

УДК 551.311.231:553.08:326.6

ОСОБЕННОСТИ ЛИТОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ АЛМАЗОПОИСКОВЫХ РАБОТАХ НА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЕ

Н.Н. Зинчук

Западно-Якутский научный центр Академии наук Республики Саха (Якутия), Мирный

Поступила в редакцию 10.11.17

На примере верхнепалеозойских и мезозойских отложений главных алмазоносных районов Сибирской платформы охарактеризованы основные поставщики терригенного материала в древние алмазоносные россыпи и их проявления. Особое внимание уделено характеристике местных источников сноса аллотигенного материала в бассейны седиментации, главными среди которых были средне-позднетриасовые коры выветривания (КВ) на терригенно-карбонатных породах, образованиях трапповой формации (долериты, туфы и туфогенные толщи) и кимберлитах. Сравнительное комплексное исследование древних КВ на породах различного химического и минералогического состава позволило проследить особенности их гипергенного изменения и типоморфные признаки элювиальных продуктов, что очень важно для решения ряда прикладных задач. Переотложенные в древних осадочных толщах продукты различных типов КВ сохраняют структурные и кристаллохимические особенности по отношению к минералам элювиальных толщ, что позволяет проследить пути поступления в бассейны седиментации терригенного (в том числе и алмазоносного) материала.

Ключевые слова: коры выветривания, гипогенные и гипергенные минералы, типоморфизм, алмазоносные толщи.

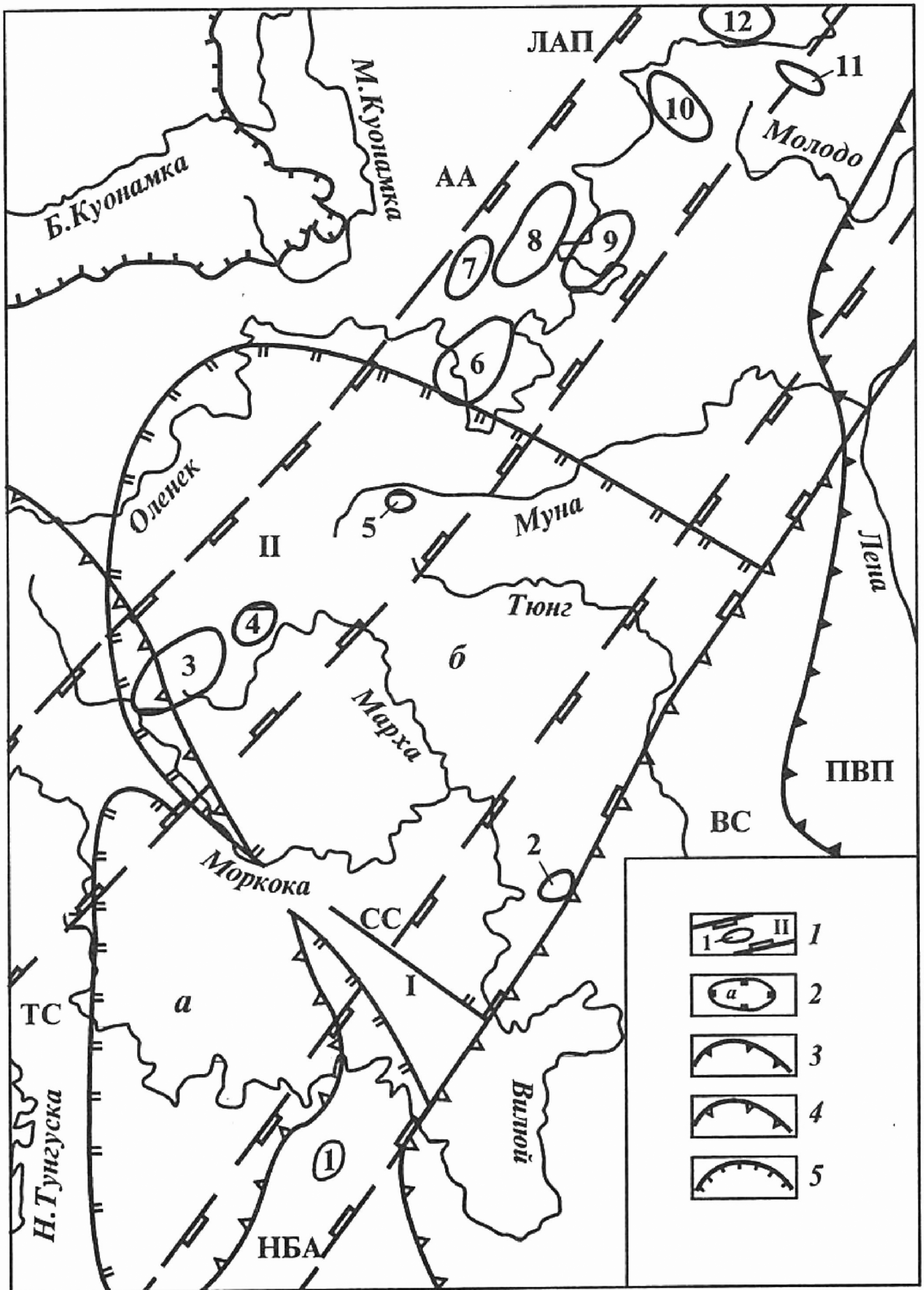
Zinchuk N.N. Lithologic-mineralogical investigations in complex prospecting works on diamonds in Siberian Platform. Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Geological Series. 2018. Vol. 93, part 1. P. 35–47.

On the example of Paleozoic and Mesozoic deposits of one of the main diamondiferous regions of the Siberian Platform basic suppliers of terrigenous material to ancient diamondiferous placers under formation and their occurrences are characterized. Special attention is paid to characteristics of local sources of allothigenous material removal to sedimentation basins, the main source of which were Upper Devonian-Carboniferous and Middle-Late Triassic crusts of weathering on terrigenous-carbonate rocks, formations of trappean origin (dolerites, tuffs, tufogene thick layers) and kimberlites. Comparative complex investigation of ancient crusts of weathering on rocks of various chemical and mineralogical composition allowed tracing a specific features of their hypergene alteration and typomorphic indications of eluvial products which is very important for solving a number of applied tasks. That is why redeposited in ancient sedimentary thick layers products of various types of crusts of weathering preserve structural and chrystallochemical features in relation to the minerals of eluvial rocks which allow tracing the ways of terrigenous material arrival into sedimentation basins (including diamondiferous material).

Key words: crusts of weathering, hypogene and hypergene minerals, typomorphism of minerals, diamondiferous rocks.

Доминирующая добыча алмазов в Якутской алмазоносной провинции (ЯАП) Сибирской платформы (СП) осуществляется (Зинчук, 1992, 1994, 2000; Харьков и др., 1998; Розен и др., 2006) из коренных месторождений (трубки Мир, Интернациональная, Айхал, Юбилейная, Зарница, Комсомольская, Ботубинская, Нюрбинская и др.), а на отдельных из них (имени XXIII съезда, Дачная, Сытыканская и др.) завершена отработка верхних горизонтов и прекращены горно-добычные работы в связи с порогом экономической эффективности. Для восполнения убывающих запасов алмазов необходимо как открытие новых алмазоносных кимберлитовых трубок на перспективных площадях (рис. 1), так и вовлечение в отработку россыпных

(современных и погребенных) месторождений, характеризующихся значительными запасами полезного компонента. Поскольку фонд легко открываемых и выходящих на дневную поверхность коренных месторождений алмазов на перспективных территориях СП практически исчерпан, то постепенно поиски их переместились на закрытые площади, где развиты разнофациальные континентальные и прибрежно-морские терригенные отложения верхнего палеозоя и мезозоя значительной мощности, перекрывающие среднепалеозойские кимберлитовые диатремы (Рожков и др., 1969; Соболева и др., 1979, 1981; Зинчук и др., 1987а, 1997). Последние зачастую интродуцированы пластовыми телами долеритов. В то же время значительный



(до 300–400 м) эрозионный срез кимберлитовых тел в допозднепалеозойское, а потом и в дораннеюрское время обусловил неоднократный переыв и переотложение ореолов рассеяния индикаторных минералов кимберлитов (ИМК), которые впоследствии попали в базальные продуктивные горизонты. В таких сложных условиях и по ореолам рассеяния ИМК эффективность применения шлихо-минералогического метода поисков месторождений алмазов, хорошо зарекомендовавшего себя на открытых площадях, резко снижается.

