

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,
nzninchuk@rambler.ru

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ И ФОРМАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ВЕРХНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ АЛМАЗОНОСНЫХ ТОЛЩ

На основании детального изучения структурно-формационных особенностей формирования верхнедевонско-каменноугольных кор выветривания на терригенно-карбонатных породах и кимберлитах, а также отложений, обогащенных продуктами их перераспределения, восстановлены специфические особенности образования продуктивных горизонтов верхнего палеозоя основных алмазоносных районов Сибирской платформы. В их пределах выделены площади, благоприятные для формирования и сохранения ореолов рассеяния кимберлитового (в том числе алмазоносного) материала. Анализ фаций верхнепалеозойских отложений и особенностей их размещения позволил выяснить, что с момента корообразования и до завершения позднепалеозойского осадконакопления денудация пород региона была незначительна; она происходила в основном по водотокам, где максимально достигала 50 м. Обоснована необходимость дифференцированного подхода к изучению условий образования различных фаций алмазоносных отложений PZ_3 континентального и прибрежно-морского генезиса. Их комплексное исследование позволит локализовать конкретные площади, благоприятные для формирования древних россыпей алмазов, или обнаружить кимберлитовые трубки.

Ключевые слова: кора выветривания, осадочная порода, алмазоносная россыпь, кимберлитовая трубка, верхний палеозой, Сибирская платформа.

Рассматриваемая территория охватывает Малоботуобинский алмазоносный район (МБАР) и сопредельные площади, которые структурно находятся в пределах крупной древней (дофанерозойского заложения) структуры Сибирской платформы (СП) – Непско-Ботуобинской антеклизы, точнее её северо-восточного окончания – Ботуобинского сводового поднятия (БСП), на которое с северо-западной стороны наложилось юго-восточное крыло Тунгусской верхнепалеозойской синеклизы (ТВС), а с юго-восточной – Ангаро-Виллюйский мезозойский прогиб (АВМП) [1–12, 15–17, 19–31]. Сводовая часть БСП была границей раздела позднепалеозойского и мезозойского осадконакопления в виде так называемой структурной террасы – полосы шириной 25–30 км, протягивающейся через весь регион в северо-восточном направлении [13, 14, 17–20, 23, 25, 27, 28]. Причем верхние горизонты отложений PZ_3 и MZ частично перекрывали и эту структурную террасу, а их полные разрезы обнаружены за её пределами и в долинах палеоводотоков, бравших начало в сводовой части БСП. В МБАР открыто семь кимберлитовых трубок (Мир, Спутник, Дачная, имени XXIII съезда КПСС, Интернациональ-

ная, Амакинская (два тела – Южное и Северное) и Таёжная, две самостоятельные кимберлитовые дайки (Ан-21 и Южная) и целый ряд сопряжённых с трубками даек кимберлитов (например, у трубки Интернациональная таких даек десять). В этом районе обнаружены пока единственные на СП россыпи алмазов промышленного значения, приуроченные к терригенным отложениям PZ_3 (россыпи Восточная и Западная) и MZ (Водораздельные галечники, Дачная-1, Глубокая, Новинка, Геофизическая и Солур), а также россыпные проявления алмазов верхнепалеозойского и мезозойского возраста [1–3, 13, 14, 17, 26–29]. Кимберлитовые трубки Мир, Спутник, Амакинская выходят на современную дневную поверхность, а остальные кимберлитовые тела (частично – диатрема Таежная) перекрыты мезозойскими образованиями. Кимберлитовых трубок под верхнепалеозойскими осадками здесь до сих пор не обнаружено, хотя определённые перспективы есть.

В региональном плане все открытые в районе месторождения алмазов расположены в сводовой части БСП, то есть в пределах структурной террасы или в верхних частях её склона [4, 6, 7, 15, 16, 18]. В настоящее время в МБАР проводят оценку 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 терригенные отложения PZ_3 и MZ , перекрывающие среднепалеозойские кимберлитовые тела, поскольку открытые площади (на которых кимберлитовмещающие терригенно-карбонатные породы PZ_1 выходят на дневную поверхность) уже детально изучены. В результате проведенных в разное время алмазописковых работ в районах развития верхнепалеозойских образований обнаружены ореолы рассеяния индикаторных минералов кимберлитов (ИМК). Эти ореолы зачастую территориально оторваны от известных кимберлитовых тел и имеют некоторые специфические особенности, связанные с неоднократным перемыванием и переотложением пород [2, 29]. Всё это затрудняет поиски по ним их коренных источников. Осложняющим фактором при поисках кимберлитовых трубок на закрытых площадях является также отсутствие ореолов рассеяния ИМК вблизи и непосредственно над ними, а также слабая намагниченность кимберлитов некоторых тел (трубки имени XXIII съезда КПСС, Интернациональная, Ботубинская и Нюрбинская).

Для восстановления путей миграции этих ореолов и определения предполагаемых областей их сноса необходимо исследовать структурно-формационные и генетические особенности формирования продуктивных на алмазы отложений PZ_3 . Важным является достоверное расчленение рассматриваемых осадочных толщ, восстановление условий их формирования, изучение процессов корообразования, предшествовавших накоплению этих отложений, их сохранности в последующие этапы геологической истории. Определяющими являются структурно-тектонические особенности региона до, во время и после формирования продуктивных толщ PZ_3 . Эти толщи представлены здесь тремя свитами: лапчанской ($C_{2-3}l$), ботубинской (P_1bt) и боруллойской (P_2br).

