

УДК 551.311.231:553.08(571.56)

Николай Зинчук

*Западно-Якутский научный центр Академии наук РС(Я),
ул. Ленина, 4/1, Мирный, РФ, 678170,
nanzinchuk@rambler.ru*

ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ДРЕВНИХ АЛМАЗОНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Изучено структурно-формационные особенности формирования кор выветривания D_3 – C на терригенно-карбонатных породах и кимберлитах и отложений, обогащённых продуктами их переотложения. На этом основании реконструированы специфические особенности образования продуктивных горизонтов PZ_3 основных алмазоносных районов Сибирской платформы, а в их пределах выделены площади, благоприятные для формирования и сохранения ореолов рассеяния кимберлитового (в том числе алмазоносного) материала. С помощью анализа фаций верхнепалеозойских отложений и особенностей их размещения выяснено, что с момента их корообразования и до завершения верхнепалеозойского осадконакопления денудация пород региона была незначительной и происходила в основном только по водотокам. Здесь повсеместно фиксируют коры выветривания на терригенно-карбонатных породах PZ_1 , сохранившиеся от размывания под отложениями PZ_3 . Их материал есть в базальных горизонтах пролювиально-делювиальных образований, которые обычно вытянуты в виде узких струй и являются фрагментами самого первого размыва кор выветривания в послекарбонное время. Практически все кимберлитовые минералы в отложениях PZ_3 являются переотложенными из более древних пород. Целесообразно применять дифференцированный подход к изучению условий образования различных фаций алмазоносных отложений континентального и прибрежно-морского генезиса. Важно их комплексное исследование с применением структурно-тектонического, литолого-фациального и формационно-циклического анализов. Это даст возможность локализовать конкретные площади, благоприятные для формирования древних россыпей алмазов, и обнаружить кимберлитовые трубки.

Ключевые слова: кимберлитовая трубка, минерал, алмазоносная россыпь, кора выветривания, осадочные породы, верхний палеозой, Сибирская платформа.

На древних платформах Мира – Сибирской, Восточно-Европейской, Африканской, Китайской, Североамериканской и др. – открыты коренные и россыпные месторождения алмазов, на которых действуют алмазодобывающие предприятия. На Сибирской платформе (СП) алмазы традиционно добывали в основном из коренных месторождений. Трубки Мир, Интернациональная, Айхал, Удачная и др. сейчас разрабатывают подземным способом, а на трубках имени XXIII съезда КПСС, Сытыканская, Дачная и др. добычу и вовсе приостановили в связи с нерентабельностью. Для восполнения убывающих запасов алмазов необходимо как открытие новых алмазоносных кимберлитовых диатрем, так и вовлечение в отработку россыпных месторождений (древние и

современные россыпи), количество которых во многом зависит от степени эродированности продуктивных трубок региона. Наиболее интересным в этом плане является Малоботубобинский алмазонасный район (МБАР) с основными продуктивными трубками Мир и Интернациональная. Их верхние горизонты смыты на значительную глубину (300–400 м), а продукты перемывания выветрелого материала переотлагались в различных осадочных толщах на небольшом расстоянии от диатрем.

Рассматриваемая территория охватывает МБАР и сопредельные площади, которые структурно расположены в пределах крупной древней (дофанерозойского заложения) структуры – Непско-Ботубобинской антеклизы и её северо-восточного окончания – Ботубобинского сводового поднятия. На это поднятие с северо-западной стороны наложено юго-восточное крыло Тунгусской верхнепалеозойской синеклизы (ТВС), а с юго-восточной – Ангаро-Вилуйский мезозойский прогиб [1–11, 14, 15, 18, 21–25]. Сводовая часть Мирнинского поднятия была границей раздела верхнепалеозойского и мезозойского осадконакопления в виде так называемой структурной террасы – полосы шириной 25–30 км, которая протягивается в северо-восточном направлении через весь регион (рис. 1, 2). Верхние горизонты верхнепалеозойских и мезозойских отложений частично перекрывали и эту структурную террасу, а их полные разрезы зафиксированы за её пределами в долинах древних палеоводотоков, бравших начало в сводовой части Ботубобинского поднятия.

В МБАР открыто семь кимберлитовых трубок (Мир, Спутник, Дачная, имени XXIII съезда КПСС, Интернациональная, Амакинская (два тела – Южное и Северное), Таёжная) и кимберлитовые дайки – две самостоятельные (Ан-21, Южная) и ряд сопряжённых с трубками (например, у трубки Интернациональная таких даек десять).

В районе обнаружены пока единственные на СП россыпи алмазов промышленного значения, приуроченные к терригенным отложениям верхнего палеозоя (россыпи Восточная и Западная) и мезозоя (Водораздельные галечники, Дачная-1, Глубокая, Новинка, Геофизическая, Солур), и россыпные проявления алмазов такого же возраста [6, 12, 13, 22–25]. Кимберлитовые трубки Мир, Спутник, Амакинская выходят на современную дневную поверхность, а остальные кимберлитовые тела (частично – диатрема Таёжная) перекрыты мезозойскими породами. Кимберлитовых трубок под осадочными толщами PZ_3 здесь до сих пор не обнаружено, хотя перспективы положительные. В региональном плане все открытые в районе месторождения алмазов находятся в сводовой части БП, то есть в пределах структурной террасы или в верхних частях её склона [16, 17, 19–21].

Сегодня в МБАР проводят работы по оцениванию остаточных перспектив алмазности с целью восполнения сырьевой базы для действующих здесь более 60 лет алмазодобывающих предприятий. Поисковые работы проводят на отдельных перспективных участках, где широко развиты продуктивные на алмаз терригенные отложения PZ_3 и MZ , которые перекрывают кимберлитовые тела PZ_2 (открытые площади, на которых кимберлитовмещающие терригенно-карбонатные породы PZ_1 выходят на дневную поверхность, уже детально изучены).

В результате проведенных в разное время алмазопроисковых работ в пределах развития пород PZ_3 выявлены ореолы рассеяния индикаторных минералов кимберлитов (ИМК), которые зачастую территориально оторваны от известных кимберлитовых тел и имеют некоторые специфические особенности [2, 3, 21, 24], то есть они неоднократно перемывались и переотлагались. Всё это затрудняет поиски по ним их коренных источников.