Эпохи мощного корообразования и кимберлитового магматизма

В геологической литературе имеются сведения о соотношении эпох мощного корообразования и мантийного магматизма в истории Земли, сформулировавшие представление об «эпохах мощного корообразования» (Зинчук и др., 1987б, 2013; Казанский, 1976; Хитров и др., 1988): а) допротерозойской (но послепалеозойской); б) раннепротерозойской (докембрийской или дорифейской); в) среднепалеозойской (девонской или додевонской); г) раннемезозойской (позднетриасовой – раннеюрской); д) третичной (позднетретичной). Упомянутые периоды мощного корообразования совпадают с эпохами минимального осадконакопления или эпохами перерыва, которые закономерно коррелируются с этапами тектонической жизни Земли. Несмотря на то что к основным эпохам корообразования мезокайнозой (позднетриасовая–раннеюрская, позднемиоценовая, олигоцен-миоценовая) приурочены максимумы магматической активности континентов, в раннем палеозое кимберлитовые трубки взрыва в массовом количестве формировались в пределах обширных поверхностей выравнивания СП и, в меньшей степени, Южной Африки (ЮАП) и Южного Китая.

Позднепротерозойская (рифейская) эпоха мощного корообразования и кимберлитового магматизма была развита повсеместно (Зинчук, 2000; Афанасьев и др., 2010), о чем свидетельствуют остатки сохранившихся КВ этого возраста на различных древних платформах мира. На Восточно-Европейской платформе (ВЕП) КВ установлены в местах, где сохранились перекрывающие отложения венда или нижнего палеозоя. Докембрийские алмазы характеризуются преимущественно округлой формой и скрытокристаллическими разностями (карбонадо, баллас), которые не характерны для более молодых образований.

Раннепалеозойская эпоха мощного корообразования и кимберлитового магматизма имеет черты, отличающие ее от более поздних этапов. КВ формировались на всех четырех стратиграфических уровнях раннего палеозоя, отвечающих планетарным фазам каледонского тектонического этапа. Нижнепалеозойские алмазоносные магматиты установлены на Сибирской, Южно-Китайской и Африканской платформах. На СП в этом возрастном интервале выделяются две вспышки внедрения кимберлитовых диатрем. Первая проявилась в пределах Беенчиче-Куойкского и Чомурдахского кимберлитовых полей. Диатремы второй фазы обнаружены в Мирнинском (МКП), Алакит-Мархинском (АМКП), Далдынском (ДКП), Верхнемунском (ВМКП), Чомурдахском (ЧКП), Западно-Укукитском (ЗУКП) и Мерчимденском полях.

Среднепалеозойская (средний–поздний девон) эпоха мощного корообразования и кимберлитового магматизма установлена на ВЕП и СП, в Австралии, Северной Америке и на Индостанском полуострове. На ВЕП КВ этого возраста обнаружены на всей площади Центрального и Главного девонского полей, на Тимане, Украинском кристаллическом щите (УКЩ) и Воронежской антеклизе (ВА). Этой эпохе принадлежат кимберлитовые диатремы большинства алмазоносных районов СП, Золотницкого поля Архангельской алмазоносной провинции (ААП) и Приазовья.

Раннекаменноугольная эпоха мощного корообразования и кимберлитового магматизма отчетливо проявилась на платформах Евразии (ВЕП, СП и Китайско-Корейской), а также на юге Африки. Раннекаменноугольный мантийный диапиризм был продолжением позднедевонского, что сближает его со среднепалеозойской эпохой мощного корообразования и кимберлитового магматизма. К раннекаменноугольной эпохе многие исследователи относят возобновление кимберлитового магматизма в ряде алмазоносных районов ЯАП, ААП и провинции Ляонин на северо-востоке Китая.

Позднетриасово-раннеюрская эпоха мощного корообразования и кимберлитового магматизма имела широкое развитие в земной истории, и свидетельства ее отмечаются в пределах континентов Евразии, Северной Америки, Африки и других регионов мира. Юрскими являются многочисленные трубки стран Гвинейского залива, Канады. В ЯАП к позднему триасу–юрю относят многие исследователи диатремы Средне-Оленекского района (Харьков и др., 1998; Афанасьев и др., 2010).

Рис. 1. Структурно-тектоническая схема Якутской кимберлитовой провинции (по Ф.Ф. Брахфогелю с дополнениями автора): 1 – минерогенетические зоны: I – Вилюйско-Мархинская, II – Далдыно-Оленекская; кимберлитовые поля: 1 – Мирнинское, 2 – Накынское, 3 – Алакит-Мархинское, 4 – Далдынское, 5 – Верхне-Мунское, 6 – Чомурдахское, 7 – Западно-Укукитское, 8 – Восточно-Укукитское, 9 – Огонер-Юряхское, 10 – Мерчимденское, 11 – Толуопское, 12 – Куойкское; 2 – Архейские кратоны: а – Ботуобинский, б – Тюнгский; 3 – границы прогибов: ПВП – Предверхоанский, ЛАП – Лено-Анабарский; 4 – границы синеклиз (ВС – Вилюйская, ТС – Тунгусская), антеклиз (НБА – Непско-Ботуобинская, АА – Анабарская) и Сюгджерской седловины (СС); 5 – граница выходов кристаллических пород фундамента на поверхность

Раннемеловая эпоха мощного корообразования и кимберлитового магматизма была проявлена, судя по синхронным КВ или продуктам ее переотложения, на всех континентах. Нижнемеловые мощные КВ на обширных пространствах Евразии фиксируют древний пенеплен, сформировавшийся преимущественно по осадочным породам. Раннемеловая эпоха мощного корообразования и кимберлитового магматизма оставила явные следы на всех континентах.

Позднемеловая—раннепалеогеновая эпоха мощного корообразования и кимберлитового магматизма также имела довольно широкое распространение на различных континентах. В пределах ВЕП она установлена на ВА и УКЩ. На СП она известна в пределах Западно-Сибирской низменности, в Чулымо-Енисейской впадине, где ее мощность колеблется от 5 до 30 м.

Позднепалеогеновая—раннеогеновая эпоха мощного корообразования и кимберлитового магматизма проявилась по-разному в умеренных широтах и приэкваториальных тропических.

Коры выветривания и условия их образования на Сибирской платформе

Рассмотрев кратко соотношение основных эпох мощного корообразования и в целом магматизма, следует отметить огромное значение этих данных для оценки алмазности обширных (особенно малоизученных) территорий. Многие исследователи отмечали важность изучения мощных эпох корообразования как важнейших геологических документов, фиксирующих переломные моменты в истории Земли — перестройки тектонических планов, смену циклов осадконакопления, изменения климата и органической жизни (Звягин и др., 1979; Зинчук, 1994, 2000; Розен и др., 2006). Большинство эпох мощного корообразования характеризуются не только всплесками мантийного диапиризма, но нередко и максимумами общего магматизма.

Коры выветривания возникают при благоприятных соотношениях следующих основных факторов: интенсивности выветривания, глубины возможного корообразования и скорости размыва. Интенсивность выветривания резко возрастает с увеличением температуры и количества выпадающих осадков. Большое значение имеет также обилие гумусового вещества, обладающего кислотными свойствами. Мощность КВ сильно зависит и от глубины залегания грунтовых вод. Наиболее интенсивная денудация элювиальных продуктов происходит вдоль эрозионной сети, тогда как на плоских водоразделах, наоборот, наблюдается минимальный размыв при наиболее интенсивном дренаже. На таких водоразделах обычно и формируется мощная КВ (Казанский, 1976; Зинчук, 1994, 2000), сохраняющаяся от размыва только при стечении благоприятных факторов, в первую очередь, в пониженных участках древнего рельефа денудацион-

ной поверхности и в тектонически опущенных блоках. На пенеплене или первичной аккумулятивной равнине дренаж обычно очень слаб, отчего здесь не образуются мощные КВ.

