Восточный. Северный и Южный разломы входят в Вилюйско-Мархинскую тектоническую зону даек северо-восточного простирания, а Западный и Восточный относятся к Средне-Мархинской тектонической системе северо-северо-западного простирания и четко выделяются на материалах аэромагнитной съемки.

На площади, образованной пересечением этих разломов, выделяются менее крупные разломы: Ботубинский и Дьяхтарский, которые выполнены крутопадающими дайками долеритов и выходят на поверхность нижнепалеозойского цоколя. Все известные кимберлитовые тела Накынского поля локализованы в Диагональном рудовмещающем разломе. Они прорывают терригенно-карбонатные и карбонатные породы кембрия и ордовика и перекрыты толщей рыхлых и слабосцементированных мезозойских песчано-алевритисто-глинистых отложений и современными элювиально-делювиальными образованиями. Суммарная мощность перекрывающих пород варьирует от 56 до 110 м.

Поверхность карбонатного цоколя проработана процессами древнего гипергенеза и карстообразования, что привело к возникновению сложного рельефа плотика россыпи. Площадь Верхне-Дяхтарского ореола является высокоперспективной на открытие новых кимберлитовых тел. Сложность поисковых работ в пределах данного ореола заключается в высокой концентрации ИМК и алмазов. Высокая степень описанности этого ореола позволяет прогнозировать лишь мелкие тела кимберлитов, по своим параметрам сопоставимые с Майским месторождением, открытие которого является ярким примером высокой эффективности применения шлихоминералогического метода поисков глубокопогребённых месторождений алмазов.

В пределах контура единой россыпи Нюрбинская ведутся активные поисковые и оценочные работы, реализована сеть поискового бурения 200*100м, участками 100*100м. На площади оценки III-ей очереди реализована сеть оценочных кустов скважин 200*100 м, а на участке детализации 50*50м, начаты работы по оценке 4-ой и 5-ой очереди россыпи Нюрбинская. В результате этих работ будет реализована ромбическая сеть скважин с доведением плотности до 100*100м.

Результаты оценки третьей очереди россыпи сводятся к следующему:

1. По направлению к западу от трубы Нюрбинской теряется сплошность обеих залежей, вследствие чего они были объединены в единую залежь, по которой произведен оперативный подсчет запасов алмазов по

категории С₂. Прирост запасов алмазов промышленных категорий составил более 6 млн. карат.

2. При удалении от трубы Нюрбинская резко снижается алмазоносность: содержания алмазов планомерно падают от II-ой (2,43кар/т) к III-ей (0,52 кар/т) очереди.

3. Уменьшается средняя мощность продуктивного пласта: с 8,3-15,1 м (участок II-ой очереди) – до 12,5 м (участок III-ей очереди).

4. По мере удаления от коренного источника растет средняя масса алмазов: от 2,2-3,1 мг (россыпь в пределах карьера) до 3,3 мг (II-ой очереди) и 4,11мг (III-ей очереди).

5. В пределах III-ей очереди россыпи (Л-536-538) на с-с-з фланге (Л-548 С-448-450) выделяются локальные участки с высокими концентрациями алмазов, позволяющие прогнозировать новые коренные кимберлитовые тела (рис. 3, 4).

Участок 1 находится в 2,5 км ЮЗ трубы Нюрбинская, по результатам исследования типоморфных особенностей ИМК. По результатам минералогического анализа и рентгеноспектральных исследований проб из отложений укугутской свиты и дяхтарской толщи в пределах поисковых линий 530/425-440 – 542/431-442 выделен ореол ИМК, характеризующийся высокими содержаниями пиропов дунит-гарцбургитового парагенезиса (23,3-23,6%), превышающими их содержание в трубке Нюрбинская (9,9%), и высокой долей гранатов алмазного парагенезиса.