Лапчанская свита представлена темно-серыми глинами и алевролитами с прослоями песков общей мощностью 20–25 м. В нижней части разреза иногда появляются прослой 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 [8, 9, 11, 26–28]. *Ботубинская свита* сложена зеленовато-серыми полимиктовыми песками (песчаниками) и углистыми алевролитами с подчинёнными галечниками и аргиллитами, общая мощность – 70–95 м. Свита залегает

с размывом на отложениях лапчанской свиты или на эродированной поверхности пород PZ_1 . Пески и алевролиты образуют два мезоритма, отвечающие двум подсвитам. Нижняя подсвита (50–55 м) сложена зеленовато-серыми мелко- и среднезернистыми (редко крупнозернистыми до гравелитов) песками кварцевого и граувакково-кварцевого состава [6–8, 31]. Верхняя часть разреза (10–12 м) представлена темно-серыми до черных плотными глинами, алевролитами и прослоями мелкозернистых песков и углисто-глинистых пород. Горизонты (до 1 м) с крупнообломочным материалом тяготеют к низам разреза и обогащены мелкой галькой преимущественно кварц-кремнистого состава (реже кварцитов и эффузивов) и обломками подстилающих терригенно-карбонатных пород PZ_1 . *Боруллойдская свита* представлена зеленовато-серыми и белыми разнозернистыми кварц-полевошпатовыми песками (песчаниками) с линзовидными прослоями алевролитов, местами углистых. В основании фиксируют базальные галечники (конгломераты). Залегают эти отложения с размывом на различных горизонтах ботубинской свиты и пород PZ_1 . В составе свиты также выделяют две подсвиты общей мощностью в полных разрезах до 100–170 м. 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, с размывом перекрытые пачкой (30–40 м) желтовато-серых средне- и мелкозернистых песков. Верхняя часть нижней подсвиты сложена темно-серыми алевролитами, плотными глинами и углистыми образованиями. Верхняя подсвита боруллойдской свиты (до 25 м) представлена светлыми мелко- и среднезернистыми песками.

Несколько отличающийся от описанного разрез вулканогенно-терригенных отложений среднего карбона–нижнего триаса отмечен в Далдыно-Алакитском алмазоносном районе (ДААР), где они с размывом, угловым и резким стратиграфическим несогласием залегают на различных горизонтах PZ_1 , коре выветривания (КВ) терригенно-карбонатных пород и перекрывают многие кимберлитовые трубки [1, 12, 23, 25–29]. При относительно небольшой мощности (за исключением отдельных участков) эта толща имеет сложное строение, ей присущи фациальная невыдержанность и изменчивость по площади. Большинство исследователей [8, 11, 22, 23, 26, 29] разделяют 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, тесно связанная с многолетними поисками месторождений алмазов, поэтому она заслуживает более пристального внимания. Структурно эти отложения развиты в области юго-восточного замыкания ТВС, что определило особенности их строения: сокращенную мощность стратиграфических подразделений, насыщенность внутриформационными размывами (часто скрытыми), существенную долю континентальных фаций осадков, невыдержанность литологических тел по площади, и всё это при довольно однообразном наборе пород. Преобладание субконтинентальных условий во время позднепалеозойского осадконакопления сказалось на общей обеднённости пород морской фауной (находки её довольно редки), поэтому основное биостратиграфическое значение приобрели флористические и палинологические комплексы [19, 23, 24, 30]. В связи с этим применяющиеся до сих пор биостратиграфические схемы верхнепалеозойских отложений региона крайне противоречивы и во многом ошибочны [30].

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, эта схема отражала объективный факт существования 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 подтверждалась практикой геологосъёмочных и алмазопойсковых работ, поскольку проведение границ между упомянутыми литостратонами никогда не вызывало принципиальных споров. Однако при проведении детальных поисковых работ возникало 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 применяют стратиграфическую схему, в которую введено новую – ахтарандинскую свиту (P_1). Кроме того, в схеме оставили лапчанскую (C_1^2) и ботуобинскую (C_{2-3}) свиты, возраст которых был понижен в соответствии с биостратиграфическими исследованиями. 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 выделяют частично или полностью из состава боруллойской (пеляткинской) или ботуобинской свит. В этой схеме изменён и объём лапчанской свиты, так как её часть вошла в состав новой ботуобинской, а возрастной и литологический диапазон новообразованной лапчанской свиты был значительно сужен, и она приобрела свой первоначальный статус пачки (черная пачка, или сылагинские слои). Все эти преобразования привели к “перекраиванию” границ свит, что в совокупности с расплывчивостью биостратиграфических признаков породило путаницу в корреляции. Поэтому практическое применение упомянутой стратиграфической схемы сопряжено с большими трудностями.

На основании анализа внутреннего строения и вещественного состава верхнепалеозойской толщи выполнено [4] оценку правомерности выделения таких мелких литостратиграфических подразделений (свит) и возможности корреляции их в региональном плане. Для этого комплексно изучены поверхности позднедевонского–раннекаменноугольного выравнивая, развитые в регионе до верхнепалеозойских КВ, проведено пофракционное комплексное исследование различных типов пород (рис. 1–3), что позволило выполнить литолого-палеографические реконструкции перспективных территорий (рис. 4). Комплексный биостратиграфический анализ дал возможность выявить ряд противоречий в принятой датировке стратонтов и внести предложения по её корректировке [16, 30].

Проведенные исследования свидетельствуют [4], что в верхнепалеозойской толще региона достоверно прослеживаются 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 сохранившихся полных разрезах в его состав входит дегалинская свита P_2 . Оба тела обладают выраженными идентификационными особенностями литологического состава и строения слоевых ассоциаций, а также различаются по комплексам фаунистических, флористических и палинологических остатков.