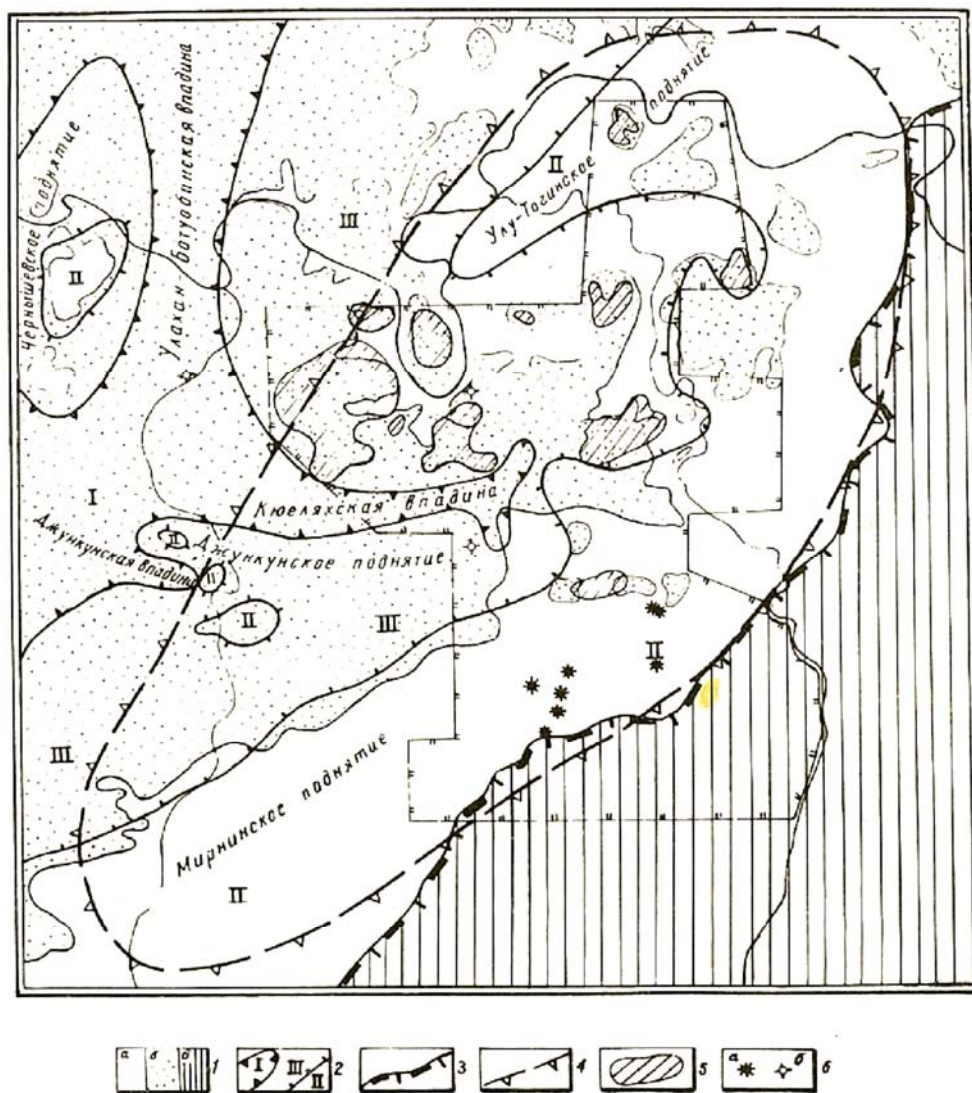


Рис. 1. Схематическая карта поверхностей позднедевонско-раннекаменноугольного выравнивания и кор выветривания (КВ) Малоботубинского алмазоносного района [7]:

1 – поверхности выравнивания и развитие на них КВ D_3-C_1 : а – частично уничтоженные и перекрытые верхнепалеозойскими отложениями; б – отпрепарированные и значительно уничтоженные более поздними денудационными процессами; в – полностью уничтоженные в период дорэтского среза территории в пределах центральной части Ангаро-Вилуйского прогиба; 2 – площади, территориально совпадающие с конседиментационными палеовпадинами, а также с верхними и нижними частями конседиментационных палеоподнятий, в пределах которых условия для развития и сохранения КВ и продуктов их ближнего переотложения были неблагоприятны (I), благоприятны (II), весьма благоприятны (III); 3 – северо-западная граница центральной части Ангаро-Вилуйского прогиба; 4 – граница Нижне-Ботубинского неотектонического поднятия; 5 – поля развития КВ на терригенно-карбонатных породах PZ_1 ; б – трубки взрыва: а – кимберлитов, б – траптовых пород.



Рис. 2. Схематическая карта поверхностей позднедевонско-раннекаменноугольного выравнивания и кор выветривания Далдыно-Алакитского алмазоносного района [7]:

1 – поверхности выравнивания и развитые на них коры выветривания D_3-C_1 : а – частично уничтоженные и перекрытые верхнепалеозойскими отложениями; б – практически полностью уничтоженные более поздними денудационными процессами; 2 – площади, территориально совпадающие с конседиментационными палеовпадинами, а также с верхними и нижними частями конседиментационных палеоподнятий, в пределах которых условия для развития и сохранения КВ и продуктов их ближнего переотложения были неблагоприятны (I), благоприятны (II), весьма благоприятны (III); 3 – поля развития кор выветривания на терригенно-карбонатных породах PZ_1 .

Осложняющим фактором при поисках кимберлитовых трубок на закрытых площадях района является и отсутствие ореолов рассеяния ИМК вблизи и непосредственно над ними, а также слабая намагниченность кимберлитов некоторых тел (трубки имени XXIII съезда КПСС, Интернациональная и, особенно, Ботубинская и Нюрбинская в Накынском кимберлитовом поле).

Для восстановления путей миграции минералов-спутников и определения предполагаемых областей их сноса необходимо исследование структурно-формационных и генетических особенностей формирования продуктивных на алмазы отложений PZ_3 . Важным является достоверное расчленение осадочных толщ, реконструкция условий их формирования и процессов корообразования, предшествовавших накоплению данных отложений, и их сохранности в последующие этапы геологической истории. Тут определяющими являются структурно-тектонические особенности региона до, во время и после формирования продуктивных толщ PZ_3 . Эти отложения представлены тремя свитами: лапчанской, ботубинской и боруллольской.

Лапчанская свита ($C_{2-3}l$) сложена тёмно-серыми глинами и алевролитами с прослоями песков; общая мощность – 20–25 м. В нижней части разреза иногда появляются прослои и линзы гравелитов, галечников и брекчий мощностью до 1 м. В составе местного обломочного материала есть щебень (до 10 см) терригенно-карбонатных пород, галька (до 3 см) кремней и окремнелых известняков, а чуждого – редкая мелкая хорошо окатанная галька кварца и кварцитов [7, 22, 23].

Ботуобинская свита (P_1bt) сложена зеленовато-серыми полимиктовыми песками (песчаниками) и углистыми алевролитами с подчинённым развитием галечников и аргиллитов; общая мощность – до 70–95 м. Пески и алевролиты образуют два мезоритма, которые отвечают двум подсвитам. Породы свиты залегают с размывом на отложениях лапчанской свиты или на эродированной поверхности пород PZ_1 . Нижняя подсвита (50–55 м) сложена зеленовато-серыми мелко- и среднезернистыми (редко крупнозернистыми до гравелитов) песками кварцевого и граувакково-кварцевого состава [6, 7, 9, 25]. Верхняя часть разреза (10–12 м) представлена тёмно-серыми до чёрных плотными глинами и алевролитами с прослоями мелкозернистых песков и углисто-глинистых пород. Горизонты (до 1 м) с крупнообломочным материалом тяготеют к низам разреза и обогащены мелкой галькой кварц-кремнистого состава (реже кварцитов и эффузивных пород) и обломками подстилающих терригенно-карбонатных пород PZ_1 .