Здесь же отмечена высокая доля хромитов алмазной ассоциации (23,1% в отложениях дяхтарской толщи и 11,9% в отложениях укугутской свиты) и хромшпинелидов, содержащих менее 11 мас.% MgO, которые отсутствуют в кимберлитах Накынского поля. Сходные гранаты и хромиты из отложений укугутской свиты и дяхтарской толщи свидетельствует о подпитке ореола из одного и того же близко расположенного коренного источника. В пределах ореола отмечается высокая концентрация алмазов (до 28 кристаллов в пробах из одиночных скважин диаметра 132 мм) в отложениях укугутской свиты и дяхтарской толщи.

По результатам сейсморазведочных работ в пределах участка выделяется серия разломов, простижение которых имеет СВ и СЗ ориентировку. Они усиливают предпосылки открытия нового коренного тела. В скважинах установлены многочисленные находки ИМК и алмазов. В оценочных скважинах в керновых пробах в «верхней» и «нижней» залежи отмечаются локальные участки промышленных концентраций алмазов с содержаниями от 0,43 до 6,92 карат/м³. На этом участке наиболее высока вероятность выявления новых кимберлитовых тел. Кроме того, в лаборатории алмазов НИГП за период с 2004 по 2016 гг. были проведены исследования более 6000 алмазов из россыпи Нюрбинская (объекты «Промышленный-1,-4», «Россыпной, -Б»). Основная масса кристаллов была изучена в рамках объектов «Россыпной» и «Россыпной-Б» (4688 шт.).

Минералогические и оптические свойства алмазов из россыпи, анализ новых данных по их параметрам, сопоставление алмазов из россыпи с

кимберлитами поля показали, что алмазы из россыпи Нюрбинская ближе всего к трубке Нюрбинская. Для алмазов из различных частей россыпи выделены характерные особенности и изменения их свойств. В пределах II и III-й очереди россыпи наблюдается увеличение содержания переходных форм с желто-зеленой фотолюминесценцией, со скульптурами травления, понижение среднего содержания азота и его агрегации.

При сравнении алмазов по линиям установлено, что изменение содержания переходных форм фиксируются на юго-запад, до линии 534. На этом же участке меняется грансостав алмазов, увеличивается доля класса - 1+0,5 мм, на линии 542 отмечается возрастание содержания азота. Алмазы линии 538 по содержанию азота и его агрегации наиболее близки к кристаллам из трубки Ботуобинская. С линии 538 до линии 534 наблюдается постепенное повышение содержания азота и его агрегации.

Оптико-спектроскопические и морфологические характеристика алмазов позволили выделить 12 контрастных по свойствам алмазов скважин (542/441, 540/435, 540/439, 538/436, 538/437, 538/438, 538/439, 536/430, 536/437, 536/440, 536/441, 534/440), попадающих в зону участка №1, перспективную на выявление кимберлитовых тел.

