

УДК 551.311.231:553.08

Особенности терригенного материала в древних алмазоперспективных осадочных толщах

Н.Н. Зинчук

Западно-Якутский научный центр Академии наук Республики Саха (Якутия), 678170, Мирный, ул. Ленина, 4/1. E-mail: nnzinchuk@rambler.ru

(Статья поступила в редакцию 15 декабря 2018 г.)

На примере мезозойских отложений одного из главных алмазоносных районов Сибирской платформы охарактеризованы основные поставщики терригенного материала в формировавшиеся древние алмазные россыпи и их проявления. Особое внимание уделено характеристике местных источников сноса аллотигенного материала в бассейны седиментации указанного периода, главными среди которых были среднепозднетриасовые коры выветривания на терригенно-карбонатных породах, образованиях трапповой формации (долериты, туфы и туфогенные толщи) и кимберлитах. Сравнительно недалекий перенос продуктов выветривания и накопление их главным образом в пресноводных континентальных водоёмах определили слабое гидрохимическое воздействие среды на аллотигенные минералы. Полученные особенности минерального состава кор выветривания различных пород рекомендовано использовать при палеогеографических реконструкциях в алмазоносных регионах, в частности для определения источников сноса терригенного материала. Указанные рекомендации реализованы при оценке материала местных источников сноса (в том числе и алмазоносного материала) в континентальные (иреляхская и укугутская свиты) и прибрежно-морские (плинсбахский и тоарский ярусы) отложения Малоботуобинского района, где успешно разрабатываются коренные и россыпные месторождения алмазов.

Ключевые слова: *терригенные минералы, коры выветривания, алмазоносные районы, Сибирская платформа, коренные и россыпные месторождения алмазов.*

DOI: 10.17072/psu.geol.18.3.253

Минерация алмаза в терригенных осадочных толщах находится в зависимости от условий их формирования и наличия в областях размыва определенных минеральных ассоциаций или коренных месторождений тех или иных видов полезных ископаемых (Афанасьев и др., 2010; Бартошинский и др., 1978; Дукардт и др., 1975; Зинчук, Борис, 1980, 1981; Зинчук, Коптиль, 2003; Зинчук и др., 1983, 1985; Иванов и др., 1977; Казанский, 1976; Рожков и др., 1963; Рубенчик, Осипова, 1977; Хитров и др., 1988; Хмелевский, Зинчук, 1974а,б; Ягнышев и др., 1976). Важное значение при этом имеют величина эрозионного среза пород и развитие интенсивных процессов корообразования, предшествовавших накоплению продуктивных отложений, а также их сохранность в последующие этапы геологической истории, т.е. есть определяющими являются структурно-тектонические особенности развития изучаемой территории до, во время и после формирования данных осадочных толщ. Интенсивность развития элювиальных толщ зависит от интенсивности выветривания, глуби-

ны возможного корообразования и скорости размыва. Наиболее интенсивная денудация элювиальных продуктов происходит вдоль эрозионной сети (Звягин и др., 1979; Зинчук, 1976, 1981, 1982, 1986, 1992, 1994, 2000; Иванов и др., 1977; Казанский, 1976; Котельников, Зинчук, 1980), тогда как на плоских водоразделах, наоборот, наблюдается минимальный размыв при наиболее интенсивном дренаже. На таких водоразделах обычно и формируется мощная кора выветривания (КВ), которая сохраняется от размыва только при стечении ряда благоприятных факторов, прежде всего, в понижениях древнего рельефа денудационной поверхности и в тектонически опущенных блоках. На пенеппене или первичной аккумулятивной равнине дренаж обычно слаб, отчего здесь не образуются мощные КВ. На Сибирской платформе (СП) благоприятные палеогеографические условия для формирования мощных КВ существовали в позднедевонское – раннекаменноугольное и среднепозднетриасовое время (Зинчук, 1981, 1982, 1986, 1992; Иванов и др., 1977; Казанский, 1976;

Котельников, Зинчук, 1980; Плотникова и др., 1969; Рожков и др., 1963). Особенности поступавшего в бассейны седиментации при формировании алмазоносных россыпей терригенного материала можно рассмотреть на примере последнего этапа.

Интенсивное среднепозднетриасовое выветривание терригенно-карбонатных пород нижнего палеозоя, долеритов, агломератовых туфов трубок взрыва и триасовых туфогенных образований корвунчанской свиты, а также кимберлитов на СП привело к формированию значительных по мощности КВ (Зинчук, 1976, 1981, 1982, 1986, 1992; Плотникова и др., 1969; Рожков и др., 1963; Рубенчик, Осипова, 1977; Хитров и др., 1988; Хмелевский, Зинчук, 1974а; Хмелевский и др., 1974б; Ягнышев и др., 1976). Продукты их перемыва и переотложения присутствуют в мезозойских континентальных (иреляхская и укугутская свиты) и прибрежно-морских (плинсбахский и тоарский ярусы) отложениях, детально изученных нами на северо-востоке Ангаро-Вилуйского наложенного мезозойского прогиба – АВНМП (Малоботубинский алмазоносный район - МБАР) (Зинчук, 1976, 1981, 1982, 1986, 1992, 1994, 2000; Зинчук, Борис, 1980, 1981; Зинчук, Коптиль, 2003; Зинчук и др., 1983; Зинчук и др., 1985).

В мезозое в пределах АВНМП существовали две структурно-формационные зоны, которые характеризовались специфическими особенностями строения, наложившими определенный отпечаток на формировавшиеся осадки (Зинчук, 1976, 1981, 1982, 1986, Зинчук и др., 1983; Зинчук и др., 1985; Иванов и др., 1977). Одна из них, *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 (рис.1).

В это время вдоль бровки северо-западного борта прогиба в пределах МБАР на поверхность выходили источники кимберлитового материала (Иреляхская и Мачобинская депрессии). Вторая зона (*юго-восточная*) совпадает с центральной (приосевой) частью прогиба, где в условиях низмен-

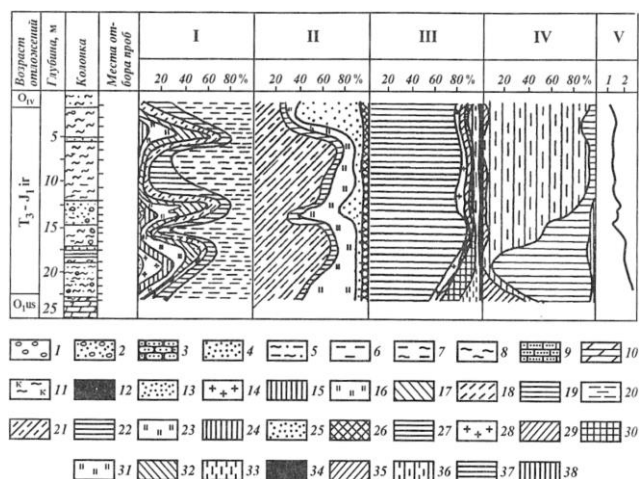


Рис.1. Литолого-стратиграфический разрез отложений иреляхской свиты, вскрытых скважиной 31,5/5 (центральная часть МБАР)