В конце пермского периода во многих районах СП начались излияния лав и внедрение траппов, особенно сильно проявившиеся к концу раннего триаса, когда длительная эпоха денудации рельефа завершилась пенепленизацией, которая в среднем и позднем триасе была обусловлена эпохой тектонического покоя, предшествовавшей юрской активизации СП. В раннем и среднем триасе климат был субтропический с элементами аридного, с резко неравномерным распределением осадков по сезонам, а в позднем триасе — ранней юре — с возросшим количеством атмосферных осадков. Все это способствовало формированию мощной, преимущественно каолиновой КВ. При этом корообразование, денудация и переотложение этой КВ в коррелятивные толщи рассматриваемого региона происходили относительно равномерно, что было обусловлено, как и в позднем девоне — раннем карбоне, слабыми изменениями палеорельефа и тектонического режима. Так, иреляхская свита рэтгеттанга Ангаро-Вилуйского наложенного мезозойского прогиба (АВНМП), содержащая продукты переотложения КВ, есть отражение погребенной денудационной поверхности среднего — верхнего триаса.

В структурном плане древние КВ приурочены преимущественно к конседиментационным палеоподнятиям, в пределах которых в период формирования перекрывающих их отложений развивались обстановки денудационных и денудационно-аккумулятивных равнин (Рожков и др., 1969; Зинчук и др., 1982). В конседиментационных палеовпадинах, служивших местами аккумуляции переотложенного материала КВ, наоборот, были неблагоприятные условия для интенсивного корообразования. Возможно, здесь протекали только начальные стадии дезинтеграции пород субстрата. Так, в позднедевонское-раннекаменноугольное время в Малоботубинском алмазоносном районе (МБАР) относительно мощные площадные остаточные КВ на терригенно-карбонатных породах нижнего палеозоя развивались (а затем сохранились от размыва) на Улу-Тогинском, Мирнинском, Джункунском и Чернышевском палеоподнятиях, обрамлявших Кюеляхскую, Улахан-Ботубинскую и Ахтарандинскую впадины. Установленные в отдельных разрезах верхние горизонты КВ свидетельствуют о формировании в них полных профилей. На поднятиях и их склонах отмечаются более мелкие понижения в рельефе и структурные террасы, на которых менее контрастно проявляется закономерность приуроченности наиболее мощных КВ к поднятиям.

Подобные палеогеоморфологические особенности развития и распределения характерны и для средне-позднетриасовых КВ (Зинчук, 1994, 2000). В пределах МБАР в мезозойское время осадочные

толщи формировались в двух различных структурно-формационных зонах, резко отличавшихся условиями развития и сохранения доюрских КВ. Одна из них охватывала всю северо-западную половину территории района и в структурном отношении совпадает с северо-западным бортом АВНМП, являвшегося на протяжении длительного времени денудационной, а затем в плинсбах — денудационно-аккумулятивной поверхностью. Здесь ко времени корообразования были развиты верхнепалеозойские вулканогенно-терригенные отложения, а также породы трапповой формации (долериты и туфогенные образования) нижнего триаса. Только в полосе шириной примерно 25–30 км вдоль бровки северо-западного борта того же прогиба обнажались терригенно-карбонатные породы нижнего палеозоя. Здесь в средне-позднетриасовое время, судя по сохранившимся разрезам полного профиля латеритоподобной КВ (Зинчук, 2000), существовали благоприятные условия для интенсивного корообразования. Вторая — юго-восточная зона района, совпадающая с центральной частью АВНМП, была неблагоприятной для интенсивного корообразования. В среднем и позднем триасе обнажались терригенно-карбонатные породы нижнего палеозоя. В процессе корообразования разрушенный материал пород субстрата сносился в пониженные участки центральной части прогиба. На небольших поднятиях в прогибе КВ могла достигать значительной мощности. В Далдыно-Алакитском алмазоносном районе (ДААР) также устанавливается приуроченность КВ к палеоподнятиям и их склонам (Зинчук, 1994).

Развитие и сохранность элювиальных образований полностью зависели от структурно-формационной позиции каждого конкретного участка. Площадная остаточная допозднелепалеозойская КВ на терригенно-карбонатных породах нижнего палеозоя широко распространена в северной части МБАР и в отдельных пунктах ДААР под покровом верхнепалеозойских осадочных толщ. Кроме таких площадных КВ в отдельных пунктах северной части МБАР (бассейн руч. Улахан-Ирелях и др.) установлены фрагменты линейных КВ, развитых по зонам тектонических нарушений. Значительные по размерам и мощности (до 15–17 м) поля средне-позднетриасовой КВ на терригенно-карбонатных породах нижнего палеозоя есть в центральной части МБАР, и в большинстве случаев они перекрыты мезозойскими осадочными толщами. Средне-позднетриасовая площадная остаточная КВ на долеритах отмечается преимущественно в понижениях траппового плато, занимающего северо-западную часть МБАР, а также в тектонически опущенных блоках. Форма и размеры реликтов полей выветрелых траппов и их мощность полностью зависят от параметров этих понижений, являющихся фрагментами (нижними частями) древних конседиментационных структур или отрицательных форм триасового рельефа. В ДААР остаточная площадная

средне-позднетриасовая КВ на долеритах зафиксирована только в нескольких пунктах, приуроченных к понижениям траппового плато. Линейная КВ долеритов (мощностью до 30 м) установлена в ряде пунктов северной части МБАР вдоль тектонических нарушений. В ряде алмазоносных районов СП отмечена остаточная кора КВ на туфах и туфогенных образованиях. Наиболее детально она в последние годы нами изучена в МБАР, где описана как на туфогенных образованиях корвунчанской свиты, так и на трубчатых телах агломератовых туфов и туфобрекчий.

КВ на трубках взрыва трапповых и кимберлитовых пород ограничены контурами самих тел и иногда отмечаются на глубины до сотни метров. Такие образования можно отнести к типу локального распространения как разновидность площадной КВ, обусловленной значительно меньшей устойчивостью пород трубок взрыва по сравнению с вмещающими их терригенно-карбонатными породами нижнего палеозоя (Зинчук, 1994, 2000). В верхних частях многих трубок взрыва трапповых пород отмечена мощная КВ. В зависимости от конкретной геологической обстановки и возраста перекрывающих трубки отложений могли формироваться КВ туфов и туфобрекчий либо позднедевонского-раннекаменноугольного или средне-позднетриасового возраста.

Вещественный состав кор выветривания

Кроме отличий в геологическом распространении и сохранности различных типов КВ можно отметить и существенные особенности вещественного состава этих элювиальных образований. Так, исходными породами нижнего палеозоя являлись плотные серые и светло-серые, иногда грязно-серые карбонатные песчанитые алевролиты и известково-доломитовые песчаники, а также отдельные мало-мощные прослои карбонатных глин. В нижней части зоны дезинтеграции КВ терригенно-карбонатные породы раздроблены многочисленными трещинами и микротрещинами, однако структурно-текстурные особенности материнских пород сохраняются здесь полностью. Тяжелая фракция таких пород обогащена весьма устойчивыми минералами: турмалином, цирконом, гранатами, сфеном, дистеном и рутилом. Среди рудных минералов преобладает магнетит. В нижней части разреза некоторые зерна ильменита лейкоксенизированы. Отмечена значительная концентрация землистого эпидота. Однако в тяжелой фракции преобладают аутигенные минералы, представленные почти полностью гидроксидами железа (гетит и реже гидрогетит). Во фракции мельче 0,001 мм породы этой части профилей содержат слабо деградированную гидрослюда политипной модификации $2M_1$ с полубеспорядоченной структурой, триоктаэдрическое хлорит-монтмориллонитовое (ХМСО) и диоктаэдрическое монтмориллонит-гидрослюдистое смешанослойное образова-

ние (МГСО). При этом в нижней части профилей выветривания гидрослюда 1М присутствует в существенном количестве. В верхней части профилей выветривания этого типа, представляющей собой зону выщелачивания, в глинистых образованиях пятнистой окраски структурно-текстурные особенности материнских пород практически не сохраняются. Среди первичных тяжелых минералов возрастает концентрация землистого эпидота и весьма устойчивых (гранаты, турмалин, циркон и др.) минералов. Увеличивается окисление магнетита и в аутигенном комплексе преобладают сидерит и пирит. В рассматриваемой зоне присутствуют гидрослюда 2М₁ и МГСО с более высоким содержанием, по сравнению с нижней частью профилей, разбухающих пакетов (Зинчук и др., 1983, 2013). Отмечается примесь каолинита, гиббсита и талька, а в отдельных участках в глинистых образованиях отмечены линзы, желваки и прожилки белых и серовато-белых вторичных образований, состоящих из алуниита, алюминита, базальюминита, гипса и кальцита.