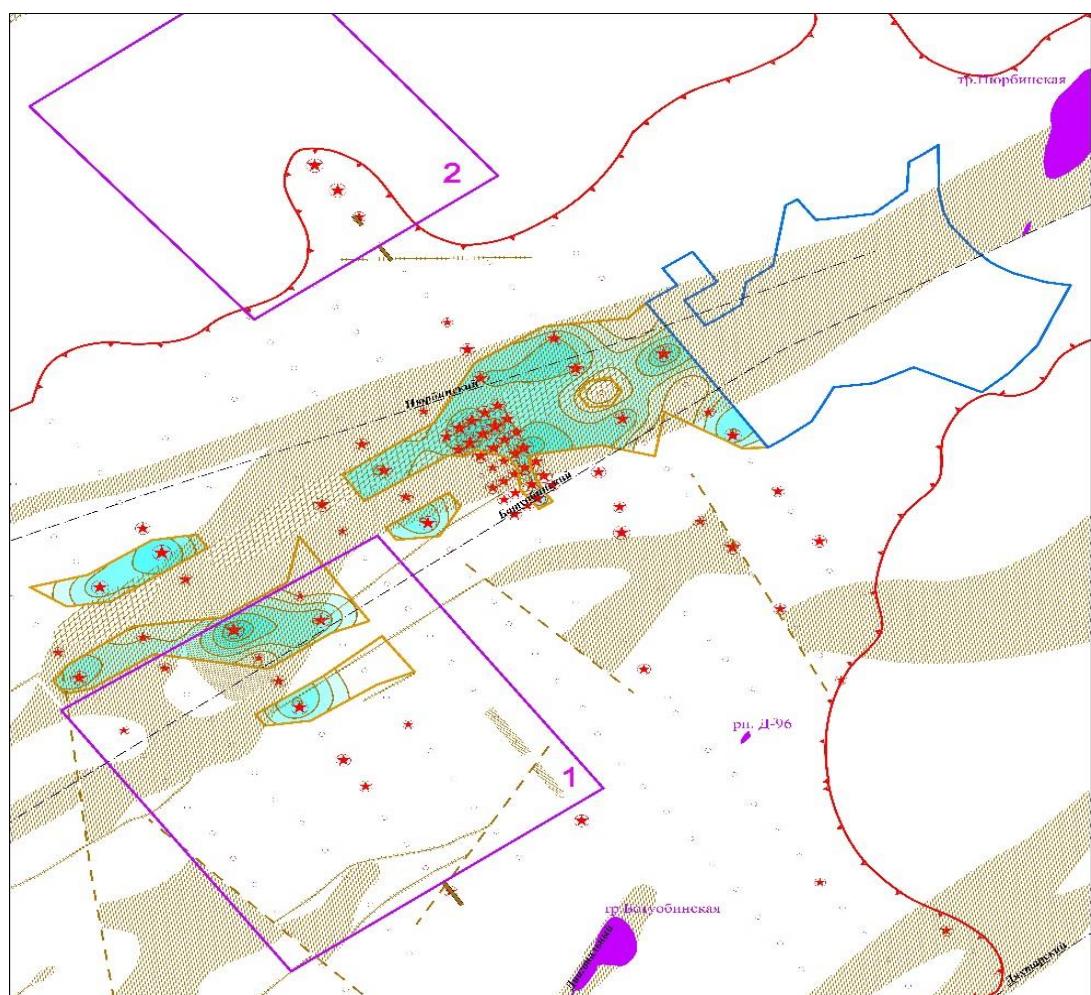


Рис 3. Распределение алмазов верхней залежи III-й очереди россыпи Нюрбинская

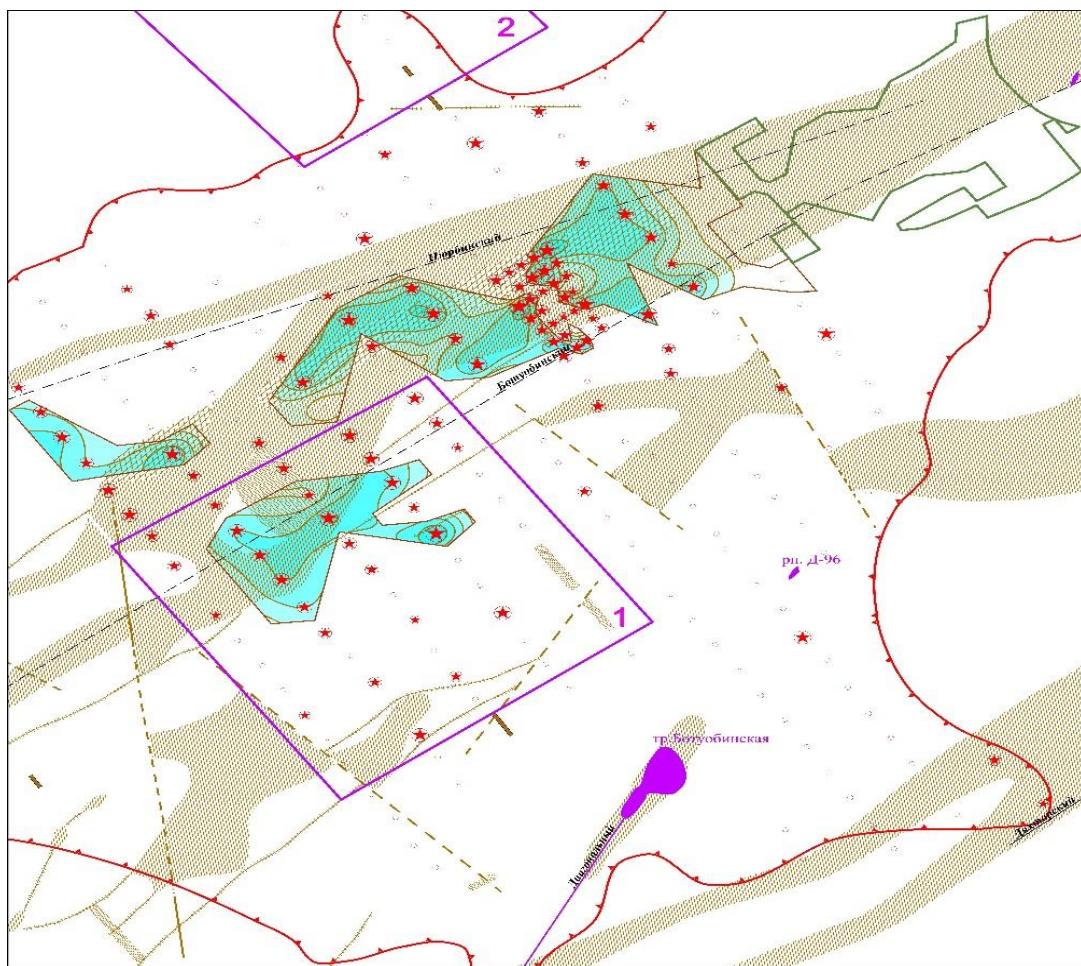


Рис. 4. Распределение алмазов нижней залежи III-й очереди россыпи Нюрбенская. Условные обозначения к рисункам 3 и 4:

Основные разрывные нарушения:

- Разломы Вилуюско-Мархинской зоны, фрагментарно залеченные дайками долеритов, не выходящие на уровень среза отложений РZ;
- Тектонические нарушения, трассируемые по площади предположительно по косвенным признакам;
- Тектонические нарушения, выраженные в волновом поле в виде отдельных разрывов отражающих горизонтов и структурных перегибов;
- Области нарушений волнового поля, корреляция которых по площади затруднена;
- Выраженные в волновом поле в виде зон потери корреляции (со смещениями и без), уверенно трассируемые по площади;
- Выраженные в волновом поле в виде зон потери корреляции (со смещениями и без), уверенно трассируемые по площади, фрагментарно залеченные дайками долеритов;
- Выраженные в волновом поле в виде зон потери корреляции (со смещениями и без), уверенно трассируемые по площади, приуроченные к зонам влияния основных разломов.

Алмазоносность:

Суммарный вес алмазов в скважине (одиночной) по результатам оценочных работ по объекту Россыпной-Б:

- < 1 мг;
- 1-5 мг;
- 5-10 мг;
- 10-50 мг;
- 50-100 мг;
- >100 мг.

Распределение суммарных весовых значений находок алмазов по объекту Россыпной-Б

- | |
|------------|
| < 1 мг; |
| 1-5 мг; |
| 5-10 мг; |
| 10-50 мг; |
| 50-100 мг; |
| > 100 мг. |

Прочие обозначения:

-  Погребенные среднепалеозойские кимберлитовые тела Накынского поля
-  - Скважины без алмазов
-  -Контур блока VIII C₁ погребенной россыпи "Нюрбинская"(верхняя залежь,J1uk)
-  -Контур блока IX C₂ погребенной россыпи "Нюрбинская"(нижняя залежь, J1dh)
-  -Контуры блоков подсчета запасов III очереди погребенной россыпи "Нюрбинская"
-  - Контуры участков, перспективных на выявление кимберлитов типа Майского месторождения

Участок 2 находится на север-северо-западном фланге россыпи, в 1,8 км западнее трубки Нюрбинская, где в скв. 451 и 450 в пробах из базальных горизонтов обнаружены многочисленные ИМК (хромшпинель-пироповой ассоциации) высоких классов сохранности, в керновой пробе из скв. 548/449 - 4 алмаза, в скв. 548/450, 548/449 и 548/448 – 17, 2 и 3 алмаза, соответственно. В структурном отношении этот участок расположен в зоне влияния Нюрбинского и Северного разломов.