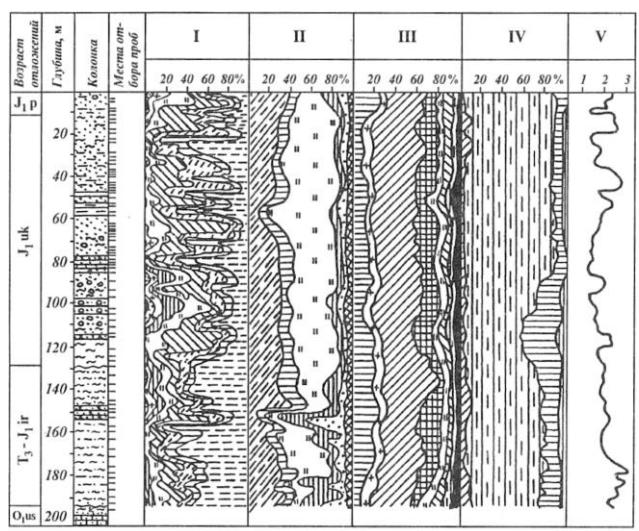


Рис.2. Литолого-стратиграфический разрез мезозойских отложений, вскрытых скв.814 в центральной части АВНМП

Условные обозначения к рис. 1 и 2. Литологическая колонка: 1 – галечники с гравием; 2 – галечники с песком; 3 – песчаники; 4 – пески; 5 – песчано-алевритоглинистые породы; 6 – алевриты; 7 – алевритистые глины; 8 – глины; 9 – известковистые песчаники; 10 – доломиты; 11 – коры выветривания. I – Гранулометрический состав пород (мм): 12 – крупнее 2,5; 13 – 2,5-1,0; 14 – 1,0-0,75; 15 – 0,75-0,5; 16 – 0,5-0,25; 17 – 0,25-0,1; 18 – 0,1-0,05; 19 – 0,05-0,01; 20 – мельче 0,01. II – Минеральный состав легкой фракции (0,1-0,05 мм): 21 – кварц; 22 – калиевые полевые шпаты; 23 – плагиоклазы; 24 – кремнисто-глинистые агрегаты; 25 – глинисто-железистые агрегаты; 26 – мусковит, биотит, хлорит и др. III – Минеральный состав терригенной части тяжелой фракции (0,1-0,05 мм): 27 – ильменит и магнетит; 28 – лейкоксенизированный

ильменит; 29 – минералы группы эпидота (эпидот, цоизит, клиноцоизит и др.); 30 – амфиболы; 31 – турмалин и апатит; 32 – гранаты; 33 – циркон; 34 – сфен, пироксены, дистен и др. IV – Минеральный состав легкой фракции (0,1-0,05 мм): 35 – гидрослюда; 36 – монтмориллонит и неупорядоченные монтмориллонит-гидрослюдистые смешанослойные образования; 37 – каолинит; 38 – хлорит и вермикулит. V – соотношение $J(10 \text{ \AA}) : J(5 \text{ \AA})$

ной аллювиальной равнины (для иреляхской и укугутской свит) накапливались отложения, обогащенные в основном чуждым району полиминеральным материалом (Зинчук, 1976, 1981, 1982, 1986; Зинчук и др., 1983, 1985; Иванов и др., 1977; Казанский, 1976; Котельников, Зинчук, 1980; Плотникова и др., 1969) (рис.2).

В отложениях *иреляхской свиты* (Т₃-J_{11г}) псефитовые породы представлены гравелитами, конгломератами, брекчиями, а также рыхлыми галечно-щебенчатыми отложениями. В основании толщи они обычно образуют линзы и прослои, а по разрезу отмечаются только рассеянные гальки и гравий. Наибольшая мощность прослоев крупнообломочных пород отмечена в нижней толще 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 (Зинчук, 1992, 1994, 2000; Хитров и др., 1988; Хмелевский, Зинчук, 1974а; Хмелевский и др., 1974б; Ягнышев и др., 1976). Обломки местных пород (различно измененные терригенно-карбонатные породы нижнего палеозоя и траппы) окатаны слабо. Широко распространены здесь псаммиты, представленные граувакковыми аркозами, полевошпат-кварцевыми и кварц-полевошпатовыми граувакками (Зинчук, 1982, 1986, 2000). Чисто алевритовые и глинистые породы в разрезах приосевой части прогиба встречаются сравнительно редко. Петрографический состав крупнообломочного материала в иреляхской свите этой части прогиба, как и данные минералогических исследований, указывают на незначительную концентрацию здесь продуктов перемыва и переотложения древних КВ. Для иреляхских

отложений отмеченной полосы характерно развитие глин с прослоями тонкозернистых песков и алевритов (рис.1). Более полные разрезы свиты сохранились здесь в Иреляхской и Мачобинской депрессиях. Стратотипом иреляхских отложений этого района можно считать разрезы древней алмазонасной россыпи, расположенной в локальной впадине на борту Иреляхской мезозойской депрессии. Повышенная концентрация продуктов переотложения древних КВ отмечается здесь в нижних горизонтах свиты. Обычно в таких участках увеличивается крупность песка и появляется примесь галечно- и гравийного материала. Нередко в нижних частях разрезов свиты встречаются глыбы и щебень в различной степени выветрелых терригенно-карбонатных пород нижнего палеозоя и значительная концентрация минералов-спутников алмаза (пироба и пикроильменита). Вверх по разрезу содержание выветрелого материала резко уменьшается. Несколько иной тип отложений иреляхской свиты зафиксирован в этой же полосе в Мачобинской депрессии (Зинчук, 2000; Зинчук, Борис, 1980, 1981). В пределах её восточного борта эти отложения (мощностью до 9 м) тянутся в виде полосы северо-западного простирания, залегая на субгоризонтальных террасовидных площадках, осложняющих борт депрессии. Ширина этой полосы 70-200 м, протяженность до 5 км. Доминируют в таких разрезах песчаники и конгломераты со значительным количеством в различной степени выветрелых обломков терригенно-карбонатных пород и долеритов. В наиболее глубоких осевых частях Мачобинской депрессии на правом берегу р. Ирелях, в районе устья руч. Мачоба-Салаа и на водоразделе ручьев Мачоба – Салаа – Келтыкен мощность отложений свиты достигает 37 м. Отложения свиты на этих площадях можно разделить на две пачки: нижнюю и верхнюю (Зинчук, 1976, 1981, 1982). Большая часть разреза сложена здесь делювиально-пролювиальными образованиями. Наибольшая концентрация обломков терригенно-карбонатных пород и траппов отмечена в низах нижней и верхней пачек, когда они непосредственно залегают на эродированной поверхности пород нижнего палеозоя. Среди терригенно-карбонатных пород

преобладают угловатые глыбы (размерами до 20-30 см) и щебень известковых песчаников и алевролитов, доломитовых мергелей и доломитов. Отмечаются хорошо окатанная галька и гравий чуждых району пород.