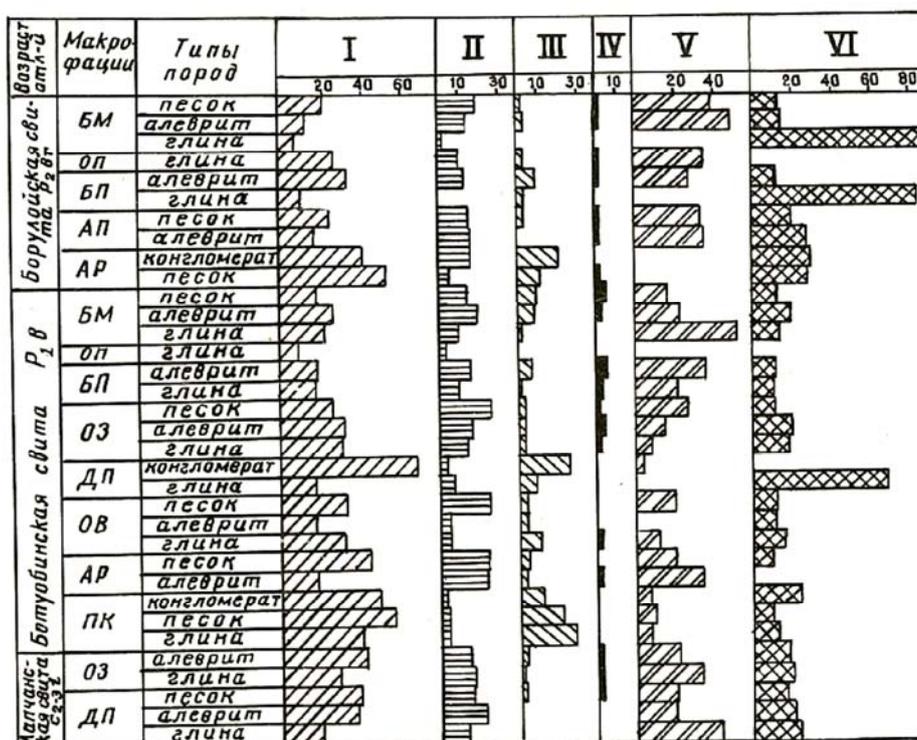


Рис. 1. Среднее содержание основных компонентов лёгкой фракции размером 0,05–0,10 мм в породах PZ₃ МБАР, %:

I – кварц; II – калиевые полевые шпаты; III – плагиоклазы; IV – слюды; V – глинисто-кремнистые агрегаты; VI – глинистые агрегаты; макрофашии отложений: AP – русловых; AP – пойменных; ПК – пролювиальных; OB – озерных отложений речных равнин (преимущественно аллювиально-дельтавиальных и прибрежно-морских); OZ – зарастающих слабо заболачивающихся озер и заливающихся торфяных болот речных аллювиально-дельтовых и прибрежно-морских равнин; БП – заливно-лагунного прибрежного мелководья бассейна; БМ – открытого подвижного мелководья бассейна.

Выделяемые рядом исследователей лапчанская, ботуобинская и ахтарандинская свиты не имеют литологических и палеонтологических идентификационных характеристик; они соответствуют мезоциклитам (циклитам второго порядка), и нередко их трактуют как подсвиты единой ботуобинской свиты. Количество подсвит (мезоциклитов) непостоянно и изменяется в региональном масштабе в зависимости от фациальных особенностей и мощности накопленных осадков в каждой рассматриваемой структурно-седиментационной зоне. В то же время на локальных участках местное дробное расчленение разреза в соответствии с циклической структурой оправдано и применимо в практической деятельности при анализе погребенных шлиховых ореолов [4, 30]. На основании периодичности и этапности развития палинофлоры и выделения неповторимых во времени развитых ассоциаций миоспор (мегакомплексы), являющихся индикаторами возраста, а также с привлечением комплекса флоры и фауны разработано новую стратиграфическую схему расчленения отложений верхнего палеозоя.

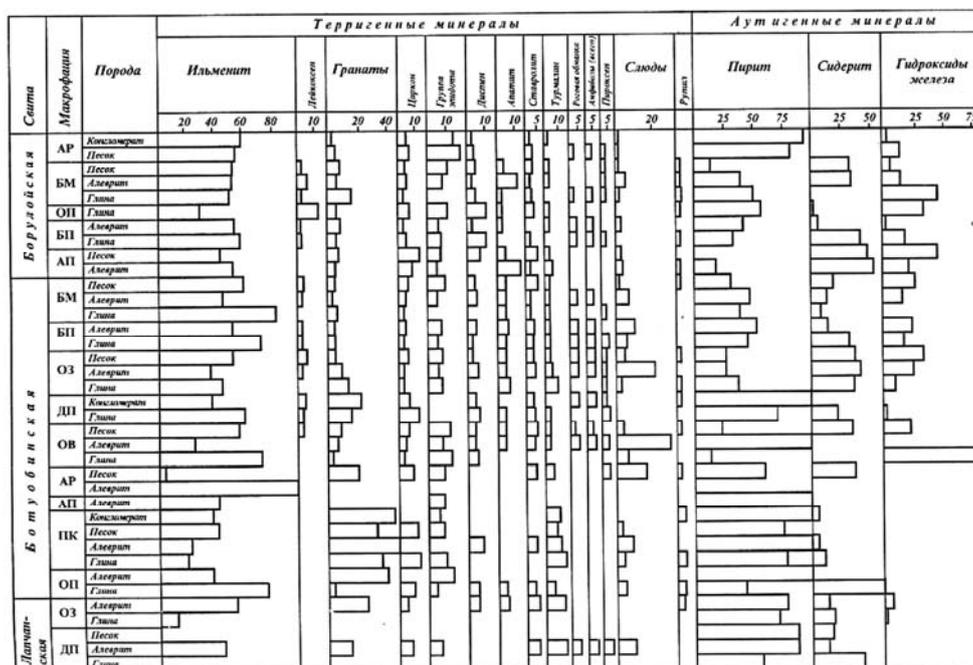


Рис. 2. Среднее содержание основных минералов тяжёлой фракции размером 0,05–0,10 мм в породах PZ₃ МБАР, %.

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

В ней обосновано отсутствие в регионе каменноугольных отложений и наличие двух основных геологических тел (свит) – ботубинского и боруллойского, соответственно, ниже- и верхнепермского возраста, что должно устранить существующее несоответствие в расчленении здесь отложений верхнего палеозоя. Целесообразно также выделение в низах верхнепалеозойского разреза и лапчанской свиты (C₂₋₃), являющейся, по сути, формацией перемывания и переотложения древних КВ [8, 9, 11], что очень важно для совершенствования методики прогнозирования и поисков алмазных месторождений.

В начале раннепермского времени положительные тектонические движения привели к развитию ландшафтных зон низкой денудационно-аккумулятивной и аккумулятивной равнин, а также ландшафтной обстановки подножий склонов и конусов выноса (см. рис. 4). Существовали условия для аккумуляции преимущественно песчано-галечного руслового, алеврито-песчаного пойменного аллювия и глинисто-алевритовых фаций зарастающих стариц и вторичных водоёмов поймы, реже песчано-алеврито-глинисто-щебнистых осадков склонов (см. рис. 1–3). В середине P₁ состоялась ингрессия бассейна с запада – центральной части ТВС, что привело к захоронению продуктивных континентальных образований песчаной толщей бассейновых отложений.