КВ на долеритах сохранилась в алмазоносных районах СП только в понижениях плато или в тектонически опущенных блоках (Зинчук и др., 1983). Мощность КВ на долеритах в ЯАП обычно составляет первые метры, достигая в отдельных разрезах 50 м и более. Обычно от размыва сохраняется лишь нижняя часть КВ — зона дезинтеграции. Размеры останцов такой коры обычно небольшие (до 1 км², редко больше). Кроме площадной, в северной части МБАР установлена линейная КВ долеритов (мощностью до 30 м), развитая вдоль тектонических нарушений. Большинство сохранившихся полей этой КВ располагается на пониженных участках современных водораздельных пространств траппового плато, имея выход на дневную поверхность, и в меньшей степени — в пределах склонов мезозойских депрессий, где указанные элювиальные толщи перекрыты нижнеюрскими осадочными толщами (Зинчук и др., 1997). Как в МБАР, так и в ДААР КВ долеритов имеет фрагментарное распространение в виде небольших изолированных участков. Исходные, не подвергшиеся выветриванию породы в северной части МБАР представлены серыми и темно-серыми долеритами, сложенными плагиоклазами (лабрадор-битовнит), моноклинными пироксенами (авгит), ильменитом, магнетитом, оливином, биотитом и стекловатым мезостазиом. В нижних частях зоны дезинтеграции наблюдается разложение плагиоклазов и феррических минералов и формирование по ним железисто-глинистых тонкодисперсных агрегатов. Вверх по разрезу увеличивается количество макро-, мезо- и микротрещин, выполненных вторичными минералами (кальцитом, идингситом, гетитом и гематитом). В самых верхних горизонтах наиболее полных профилей выветрелых долеритов реликтовые структуры материнских пород не отмечаются. Разрушаются самые неустойчивые первичные ми-

нералы тяжелой фракции (пироксены и амфиболы), приводя к высокой концентрации умеренно устойчивых (группа эпидота) и весьма устойчивых (турмалин, рутил, сфен и др.) минералов. В аутигенном комплексе возрастает роль пирита и сидерита, а также разрушается вермикулит и накапливается ассоциирующий с ним монтмориллонит, характеризующийся дальнейшим разупорядочением структуры. Увеличивается в верхних частях профилей выветривания количество каолинита.

КВ на туфах и туфобрекчиях трубок взрыва обнаружена в различных позднепалеозойских и мезозойских структурно-формационных зонах МБАР. Меньшая устойчивость туфов и туфобрекчий в процессе корообразования (по сравнению с вмещающими породами) позволяет наиболее рельефно проследить на них закономерность более интенсивного развития (независимо от типов пород субстрата) и лучшей сохранности КВ в пределах денудационной поверхности выравнивания, территориально совпадающей с конседиментационными палеоподнятиями и их склонами, по сравнению с денудационно-аккумулятивными и аккумулятивными поверхностями, соответствующими палеопадинам (Зинчук и др., 2013). Наиболее мощные КВ, достигающие мощностей до 70–90 м, изучены нами на туфогенных породах трубчатых тел А-49, А-50 и др. В этом же районе встречены трубчатые тела со слабо выраженной КВ в верхних частях, что связано с незначительной гидротермально-метасоматической переработкой пород до процессов корообразования. Исходные, подвергшиеся выветриванию породы в таких трубках взрыва сложены плотным пирокластическим материалом с мелкими обломками иных пород, кварца, халцедона, полевых шпатов, биотита и других минералов. Включения представлены обломками терригенно-карбонатных пород, песчаников, алевролитов и траппов. Среди таблитчатых кристаллов полевых шпатов преобладают олигоклаз, разности ряда лабрадор — битовнит и микроклин. Среди первичных тяжелых минералов резко преобладают по всему профилю выветривания рудные минералы (магнетит и ильменит). Менее распространены умеренно устойчивые (группы эпидота) и весьма устойчивые (циркон, гранаты, турмалин, рутил, сфен и дистен) минералы. Аутигенные минералы тяжелой фракции почти полностью представлены гидроксидами железа (гетит, гидрогетит, реже — гематит). В глинистой фракции изученных проб из нижней части профилей таких КВ присутствует в основном Mg-Fe-хлорит, ассоциирующий с Mg-Fe-монтмориллонитом, вермикулитом и небольшой примесью каолинита. Вверх по разрезу наблюдается быстрое окисление и разложение хлорита, а также уменьшение роли вермикулита и монтмориллонита, вместо которых возникает неупорядоченное вермикулит-монтмориллонитовое смешанослойное образование (ВМСО).

На многих кимберлитовых трубках СП, ВЕП и ЮАП в верхних частях отмечена (Зинчук и др., 2013) КВ. Так, например, в МБАР КВ кимберлитов установлена и изучена на трубках им. XXIII съезда КПСС, Дачная, Таежная, Амакинская и Интернациональная. Наиболее детально изучен профиль КВ кимберлитов на трубке им. XXIII съезда КПСС, где установлена более глубокая химическая переработка пород, чем в других диатремах региона. Исходные подвергшиеся выветриванию породы этой трубки представлены серой и голубовато-серой кимберлитовой брекчией. Преобладающая масса породы сложена агрегатами кальцита и серпентина с мелкими рассеянными выделениями магнетита. Количество обломочного материала редко превышает 25%. В процессе выветривания возрастает трещиноватость пород и содержание пелитовых частиц. В легкой фракции преобладают серые, серовато-бурые глинистые и глинисто-железистые агрегаты, практически не разрушающиеся при дезагрегации пород. Присутствуют также обломки кварца, покрытые землистыми примазками и «рубашками» вторичных продуктов изменения кимберлитов. Во фракции крупнее 0,1 мм отмечены выделения халцедона и зерна плагиоклазов, связанные в основном с разрушением обломков различных пород (траппов, терригенно-карбонатных и других пород), содержащихся в кимберлитах. Встречается много чешуек слюд, которые уже в зоне дезинтеграции приобретают зеленоватую окраску в связи с замещением флогопита хлоритом. Среди первичных минералов тяжелой фракции доминируют ильменит и гранаты. Количество последних уменьшается в процессе выветривания, вследствие чего в верхах профилей возрастает роль более устойчивого в гипергенных условиях пикроильменита и алмазов (Орлов, 1984). В подчиненном количестве в элювии этого типа отмечены хромит, хромдиопсид, турмалин, циркон, дистен, рутил, сфен и др. (Зинчук, Коптиль, 2003). Аутигенный комплекс минералов тяжелой фракции чаще всего обогащен гидроксидами железа (гетит), гематитом и сидеритом. В пелитовой составляющей профилей выветривания частично измененных кимберлитов являются пластинчатые серпентины (структура которых состоит из слоев типа *A* и *B*), ассоциирующие с гидрослюдой, неупорядоченными ВМСО и хлоритом (в отдельных профилях с вермикулитом) и монтмориллонитом. Гидрослюда связана в основном с диоктаэдризацией флогопита и наследует свойственный последнему политип 1 *M*. В наиболее измененных верхних горизонтах таких профилей выветривания в составе пелитовой составляющей увеличивается роль каолинита. Для продуктов КВ ВЕП характерным слоистым силикатом является сапонит, который, учитывая обедненность кимберлитов этого региона реликтивными ИМК, можно использовать как индикаторный минерал трубок взрыва этих пород.