В иреляхских отложениях бассейна р. Ирелях широко развиты гравелиты, в большинстве разновидностей которых преобладают обломки кремнистых, пирокластических и эффузивных пород. В группе эффузивов местами (руч. Глубокий и др.) преобладают обломки кислых эффузивов и жильных разновидностей, большая часть которых имеет палеотипный облик. Содержание обломков кислых эффузивов в гравийной массе иреляхских отложений иногда превышает 50-60%, а вместе с кремнями и микрокварцитами достигает 90-95%. Обломки эффузивных пород отличаются сравнительно мелкими размерами и хорошей окатанностью, указывающими на их экзотический характер. На отдельных участках в иреляхских образованиях широко распространены обломки своеобразных сильно пелитизированных эффузивов и туфов, хрупкость сложения которых позволила отдельным исследователям связать это с существованием эпохи выветривания и в постиреляхское время. Следует отметить, что обломки кремнистых и эффузивных кислых пород проявляют достаточно четко выраженную тенденцию к разобщению в пространстве. Поэтому в иреляхских отложениях описываемого района (бассейн руч. Глубокий и др.) наблюдаются гравелитовые и гравийсодержащие песчано-алевритовые прослои, включающие только твердые (не пелитизированные) обломки (кремни, кварцы и эффузивы). На отдельных участках встречены прослои, целиком или частично состоящие только из пелитизированных гравийных обломков. Так, в разрезе скв.31,5 и др. по руч. Глубокий наблюдается смена песчаников, содержащих наряду с гравием устойчивых пород некоторое количество пелитизированных обломков. По нашему мнению, это результат перемыва отложений после их накопления, обусловившего разрушение хрупких пелитизированных частиц и обогащение более прочными обломками (Зинчук, 1981, 1982, 1986, 1992, 2000). Иногда наблюдается как пелитизированные об-

ломки, разрушаясь, превращаются в глинистую цементирующую массу среди более прочных частиц. Это связано с разной степенью выветрелости поступавших в бассейны седиментации обломков различных образований, а также с минералого-петрографическими особенностями самих пород (Хмелевский, Зинчук, 1974а; Хмелевский и др., 1974б; Ягнышев и др., 1976). Подавляющее большинство *гравелитов* заполнено и сцементировано смесью песка, алевролита и глины. Гравийная часть гравелитов имеет обычно собственно граувакковый состав, а их песчано-алевритовый материал относится к кварцевым и полевошпат-кварцевым грауваккам. Роль цемента в гравелитах выполняет глинистое вещество, заполняющее поры между зернами или образующее базальную основу породы. Для иреляхских отложений довольно характерны *псаммитовые породы* (пески и в различной степени сцементированные песчаники). Нередко встречаются смешанные породы, состоящие из различных (иногда почти равных) количеств песка, алевролита и глины. Важнейшими породообразующими минералами являются кварц и полевые шпаты. Большая часть зерен кварца, содержащих твердые, жидкие и газовые включения, и его хорошо ограненных бесцветных и дымчатых дипирамидальных кристаллов поступила в иреляхские отложения этой территории за счет разрушения эффузивов (Зинчук, 1992, 1994, 2000). В псаммитах из иреляхских отложений Иреляхской и Мачобинской депрессий постоянно присутствует различное количество обломков кремней, микрокварцитов, кремнистых сланцев, яшм, кислых эффузивов и их жильных аналогов, реже средних и основных пород. Как и в гравелитах, в песчаных породах постоянно встречаются обломки пелитизированных эффузивов и туфов (продуктов перетотложения КВ пород трапповой формации) размером от 0,05 до 15-20 мм. Из иных пород чаще всего встречаются слюдисто-кремнистые и слюдисто-кварцевые сланцы, обломки осадочных пород размером от 0,05 до 15-20 мм. Преобладающая часть этих песчаных пород относится к полевошпат-кварцевым и мезомиктовым кварцевым разновидностям кварцевой группы, а также граувакковым аркозам, кварцевым и полевошпат-

кварцевым грауваккам. Чисто *алевроитовые* и *глинистые* породы в разрезах иреляхской свиты района встречаются довольно редко, хотя различные количества алевритового (размером 0,1-0,01 мм) и пелитового (мельче 0,01 мм) материала отмечены почти во всех разностях пород (рис.1 и 2). Большинство пород плохо сортированы и в них присутствует значительное количество глинистого и песчаного материала. В кластической части алевритовых пород обычно преобладает кварц. Обломки пород постоянно встречаются и в алевролитах, но их диагностика сильно затруднена из-за мелких размеров. Основное отличие алевролитов от одновозрастных песчаных пород – высокое содержание в них слюдястых минералов, представленных различной величины чешуйками мусковита, серицита, биотита, гидрослюд и хлорита. Наблюдается повышенная выветрелость породообразующих и аксессуарных компонентов. Многие алевролиты отличаются и повышенной углистостью. Углистые частицы или разбросаны по породе, или образуют в ней отдельные прослои. Цементом в алевролитах служит глинистое вещество, при этом тип цемента от пленочного до базального. В глинистых породах также нередко содержится углистая органика, обычно переполняющая породу. Характерными диагнетическими минералами для глин свиты являются сидерит, пирит и гидроксиды железа (рис.1 и 2). Сидерит образует довольно крупные сферолиты в глинах иреляхской свиты бассейна руч. Глубокий, а также переполняет глинистую породу мелкими, равномерно распределенными сферолитами. Нередко глинистые породы насыщены гидроксидами железа, часть из которых образовалась при окислении пирита и других железистых минералов, что нередко характерно и для других стратиграфических подразделений мезозоя описываемого региона.

Анализ минерального состава легкой и тяжелой фракций (Зинчук, 2000; Зинчук, Борис, 1980, 1981, Хмелевский, Зинчук, 1974а; Хмелевский и др., 1974б; Ягнышев и др., 1976) и распределения их по площади показывает, что в иреляхских отложениях в целом развит сходный с верхнепалеозойскими породами комплекс породообразующих и аксессуарных минералов.