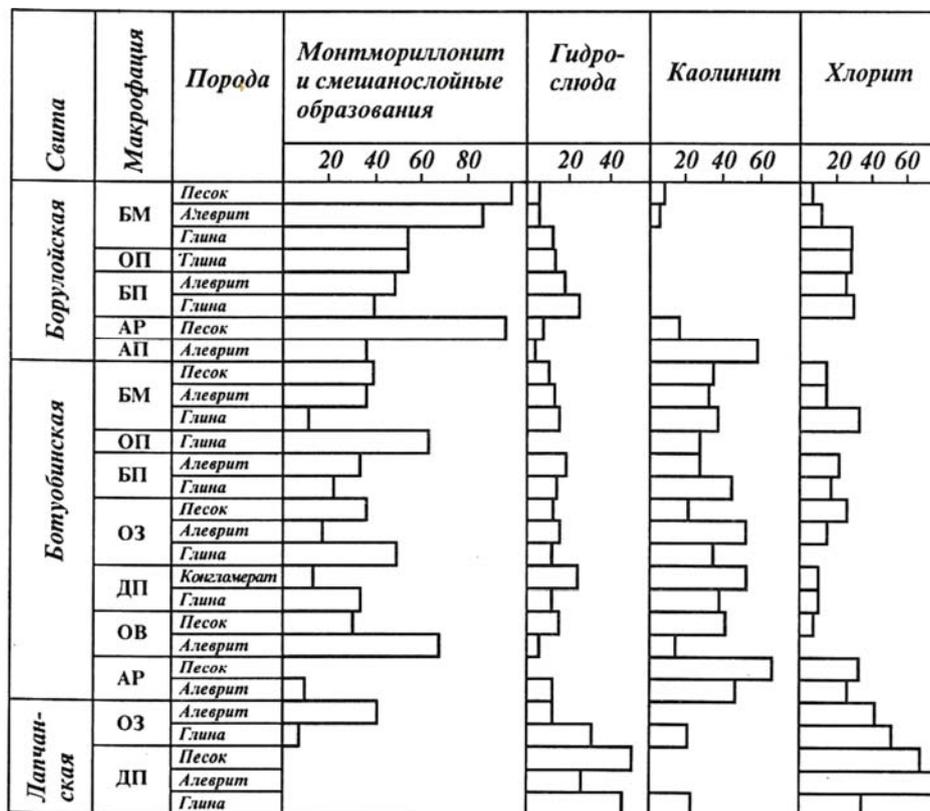


Рис. 3. Среднее содержание основных глинистых минералов фракции < 0,001 мм, выделенной из пород верхнего палеозоя МБАР, %. Условные обозначения см. на рис. 1 и 2.

В конце этого периода произошла смена условий на озёрно-болотные. Формировались глинисто-алевритовые и глинисто-углистые фации. Отметим, что в начале ранней перми были в основном переотложены сохранившиеся от размыва и имевшие площадное развитие более древние (каменноугольные) продуктивные отложения и сформированы россыпи алмазов (Восточная, Западная и др.). Причем алмазоносный материал, поступающий в аллювий за счет размывания кимберлитовых тел, а также КВ и продуктов её переотложения, разубоживался благодаря привносу чуждого району кластического материала. В то же время в условиях эрозионного рельефа водотоки имели неодинаковую транспортирующую энергию, в результате чего в руслах (особенно в их верховьях) обособлялись участки преимущественного накопления местного обломочного материала, которые перспективны для поиска россыпей алмазов. Такая специфика формирования продуктивных отложений послужила главной причиной образования повышенных концентраций алмазоносного материала лишь на отдельных участках. В то же время на остальной территории фиксируют только фоновую заражённость алмазами и их ИМК отложений ботубинской свиты. В конце ранней перми источники алмазов региона оказались уже погребёнными. Возможность образования россыпей алмазов была ограничена.

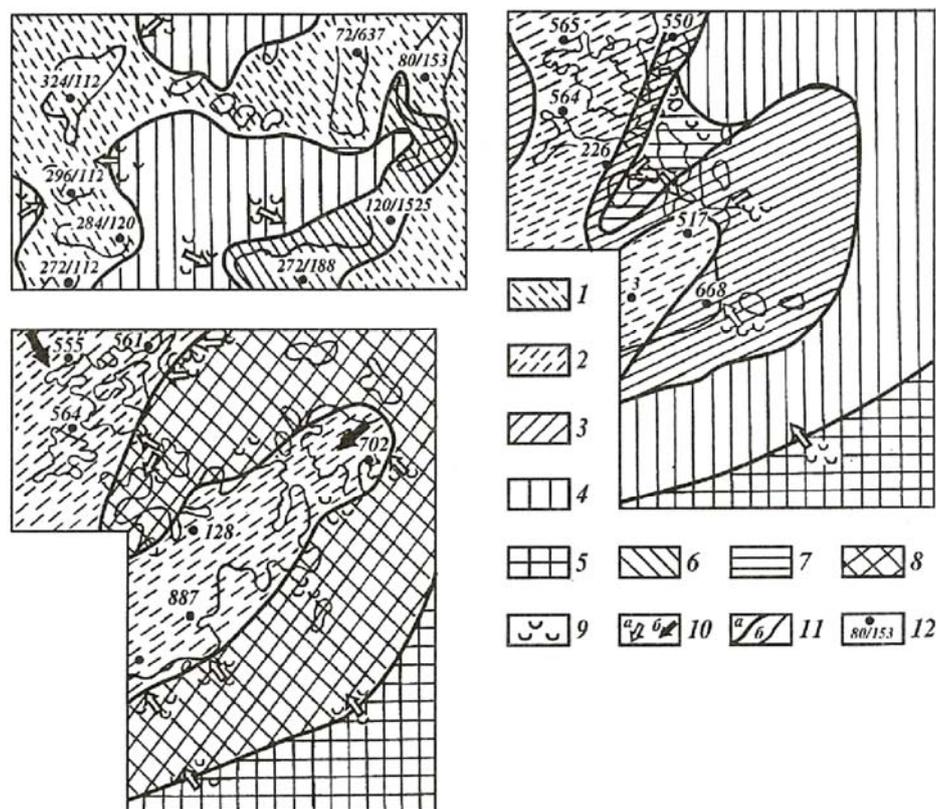


Рис. 4. Литолого-палеогеографические схемы для МБАР (позднекаменноугольно-пермское время).