Материал кор выветривания в осадочных толщах и особенности палеогеографии

Очень важно в практическом плане при проведении литолого-палеогеографических исследований оценить степень и характер концентрации в продуктивных осадочных толщах материала различных типов древних КВ. Так, на протяжении позднего палеозоя в МБАР унаследованное и некомпенсированное опускание отдельных участков территории привело к образованию ряда конседиментационных депрессий: Ахтарандинской на западе, Улахан-Ботубобинской, охватывающей нижнее течение р. Б. Ботубобии, и Кюеляхской в верховье р. Кюелях. Между этими депрессиями располагаются участки, испытавшие относительно замедленное опускание. На западе района установлено Чернышевское поднятие, а в районе Улу-Тогинской петли р. Виллой — Улу-Тогинское, совпадающее с осевой линией Ботубобинского поднятия (Зинчук, 1994, 2000). Все это обусловило образование в пределах поднятий и их склонов осадков, обогащенных местным, а в депрессиях — преимущественно чуждым району материалом. Находки в базальных горизонтах этих поднятий заметных концентраций ИМК делают перспективными эти отложения на поиски коренных месторождений алмазов.

Образованиями верхнего палеозоя региона, в формировании которых значительную роль сыграли позднедевонско-раннекаменноугольные КВ, являются породы лапчанской, ботубобинской и боруллойской свит.

В базальных горизонтах *лапчанской свиты* (средний — верхний карбон) (рис. 2, а), начинающей разрез верхнепалеозойских отложений, отмечается самое высокое (по сравнению с другими толщами верхнего палеозоя) количество галек кислых (гранитоидного состава) эффузивов (в 2–2,5 раза больше), известняков, известковистых песчаников и доломитов (больше в десятки раз), что указывает не только на преобладающую роль в период накопления осадков лапчанской свиты местного материала, но и на поступление гальки этих эффузивов преимущественно из среднепалеозойских образований. Грубозернистость материала и присутствие большого количества обломков в различной степени выветрелых терригенно-карбонатных пород указывают на незначительную отдаленность от источников сноса. Это подтверждается также и близким морфологическим обликом минералов легкой и тяжелой фракций пород лапчанской свиты с вулканогенно-кластическими образованиями среднего палеозоя и описанными выше КВ на терригенно-карбонатных породах нижнего палеозоя. Полевошпатово-кварцевый, нередко до кварцевый, состав породообразующих минералов характерен как для базальных горизонтов, так и для всего разреза лапчанской свиты, тогда как в других толщах верхнего палеозоя он свойствен, главным образом, низам разреза. Все это свидетельствует о поступле-

нии в бассейны седиментации средне-позднекаменноугольного времени выветрелых продуктов. Породы лапчанской свиты характеризуются обедненным комплексом тяжелых терригенных минералов и самой большой концентрацией аутигенных образований. В разрезах лапчанской свиты, непосредственно залегающих на КВ терригенно-карбонатных пород, в нижних горизонтах отмечены максимальные концентрации каолинита и диоктаэдрической гидрослюда $2M_1$. Наблюдаются случаи, когда в нижних горизонтах лапчанской свиты диоктаэдрическая гидрослюда почти полностью исчезает. Для пелитовой составляющей пород лапчанской свиты свойственна повышенная концентрация Mg-Fe-хлорита, по структурно-морфологическим особенностям близкого к установленному в КВ терригенно-карбонатных пород. Это, как и содержание и состав грубообломочного материала,

а также минеральные парагенезисы легкой, тяжелой и глинистой фракций показывают, что при формировании осадков лапчанской свиты в них преобладали продукты переотложения КВ терригенно-карбонатных пород нижнего и кластические образования среднего палеозоя.

В грубообломочном комплексе образований *ботубинской свиты* (нижняя пермь) (рис. 2, б) отмечено повышенное (до 60%) содержание гальки кварцитов. Отсортирован обломочный материал в базальных горизонтах этой свиты обычно плохо. Как и для лапчанской свиты, в базальных горизонтах ботубинской свиты не отмечены четкие закономерности распределения главнейших минералов легкой, тяжелой и глинистых фракций, что указывает на неравномерное распределение здесь переотложенного материала древних КВ. Основные породообразующие минералы – кварц и по-

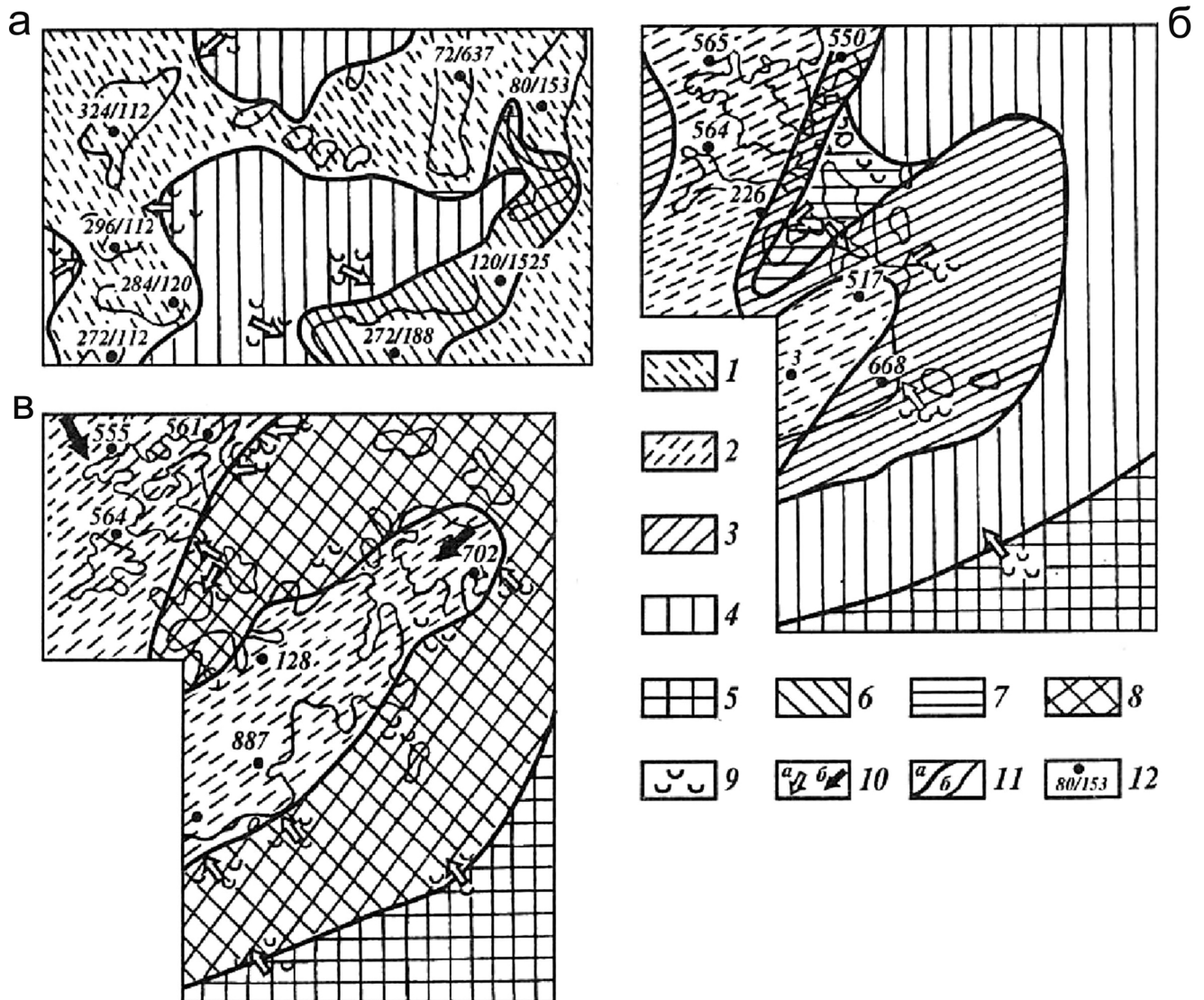


Рис. 2. Литолого-палеографические схемы позднекаменноугольно-пермского времени МБАР: а – лапчанский, б – ботубинский, в – боруллойский века; 1–4 – низменные равнины: 1 – озерная, 2 – аллювиальная, 3 – денудационно-аккумулятивная, 4 – денудационная; 5 – холмистая равнина; 6 – в начале века низменная денудационная, 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 ее номер

левые шпаты. Для тяжелой фракции характерны эпидот, а также окатанные циркон, турмалин и апатит, чешуйчатые выделения биотита, лепидомелана, мусковита и хлорита. Для нижних горизонтов типичны монтмориллонит, а также неупорядоченные МГСО и ВМСО, что свидетельствует о возрастании в этих частях разреза доли продуктов выветривания основного и ультраосновного состава и уменьшении влияния терригенно-карбонатных пород. На это указывают меньшие концентрации диоктаэдрической гидрослюды $2M_1$ и каолинита с относительно упорядоченной структурой. Отмечается высокое содержание каолинита по всему разрезу свиты, что связано с поступлением его из КВ, развитой на породах трапповой формации.