Сходство морфологического облика мине-

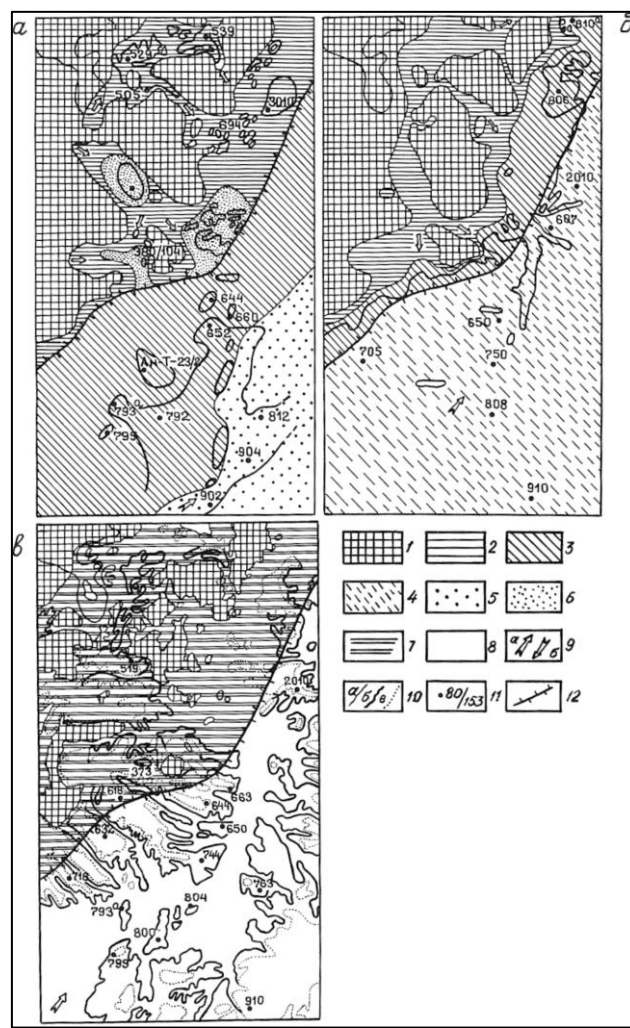


Рис.3. Литолого-палеогеографические схемы мезозойских отложений МБАР. Время: а – рэтгаттангское; б – раннелейасовое; в – плинсбахское. Низменные равнины: 1 – холмистая; 2 – в начале века низменная денудационная, в конце – денудационно-аккумулятивная; 3 – в начале века низменная денудационная, в конце – озерная; 4 – озерная; 5 – в начале века низменная аллювиальная, в конце озерная и 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 прибрежная аллювиальная, в конце – прибрежно-морская; 9 – направление сноса обломочного материала: а – основные; б – местные; 10 – границы: а – площадей с разной палеогеографической обстановкой; б – свит; в – современного распространения отложений домерского подъяруса; 11 – скважина и её номер; 12 – границы структурно-формационных зон (северо-западной и юго-восточной)

ралов и результаты литолого-палеографических реконструкций (рис.3, а-в) позволяют утверждать, что основными источниками поступления этих минералов в бассейны седиментации иреляхского времени являлись широко развитые в районе и на смежных площадях породы нижнего и верхнего палеозоя.

Четко фиксируются здесь продукты переотложения КВ терригенно-карбонатных пород, трапповой и кимберлитовой формаций, максимальная концентрация которых отмечена в базальных горизонтах и нижних частях иреляхской свиты северо-восточного

борта АВНМП. Продукты выветривания терригенно-карбонатных пород в образованиях иреляхской свиты этой территории уверенно идентифицируются по постоянному присутствию каолинита и диоктаэдрической гидрослюда 2M₁. Максимальная их концентрация (до 95% пелитовой составляющей) отмечена в отложениях свиты в поле развития этой КВ.

По данным электронографических исследований (табл. 1) здесь доминирует каолинит с моноклинной элементарной ячейкой (Зинчук 2000; Зинчук, Борис, 1980, 1981).

Электронографическая характеристика фракции мельче 0,001 мм из образцов иреляхской свиты МБАР СП

Места отбора проб	Глубина, м	Литологические типы пород и их цвет	Глинистые минералы, их политипные модификации, степень совершенства структуры, значение параметра b в Å	Минералы-примеси
		Северная часть Малоботуобинского района		
Ш- 560/2309	6,0	Глина желтовато-бурая	сл 1М (у;9,00)	КВ
	8,0	Алеврит серый глинистый	сл 1М (унн;9,00)	КВ
Ш-566/3000	6,6	Гравийно-песчано-глинистые темно-серые образования	кл>>гл (унн;8,90)	КВ
Ш-520/1881	4,5	Глина желтовато-серая	кл; (у; 8,90)	КВ,дл
	9,0	Алеврит желтовато-серый	сл 1М>2M ₁ (у;9,00), кл	КВ
Ш-520/1896	8,0	Глина серая песчано- алевритовая	(б;8,90) кл>>гл (у; 9,00)	КВ
Ш-432/1166	3,0	Глина желтовато-серая	сл 1М (унн; 9,00)	КВ
Ш-512/1778	4,0	Песок серый мелкозернистый	кл (у;8,90)	КВ
	11,0	Алеврит глинистый серый	сл (пб;9,00), кл (8,90)	КВ
Ш-А/578	7,0	Глина желтовато-серая	сл 1М>>2M ₁ (унн;9,00)	КВ
		Центральная часть Малоботуобинского района		
Россыпь 1, обнажение 10		Алеврит серый глинистый	кл>>гл (у; 8,90)	КВ
Ш-Ан-136А	10,5			
Ш-17, россыпь 2	36,6	Глина желтовато-серая	кл>>гл (пб; 8,90)	КВ
		Гравелит темно-серый	кл (б;8,90), м (бб;8,93)	КВ, пл

Примечания. Минералы: сл – гидрослюда, кл – каолинит, кв – кварц, дл – доломит, гл – галлуазит, три-сс – триоктаэдрический слоистый силикат, Политипные модификации: 1М – однослойной слюды, 2M₁- двухслойной гидрослюда. Степень совершенства структуры: у – упорядоченная, б – беспорядочная, бб – полностью беспорядочная, пб – полубеспорядочная, унн – упорядоченная с существенными нарушениями. Минералы приводятся в порядке убывания, цифры в скобках – величина b в Å. Аналитик З.В.Врублевская (ИГЕМ РАН).

Однако среди частиц этого структурного типа наблюдаются индивиды с различной степенью совершенства структуры. Это связано с тем, что при переотложении каолини-

та происходит частичное ухудшение упорядоченности его структуры не только по оси b , но и вдоль направления a , которое проявляется в нарушении расположения на элек-

тронограммах четверок рефлексов и почти полном вырождении их в моноклинные пары рефлексов (Зинчук 1976, 1981, 1982). Такое изменение дифракционной картины свидетельствует о нарушении упорядоченности расположения в строении слоев, что приводит к переходу от триклинной элементарной ячейки к моноклинной при сохранении общей триклинной симметрии кристаллической структуры минерала. Под электронным микроскопом частицы каолинита представлены тонкими обломками псевдогексагональных кристаллов, которые имеют не более двух-трех граней, свойственных этому минералу, что связано с механическим разрушением их в процессе переноса. Такая форма кристаллов каолинита отмечена в отложениях иреляхской свиты одной из алмазонасных россыпей МБАР, где некоторые исследователи (Рубенчик, Осипова, 1977), основываясь на увеличении концентрации минерала вверх по разрезу, выделяют наложенный профиль выветривания. Практически полное отсутствие в таких разрезах аутигенных разностей каолинита не позволяет нам рассматривать его образование в процессе выветривания отложений иреляхской свиты и согласиться с выводами упомянутых исследователей о наличии в верхних горизонтах рэт-геттангских отложений наложенного профиля выветривания. Каолинит здесь, как и в других разрезах свиты описываемого региона, связан с переотложением преимущественно продуктов выветривания терригенно-карбонатных пород нижнего палеозоя. Изменение степени его структурной упорядоченности связано с размывом различных горизонтов этой КВ. Каолинит с очень низкой упорядоченностью структуры, ассоциирующий с каолинитоподобным минералом, близким к «файрклею», и метагаллузитом, мог поступать в бассейны седиментации иреляхского времени также за счет перемыва и переотложения продуктов выветривания пород основного состава. Гидрослюда как главный компонент отмечена в иреляхских отложениях также за счет перемыва и переотложения КВ терригенно-карбонатных пород, что подчеркивается и аналогичной территорией распространения этих толщ. По данным электронографических (таблица) и электронно-микроскопи-