Век: *а* – лапчанский; *б* – ботубинский; *в* – боруллойский; 1–4 – низменные равнины: 1 – озерная, 2 – аллювиальная, 3 – денудационно-аккумулятивная, 4 – денудационная; 5 – холмистая равнина; 6 – в начале века низменная денудационная, в конце – озерная равнина; 7 – то же, в конце – денудационно-аккумулятивная; 8 – то же, в конце – аллювиальная; 9 – кора выветривания; 10 – направление сноса терригенного материала: *а* – местное, *б* – основное; 11 – границы: *а* – площадей с разной палеогеографической обстановкой, *б* – свит; 12 – скважина и её номер.

В начале поздней перми развивались ландшафты низменной аллювиальной равнины (см. рис. 4). 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 (более 100 м) толща в основном мелкозернистых песков. Конец рассматриваемого времени характеризуется накоплением фаций, в которых преобладает тонкозернистый материал: тонкозернистые пески, пестроцветные алевроиты и глины. Отметим, что в начале поздней перми положительные тектонические движения привели к оживлению эрозионной деятельности и частичному размыванию нижнепермских отложений. Причем эрозионная деятельность водотоков была значительной, особенно на поднятиях (Мирнинское, Улу-Тогинское, Чернышевское и др.), где под верхнепермскими отложениями местами нет пород ботубинской

свиты или же их мощность сокращена, а также преобладают грубозернистые фации боруллойской свиты. Всё это обусловило вскрытие коренных и россыпных месторождений алмазов района и вынос кимберлитового материала в базальные горизонты боруллойской свиты.

Условия образования боруллойских россыпей алмазов были хуже, чем в ранней перми. Они 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 ботубобинской свиты. Это подтверждают результаты сопоставления типоморфных особенностей минералов (см. рис. 1–3). В пределах МБАР в отложениях PZ_3 образовались два обширных шлейфа разноса ИМК и алмазов северо-западного и северо-восточного направления (см. рис. 4), которые отходят от кимберлитовых трубок Мирнинского кимберлитового поля (Кюеляхское и Бахчинское) с довольно многочисленными ореолами смешанного (континентального и бассейнового) типа со слабо отсортированной алмаз-пироп-пикроильменитовой ассоциацией [2]. В Кюеляхском минералогическом поле (шлейфе), локализованном в Кюеляхской палеодолине, отчётливо выделяется две группы ореолов: Чернышевско-Лапчанская и Ирелях-Чайдахская. 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 (см. рис. 4).

Сравнительный анализ показал, что первая группа ореолов по качественным и количественным особенностям ИМК превосходит вторую. Так, зёрна пикроильменита и пироба в первой группе в полтора раза крупнее, сохранность их выше, количество оранжевых пиропов в пять раз больше, агрегатный пикроильменит встречается в два раза чаще, а соотношение пикроильменит/пироп в три раза выше. Кроме того, ореолы первой группы содержат особо высокие концентрации ИМК: пироп – более 635, пикроильменит – 3 800, хромшпинелиды – 760 зёрен в пересчёте на 10 л исходного материала [2]. Здесь же зафиксированы многочисленные находки крупных (более 1 мм) зёрен пироба, пикроильменита и хромшпинели, а также несколько десятков пиропов с достоверно определёнными реликтами келифитовых кайм. Подтверждены аналитическими определениями находки зёрен пикроильменита в классах > 1 мм, на которых сохранились фрагменты реакционной перовскитовой оболочки, а также отдельные зёрна с почти ненарушенной этой оболочкой (западная часть Улахан-Курунг-Юряхского ореола).

Отличительная особенность ореолов ИМК второй группы – более высокие концентрации алмазов. Именно в их пределах выявлены пока единственные на СП россыпи алмазов верхнепалеозойского возраста, в частности, погребённая россыпь алмазов Восточная, которая имеет промышленное значение. 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 обнаружили потенциально промышленную погребённую россыпь алмазов Западную (в песчано-гравийно-галечных образованиях ботубобинской свиты). В целом среди алмазов преобладают кристаллы октаэдрического (36–57 %) и переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому габитусов, хотя на отдельных участках (Чуоналыр-Курунг-Юряхский и др.) фиксируют значительную дифференциацию их типоморфных особенностей [10]. По сравнению с Ирелях-Маччобинским россыпным полем, здесь снижено содержание ла-

минарных ромбододекаэдров (до 14 %) и совсем нет типичных округлых алмазов; кристаллов с сине-голубой фотолюминесценцией немного (8–14 %), зато повышено количество (22–29 %) индивидов с желтовато-зелёным свечением и сравнительно высокое содержание (35–43 %) целых камней. На основании выявленных типоморфных особенностей алмазы Чуоналыр-Курунг-Юрхского россыпного поля можно объединить в северо-западную ассоциацию [10, 21].

Бахчинское минералогическое поле объединяет три ореола с повышенным содержанием ИМК: Медвежий и Делбирге – наиболее перспективные и высококонтрастные, а также Находка [2, 4]. Содержание пикроильменита в них достигает сотен и нескольких тысяч зёрен, пиропы – до тысячи зёрен. Размер некоторых из них превышает 4 мм, а количество агрегатного пикроильменита достигает 15 %. Есть находки пиропов с реликтами келифитовой каймы и оранжевые пиропы с эндогенной трещиноватостью. Среди алмазов резко преобладают кристаллы октаэдрического и переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому габитусов; ламинарных ромбододекаэдров не более 8 %, немного двойников, сростков и окрашенных камней, количество кристаллов с сине-голубой фотолюминесценцией не превышает 23 %; преобладают слабо трещиноватые камни [10]. По этим признакам алмазы Бахчинского россыпного поля объединены в северо-восточную алмазную ассоциацию [2, 4].