В грубообломочных породах *борулойской свиты* (верхняя пермь) несколько увеличивается содержание обломков кварца. Основное отличие пород этой свиты от нижележащих каменноугольных и пермских отложений сводится к широкому присутствию в легкой и тяжелой фракциях слюдистых минералов (биотита, мусковита и лепидомелана), которые нередко несут примазки аутигенных железистых выделений. В пелитовой составляющей преобладают монтмориллонит и неупорядоченные МГСО и ВМСО, а в проницаемых породах (песчаниках и алевролитах) пойменных и озерно-болотных фаций (рис. 2, в) и каолинит; снижается содержание гидрослюды и хлорита. Анализ особенностей минерального состава отложений *борулойской свиты* позволяет утверждать, что в процессе их формирования доминирующее влияние оказали продукты выветривания основных пород (среднепалеозойского возраста). Изменение по разрезу свиты концентрации каолинита и диоктаэдрической гидрослюды $2M_1$ подчеркивает различные концентрации материала выветрелых терригенно-карбонатных пород.

Различные особенности и характер концентрации материала различных типов древних КВ характерны и для перспективных для поисков коренных и россыпных месторождений алмазов *мезозойских осадочных толщ* АВНМП, где существовали две структурно-формационные зоны (рис. 3, а–в), характеризующиеся специфическими особенностями строения, наложившими определенный отпечаток на формировавшиеся осадки. Одна из них (юго-восточная) совпадает с центральной (приосевой) частью прогиба, где в условиях низменной аллювиальной равнины (*иреляхская и укугутская свиты*) накапливались отложения, обогащенные преимущественно чуждым району полиминеральным материалом. Вторая, северо-западная зона, совпадает с северо-западным бортом АВНМП и располагается в пределах траппового плато. Здесь существовали условия денудационной и денудационно-аккумулятивной равнины, благоприятные для накопления осадков, в которых доминирует местный материал (Зинчук и др., 1983). В это время вдоль бровки северо-западного борта прогиба в пре-

делах МБАР на поверхность выходили кимберлитовые диатремы.

В отложениях *иреляхской свиты* (верхний триас – нижняя юра) грубообломочные породы представлены гравелитами, конгломератами, брекчиями, а также рыхлыми галечно-щебеночными отложениями. В основании свиты они обычно образуют линзы и прослои, а выше отмечаются только рассеянные гальки и гравий. Наибольшая мощность прослоев крупнообломочных пород отмечена в нижней части *иреляхской свиты* в пределах приосевой части АВНМП. Обломочный материал представлен преимущественно (до 80%) сравнительно хорошо окатанными разнообразными (метаморфическими, кислыми, средними, щелочными изверженными и интрузивными) чуждыми району породами с небольшой примесью обломков местных пород, что связано с незначительной концентрацией продуктов перемыва и переотложения материала КВ. Для *иреляхских* отложений характерны глины с прослоями тонкозернистых песков и алевритов. Довольно обычными являются гравелиты и песчанистые породы. Повышенная концентрация продуктов переотложения древних КВ отмечается здесь в нижних горизонтах свиты. Анализ минерального состава легкой и тяжелой фракций и распределения их по площади показывает, что в *иреляхских* отложениях в целом развит сходный с верхнепалеозойскими породами комплекс породообразующих и акцессорных минералов (Зинчук и др., 1983, 2013). Сходство морфологического облика минералов и результаты литолого-палеогеографических реконструкций позволяют утверждать, что основными источниками этих минералов в бассейне седиментации *иреляхского* времени являлись широко развитые в районе и на смежных площадях породы нижнего и верхнего палеозоя. Четко фиксируются продукты переотложения КВ терригенно-карбонатных пород, трапповой формации и кимберлитов, максимальная концентрация которых отмечена в базальных горизонтах и нижних частях *иреляхской свиты* северо-западного борта АВНМП. Продукты выветривания терригенно-карбонатных пород в образованиях *иреляхской свиты* этой территории уверенно идентифицируются по постоянному присутствию каолинита и диоктаэдрической гидрослюды $2M_1$, ассоциирующих с неупорядоченными МГСО. Максимальная их концентрация (до 95% пелитовой составляющей) отмечена в отложениях свиты в поле развития этой КВ. Значительная концентрация продуктов переотложения древних КВ отмечена (рис. 3, а) в *иреляхских* отложениях и в пределах траппового плато (северо-западный борт АВНМП). В одних случаях пелитовая составляющая здесь сложена в основном смесью каолинита и диоктаэдрической гидрослюды ($2M_1$) при подчиненной роли других слоистых силикатов (преобладает материал КВ терригенно-карбонатных пород). В других (преимущественно базальные горизонты) в ней резко доминируют монтмориллонит со сме-