ческих исследований, в указанных отложениях присутствуют гидрослюда $2M_1$ и монтмориллонит-гидрослюдистые смешанослойные образования (МГСО). Соотношение этих фаз в иреляхских отложениях обычно постоянно. Это связано, по нашему мнению, с поступлением терригенного материала из различных горизонтов КВ на терригенно-карбонатных породах, где, как отмечалось раньше (Зинчук, 1976, 1981, 1982, 1986), содержание указанных модификаций изменяется в зависимости от степени гипергенного изменения пород. При этом наиболее выветрелый материал в иреляхских отложениях региона обычно концентрируется в базальных горизонтах или в нижних частях разрезов. На это указывают значения отношений $J(10 \text{ \AA}):J(5,0 \text{ \AA})$ диоктаэдрической гидрослюды по разрезам (рис.1 и 2). Значительная концентрация продуктов переотложения материала древних КВ отмечена в иреляхских отложениях и в пределах развития траппового плато (северо-западный борт АВНМП), где они наиболее детально изучены нами в бассейне руч. Дьегус и др. (Зинчук, 1976, 1981, 1982, 1986, 2000; Зинчук, Борис, 1980, 1981; Зинчук, Коптиль, 2003; Зинчук и др., 1983; Зинчук и др., 1985). В одних случаях пелитовая составляющая здесь сложена в основном смесью каолинита и диоктаэдрической гидрослюды ($2M_1$) при подчиненной роли других слоистых силикатов (преобладает материал из КВ терригенно-карбонатных пород). В других случаях (преимущественно базальные горизонты) в ней резко доминирует монтмориллонит со смешанным составом катионов, ассоциирующий с вермикулит-монтмориллонито-выми смешанослойными образованиями (ВМСО), а иногда с примесью метагаллузита (преобладают материалы выветрелых пород трапповой формации, о чем свидетельствует и состав легкой и тяжелой фракций). Иреляхские отложения вдоль бровки северо-западного борта АВНМП характеризуются неравномерной концентрацией материала, поступавшего из КВ на кимберлитовых породах. При этом отмечается и различная дальность его переноса. Это кроме различного морфологического облика индикаторных минералов кимберлитов (ИМК) и алмазов подтверждается и установленным нами здесь

присутствием некоторых вторичных минералов, характерных для кимберлитовых пород: Fe-Mg-хлорита, вермикулита и серпентина политипной модификации А (Зинчук, 1994, Зинчук и др., 1983, 1985; Иванов и др., 1977). О незначительном переносе этих минералов свидетельствуют их структурно-морфологические особенности и приуроченность к иреляхским алмазоносным россыпям.

В отличие от этого, отложения *укугутской свиты* характеризуются в целом незначительными (по сравнению с иреляхской свитой) концентрациями продуктов переотложения древних КВ. Нижние горизонты укугутской свиты сложены довольно мощной толщей конгломератов. Галечный материал в них представлен разнообразными изверженными, метаморфическими и осадочными породами. Подавляющее большинство (иногда 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 (рис.2), но значительно меньше, чем в иреляхских образованиях. В отложениях укугутской свиты северо-западного борта прогиба развиты гравелиты, отличающиеся от иреляхских толщ большей грубозернистостью и иным составом обломков, среди которых не встречены пелитизированные эффузивы. Остальная часть обломков по составу близка к иреляхским породам, однако здесь появляются обломки полнокристаллических пород – аплитов, гранит-порфиоров, микрогранитов, микропегматитов и др. В укугутских отложениях заметно больше гравийных зерен кварца и особенно полевых шпатов, представленных ортоклазом и микроклином. Чаще присутствуют в них обломки осадочных пород (алевролитов, песчаников и др.), а также метаморфических сланцев и гнейсов. Цемент в этих гравелитах преимущественно глинистый – от порового до базального типа. Нередко (бассейн руч. Улахан-Курунг-Юрях и др.) цемент сложен почти полностью серпентином (как и на отдельных площадях иреляхской свиты), который образует сферолиты, заполняющие межзерновые пространства, прони-

кает по трещинкам в обломочные зерна и корродирует их. Довольно характерны для укугутской свиты песчаные образования (рис.2), среди которых выделяются как крупно- и разномерные, так и средне- и мелкозернистые разновидности. Состав породообразующих компонентов в этих отложениях приосевой части прогиба почти тот же, что и в иреляхской свите. Однако в отличие от последней в укугутских породах появляются сильно хлоритизированные обломки эффузивов или туфов с реликтовыми порфиоровыми и кристаллолитокластическими структурами. Суммарное содержание обломков пород в ряде проб достигает 50-60% кластической массы. Песчаные породы укугутской свиты по составу породообразующих компонентов можно отнести к различным классам аркозовой и граувакковой групп. Цемент в песчаниках аркозовой группы преимущественно карбонатный, порового или базального типа с характерным лучистым строением, реже железисто-глинистый, от порового до пленочного типа. Цементом в граувакковых породах чаще всего служит карбонатная или глинистая масса. От аналогичных пород иреляхской свиты эти псаммиты отличаются составом литоидных обломков и значительно меньшим гипергенным изменением породообразующего материала. Алевритовые и глинистые породы в разрезе укугутской свиты встречаются сравнительно редко и обычно залегают в виде отдельных прослоев в различных частях изученной территории. Иногда в разрезе отмечается тонкое переслаивание алевритов, глин и мелкозернистых песчаных пород, а в алевритах наблюдаются мелкие частицы хлоритизированных пород, по форме и структуре напоминающие пелитизированные обломки, встреченные в иреляхской свите, но отличающиеся от них интенсивным зеленым цветом и хлоритовым составом. Цемент в них глинистый и глинисто-карбонатный, а в алевролитах иногда карбонатный. Несмотря на в целом небольшую обогащенность отложений укугутской свиты материалом древних КВ, в локальных депрессиях северо-западного борта АВНМП, в случае непосредственного залегания их на КВ терригенно-карбонатных пород (бассейн ручьев Дьегус и Улаах) или траппов, в нижних горизон-

тах увеличивается концентрация аллотигенных глинистых минералов, связанных с гипергенными изменениями отмеченных пород.