Боруллойская свита (P_2br) представлена песками (песчаниками) – зеленовато-серыми и белёсыми, разномерными, кварц-полевошпатовыми, с линзовидными прослоями алевролитов, местами углистыми. В основании залегают базальные галечники (конгломераты). В составе свиты общей мощностью в полных разрезах до 100–170 м также выделяют две подсвиты. Свита с размывом залегают на различных горизонтах ботуобинской свиты и пород PZ_1 . Нижняя часть нижней подсвиты (8–14 м) сложена зеленовато-желтовато-серыми средне- и крупнозернистыми песками с базальными гравелитами и галечниками мощностью до 2 м. Грубообломочный материал представлен галькой кварцитов, кварца, кремней, эффузивов (часто выветрелых) и слабо окатанными обломками терригенно-карбонатных пород. Выше залегают глины и алевролиты с маломощными прослоями углей; их с размывом перекрывает пачка (30–40 м) желтовато-серых средне- и мелкозернистых песков. Верхняя часть нижней подсвиты сложена тёмно-серыми алевролитами, плотными глинами и углистыми образованиями. Верхняя подсвита (до 25 м) представлена светлыми мелко- и среднезернистыми песками.

В Далдыно-Алакитском алмазодобывающем районе (ДААР) разрез вулканогенно-терригенных отложений C_2-T_1 несколько отличается от описанного: они с размывом, угловым и резким стратиграфическим несогласием залегают на различных горизонтах PZ_1 и КВ терригенно-карбонатных пород (см. рис. 2); кроме того, они перекрывают многие кимберлитовые трубки [1, 11, 20–24]. При относительно небольшой мощности (за исключением отдельных участков) эта толща имеет сложное строение, фациально не выдержана и изменчива по площади. Большинство исследователей [4, 20, 21, 24] разделяет этот комплекс пород на три толщи: нижнюю C_2-P_1 , среднюю P_2 и верхнюю (туфогенную) P_2-T_1 .

Расчленение отложений верхнего палеозоя рассматриваемого региона – очень важная задача. Структурно они развиты на участке юго-восточного замыкания ТВС, что определило особенности их строения: сокращённую мощность стратиграфических подразделений, насыщенность внутриформационными размывами (часто скрытыми), существенную долю континентальных фаций осадков, невыдержанность литологических тел по площади, и это всё при довольно однообразном наборе пород. Преобладание субкон-

тинентальных условий верхнепалеозойского осадконакопления сказалось [18, 20] на общей обеднённости пород морской фауной, находки которой довольно редки, в связи с чем основное биостратиграфическое значение приобрели флористические и палинологические комплексы. Поэтому применяющиеся до сих пор биостратиграфические схемы верхнепалеозойских отложений региона являются противоречивыми и во многом ошибочными.

Исходной позицией развернувшихся стратиграфических работ следует считать постановление Межведомственного стратиграфического комитета (1960), утвердившее расчленение верхнепалеозойских отложений на катскую (C_{2-3}), пеляткинскую (P_2) и дегалинскую (P_2) свиты. Независимо от возраста свит данная схема отражала объективный факт существования трёх литостратонов, то есть трёх субпараллельных пластообразных геологических тел, обладающих индивидуальными литолого-фациальными признаками, которые позволяют их идентифицировать и картировать в ранге местных стратиграфических подразделений.

Незыблемость этой реальности неоднократно подтверждена практикой геологосъёмочных и алмазописковых работ, поскольку проведение границ между упомянутыми литостратонами никогда не вызывало принципиальных споров. Однако при проведении детальных поисковых работ возникло естественное стремление к более подробному расчленению верхнепалеозойской толщи. Так, с 1964 г. уже выделяли катскую (C_{2-3}), клинтайгинскую (P_1), бургу克林скую (P_1^2), пеляткинскую (P_2) и дегалинскую (P_2) свиты. С 1979 г. вместо катской свиты в её объеме стали выделять лапчанскую (C_{2+3}) и ботуобинскую (P_1) свиты. С 1989 г. по настоящее время используют стратиграфическую схему, в которую ввели новую – ахтарандинскую (P_1) свиту. Кроме того, в схеме оставлены лапчанская (C_1^2), и ботуобинская (C_{2-3}) свиты, возраст которых был понижен в соответствии с биостратиграфическими представлениями. По существу, все эти три свиты, вместе взятые, соответствуют прежней катской свите как естественному геологическому телу. В то же время на практике ахтарандинскую свиту местами частично или полностью выделяют из состава боруллойской (пеляткинской) или ботуобинской свит. В схеме изменён и стратиграфический объём лапчанской свиты, поскольку её часть вошла в состав новой ботуобинской свиты. Возрастной и литологический диапазон новообразованной лапчанской свиты был значительно сужен, и она приобрела свой первоначальный статус пачки (чёрная пачка, или сылагинские слои).

Все эти преобразования привели к “перекраиванию” границ свит, что в совокупности с расплывчивостью биостратиграфических признаков породило определённую путаницу в корреляции. Поэтому практическое применение указанной стратиграфической схемы сопряжено с большими трудностями.

На основании анализа внутреннего строения и вещественного состава верхнепалеозойской толщи выполнено оценку правомерности выделения таких мелких литостратиграфических подразделений (свит) и возможности корреляции их в региональном плане. Для этого комплексно изучены поверхности позднедевонского-раннекарбонного выравнивая (см. рис. 1, 2), развитые в регионе до верхнепалеозойских КВ, и проведены пофракционные комплексные исследования вещества различных типов пород (рис. 3–5), что позволило выполнить литолого-палеографические реконструкции перспективных территорий. Комплексный биостратиграфический анализ дал возможность выявить ряд противоречий в принятой датировке стратонов и внести предложения по её коррекции [3].