На основании детального изучения вещественного состава и условий формирования отложений PZ_3 можно восстановить специфические особенности образования продуктивных горизонтов 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 пермо-карбонные отложения конекской свиты. Благодаря сравнительно небольшому эрозионному срезу масштабы россыпной алмазоносности в районе незначительны, несмотря на наличие большого количества алмазоносных тел. Для большинства ореолов рассеяния кимберлитового материала этой территории характерна ассоциация так называемого далдыно-алакитского типа при низком (до 20 %) содержании типичных округлых алмазов [2, 10]. Поскольку в древних осадочных толщах района алмазов мало, то находки даже небольшого количества и даже очень мелких алмазов могут быть прямым признаком наличия алмазоносных кимберлитовых диатрем. Отметим, что в кимберлитовых телах с убогой алмазоносностью выявлено 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, которые являются самостоятельной фазой кимберлитового магматизма (предшествовала образованию высокопродуктивных кимберлитов).

Анализ истории геологического развития региона, фаций верхнепалеозойских отложений, особенностей их распределения и залегания на породах PZ_1 позволил сделать вывод, что основной срез пород региона (300 м), в том числе и кимберлитов, произошел в доверхнепалеозойский период [4]. В то же время, с момента корообразования и до завершения позднепалеозойского осадконакопления денудация пород района была крайне незначительна, в основном она происходила только по водотокам, где максимально достигала 40–50 м, а при унаследованном развитии этой гидросети – и того меньше. Об этом свидетельствует повсеместное наличие кор выветривания на терригенно-карбонатных породах PZ_1 , сохранившихся от размывания под отложениями PZ_3 , а в их базальных горизонтах – пролювиально-делювиальных образований, состоящих из угловатых обломков подстилающих пород. Как уже отмечено, обычно эти образования

вытянуты в виде узких струй и, возможно, являются фрагментами самого первого размыва КВ. Их следует 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 верхнепалеозойских отложениях, являются переотложенными из более древних каменноугольных образований. Первичные потоки этих минералов можно фиксировать вдоль позднепалеозойских водотоков и только в том случае, если кимберлитовые тела попадали в зону эрозионной деятельности таких водотоков.

Всё это подтверждено и тем фактом, что 93 % пиропов из описываемых отложений имеет 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 [2]. В этой связи отметим широкое развитие бассейновых, преимущественно тонкозернистых фаций, формирование которых обусловлено общим погружением территории при ингрессии бассейна из центральной части ТВС. Обычно они залегают без размыва. Практически мы имеем дело с погребённым рельефом, сформированным ещё до эпохи стабилизации территории и образования КВ и незначительно изменённым в последующее время. Этот вывод вытекает из анализа верхнепалеозойских поверхностей выравнивания пород PZ_1 . Среди них выделяют три типа, которые сформировались в процессе глубокого эрозионного среза и завершающего (перед пенепленизацией территории) денудационного, денудационно-аккумулятивного выравнивания в допозднепалеозойское время [2, 4]: 1) плоские, слабоволнистые, 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 четко фиксируют долины крупных заливов бассейна центральной части ТВС, вдающиеся далеко на восток в область древней суши, в сводовую часть БСП; во время континентальных этапов развития региона в позднем палеозое они были долинами древних водотоков и их притоков, например, Кюеляхская впадина [2, 4]. Определено, что в среднем–верхнем карбоне и ранней перми наиболее благоприятные условия для формирования продуктивных горизонтов существовали 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 площадные продуктивные отложения карбона. Наименее перспективны на образование продуктивных горизонтов верхнего палеозоя 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 верхнего палеозоя и приуроченность ореолов рассеяния кимберлитовых минералов к делювиально-пролювиальным и аллювиальным осадкам, развитым в низах разреза лапчанской, ботуобинской и боруллойской свит, свидетельствуют о наличии благоприятных условий для формирования продуктивных горизонтов. Особенно перспективны на россыпную алмазоносность делювиально-пролювиальные отложения верховьев палеоводотоков (пример – россыпь алмазов Восточная). Аллювиальные отложения лапчанской и ботуобинской свит развиты в западной части рассматриваемой территории по днищам долин палеоводотоков. Перекрывающие эти осадки бассейновые образования полностью заполняют долины до уровня их водоразделов, сводовой части БСП. Аллювиальные и перекрывающие их бассейновые отложения боруллойской свиты развиты практически на всей рассматриваемой территории. Причем во время формирования аллювиальных осадков ботуобинской свиты были перемыты и переотложены практически все докаменноугольные образования, поскольку в общем фиксируют унаследованность развития водотоков каменноугольного и пермского периодов. Всё это свидетельствует о высоких перспективах лапчанских и ботуобинских пролювиальных и аллювиальных отложений на формирование продуктивных горизонтов (россыпи алмазов Восточная и Западная).

Важно также учитывать, что если ореолы рассеяния кимберлитовых минералов попадали в зону действия транзитного водотока, то они или полностью были уничтожены, или же сильно разубоживались, и, наоборот, при переотложении этих ореолов водотоками высоких порядков формировались богатые продуктивные горизонты, особенно на участках, где фиксируют резкую смену гидродинамической активности палеоводотоков, или в верховьях их небольших притоков [2, 4]. В то же время ореолы рассеяния кимберлитовых минералов в отложениях прибрежно-бассейнового генезиса формировались вдоль склонов и структурных террас локальных палеоподнятий. В этой связи отметим, что аллювиальные отложения боруллойской свиты накапливались уже тогда, когда вся западная часть региона была перекрыта ботуобинскими бассейновыми образованиями, а в восточной части каменноугольные ореолы рассеяния кимберлитовых минералов были уже в основном размыты. Поэтому степень перспективности боруллойских аллювиальных отложений на формирование богатых продуктивных горизонтов ниже, по сравнению с лапчанской и ботуобинской свитами. 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 [4, 12, 31]. Всё это необходимо учитывать при планировании и проведении поисковых работ.