Отложения *плинсбахского яруса* также характеризуются сравнительно небольшой концентрацией продуктов КВ. Крупнообломочные породы в них распространены ограниченно. Их петрографический состав менее разнообразен, чем в укугутской свите, и обычно во многом связан с составом местных пород. Довольно широко развиты в плинсбахских отложениях псаммитовые образования, преимущественно аркозовой и граувакковой групп, 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. 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, образуя алевро-песчаный ритмолит. Они обычно плохо сортированы, имеют полимиктовый состав и повышенную углистость. В таких алевролитах много хлоритизированных обломков (в виде линзовидных скоплений), слюд и собственно хлорита. Для *тоарских* отложений наиболее характерны алевритовые породы, отличающиеся значительной крупностью частиц, большими примесями глинистого вещества, полимиктовым составом и обилием скоплений хлорита и сидерита, а также заметно меньшим содержанием слюд и обломков неизменных пород. Для отложений плинсбахского и тоарского ярусов в целом не свойственна высокая концентрация продуктов КВ других пород, что подтверждается особенностями вещественного состава этих толщ. Это подчеркивается также незначительной примесью в них аллотигенных глинистых минералов. В период формирования этих отложений небольшую роль играли только древние КВ основных пород. На это указывает присутствие в пелитовой составляющей аллотигенного монмориллонита и смешанослойных образований, характерных для этих КВ.

Таким образом, приведенная выше характеристика вещественного состава позволяет детализировать условия формирования различных толщ мезозоя в пределах МБАР и оценить особенности концентрации в них продуктов переотложения КВ, в том числе и кимберлитового материала. Накоплению осадков *иреляхской свиты* предшествовало широкое развитие процессов корообразования и формирование мощной элювиальной толщи на пенепленизированной поверхности пород района. С заложением в конце среднего триаса АВНМП усилились эрозионные процессы и образовался доиреляхский рельеф. В юго-восточной структурно-формационной зоне начало формирования отложений иреляхской свиты характеризуется образованием и в дальнейшем развитием нескольких ландшафтных зон (рис.3, а). В приосевой части указанного прогиба существовала обстановка аллювиальной равнины с обильным привносом чуждого району крупнообломочного материала. На склоне центральной части прогиба была обстановка денудационно-аккумулятивной равнины, в пределах которой отмечалось развитие водотоков, приносивших большое количество местного обломочного материала из пределов траппового плато. Это способствовало формированию здесь делювиально-пролювиальных, пролювиально-аллювиальных и озерных фаций. В пределах структурной террасы вдоль северо-западного борта прогиба, где выходили на дневную поверхность породы нижнего палеозоя, в период накопления осадков указанной ландшафтной зоны происходило дальнейшее развитие локальных депрессий (Иреляхской и Мачобинской), размыв КВ и накопление делювиальных и, в меньшей степени, пролювиальных отложений. Эти отложения, характеризующиеся интенсивным вторичным минералообразованием, имеют небольшую мощность из-за последующего их размыва при формировании перекрывающих толщ. В пределах траппового плато по ослабленным тектоническими нарушениями зонам развивалась обстановка низкой денудационной равнины с усиленным размывом и выносом разрушенного материала за ее пределы. Завершающий этап данного периода характеризуется развитием на большей части рассматриваемой

мой территории озерной и озерно-болотной равнины. Об этом свидетельствуют сохранившиеся от размыва на склоне центральной части прогиба мелкозернистые отложения с тонкой слоистостью. Состав и характер этих отложений позволяют утверждать, что их накопление происходило в результате деятельности временных потоков, отлагавших обломочный материал в замкнутых пресноводных бассейнах застойного характера с непостоянным водным режимом. Периоды сравнительно интенсивного поступления обломочного материала в бассейны седиментации чередовались с периодами затухания эрозии, что привело к образованию глинистых и алевроито-глинистых осадков с прослоями углистых глин и бурого угля. Эти отложения накапливались в мелководных, периодически заболачивающихся водоёмах. В то же время в пределах траппового плато обстановка низкой денудационной равнины сменилась условиями низкой денудационно-аккумулятивной равнины, что привело к накоплению делювиально-пролювиальных, пролювиально-аллювиальных и озерных осадков. Минералы кимберлитов в отложениях иреляхской свиты, накапливавшиеся в условиях низменной аллювиальной равнины, встречаются крайне редко. При этом четко выраженных ореолов их рассеяния в этом случае не образуется. В нижней (аллювиальной) толще это связано с обильным поступлением обломочного материала дальнего сноса и быстрым захоронением осадков, а в верхней (озерно-болотной) – с отсутствием во время её формирования в рассматриваемой части района приподнятых участков с мощными КВ (в том числе и на кимберлитовых породах). Судя по особенностям концентрации кимберлитового материала в отложениях иреляхской свиты, наиболее благоприятными для поисков алмазных россыпей являются образования, развитые в полосе 30-35 км вдоль бровки северо-западного борта АВНМП. При этом следует отметить весьма низкую перспективность их обнаружения в отложениях иреляхской свиты, распространённых в пределах траппового плато, где они обогащены преимущественно продуктами переотложения КВ пород трапповой формации. Только с наличием кимберлитовых тел в тектонически приподнятых блоках

может быть связано образование небольших россыпей и ореолов рассеяния кимберлитового материала.

Литолого-фациальный анализ отложений *укугутской свиты* позволил установить (рис.3, б) широкое развитие в районе континентальных ландшафтов в юго-восточной и северо-западной структурных зонах.

В пределах *первой структурно-формационной зоны*, охватывающей центральную часть прогиба, существовала обстановка низменной аллювиальной равнины. Здесь накоплению осадков предшествовал размыв территории, во время которого эрозией были уничтожены и вынесены за пределы района породы значительные мощности рэт-геттангских и более древних отложений, а также развитых на них КВ. Об этом свидетельствуют практически полное отсутствие последней на породах нижнего палеозоя, фрагментарное распространение иреляхских отложений в основании укугутской аллювиальной толщи и наличие в её базальных горизонтах валунного материала. Затем сформировались аллювиальные осадки, сложенные плохо отсортированными, в основном крупно- и грубообломочными образованиями (с прослоями более мелкозернистых разностей) полимиктового состава, который не отражает особенностей отложений ближайшего обрамления низменной аллювиальной равнины. В пределах *второй структурно-формационной зоны* отмечалось развитие денудационной низкой холмистой равнины и плато, являвшихся древней сушей местной области сноса обломочного материала. Осадконакопление в этой зоне происходило только в пределах локальных депрессий в условиях развития обстановки денудационно-аккумулятивной равнины. При этом на протяжении всего раннелайасового времени отмечались размыв развитых здесь верхнепалеозойских вулканогенно-осадочных, нижнепалеозойских терригенно-карбонатных и трапповых пород и образованных на них КВ, а также вынос обломочного материала в юго-восточном направлении – в пределы аллювиальной равнины. В конце раннелайасового времени центральная часть прогиба превратилась в широкую аллювиальную равнину, характеризующуюся речными системами с преобладанием потоков низкой