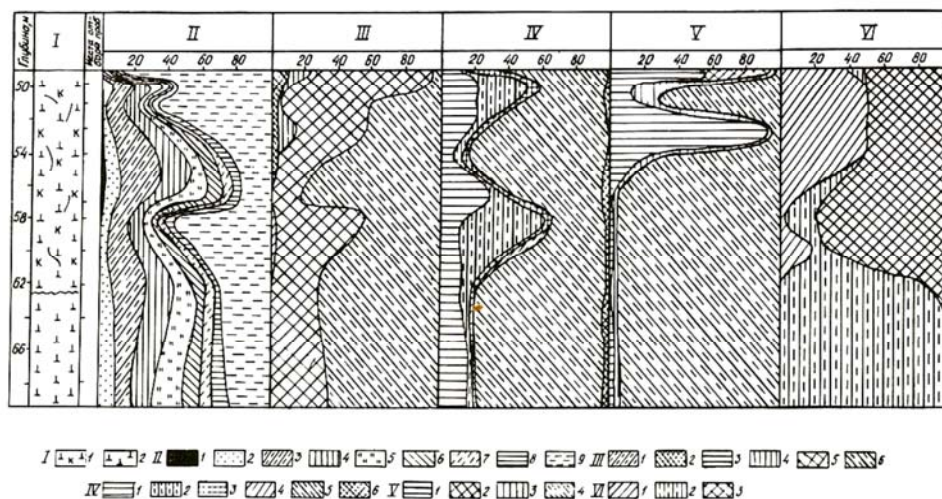


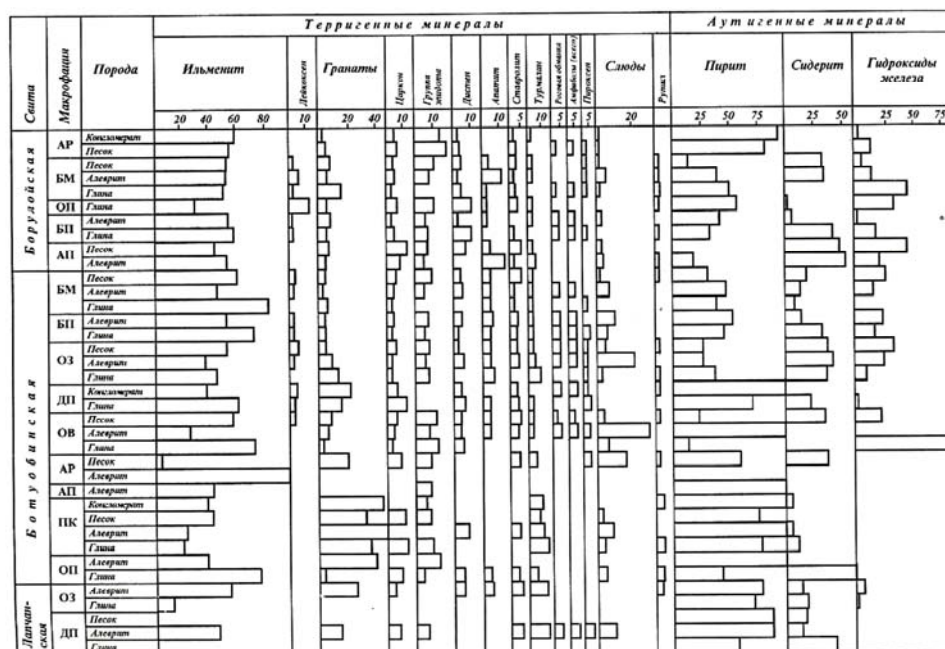
Рис. 3. Литологический разрез коры выветривания кимберлитов трубки Юбилейная, вскрытых разведочной скважиной 234:

I – литологическая колонка: 1 – выветрелые кимберлиты; 2 – плотные кимберлиты; II – гранулометрический состав, мм: 1 – > 5,0; 2 – 5,0–2,0; 3 – 2,0–1,0; 4 – 1,0–0,5; 5 – 0,50–0,25; 6 – 0,25–0,10; 7 – 0,10–0,05; 8 – 0,05–0,01; 9 – < 0,01; III – состав лёгкой фракции размером 0,10–0,05 мм: 1 – кварц; 2 – полевые шпаты; 3 – слюды; 4 – кремнисто-глинисто-железистые агрегаты; 5 – карбонаты; 6 – глинисто-карбонатные образования; IV – первичные минералы тяжёлой фракции размером 0,10–0,05 мм: 1 – магнетит, ильменит; 2 – минералы титана; 3 – очень неустойчивые минералы (биотит, флогопит, хлоритид, пироксены, амфиболы); 4 – умеренно устойчивые минералы (апатит, группа эпидота); 5 – гранаты; 6 – другие весьма устойчивые минералы (турмалин, циркон, рутил, хромшпинелиды, титанит, кианит); V – аутигенные минералы тяжёлой фракции размером 0,10–0,05 мм: 1 – пирит, 2 – сидерит, 3 – кальцит, 4 – гидроксиды железа; VI – минеральный состав фракции < 0,001 мм: 1 – слюда, гидрослюда; 2 – монтмориллонит и смешаннослоистые образования; 3 – хлорит, вермикулит.

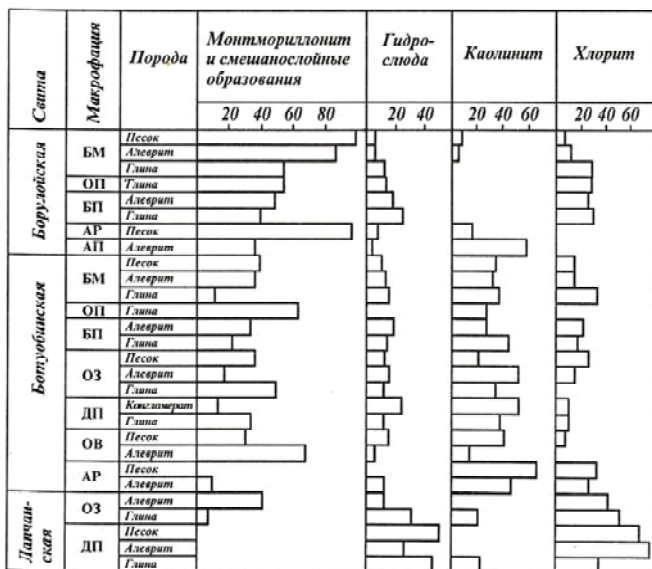
Проведенные исследования свидетельствуют, что в верхнепалеозойской толще региона можно достоверно выделить и проследить два крупных геологических тела, формирование которых связано с двумя тектоно-седиментационными макроциклитами.

Нижнее тело (нижний макроциклит) объединяет лапчанскую, ботуобинскую и синхронную им ахтарандинскую свиту в единую ботуобинскую свиту. Верхнее тело (верхний макроциклит) соответствует боруллойской свите; в полных (сохранившихся) разрезах в его состав входит дегалинская свита P_2 . Эти тела имеют выраженные идентификационные литологические особенности и различаются по комплексу фаунистических, флористических и палинологических остатков.

Лапчанская, ботуобинская и ахтарандинская свиты, выделяемые сегодня рядом исследователей, не имеют литологических и палеонтологических идентификационных характеристик, поэтому их нередко трактуют как подсвиты единой ботуобинской свиты, которые соответствуют мезоциклитам (циклитам второго порядка). Количество подсвит (мезоциклитов) непостоянно и изменяется в региональном масштабе в зависимости от фациальных особенностей и мощности накопленных осадков в каждой структурно-седиментационной зоне. В то же время на локальных участках дробное местное расчленение разреза в соответствии с циклической структурой оправдано и применимо на практике при анализе погребённых шлиховых ореолов [2, 3].



а



б

Рис. 5. Среднее содержание основных минералов тяжёлой фракции размером 0,10–0,05 мм (а) и глинистых минералов во фракции < 0,001 мм (б) из пород PZ₃ МБАР, %.

Макрофации отложений: АР – русловых; АП – пойменных; ДП – делювиальных; ПК – пролювиальных; ОВ – озёрных отложений речных (преимущественно аллювиально-дельтовых и прибрежно-морских) равнин; ОЗ – зарастающих, слабо заболачивающихся озёр и заливающихся торфяных болот речных аллювиально-дельтовых и прибрежно-морских равнин; РП – заливающихся речных аллювиально-дельтовых и прибрежно-морских равнин; БП – заливно-лагунного прибрежного мелководья морского бассейна; БМ – открытого подвижного мелководья морского бассейна.