МБАР и ДААР являются важными регионами алмазодобычи, однако для восполнения убывающих запасов алмазов необходимо открытие здесь новых коренных и россыпных месторождений, поскольку запасы резервных месторождений ограничены. Анализ выявленных минералогических признаков, структурно-тектонических и литолого-фациальных предпосылок поискового прогнозирования, а также степени и надёжности опосредования территории свидетельствует о возможности обнаружения в этом районе алмазоносных кимберлитовых трубок. И хотя их центральные части (Мирнинское, Алакитское и Мархинское кимберлитовые поля) наиболее изучены, однако и здесь возможно обнаружение немагнитных и небольших алмазоносных кимберлитовых тел в пределах выделенных и ещё не до конца изученных локальных перспективных участков, тяготеющих к зонам разломов Вилуйско-Мархинской системы. В остальных частях районов, где широко развиты отложения верхнего палеозоя, проведены алмазопосис-

ковые работы разной детальности. Кимберлитовые трубки и первичные потоки рассеяния ИМК здесь пока не обнаружены. В то же время в отложениях лапчанской, ботубинской и боруллойской свит выделены два обширных минералогических ореола (Кюеляхский и Бахчинский), отходящих от Мирнинского кимберлитового поля, соответственно, в северо-западном и северо-восточном направлениях, с ореолами смешанного (континентального и бассейнового) типа и со слабо отсортированной алмаз-пироп-пикроильменитовой ассоциацией [2, 4]. Этим ореолам присущи высокие концентрации ИМК (до нескольких тысяч зерен на шлиховую пробу объемом 10 л), причем минералы имеют следы механического изнашивания. Обнаружены также зерна крупностью до 2 мм, причем на некоторых зёрнах пироба есть реликты келифитовой каймы. Кроме того, в ореолах зафиксированы находки алмазов, а в Кюеляхском минералогическом поле – две россыпи алмазов (Восточная и Западная). Закартированы перспективные ореолы рассеяния ИМК и в ДААР [2].

Детальное и комплексное изучение физиографических, морфологических и химических особенностей кимберлитовых минералов показало, что большинство их подобно минералам из высокоалмазоносных трубок Мирнинского, Далдынского и Алакитского полей. В МБАР эти ИМК претерпели значительное изнашивание вследствие неоднократного перемывания и переотложения в допозднепалеозойское время. Меньшая часть ИМК имеет признаки, отличные от трубочных ассоциаций. Например, западнее россыпи Западная фиксируют 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 обнаружены в грубообломочных отложениях лапчанской, ботубинской и боруллойской свит в пределах Бахчинского минералогического поля (ореолы Дэлбергинский и Медвежий); эти отложения выполняют неглубокую палеоложбину в зоне разломов Вилуйско-Мархинской системы. Именно в районе этих ореолов предполагают местные коренные источники упомянутых минералов. Степень опоскования участков развития описываемых ореолов недостаточна, поэтому необходимо их доизучение с целью обнаружения алмазоносных кимберлитовых трубок. Прирост запасов алмазов возможен также благодаря выявлению новых верхнепалеозойских россыпей в пределах площадей развития высококонтрастных ореолов рассеяния ИМК Кюеляхского минералогического поля, хотя тут строение продуктивного пласта сложное, а мощность вскрыши значительная (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.* Поисковая минералогия алмаза / В. П. Афанасьев, Н. Н. Зинчук, Н. П. Похиленко. – Новосибирск : ГЕО, 2010. – 650 с.
3. *Борис Е. И.* Эрозионный срез кимберлитовых трубок Мало-Ботубинского района Западной Якутии / Е. И. Борис // Тр. ЦНИГРИ. – М. : ЦНИГРИ, 1977. – С. 153–154.
4. *Борис Е. И.* Структурно-формационные и генетические особенности формирования продуктивных отложений верхнего палеозоя и мезозоя бассейна среднего течения в связи с поисками месторождений алмазов / Е. И. Борис, Н. Н. Зинчук // Геология алмазов – настоящее и будущее. Геологи к 50-летию юбилею г. Мирный и алмазодобывающей промышленности России. – Воронеж : ВГУ, 2005. – С. 1339–1361.

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. ВУЗов. Геология и разведка. – 1981. – № 1. – С. 36–43.
7. Зинчук Н. Н. Сравнительная характеристика вещественного состава коры выветривания кимберлитовых пород Сибирской и Восточно-Европейской платформ / Н. Н. Зинчук // Геология и геофизика. – 1992. – № 7. – С. 99–109.
8. 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.
9. Зинчук Н. Н. Постмагматические минералы кимберлитов / Н. Н. Зинчук. – М. : Недра, 2000. – 538 с.
10. Зинчук Н. Н. Типоморфизм алмазов Сибирской платформы / Н. Н. Зинчук, В. И. Коптиль. – М. : Недра, 2003. – 603 с.
11. Зинчук Н. Н. Структурно-формационное и минерагеническое районирование территорий развития погребенных кор выветривания и продуктов их переотложения в алмазоносных регионах (на примере Якутской кимберлитовой провинции) / Н. Н. Зинчук, Е. И. Борис, Ю. Б. Стегницкий // Геология и геофизика. – 1998. – Т. 39, № 7. – С. 950–964.
12. Зинчук Н. Н. Особенности минерагении 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.
13. Зинчук Н. Н. Древние коры выветривания и поиски алмазных месторождений / Н. Н. Зинчук, Д. Д. Котельников, Е. И. Борис. – М. : Недра, 1983. – 196 с.
14. 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 // Изв. ВУЗов. Геология и разведка. – 1998. – № 3. – С. 32–37.
15. Казанский Ю. П. Седиментология / Ю. П. Казанский. – Новосибирск : Наука, 1976. – 271 с.
16. Калмыков Б. А. Природа седиментационной цикличности и возможности корреляции верхнепалеозойских отложений востока Тунгусской синеклизы / Б. А. Калмыков // Геология, закономерности размещения, методы прогнозирования и поисков месторождений алмазов. – Мирный : МГТ, 1998. – С. 213–215.
17. Коры выветривания бассейна р. Виллой / Н. Н. Зинчук, В. И. Тараненко, Е. И. Борис и др. // Изв. АН СССР. Сер. геол. – 1978. – № 8. – С. 108–121.
18. Котельников Д. Д. Кора выветривания на нижнепалеозойских терригенно-карбонатных породах Западной Якутии / Д. Д. Котельников, Н. Н. Зинчук, В. Н. Соколов // Бюлл. Моск. об-ва испытателей природы. Отд. геол. – 1982. – Т. 37, вып. 3. – С. 81–97.
19. Кравчинский А. Я. Палеогеография верхнего палеозоя Сибирской платформы и прилегающих областей / А. Я. Кравчинский // Советская геология. – 1969. – № 4. – С. 46–57.
20. Логвиненко Н. В. Петрография осадочных пород / Н. В. Логвиненко. – М. : Высшая школа, 1974. – 400 с.
21. Орлов Ю. Л. Минералогия алмаза / Ю. Л. Орлов. – М. : Наука, 1984. – 264 с.