миграционной энергии. Это привело к формированию полимиктовых разнозернистых песков с прослоями мелкогалечного материала, а в верхах разрезов – алевритов и глин. Довольно неравномерно распределен в укугутской свите и кимберлитовый материал. На протяжении начального периода ранне-лейасового времени происходил размыв как коренных, так и россыпных алмазных проявлений в обеих структурно-формационных зонах и частичный вынос материала за пределы района. В процессе этого размыва могли быть уничтожены ореолы рассеяния кимберлитового материала. В последующий период в юго-западной зоне материал местных источников сноса разубоживался большим количеством аллювиальных образований. Поэтому только при весьма благоприятных условиях (вынос кимберлитового материала на протяжении длительного времени) вдоль бровки северо-западного борта прогиба могли формироваться отдельные полосы аллювиальных осадков небольшой протяженности. Необходимо также отметить, что находки кимберлитового материала зафиксированы в отдельных случаях и в отложениях укугутской свиты центральной части прогиба. Источниками их являются перекрытые осадочными толщами кимберлитовые тела, тяготеющие к проходящей западнее этих находок зоне глубинных разломов. На остальной территории рассматриваемой зоны кимберлитовые минералы в отложениях укугутской свиты не установлены. В отличие от этого, условия для формирования ореолов рассеяния кимберлитового материала в отложениях укугутской свиты локальных депрессий северо-западной структурно-формационной зоны были аналогичны рассмотренным выше для развитых здесь образований иреляхской свиты.

Рассматривая в целом условия формирования отложений *плинсбахского яруса*, следует отметить, что в начале *карикского* времени в пределах юго-восточной структурно-формационной зоны произошла смена (рис.3,в) континентальных условий осадконакопления на прибрежно-морские. В это время наступил период морской трансгрессии, в процессе которой подвергся нивелированию сформировавшийся в предшествующую эпоху слабо расчлененный рельеф.

Для рассматриваемого времени характерна смена движений береговой линии, о чем свидетельствует чередование прибрежно-морских образований с пресноводными. В пределах северо-западной структурно-формационной зоны в карикское время развивалась обстановка озерной и озерно-болотной равнины, т.е. существовали благоприятные условия для формирования отложений, обогащенных переотложенными продуктами КВ. *Домерское* время характеризуется еще более значительным наступлением моря на сушу, охватившем и северо-западную структурно-формационную зону, где эрозионный рельеф с реликтами КВ по мере продвижения моря подвергался значительной абразии. В целом отложения домерского подъяруса характеризуются низкой концентрацией продуктов переотложения древних КВ. Наибольшее содержание выветрелого материала отмечается в базальных слоях вокруг островов, береговых валов и береговой линии в пределах структурной террасы вдоль бровки северо-западного борта АВНМП, где происходила значительная абразия развитых здесь терригенно-карбонатных пород нижнего палеозоя. В местах выхода на дневную поверхность кимберлитов происходил их размыв, что подтверждается наличием их обломков в базальных горизонтах домерского подъяруса. На всей остальной площади рассматриваемой территории в домерское время, как и в юго-восточной зоне в карикское время, кимберлиты были уже перекрыты мощной толщей более древних отложений. В *тоарское* время территория АВНМП была морским бассейном. Даже возвышенные участки его северо-западного борта, сложенные траппами, являлись сублиторалью тоарского моря. Образование тоарских отложений происходило преимущественно в условиях неглубокой части моря. Материал древнего элювия в бассейны седиментации этого времени не мог поступать, так как практически на всей площади района КВ и породы, обогащенные продуктами их ближнего переотложения, к этому времени были уже перекрыты плинсбахскими образованиями. Резюмируя приведенные материалы исследований, следует еще раз подчеркнуть, что для мезозойского времени характерны специфические особен-

ности перемыва и переотложения продуктов КВ, обусловленные развитием в АВНМП двух палеогеографических зон. В юго-восточной зоне, охватывающей центральную часть прогиба, условия для накопления материала древних КВ существовали ограниченно, только в иреляхское время. В северо-западной зоне, занимающей трапповое плато, в течение всего иреляхского, укугутского и карикского времени на повышенных платообразных поднятиях происходило корообразование, одновременный размыв и переотложение его продуктов в локальных депрессиях, а также частичный вынос материала КВ за пределы данной зоны.

Библиографический список

- Афанасьев В.П., Зинчук Н.Н., Похиленко Н.П.* Поисковая минералогия алмаза. Новосибирск: Гео, 2010. 650 с.
- Бартошинский З.В., Захарова В.Р., Иванов И.Н.* Протравленные алмазы в мезозойских отложениях // Геология и геофизика. 1978. №10. С.154-162.
- Дукардт Ю.А., Зинчук Н.Н., Борис Е.И.* Плинсбахские отложения Малоботуобинского алмазоносного района. М.: ВИНТИ, 1975. 36 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.* О стратиграфической приуроченности, диагностике и генезисе каолинита в мезозойских терригенных отложениях Мало-Ботуобинского района (Западная Якутия) // Известия вузов. Геология и разведка. 1976. № 12. С.27-35.
- Зинчук Н.Н.* Особенности распределения глинистых минералов в мезозойских алмазоносных отложениях Западной Якутии // Известия вузов. Геология и разведка. 1981. №10. С.38-44.
- Зинчук Н.Н.* Об основных источниках глинистых минералов в мезозойских континентальных алмазоносных отложениях Западной Якутии // Геология и геофизика. 1982. № 8. С.81-90.
- Зинчук Н.Н.* Глинистые минералы в древних корах выветривания и продуктах их переотложения в континентальных толщах Западной Якутии//Глинистые материалы в литогенезе. М.: МОИП, 1986. С.5-19.
- Зинчук Н.Н.* Сравнительная характеристика вещественного состава коры выветривания кимберлитовых пород Сибирской и Восточно-Европейской платформ // Геология и геофизика. 1992. № 7. С.99-109.
- Зинчук Н.Н.* Кора выветривания и вторичные изменения кимберлитов Сибирской платформы (в связи с проблемой поисков и разработки алмазных месторождений)/Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 1994. 240 с.
- Зинчук Н.Н.* Постмагматические минералы кимберлитов. М.: Недра. 2000. 538 с.
- Зинчук Н.Н., Борис Е.И.* Среднепозднетриасовые коры выветривания северо-восточной части Ангаро-Вилуйского прогиба // Советская геология. 1980. № 4. С.113-125.
- Зинчук Н.Н., Борис Е.И.* Обогащенность продуктами выветривания мезозойских отложений Ангаро-Вилуйского прогиба // Советская геология. 1981. № 7. С.100-108.
- 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., Хмелевский В.А., Борис Е.И., Затхей Р.А.* Литология древних осадочных толщ в районах развития кимберлитового магматизма. Львов, 1985. 200 с.
- Иванов И.Н., Зинчук Н.Н., Борис Е.И., Хмелевский В.А.* Состав, условия формирования отложений иреляхской свиты // Советская геология. 1977. № 5. С.148-156.
- Казанский Ю.П.* Выветривание и его роль в осадконакоплении. М.: Наука, 1976. 271 с.
- Котельников Д.Д., Зинчук Н.Н.* Об устойчивости и палеогеографическом значении гидрослюд в корах выветривания и продуктах их переотложения на территории Западной Якутии // ДАН СССР. 1980. Т.255, № 3. С.705-709.
- Плотникова М.И., Кардопольцева О.И.* Литология и условия формирования верхнепалеозойских и мезозойских алмазоносных отложений Мало-Ботуобинского района // Труды СНИИГ-ГиМС. 1969. Вып.98. С.182-185.
- Рожков И.С., Михалев Г.П., Зарецкий Л.М.* Алмазоносные россыпи Мало-Ботуобинского района Западной Якутии. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 137 с.
- Рубенчик И.Б., Осипова З.В.* Палеогеографическая обстановка накопления рэт-лейасовых алмазоносных отложений Мало-Ботуобинского района (Западная Якутия) // Геология и геофизика. 1977. № 6. С.150-157.
- 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.
- Хмелевский В.А., Зинчук Н.Н.* Минералы легких и глинистых фракций мезозойских алмазо-