Для прямого подсечения кимберлитового тела здесь необходимо сгустить сеть поисковых скважин до 100*100м.

Таким образом, благоприятные поисковые признаки: разновозрастные продуктивные залежи с аномальными концентрациями алмазов на локальных участках россыпи Нюрбинская, рудоконтролирующие нарушения и оклорудная гидротермальная минерализация свидетельствуют о наличии в западной части Средне-Мархинского алмазоносного района новых кимберлитовых тел типа Майского месторождения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлено, что решающий вклад в образование россыпи Нюрбинская внесло коренное месторождение алмазов – одноименная кимберлитовая трубка при участии кимберлитов Ботубинской трубки и Майского тела.

Высокие концентрации алмазов и отсутствие их сортировки во II-й очереди россыпи Нюрбинской позволили оценить ресурсы и подсчитать их запасы на основе данных кернового опробования, что значительно ускоряет разведку месторождения и кардинально снижает затраты на ее проведение. Полученный опыт рекомендовано распространить на геологоразведочные работы при оценке и разведке аналогичных объектов.

Обоснована минимальная представительная масса рядовой разведочной пробы, обеспечивающая (с ошибкой до 35%) оценку содержания всех трех доминирующих классов алмазов крупностью –4+0,5 мм, составляющая 310 кг. Доказано, что при содержаниях алмазов в россыпи выше 4 кар/т масса пробы может быть снижена до 60 кг.

Показано, что такая масса не достаточна для достоверного оконтуривания продуктивного пласта слабоалмазоносных (менее 0,8 кар/т) и «убогих» (менее 0,4 кар/т) песков на флангах россыпи, что требует наработки

крупнообъемных проб. Наиболее эффективно решить эту проблему можно методом скважинной гидродобычи (СГД).

Выявлены благоприятные поисковые признаки (сложный рельеф плотика россыпи Нюрбинская, аномальные концентрации алмазов на локальных участках, две разновозрастные продуктивные залежи, распространение рудоконтролирующих нарушений и околоврудной гидротермальной минерализации), позволяющие прогнозировать в западной части Средне-Мархинского алмазоносного района новые кимберлитовые тела типа Майского месторождения.

Основные публикации по теме диссертации:

Статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ:

1. Игнатов П.А., Новиков К.В., Шмонов А.М., Разумов А.Н., **Килижеков О.К.** Возможности локального прогноза кимберлитов и их кустов по косвенным признакам при поисках на закрытых территориях на примере Накынского поля Якутии. // Руды и металлы. – 2013. – №5. – с 34-41.
2. Игнатов П.А., Новиков К.В., Шмонов А.М., Разумов А.Н., **Килижеков О.К.** Сравнительный анализ рудовмещающих структур Майского, Мархинского и Озерного кимберлитовых тел Накынского поля Якутии // ГРМ. – 2015 – т. 57, № 2 – с. 125–131.
3. Игнатов П.А., Зарипов Н.Р., **Килижеков О.К.**, Лисковая Л.В. Осветление кембрийских красноцветных пород Накынского поля Якутской алмазоносной провинции. Известия вузов. Геология и разведка. 2016. № 5. С. 26-34.
4. **Килижеков О.К.**, Толстов А.В. Новые возможности буровой системы разведки и отработки погребенных россыпей алмазов // Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук. – ИГД им. Н.А. Чинакала СО РАН, Новосибирск, 2016, №3, С. 297-304.
5. Зарипов Н.Р., Игнатов П.А, Васюта Ю.В., Ковальчук О.Е., Лисковая Л.В., **Килижеков О.К.** Природа осветления красноцветных пород, вмещающих кимберлиты Накынского алмазоносного поля Якутии. // Руды и металлы. - 2017. - № 1. С. 67-74.
6. **Килижеков О.К.**, Толстов А.В. Закономерности образования и размещения промышленных россыпей алмазов в Накынском кимберлитовом поле (Якутская алмазоносная провинция). «Наука и образование», Якутск, - АН РС(Я), ЯНЦ СО РАН - 2017 - №1 (85), С. 12-20.