В начале ранней перми положительные тектонические движения привели к развитию ландшафтных зон низменной денудационно-аккумулятивной и аккумулятивной равнин, а также ландшафтной обстановки подножий склонов и конусов выноса. Существовали условия для аккумуляции преимущественно песчано-галечного руслового, алевроито-песчаного пойменного аллювия и глинисто-алевритовых фаций зарастающих стариц и вторичных водоёмов поймы, реже песчано-алеврито-глинисто-щебнистых осадков склонов. В середине P_1 произошла ингрессия бассейна с запада – центральной части ТВС, что привело к захоронению продуктивных континентальных образований песчаной толщей бассейновых отложений. В конце описываемого периода бассейновое осадконакопление сменилось озёрно-болотным, формировались глинисто-алевритовые и глинисто-углистые фации. Отметим, что в начале ранней перми были в основном переотложены сохранившиеся от размывания и имевшие площадное развитие более древние (С) продуктивные отложения и сформированы россыпи алмазов (Восточная, Западная и др.). Причём алмазоносный материал, поступавший в аллювий вследствие размывания кимберлитовых тел, КВ и продуктов их переотложения, разубоживался благодаря привнесению чуждого району кластического материала. В то же время в условиях эрозионного рельефа водотоки имели неодинаковую транспортирующую энергию, в результате чего в руслах (особенно в верховьях) обособлялись участки, на которых накапливался преимущественного местного обломочный материал (эти участки перспективны для поисков алмазных россыпей).

Такая специфика формирования продуктивных отложений стала главной причиной образования повышенных концентраций алмазоносного материала лишь на отдельных участках. На остальной территории фиксируют только фоновую заражённость алмазами и их минералами-спутниками из отложений ботубинской свиты. В конце P_1 источники алмазов региона были уже погребены, возможность образования россыпей была ограничена. В начале P_2 развивались ландшафты низменной аллювиальной равнины. Водотоки имели спокойное течение, за исключением времени формирования базального галечного горизонта. Продолжавшееся опускание местности компенсировалось осадконакоплением уже в условиях континентально-прибрежной равнины и бассейна, в результате чего возникла мощная (> 100 м) толща в основном мелкозернистых песков. Конец рассматриваемого времени характеризуется накоплением фаций, в которых преобладал тонкозернистый материал – тонкозернистые пески, пестроцветные алевроиты и глины.

Отметим, что в начале P_2 положительные тектонические движения привели к оживлению эрозионной деятельности и частичному размыванию нижнепермских отложений. Эрозионная деятельность водотоков была значительной особенно на поднятиях (Мирнинское, Улу-Тогинское, Чернышевское и др.), где под верхнепермскими отложениями пород ботубинской свиты местами нет или они имеют меньшую мощность; кроме того, здесь преобладают грубозернистые фации боруллойской свиты. Всё это обусловило вскрытие коренных и россыпных месторождений алмазов и вынесение кимберлитового материала в базальные горизонты боруллойской свиты. Условия образования боруллойских россыпей алмазов, по сравнению с ранней пермью, ухудшились. Россыпи могли формироваться в базальном галечном горизонте, обогащённом местным обломочным материалом при благоприятных структурно-тектонических условиях, которые способствовали длительному размыванию кимберлитовых пород, алмазоносных образований, КВ и ботубинской свиты.

Это подтверждается и особенностями сопоставления типоморфных особенностей минералов соответствующих образований. В пределах МБАР в верхнепалеозойских отложениях образовались два обширных шлейфа разноса ИМК и самих алмазов – Кюеляхский и Бахчинский. Они имеют, соответственно, северо-западное и северо-восточное направление и отходят от кимберлитовых трубок Мирнинского кимберлитового поля (МКП) с довольно многочисленными ореолами смешанного (континентального и бассейнового) типа со слабо отсортированной алмаз-пироп-пикроильменитовой ассоциацией [2, 3]. Кюеляхское минералогическое поле (шлейф) локализовано в Кюеляхской палеодолине. В нём чётко различают две группы ореолов: Чернышевско-Лапчанскую и Ирелях-Чайдахскую. Первую (ореолы Левобережный, Водораздельный, Улахан-Курунг-Юряхский, Верхне-Сылагинский, Куччугуй-Иреляхский, Приразломный, Бестяхский и др.) прослежено вдоль верхней структурной террасы северного склона палеодолины, а вторая (ореолы Чайдахский, Западный, Восточный) тяготеет к такой же террасе её южного склона.

Сравнительный анализ показал, что первая группа ореолов по качественным и количественным особенностям ИМК превосходит вторую. Средний размер пикроильменита и пироба в первой группе в полтора раза больше, сохранность их выше, а количество оранжевых пиробов в пять раз больше. Агрегатный пикроильменит встречается в два раза чаще, а соотношение пикроильменит/пироб – в три раза выше. Кроме того, ореолам первой группы присущи особо высокие концентрации ИМК: по пиробу достигают более 635, пикроильмениту – 3 800 и хромшпинелидам – 760 зёрен в пересчёте на 10 л исходного материала [3]. Здесь же зафиксированы многочисленные находки крупных (> 1 мм) зёрен пироба, пикроильменита и хромшпинели, а также несколько десятков пиробов с достоверно установленными реликтами келифитовых кайм. Неоднократно аналитически подтверждённые находки зёрен пикроильменита в классах > 1 мм, на которых сохранились фрагменты реакционной перовскитовой оболочки, а в западной части Улахан-Курунг-Юряхского ореола выявлено зёрна с почти ненарушенной такой оболочкой.

Отличительной особенностью ореолов ИМК второй группы является более высокая концентрация в них алмазов. Именно в их пределах установлены пока единственные на СП верхнепалеозойские россыпи алмазов. Обнаружено погребённую россыпь алмазов промышленного значения – Восточную; она приурочена к базальному горизонту делювиально-пролювиальных отложений P_1 в верховье палеоводотока (верхняя часть склона Кюеляхской впадины). В 10 км к западу от этой россыпи выявлено потенциально промышленную россыпь алмазов – Западную, она также погребённая, содержится в песчано-гравийно-галечных образованиях ботуобинской свиты. Алмазам отдельных россыпных полей, например, Чуоналыр-Курунг-Юряхского, присуща значительная дифференциация типоморфных особенностей, несмотря на то, что в целом среди них преобладают кристаллы октаэдрического габитуса (36–57 %) и переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому. По сравнению с Ирелях-Маччобинским россыпным полем, в описываемом понижено (до 14 %) содержание ламинарных ромбододекаэдров при полном отсутствии типичных округлых алмазов; характерно наибольшее (8–14 %) количество кристаллов с сине-голубой фотолуминесценцией; повышено количество (22–29 %) индивидов с желтовато-зелёным свечением; сравнительно много (35–43 %) целых камней. Исходя из типоморфных особенностей [10, 19], алмазы Чуоналыр-Курунг-Юряхского россыпного поля объединены в северо-западную алмазную ассоциацию.

Бахчинское россыпное поле объединяет три ореола с повышенным содержанием ИМК: Медвежий, Делбирге (наиболее перспективные и высококонтрастные) и Находка [3]. Содержание пикроильменита в них по отдельным пробам достигает сотен и нескольких тысяч зёрен, пиропы – до тысячи зёрен. Отдельные зёрна имеют размер более 4 мм. Доля агрегатного пикроильменита составляет до 15 %. Найдено зёрна пиропы с реликтами келифитовой каймы и оранжевого пиропы с эндогенной трещиноватостью. Среди алмазов этих ореолов резко преобладают кристаллы октаэдрического и переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому габитусов при низком содержании ламинарных ромбододекаэдров (до 8 %), двойников, сростков, окрашенных камней; кристаллов с сине-голубой фотолюминесценцией не более 23 %; преобладают слабо трещиноватые камни [10]. По всем этим признакам алмазы Бахчинского россыпного поля объединены в северо-восточную алмазную ассоциацию [3].