22. Особенности минерального состава верхнепалеозойских отложений восточного борта Тунгусской синеклизы / В. А. Хмелевский, Р. А. Затхей, Н. Н. Зинчук и др. – М. : ВИНТИ, 1976. – 31 с.
23. Павлов С. Ф. Верхний палеозой Тунгусского бассейна / С. Ф. Павлов. – Новосибирск : Наука, 1974. – 172 с.
24. Позднепалеозойский литогенез алмазоносных районов Якутии / Е. П. Акульшина, Т. П. Аксенова, А. М. Фомин, Т. М. Писарева. – Новосибирск : ИГиГ СО АН СССР, 1983. – 201 с.
25. Прокопчук Б. И. Алмазоносные россыпи и методика их прогнозирования и поисков / Б. И. Прокопчук. – М. : Недра, 1979. – 268 с.
26. Файнштейн Г. Х. Основные черты строения алмазоносных осадочных формаций верхнего палеозоя восточного борта Тунгусской синеклизы / Г. Х. Файнштейн // Геология и геофизика. – 1981. – № 5. – С. 46–53.
27. 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.
28. Фациальная характеристика верхнепалеозойских бассейновых отложений восточного борта Тунгусской синеклизы / В. И. Тараненко, Н. Н. Зинчук, В. А. Хмелевский и др. – М. : ВИНТИ, 1978. – 31 с.
29. 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.
30. Черная Т. А. Обоснование новой схемы расчленения отложений верхнего палеозоя восточного борта Тунгусской синеклизы / Т. А. Черная, Е. И. Борис // Геология, закономерности размещения, методы прогнозирования и поисков месторождений алмазов. – Мирный : МГТ, 1998. – С. 226–228.
31. Шутов В. Д. Минеральные парагенезисы граувакковых комплексов / В. Д. Шутов. – М. : Наука, 1975. – 110 с.

*Стаття: надійшла до редакції 09.03.2019
прийнята до друку 25.11.2020*

Микола Зінчук

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

МІНЕРАЛОГІЧНІ ТА ФОРМАЦІЙНІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ВЕРХНЬОПАЛЕОЗОЙСЬКИХ АЛМАЗОНОСНИХ ТОВЩ

На підставі детального вивчення структурно-формаційних особливостей формування верхньодевонсько-кам'яновугільних кір звітрявання на теригенно-карбонатних породах і кімберлітах, а також відкладів, збагачених продуктами їхнього перевідкладання, визначено специфічні особливості утворення продуктивних горизонтів верхнього палеозою го-

ловних алмазоносних районів Сибірської платформи. У їхніх межах виділено площі, сприятливі для формування і збереження ореолів розсіяння кімберлітового (у тім числі алмазоносного) матеріалу. Аналіз фацій верхньопалеозойських відкладів та особливостей їхнього розташування дав змогу з'ясувати, що з моменту короутворення й до завершення пізньопалеозойського осадонагромадження денудація порід регіону була незначна; вона відбувалась, головню, по водотоках, де максимально досягала 50 м. Обґрунтовано необхідність диференційованого підходу до вивчення умов утворення різних фацій алмазоносних відкладів PZ_3 континентального і прибережно-морського генезису. Їхнє комплексне дослідження дасть змогу локалізувати конкретні площі, сприятливі для формування давніх розсипищ алмазів, або виявити кімберлітові трубки.

Ключові слова: кора звітрювання, осадова порода, алмазоносне розсипище, кімберлітова трубка, 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*

MINERALOGICAL AND FORMATION FEATURES OF THE UPPER PALAEOZOIC DIAMOND-BEARING STRATA FORMATION

Specific features of the Upper Palaeozoic productive horizons generation of the Siberian platform main diamondiferous regions have been restored. This is done based on detailed research of structural-formation generation features of Upper Devonian-Carboniferous crusts of weathering on terrigenous-carbonate rocks, kimberlites, and deposits enriched by products of their redeposition. Favourable for generation and preservation of kimberlite (including diamondiferous) material dispersion haloes areas have been distinguished.

Analysis of the Upper Palaeozoic deposits facies, as well as specific features of their location, allowed establishing that denudation of the rocks was insignificant since the moment of their crusts formation and up to completion of the Upper Palaeozoic sedimentation, and occurred mainly only at watercourses, where reached 50 m at most. It is emphasized by omnipresent availability of crusts of weathering on terrigenous-carbonate rocks of the Lower Palaeozoic, preserved from washout under the Upper Palaeozoic deposits, and by the presence of proluvium-deluvium formations (clayey-sandy-pebbly deposits with angular debris of underlying rocks) in their basal levels. These formations are usually elongated in the form of narrow streams and represent fragments of most initial erosion of the crusts of weathering in post-Carboniferous time. That is why, at such minimal shear, practically all kimberlite minerals, occurring in the Upper Palaeozoic deposits, are redeposited from more ancient pre-Lapchanian formations.

The necessity of differentiated approach to studying formation conditions of various facies of diamondiferous upper Palaeozoic deposits of continental and coastal genesis was substantiated, and, in the first turn, – determination of their specific features. Their complex research is required, with application of structural-tectonic, lithological-facial and formation-cyclic analyses, which would allow allocating specific areas favourable for generation of ancient placers of diamonds or discovering kimberlite pipes.

Key words: crust of weathering, terrigenous rock, diamond placer, kimberlite pipe, Upper Palaeozoic, Siberian platform.