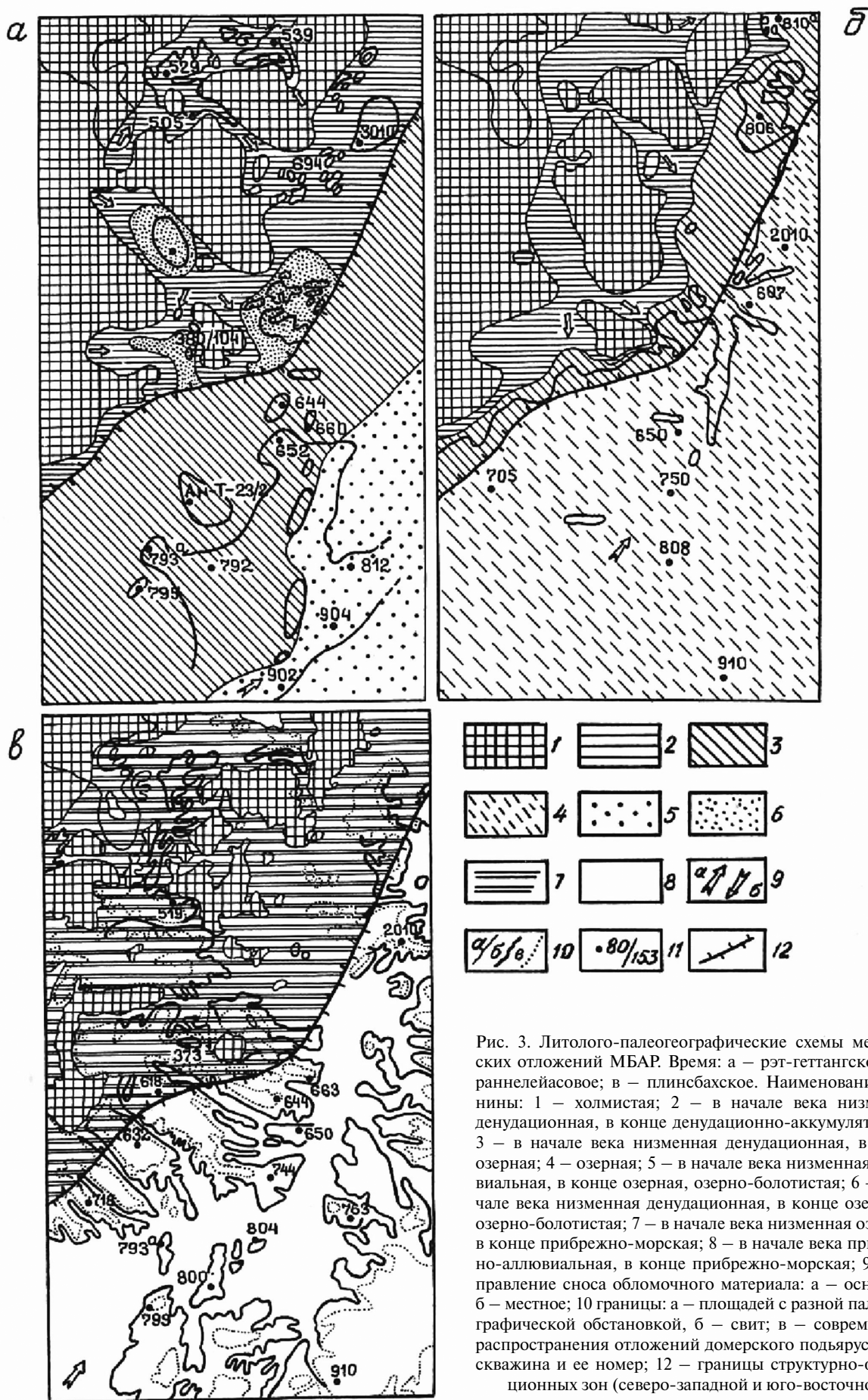


Рис. 3. Литолого-палеогеографические схемы мезозойских отложений МБАР. Время: а – рэт-геттангское; б – раннейасовое; в – плинсбахское. Наименование равнины: 1 – холмистая; 2 – в начале века низменная денудационная, в конце денудационно-аккумулятивная; 3 – в начале века низменная денудационная, в конце озерная; 4 – озерная; 5 – в начале века низменная аллювиальная, в конце озерная, озерно-болотистая; 6 – в начале века низменная денудационная, в конце озерная и озерно-болотистая; 7 – в начале века низменная озерная, в конце прибрежно-морская; 8 – в начале века прибрежно-аллювиальная, в конце прибрежно-морская; 9 – направление сноса обломочного материала: а – основное, б – местное; 10 границы: а – площади с разной палеогеографической обстановкой, б – свит; в – современного распространения отложений домерского подъяруса; 11 – скважина и ее номер; 12 – границы структурно-формационных зон (северо-западной и юго-восточной)

шанным составом катионов, ассоциирующий с ВМСО, а иногда с примесью метагаллуазита (преобладают переотложенные продукты выветривания пород трапповой формации, о чем свидетельствует состав легкой и тяжелой фракций). Иреляхские отложения вдоль бровки северо-западного борта АВНМП характеризуются неравномерной концентрацией материала, поступавшего из КВ кимберлитовых пород. Это, кроме различного морфологического облика ИМК и самих алмазов (Орлов, 1984; Зинчук, Коптиль, 2003), подтверждается и установленным нами здесь присутствием некоторых вторичных минералов, характерных для кимберлитов: Fe-Mg-хлорита, вермикулита и серпентина политипной модификации А. О незначительном переносе этих минералов свидетельствуют их структурно-морфологические особенности и приуроченность к иреляхским алмазоносным россыпям МБАР, сформированным вблизи коренных месторождений (Хитров и др., 1988; Харьков и др., 1998).

Отложения *укугутской свиты* (нижняя юра) характеризуются незначительной концентрацией продуктов переотложения древних КВ (рис. 3, б). Нижние горизонты укугутской свиты сложены довольно мощной толщей конгломератов. Галечный материал в них представлен весьма разнообразными изверженными, метаморфическими и осадочными породами. Подавляющее большинство (до 90%) этих образований являются чуждыми для района. К ним относятся метаморфические и большая часть изверженных разностей. В депрессиях траппового плато (северо-западный борт прогиба) отложения укугутской свиты более обогащены продуктами переотложения древних КВ, чем в центральной части прогиба, но значительно меньше, чем иреляхские породы. В отложениях укугутской свиты северо-западного борта прогиба развиты гравелиты, отличающиеся от иреляхских большей грубозернистостью и иным составом обломков, среди которых не встречены пелитизированные эффузивы. В укугутских отложениях заметно больше гравийных зерен кварца и полевых шпатов, представленных ортоклазом и микроклином. Чаще присутствуют обломки осадочных пород (алевролитов, песчаников и др.), а также метаморфических сланцев и гнейсов. Довольно характерны для укугутской свиты песчаные образования, среди которых выделяются как крупно- и разнотернистые, так и средне- и мелкозернистые разновидности. Алевритовые и глинистые породы в разрезе свиты встречаются сравнительно редко и обычно залегают в виде отдельных прослоев. Данные комплексного изучения вещественного состава укугутских отложений показывают, что в целом они слабо обогащены продуктами КВ. Только в локальных депрессиях северо-западного борта прогиба в случае непосредственного залегания их на КВ терригенно-карбонатных толщ или траппов, в нижних горизонтах увеличивается концентрация аллотигенных глинистых минералов — продуктов выветривания указанных пород.

Плинсбахский ярус также характеризуется (рис. 3, в) сравнительно небольшой концентрацией продуктов переотложения древних КВ. Крупнообломочные породы в разрезе распространены ограниченно. Их петрографический состав менее разнообразен, чем в укугутской свите, и обычно тесно связан с составом местных пород. Довольно широко развиты в плинсбахских отложениях псаммитовые образования (преимущественно аркозовой и граувакковой групп пород), что характерно и для аналогичных пород *тоарского яруса*. От аналогичных образований укугутской свиты отложения плинсбахского и тоарского ярусов отличаются более высоким содержанием литоидных обломков и частично их составом (Хитров и др., 1988; Зинчук, 2000). Здесь обычно заметно меньше кремней и основных эффузивов и, соответственно, больше кислых и средних эффузивов и жильных пород. Алевролиты плинсбахского яруса нередко переслаиваются с песчаными образованиями, формируя алевритопесчаный ритмолит. Они обычно содержат много хлоритизированных обломков, а также скоплений слюд и хлорита. Для плинсбахского и тоарского ярусов в целом не характерна высокая концентрация продуктов переотложения КВ, что подчеркивается незначительной примесью в них аллотигенных глинистых минералов. В период формирования этих отложений небольшую роль играли только древние КВ основных пород.

Заключение

Таким образом, проведенными исследованиями на примере отдельных алмазоносных районов СП показано, что результаты комплексного изучения древних КВ и продуктов их перемыва и переотложения можно успешно использовать при геологопоисковых работах на закрытых территориях, в частности при стратиграфических и литолого-палеогеографических реконструкциях. Поэтому повышается значимость углубленного исследования геологического строения и развития региона, комплексного изучения вещественного состава, фациальных особенностей, условий формирования отложений верхнего палеозоя и мезозоя и особенностей распределения в них ИМК. Для верхнепалеозойских отложений изученной территории характерна различная концентрация переотложенного материала древних КВ. Влияние выветрелых образований на формирование древних осадочных толщ может быть оценено не только на основании петрографического изучения грубообломочного материала, но и по результатам детального изучения фракций всего спектра минерального состава указанных толщ. Для характеристики степени выветрелости материала в осадочных толщах можно использовать также структурные особенности слоистых силикатов, в частности соотношение основных базальных отражений диоктаэдрических слюд.

В формировании рассматриваемых отложений, очевидно, определенное значение имел терригенный материал, привнесенный из отдаленных кристаллических массивов или связанный с переотложением из более древних (в первую очередь, среднепалеозойских) толщ. Устанавливается зависимость обогащенности верхнепалеозойских отложений продуктами переотложения КВ от структурного положения конкретного участка, обуславливающего развитие здесь благоприятной для этого палеогеографической обстановки (подножий склонов и конусов выноса, денудационной или денудационно-аккумулятивной равнины). Верхнепалеозойские отложения, обогащенные продуктами переотложения КВ, тяготеют территориально к конседиментационным палеоподнятиям и их склонам, что имеет (при наличии в них кимберлитового материала) важное поисковое значение. В отличие от МБАР, локализация продуктов переотложения КВ в верхнепалеозойских отложениях ДААР характеризуется довольно специфическими чертами, что существенно облегчает проведение поисковых работ на территории последнего и делает их более эффективными. Оконтуривание в базальных горизонтах каменноугольно-пермских отложений ореолов рассеяния продуктов перемыва и переотложения выветрелого кимберлитового материала приводит к открытию новых диатрем — источников этих продуктов, поскольку эти ореолы в большинстве своем первичные, т.е. не связанные с переотложением материала из более древних коллекторов.