На основании детального изучения вещественного состава и условий формирования отложений PZ_3 можно восстановить специфические особенности образования продуктивных горизонтов этого возраста на всей рассматриваемой территории и на этой основе – выделить в её пределах площади, благоприятные для формирования и сохранения ореолов рассеяния кимберлитовых минералов. Севернее, уже в пределах ДААР, алмазоносными являются $S-P$ отложения конекской свиты.

Несмотря на наличие большого количества алмазоносных тел, из-за сравнительно небольшого эрозионного среза в этом районе масштабы россыпной алмазоносности незначительны. Для большинства ореолов рассеяния кимберлитового материала характерна ассоциация так называемого далдыно-алакитского типа при низком (до 20 %) содержании типичных округлых алмазов [3, 10]. Поскольку в древних осадочных толщах района алмазов мало, то находки даже небольшого количества очень мелких алмазов могут быть прямым признаком наличия алмазоносных кимберлитовых диатрем. Отметим, что в кимберлитовых телах района с убогой алмазоносностью зафиксировано повышенное содержание типичных округлых алмазов, в основном, с шагренью и полосами пластической деформации. Такие алмазы являются типоморфным признаком не только кимберлитовых жил, но и трубок с убогой алмазоносностью – они относятся к самостоятельной фазе кимберлитового магматизма, которая предшествовала образованию высокопродуктивных кимберлитов.

Таким образом, анализ истории геологического развития региона, фаций верхнепалеозойских отложений, особенностей их распределения и залегания на породах нижнего палеозоя дал возможность выяснить, что основной срез пород региона (300 м), в том числе и кимберлитов, произошел в доверхнепалеозойское время [3, 9]. Однако с момента корообразования и до завершения верхнепалеозойского осадконакопления денудация пород района была крайне незначительна, она происходила, в основном, только по водотокам, где максимально достигала 40–50 м, а при унаследованном развитии этой гидросети – и того меньше. Это подтверждено (см. рис. 1, 2) повсеместным наличием КВ на терригенно-карбонатных породах PZ_1 , сохранившихся от размывания под отложениями PZ_3 , и находками в их базальных горизонтах пролювиально-делювиальных образований, состоящих из угловатых обломков подстилающих пород. Обычно эти образования вытянуты в виде узких струй; возможно, они являются фрагментами самого первого размыва КВ. Их целесообразно отличать от склоновых делювиальных и делювиально-пролювиальных образований, переходящих в аллювиальные отложения ботубинских и боруллойских водотоков. При таком минимальном срезе практически все кимберлитовые минералы, находящиеся в отложениях PZ_3 , являются переотложенными

из более древних карбоновых образований. Первичные потоки этих минералов можно выявлять вдоль позднепалеозойских водотоков и только в том случае, если кимберлитовые тела попадали в зону их эрозионной деятельности. Сказанное подтверждается и тем, что 93 % пиропов из описываемых отложений имеют признаки гипергенного растворения, на остальных этот процесс визуально не фиксируют.

На части зёрен в случае слабой коррозии видны признаки докоррозионного изнашивания. Обычно гипергенное растворение в разной степени уничтожает следы предшествующего изнашивания, поэтому его реликты свидетельствуют, что до выветривания минералы изнашивались в процессе формирования их ореолов рассеяния в более древних осадочных толщах. Растворение пиропов и других минералов кимберлитов связано с КВ и вне их не происходит [3]. В этой связи отметим широкое развитие бассейновых, преимущественно тонкозернистых фаций, формирование которых обусловлено общим погружением территории при ингрессии бассейна из центральной части ТВС. Залегают они обычно без размыва. Практически мы имеем дело с погребённым рельефом, сформированным ещё до эпохи стабилизации территории и образования КВ и незначительно изменённым впоследствии.

Этот вывод вытекает из анализа доверхнепалеозойских поверхностей выравнивания пород PZ_1 . Среди них выделено три типа, которые сформировались благодаря процессам глубокого эрозионного срезания и завершающего (перед пенепленизацией территории) денудационного, денудационно-аккумулятивного выравнивания в допозднепалеозойское время [3]: 1) плоские, слабоволнистые поверхности (так называемые водораздельные равнины); 2) полого-наклонные и слаборасчленённые (склоны водораздельной равнины); 3) ровные (преимущественно денудационно-аккумулятивная равнина). Эти поверхности несколько изменены в условиях прерывистого денудационно-аккумулятивного выравнивания во время формирования лапчанской, ботубинской и боруллойской свит, а на отдельных участках отпрепарированы денудацией и частично расчленены в связи с новейшими поднятиями в четвертичное время или осложнены при внедрении траппов в раннем триасе. Особенно рельефно на этих поверхностях виден врез позднепалеозойских водотоков на глубину до 40–50 м, поскольку эти поверхности довольно чётко фиксируют долины крупных заливов бассейна центральной части ТВС, которые вдаются далеко на восток в область древней суши, в сводовую часть БП, и были во время континентальных этапов развития региона в позднем палеозое долинами древних водотоков и их притоков (например, Кюеляхская впадина) [3]. Определено, что в C_{2-3} и P_1 наиболее благоприятные условия для формирования продуктивных горизонтов были в пределах склона водораздельной равнины (поверхность второго типа) за счёт переотложения кимберлитового материала водотоками, а также на денудационно-аккумулятивной равнине (поверхность третьего типа), где водотоки высоких порядков перемывали продуктивные площадные отложения карбона. Наименее перспективны касательно образования продуктивных горизонтов PZ_3 отложения, развитые на поверхности выравнивания первого типа, так как они длительное время были областью денудации и только в поздней перми на их локальных участках ограниченно могли формироваться продуктивные горизонты.

Характер распространения, фациальный состав отложений PZ_3 , приуроченность ореолов рассеяния кимберлитовых минералов к делювиально-пролювиальным и аллювиальным осадкам, развитым в низах разреза лапчанской, ботубинской и боруллойской свит, – всё это свидетельствует о наличии благоприятных условий для формирования продуктивных горизонтов. Особенно перспективны на россыпную алмазность де-

лювиально-пролювиальные отложения верховьев палеоводотоков (например, россыпь алмазов Восточная). Аллювиальные отложения лапчанской и ботубинской свит развиты в западной части описываемой территории по днищам долин палеоводотоков. Осадки, которые перекрывают эти бассейновые образования, полностью заполняют долины до уровня их водоразделов, сводовой части БП. Аллювиальные и перекрывающие их бассейновые отложения боруллойской свиты развиты практически на всей рассматриваемой территории. Причём во время формирования аллювиальных осадков ботубинской свиты были перемыты и переотложены практически все докарбоновые образования, поскольку в общем была унаследованность развития водотоков карбонового и пермского времени. Всё это свидетельствует о высоких перспективах лапчанских и ботубинских пролювиальных и аллювиальных отложений относительно формирования продуктивных горизонтов (россыпи алмазов Восточная и Западная).