Материалы, доклады и тезисы конференций и совещаний:

1. Толстов А.В., **Килижеков О.К.**, Неустроев Р.Г., Гречишников Д.Н., Копылов Г.Н., Разумов А.Н., Яхин Ш.М. Особенности геологического строения, условий залегания и системы разведки погребенной россыпи Нюрбинская. М-лы XIV Межд. Совещ. по геол. россыпей и к.в. (РКВ-2010), Новосибирск: Изд-во ООО «Апельсин», 2010. С. 660–665.
2. **Килижеков О.К.**, Разумов А.Н., Гречишников Д.Н. Особенности геологического строения и дальнейшие перспективы оценки погребенной

россыпи алмазов Нюрбинская. М-лы 1-й науч.-практ. Конф. «Геология, геофизика и мин. сырье Сибири», Новосибирск: ФГУП «СНИИГГиМС», 2014. С. 53-54.

3. **Килижеков О.К.**, Корнилова В.П., Масленникова Э.А., Иванов А.С. Методы исследования и прогнозирование кимберлитов в Накынском поле, на примере кимберлитов уч-ка Озерный. М-лы IV Регион. НПК «Геологическое обеспечение минерально-сырьевой базы алмазов: проблемы, пути решения, инновационные разработки и технологии», г. Мирный, 2014. С. 50-53.

4. **Килижеков О.К.**, Толстов А.В., Степанов Е.А., Сыромолотова Н.А. Древние погребенные россыпи Накынского кимберлитового поля, особенности геологического строения и методики разведки. М-лы V полевого науч.-практ. семинара «Геологическое обеспечение минерально-сырьевой базы алмазов АК «АЛРОСА»: проблемы, пути решения, инновационные разработки и технологии», Айхал, 2015. С 92-94.

5. Ильин А.А., **Килижеков О.К.**, Макаров К.Е., Сыромолотова Н.А., Степанов Е.А. Опыт применения блочного моделирования при разведке коренного месторождения алмазов «Майское». Там же, С. 89-91.

6. **Килижеков О.К.**, Толстов А.В., Минин В.А., Сыромолотова Н.А., Гречишников Д.Н. Особенности геологического строения и методики разведки россыпи алмазов, связанной с Майским кимберлитовым телом. М-лы XV Межд. Совещ. по геол. россыпей и м-й кор выветривания: Россыпи и м-я к.в: изучение, освоение, экология: (г. Пермь, ПГНИУ, 24–28 августа 2015г) / ПГНИУ. – Пермь, 2015. С. 95-96.

7. **Килижеков О.К.**, Толстов А.В. Новые возможности буровой системы оценки и разведки погребенных россыпей алмазов. М-лы VI Всерос. Науч.-практ. конф. «Геология и мин.-сыр. ресурсы СВ России». – Якутск: Изд. дом СВФУ, 2016. С. 662-665.

8. **Килижеков О.К.**, Толстов А.В. Новые возможности прироста запасов алмазов в Средне-Мархинском районе Якутии // Месторождения алмазов: процессы формирования, закономерности локализации, методы прогнозирования и поисков. Труды Рабочего совещания ФГБУН ИГМ им. В.С. Соболева СО РАН, 6 - 7 октября 2016 г. // Отв. Ред. ак. Н.П. Похilenко – Новосибирск, ИГМ СО РАН, 2016. с. 54-60.