Для мезозойского времени в целом были характерны специфические особенности перемыва и переотложения продуктов древних КВ, обусловленные существованием в МБАР двух структурно-формационных зон. В одной из них (юго-восточной) условия для накопления продуктов выветривания в перекрывающих их отложениях существовали в иреляхское время только на склонах центральной части прогиба. В укугутский период эти образования подверглись значительной эрозии, а сохранившиеся от размыва их останцы были перекрыты мощной (до 100 м) толщей аллювиальных отложений, обогащенных чуждым району материалом. Формирование плинсбахских и тоарских осадков происходило в прибрежно-морских условиях при незначительном поступлении элювиальных продуктов из областей размыва, обрамлявших возникший морской бассейн. В отличие от этого, в северо-западной структурно-формационной зоне, занимающей трапповое плато, практически на протяжении всего иреляхского, укугутского и карикского времени на возвышенных платообразных поднятиях происходило корообразование с одновременным размывом и переотложением продуктов выветривания в располагавшиеся вблизи локальные депрессии и частичным выносом их за пределы данной зоны. Здесь существовали условия для формирования делювиально-пролювиальных, пролю-

виально-аллювиальных и озерных (озерно-болотных) фаций. В домерское время находившиеся в рассматриваемой зоне продукты КВ и отложения, обогащенные ими, подвергались абразии и накапливались в базальных горизонтах прибрежно-морских отложений. Тоарские образования формировались уже после перекрытия КВ или их полного размыва. Следовательно, в этой зоне существовали благоприятные условия для накопления осадков, обогащенных продуктами КВ. В это время при наличии обнажающихся источников алмазов могли формироваться их россыпи. Этим условиям соответствует полоса вдоль бровки северо-западного борта прогиба, совпадающая с Мирнинским поднятием, где широко развиты отложения иреляхской свиты, являющиеся формацией перемыва и переотложения древних КВ, и образования укугутской свиты и карикского подъяруса. К этим отложениям, тяготеющим к локальным депрессиям (Иреляхской и Мачобинской) центральной наиболее изученной части указанного поднятия, приурочены все известные в настоящее время древние россыпи алмазов промышленного значения. При этом положение главнейших коренных источников в большинстве случаев установлено с достаточной точностью. Определенный интерес в поисковом плане представляют участки этого поднятия, не охваченные пока детальными исследованиями.

Выявленные на примере верхнепалеозойских и мезозойских осадочных толщ основных алмазных районов СП (МБАР и ДААР) материалы по возможности использованию при прогнозно-поисковых работах результатов литолого-минералогических исследований КВ и продуктивных на алмазы отложений можно успешно применять при изучении аналогичных толщ как в других алмазных районах СП, так и в других регионах древних платформ мира. Комплексное исследование формации КВ и продуктов их переотложения в перспективных на алмазы регионах должно осуществляться на всех стадиях проводимых работ и в первую очередь — при прогнозно-поисковых работах на закрытых территориях.

Полученный с большими финансово-материальными затратами каменный материал на таких территориях в обязательном порядке должен подвергаться комплексным пофракционным литолого-минералогическим исследованиям, а не ограничиваться извлечением из него шлихов для изучения только минералов тяжелой фракции, составляющей в большинстве случаев только первые доли процентов от общего объема пород. Неоценимую и полезную для практических целей информацию можно получить при изучении минералов легкой, тяжелой и особенно глинистой фракций, поскольку последние составляют в верхних частях выветрелых кимберлитовых трубок до 95–99% их объема, переводя их в разряд апокимберлитовых образований.

ЛИТЕРАТУРА

- Афанасьев В.П., Зинчук Н.Н., Похиленко Н.П.* Поисковая минералогия алмаза. Новосибирск: Гео, 2010. 650 с.
- Звягин Б.Б., Врублевская З.В., Жухлистов А.П.* и др. Высоковольтная электронография в исследовании слоистых минералов. М.: Наука, 1979. 224 с.
- Зинчук Н.Н.* Сравнительная характеристика вещественного состава коры выветривания кимберлитовых пород Сибирской и Восточно-Европейской платформы // Геология и геофизика. 1992. № 7. С. 99–109.
- Зинчук Н.Н.* Кобы выветривания и вторичные изменения кимберлитов Сибирской платформы (в связи с проблемой поисков и разработки алмазных месторождений). Новосибирск: НГУ, 1994. 240 с.
- Зинчук Н.Н.* Постмагматические минералы кимберлитов. М.: Недра, 2000. 538 с.
- Зинчук Н.Н., Коптиль В.И.* Типоморфизм алмазов Сибирской платформы. М.: Недра, 2003. 603 с.
- Зинчук Н.Н., Котельников Д.Д., Борис Е.И.* Древние коры выветривания и поиски алмазных месторождений. М.: Недра, 1983. 196 с.
- Зинчук Н.Н., Котельников Д.Д., Соболева С.В.* Стрoение и минералогические особенности кор выветривания кимберлитов на малых трубках Якутии // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1997. Т. 72, вып. 5. С. 56–64.
- Зинчук Н.Н., Котельников Д.Д., Соколов В.Н.* Изменение минерального состава и структурных особенностей кимберлитов Якутии в процессе выветривания // Геология и геофизика. 1982. № 2. С. 42–53.
- Зинчук Н.Н., Мельник Ю.М., Серенко В.П.* Апокимберлитовые породы // Геология и геофизика. 1987а. № 10. С. 66–72.
- Зинчук Н.Н., Савко А.Д., Крайнов А.В.* Кимберлиты в истории Земли // Тр. НИИ геологии ВГУ. Вып. 68. Воронеж: Воронежск. ун-т, 2013. 100 с.
- Зинчук Н.Н., Харьков А.Д., Мельник Ю.М., Мовчан Н.П.* Вторичные минералы кимберлитов. Киев: Наукова думка, 1987б. 287 с.
- Казанский Ю.П.* Выветривание и его роль в осадко-накоплении. М.: Наука, 1976. 271 с.
- Никишов К.Н.* Петролого-минералогическая модель кимберлитового процесса. М.: Наука, 1984. 212 с.
- Орлов Ю.Л.* Минералогия алмаза. М.: Наука, 1984. 264 с.
- Рожков И.С., Харьков А.Д., Мельник Ю.М.* Древняя кора выветривания кимберлитов трубки имени XXIII съезда КПСС (Якутия) // Докл. АН СССР. 1969. Т. 188, № 5. С. 1130–1135.
- Розен О.М., Манаков А.В., Зинчук Н.Н.* Сибирский кратон: формирование, алмазоносность. М.: Научный мир, 2006. 212 с.
- Соболева С.В., Харьков А.Д., Зинчук Н.Н., Котельников Д.Д.* Особенности флогопита мантийного происхождения // Зап. Всес. минерал. о-ва. 1979. Сер. 2. Ч. 108, вып. 6. С. 678–685.
- Соболева С.В., Харьков А.Д., Зинчук Н.Н., Котельников Д.Д.* Динамика изменения флогопита в процессе формирования кимберлитовых пород Якутии // Рентгенография минерального сырья и строение минералов. М.: ВИЭМС, 1981. С. 147–155.
- Харьков А.Д., Зинчук Н.Н., Крючков А.И.* Коренные месторождения алмазов Мира. М.: Недра, 1998. 556 с.
- Хитров В.Г., Зинчук Н.Н., Котельников Д.Д.* Закономерности изменения химического состава пород в зоне гипергенеза // Гипергенез и рудообразование. М.: Наука, 1988. С. 15–28.

Сведения об авторе: *Зинчук Николай Николаевич* – докт. геол.-минерал. наук, профессор, академик АН РС (Я), председатель Западно-Якутского научного центра АН РС (Я), e-mail: nnzinchuk@rambler.ru