Необходимо также учитывать, что если ореолы рассеяния кимберлитовых минералов попадали в зону действия транзитного водотока, то они либо уничтожались полностью, либо сильно разубоживались, и, наоборот, при переотложении этих ореолов водотоками высоких порядков формировались богатые продуктивные горизонты [3], особенно на участках, где фиксируют резкую смену гидродинамической активности палеоводотоков или в верховьях их небольших притоков. В то же время ореолы рассеяния кимберлитовых минералов в отложениях прибрежно-бассейнового генезиса формировались вдоль склонов и структурных террас локальных палеоподнятий. В этой связи заметим, что аллювиальные отложения боруллойской свиты накапливались уже в то время, когда вся западная часть региона была перекрыта ботубинскими бассейновыми образованиями, а в восточной карбоновые ореолы рассеяния кимберлитовых минералов были уже в основном размыты. Поэтому степень перспективности боруллойских аллювиальных отложений на формирование богатых продуктивных горизонтов, по сравнению с лапчанской и ботубинской свитами, ниже. Наличие в них кимберлитовых минералов может свидетельствовать о размыве как сохранившихся останцов более древних продуктивных отложений, так и коренных источников алмазов, попавших в зону эрозионной деятельности боруллойских водотоков [9, 11, 25]. Всё это необходимо учитывать при планировании и проведении поисковых работ на рассматриваемой территории.

МБАР и ДААР являются важными регионами алмазодобычи, однако для восполнения убывающих запасов алмазов необходимо открытие здесь новых коренных и россыпных месторождений, поскольку запасы имеющихся резервных месторождений ограничены. Анализ выявленных минералогических признаков, структурно-тектонических и литолого-фациальных предпосылок поискового прогнозирования, а также степени и надёжности опознания территории свидетельствует о возможности обнаружения в этом районах алмазоносных кимберлитовых трубок. Хотя центральные части Мирнинского, Алакитского и Мархинского кимберлитовых полей хорошо изучены, и здесь возможно обнаружение немагнитных и небольших алмазоносных кимберлитовых тел в пределах выделенных и ещё недоизученных локальных перспективных участков, тяготеющих к зонам разломов Вилуйско-Мархинской системы.

В остальных частях полей (северо-западной, северной и северо-восточной), где широко развиты отложения PZ_3 , проведены алмазопроисковые работы разной детальности. Кимберлитовые трубки и первичные потоки рассеяния ИМК пока здесь не обнаружены. В то же время в отложениях лапчанской, ботубинской и боруллойской свит выявлено два обширных минералогических ореола – Кюеляхский и Бахчинский (см. выше). Перспективные ореолы рассеяния ИМК закартированы и в ДААР [3].

Детальное и комплексное изучение морфологических, физических и химических особенностей кимберлитовых минералов показало, что основное их количество имеет сходство с таковыми из высокоалмазоносных трубок Мирнинского, Далдынского и Алакитского полей. В МБАР эти ИМК претерпели значительное изнашивание за счёт неоднократного перемывания и переотложения в допозднепалеозойское время, а меньшая часть имеет отличные от трубочных ассоциаций признаки. Например, западнее россыпи Западная зафиксировано существенно пикроильменитовую ассоциацию минералов относительно хорошей сохранности; предполагают, что они поступили из неизвестного кимберлитового тела, находящегося в западной части Верхне-Иреляхского поднятия. Подобные контрастные ореолы зафиксированы в грубообломочных отложениях лапчанской, ботуобинской и боруллойской свит в пределах Бахчинского минералогического поля (ореолы Дэлбергинский и Медвежий), где они выполняют неглубокую палеоложбину в пределах зоны разломов Вилюйско-Мархинской системы. Именно в районе этих ореолов предполагают местные коренные источники этих минералов. Учитывая недостаточную степень опробования участков этих ореолов, целесообразно доизучить их с целью обнаружения здесь “своих” алмазоносных кимберлитовых трубок. Прирост запасов алмазов возможен также и за счёт выявления новых верхнепалеозойских россыпей в пределах площадей развития высококонтрастных ореолов рассеяния ИМК Кюеляхского минералогического поля, хотя продуктивный пласт тут имеет сложное строение, а мощность вскрыши значительна (30–80 м).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алмазные месторождения Якутии / А. П. Бобриевич, М. И. Бондаренко, М. А. Гневушев и др. – М. : Госгеолтехиздат, 1959. – 527 с.
2. *Афанасьев В. П.* Минерагения древних россыпей алмазов восточного борта Тунгусской синеклизы / В. П. Афанасьев, Н. Н. Зинчук // Геология и геофизика. – 1987. – № 1. – С. 90–96.
3. *Афанасьев В. П.* Поисковая минералогия алмаза / В. П. Афанасьев, Н. Н. Зинчук, Н. П. Похиленко. – Новосибирск : ГЕО, 2010. – 650 с.
4. *Борис Е. И.* Эрозионный срез кимберлитовых трубок Мало-Ботуобинского района Западной Якутии / Е. И. Борис // Тр. ЦНИГРИ. – М. : ЦНИГРИ, 1977. – С. 153–154.
5. Вторичные минералы кимберлитов / Н. Н. Зинчук, А. Д. Харьков, Ю. М. Мельник, Н. П. Мовчан. – Киев : Наук. думка, 1987. – 282 с.
6. *Зинчук Н. Н.* Состав и генезис глинистых минералов в верхнепалеозойских осадочных толщах восточного борта Тунгусской синеклизы / Н. Н. Зинчук // Изв. ВУЗ. Геология и разведка. – 1981. – № 1. – С. 36–43.
7. *Зинчук Н. Н.* Коры выветривания и вторичные изменения кимберлитов Сибирской платформы (в связи с проблемой поисков и разработки алмазных месторождений) / Н. Н. Зинчук. – Новосибирск : НГУ, 1994. – 240 с.
8. *Зинчук Н. Н.* Постмагматические минералы кимберлитов / Н. Н. Зинчук. – М. : Недра, 2000. – 538 с.
9. *Зинчук Н. Н.* О концентрации продуктов переотложения кор выветривания в верхнепалеозойских осадочных толщах восточного борта Тунгусской синеклизы / Н. Н. Зинчук, Е. И. Борис // Геология и геофизика. – 1981. – № 8. – С. 22–29.
10. *Зинчук Н. Н.* Типоморфизм алмазов Сибирской платформы / Н. Н. Зинчук, В. И. Коптиль. – М. : Недра, 2003. – 603 с.

11. *Зинчук Н. Н.* Особенности минерации алмаза в древних осадочных толщах (на примере верхнепалеозойских отложений Сибирской платформы) / Н. Н. Зинчук, Е. И. Борис, Ю. Т. Яныгин. – Мирный : МГТ, 2004. – 172 с.
12. *Зинчук Н. Н.* Древние коры выветривания и поиски алмазных месторождений / Н. Н. Зинчук, Д. Д. Котельников, Е. И. Борис. – М. : Недра, 1983. – 196 с.
13. Использование кластер-анализа для выяснения особенностей химического состава кимберлитов и лампроитов из различных алмазоносных провинций / Н. Н. Зинчук, Д. Д. Котельников, В. Г. Хитров, А. Д. Харьков // Известия ВУЗ. Геология и разведка. – 1998. – № 3. – С. 32–37.
14. *Казанский Ю. П.* Седиментология / Ю. П. Казанский. – Новосибирск : Наука, 1976. – 271 с.
15. *Котельников Д. Д.* Кора выветривания на нижнепалеозойских терригенно-карбонатных породах Западной Якутии / Д. Д. Котельников, Н. Н. Зинчук, В. Н. Соколов // Бюлл. Москов. об-ва испытателей природы. Отд. геол. – 1982. – Т. 37, вып. 3. – С. 81–97.
16. *Логвиненко Н. В.* Петрография осадочных пород / Н. В. Логвиненко. – М. : Высшая школа, 1974. – 400 с.
17. *Милашев В. А.* Кимберлитовые провинции / В. А. Милашев. – Л. : Недра, 1974. – 218 с.
18. Новые данные по расчленению верхнепалеозойских отложений восточного борга Тунгусской синеклизы / Ю. А. Дукардт, Е. И. Борис, Т. А. Черная, Б. А. Калмыков // Прогнозирование и поиски коренных алмазных месторождений. – Симферополь : КО УкрГГРИ, 1999. – С. 189–201.
19. *Орлов Ю. Л.* Минералогия алмаза / Ю. Л. Орлов. – М. : Наука, 1984. – 264 с.
20. *Павлов С. Ф.* Верхний палеозой Тунгусского бассейна / С. Ф. Павлов. – Новосибирск : Наука, 1974. – 172 с.
21. *Подвысоцкий В. Т.* Терригенные алмазоносные формации Сибирской платформы / В. Т. Подвысоцкий. – Якутск : ЯФ СО РАН, 2000. – 330 с.
22. Фациальная характеристика верхнепалеозойских аллювиальных отложений бассейна среднего течения р. Вилюй / В. И. Тараненко, Н. Н. Зинчук, В. А. Хмелевский и др. – М. : ВИНТИ, 1978. – 15 с.
23. Фациальная характеристика верхнепалеозойских бассейновых отложений восточного борга Тунгусской синеклизы / В. И. Тараненко, Н. Н. Зинчук, В. А. Хмелевский и др. – М. : ВИНТИ, 1978. – 31 с.
24. *Харьков А. Д.* Геолого-генетические основы шлихо-минералогического метода поисков алмазных месторождений / А. Д. Харьков, Н. Н. Зинчук, А. И. Крючков. – М. : Недра, 1985. – 348 с.
25. *Шутов В. Д.* Минеральные парагенезисы граувакковых комплексов / В. Д. Шутов. – М. : Наука, 1975. – 110 с.

*Стаття: надійшла до редакції 30.03.2018
прийнята до друку 04.10.2019*

Микола Зінчук

Західноякутський науковий центр Академії наук РС(Я),
вул. Леніна, 4/1, Мирний, РФ, 678170,
nanzinchuk@rambler.ru

**ГЕОЛОГО-МІНЕРАЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ
ДАВНІХ АЛМАЗОНОСНИХ ВІДКЛАДІВ**

Досліджено структурно-формаційні особливості формування кір звітрювання D_3-C на теригенно-карбонатних породах і кімберлітах та відкладів, збагачених продуктами їхнього перевідкладання. На підставі цього реконструйовано специфічні особливості утворення продуктивних горизонтів PZ_3 основних алмазонасних районів Сибірської платформи, а в їхніх межах виділено площі, сприятливі для формування і збереження ореолів розсіяння кімберлітового (у тім числі алмазонасного) матеріалу. Аналіз фацій верхньопалеозойських відкладів та особливостей їхнього розміщення дав змогу з'ясувати, що з моменту їхнього короутворення й до завершення верхньопалеозойського осадоагромадження денудація порід регіону була незначна й відбувалася, головню, тільки по водотоках, де максимально досягала 50 м. Тут повсюдно є кори звітрювання на теригенно-карбонатних породах PZ_1 , які збереглися від розмивання під відкладами PZ_3 . Їхній матеріал звичайно наявний у базальних горизонтах пролювіально-делювіальних утворень, які за формою нагадують вузькі струмені й є фрагментами найпершого розмиву кір звітрювання в післякарбонівий час. Практично всі кімберлітові мінерали у відкладах PZ_3 перевідкладені з давніших утворень. Доцільно застосовувати диференційований підхід до вивчення умов утворення різних фацій алмазонасних відкладів континентального і прибережно-морського генезису. Важливе їхнє комплексне дослідження із застосуванням структурно-тектонічного, літолого-фаціального та формаційно-циклічного аналізів, що дасть змогу виділити конкретні площі, сприятливі для формування давніх розсипищ алмазів, та виявити кімберлітові діатреми.

Ключові слова: кімберлітова трубка, мінерал, алмазонасне розсипище, кора звітрювання, осадові породи, верхній палеозой, Сибірська платформа.

Nikolai Zinchuk

*West-Yakut Scientific Centre of the Sakha (Yakutia) Republic Academy of Sciences,
4/1, Lenin St., Mirnyi, Russia, 678170,
nnzinchuk@rambler.ru*

GEOLOGICAL AND MINERALOGICAL FEATURES OF THE FORMATION OF ANCIENT DIAMOND-BEARING DEPOSITS

On the ancient platforms of the World – Siberian, East European, African, Chinese, North American and others – original and placer diamond deposits have been discovered, on which diamond-mining enterprises operate. On the Siberian platform, diamonds were traditionally mined mainly from original deposits. Mir, Internatsionalnaya, Aikhal, Udachnaya and other pipes are now being developed by the underground method, and on some of the pipes production has been completely suspended due to unprofitability. To fill up the decreasing reserves of diamonds, it is necessary, firstly, to discover new diamondiferous kimberlite diatremes, and secondly, to engage in the development of placer deposits (ancient and modern placers), the amount of which depends largely on the productive pipes degree of erosion. The most interesting in this sense is the Malobotuobinsky diamondiferous region, where the main productive pipes are Mir and Internatsionalnaya. Their upper horizons have been washed away to a considerable depth (300–400 m), and the products of weathered material washing were re-deposited in various sedimentary strata at a short distance from the diatremes.

In this regard, we studied the structural and formational features of the formation of the D_3 – C crusts of weathering on terrigenous-carbonate rocks and kimberlites, as well as sediments enriched in their redeposition products. The specific features of the formation of the PZ_3 productive horizons of the main diamondiferous regions of the Siberian platform were reconstructed, and within their limits, the areas favourable for the formation and preservation of dispersion halos of kimberlitic material (including diamondiferous) were allocated.

The analysis of the Upper Palaeozoic deposits and their distribution made it possible to find out that from the moment of formation of the crusts and the completion of the Upper Palaeozoic sedimentation, the denudation of the region's rocks was insignificant and mainly occurred only through the watercourses, where it reached a maximum of 50 m. Here, the crusts of weathering on terrigenous-carbonate rocks of PZ_1 , which have been preserved from erosion under the PZ_3 sediments, occur everywhere. Their material is present in the basal horizons of proluvial-deluvial formations. Usually they are stretched in the form of narrow streams and are fragments of the very first erosion of the crusts of weathering in the post-Carboniferous time. Virtually all kimberlite minerals in PZ_3 sediments are redeposited from the rocks that are more ancient.

It is advisable to apply a differentiated approach to studying the conditions for the formation of different facies of diamondiferous deposits of continental and coastal-marine genesis. It is important to carry out their complex research using structural-tectonic, lithofacial and formation-cyclic analyzes. This will allow to localize specific areas favourable for the formation of ancient placers of diamonds, and to detect kimberlite pipes.

Key words: kimberlite pipe, mineral, diamondiferous placer, crust of weathering, sedimentary rocks, Upper Palaeozoic, Siberian platform.