носных россыпей Западной Якутии (на примере одной из россыпей Мало-Ботубинского района). М.: ВИНТИ, 1974 а. 27 с.

Хмелевский В.А., Зинчук Н.Н., Борис Е.И. Минералы тяжелых фракций из пород продуктивных горизонтов одной из алмазосных россы-

пей Мало-Ботубинского района Западной Якутии. М.: ВИНТИ, 1974 б. 41 с.

Ягншиев Б.С., Зинчук Н.Н., Тимченко В.А., Хмелевский В.А. Основные черты геохимии осадочных мезозойских образований Мало-Ботубинского района (Западная Якутия). М.: ВИНТИ. 1976. 32 с.

Specific Characteristics of Terrigenous Material in Ancient Diamond-Potential Strata

N.N. Zinchuk

West-Yakutian Scientific Centre of the Academy of Sciences of Sakha Republic (Yakutia), 4/1 Lenina Str., Mirny 678170, Russia

E-mail: nnzinchuk@rambler.ru

On the example of Mesozoic deposits of one of the main diamondiferous regions of the Siberian Platform, basic suppliers of terrigenous material to ancient placers and their occurrences are characterized. Special attention is paid to characteristics of local sources of allothigenous material transportation to sedimentation basins of this period, the main of which were Middle-Late Triassic weathering crusts of terrigenous-carbonate rocks, formations of trappe origin (dolerites, tuffs, tufogene thick layers), and kimberlites. Comparatively short distance of transportation of weathering products and their accumulation mainly in freshwater continental basins determined a weak hydrothermal influence of environment on allothigenous minerals. The revealed specific features of mineral composition of weathering crusts of various rocks are recommended for application for paleogeographical reconstructions in diamondiferous regions, and to determine source areas of terrigenous material in particular. The stated recommendations were implemented for study the material from local sources of diamondiferous sediments transported to continental (Irelyakh and Ukugut Suites) and coastal (Pliensbachian and Toarcian Stages) deposits of the Malo-Botuobinskiy region, where primary and placer diamond deposits have been successfully mined.

Key words: *terrigenous minerals; weathering crusts; diamondiferous regions; Siberian Platform; primary and placer diamonds deposits.*

References

Afanasiev V.P., Zinchuk N.N., Pokhilenko N.P. 2010. Poiskovaya mineralogiya almaza [Prospecting mineralogy of diamond]. Novosibirsk, Geo, p. 650. (in Russian)

Bartoshinskiy Z.V., Zakharova V.R., Ivaniv I.N. 1978. Protravlennye almazy v mezozoyskikh otlozheniyakh [Etched diamonds in Mesozoic sediments]. *Geologiya i Geofizika*. 10:154-162. (in Russian)

Dukardt Y.A., Zinchuk N.N., Boris E.I. 1975. Plinsbakhskie otlozheniya Malobotuobinskogo almazonosnogo rayona [Pliensbachian sediments of Malobotuobinskiy diamondiferous region]. Moskva, VINITI, p. 36. (in Russian)

Zvyagin B.B., Vrublevskaya Z.V., Zhukhlistov A.P. et al. 1979. Vysokovolt'naya elektronografiya v issledovanii sloistykh mineralov [High-voltage electronography in investigation of laminated minerals]. Moskva, Nauka, p. 224. (in Russian)

Zinchuk N.N. 1976. O stratigraficheskoy prirochnosti, diagnostike i genezise kaolinite v mezozoyskikh terrigennykh otlozheniyakh Malobotuobinskogo rayona (Zapdnaya Yakutiya) [About stratigraphic identification, diagnostics, and genesis of kaolinite in Mesozoic terrigenous sediments of Malo-Botuobinskiy region (Western Yaku-

tia)]. *Izvestiya vuzov. Geologiya i razvedka*. 12:27-35. (in Russian)

Zinchuk N.N. 1981. Osobennosti raspredeleniya glinistykh mineralov v mezozoyskikh almazonosnykh otlozheniyakh Zapadnoy Yakutii [Features of argillaceous minerals distribution in Mesozoic diamondiferous deposits of Western Yakutia]. *Izvestiya vuzov. Geologiya i razvedka*. 10:38-44. (in Russian)

Zinchuk N.N. 1982. Ob osnovnykh istochnikakh glinistykh mineralov v mezozoyskikh kontinentalnykh almazonosnykh otlozheniyakh Zapadnoy Yakutii [About main sources of argillaceous minerals in Mesozoic continental diamondiferous deposits of Western Yakutia]. *Geologiya i Geofizika*. 8:81-90. (in Russian)

Zinchuk N.N. 1986. Glinistye mineral v drevnikh korakh vyvetrivaniya i produktakh ikh pereotlozheniya v kontinentalnykh tolshchakh Zapadnoy Yakutii [Argillaceous minerals in ancient weathering crusts and products of their redeposition in continental strata of Western Yakutia]. *In: Glinistye materialy v litogeneze*. Moskva, MOIP, pp. 5-19. (in Russian)

Zinchuk N.N. 1992. Sravnitel'naya kharakteristika veshchestvennogo sostava kory vyvetrivaniya kimberlitovykh porod Sibirskoy i Vostochno-Evropeyskoy platformy [Comparative characteristics

of material composition of weathering crusts of kimberlite rock of the Siberian and East-European Platforms]. *Geologiya i Geofizika. Geology and Geophysics.* 7:99-109. (in Russian)

Zinchuk N.N. 1994. Kory vyvetrivaniya i vtorichnye izmeneniya kimberlitov Sibirskoy platform (v svyazi s problemoy poiskov i razrabotki almaznykh mestorozhdeniy) [Weathering crusts and secondary alteration of kimberlites of the Siberian Platform (in connection with the problem of prospecting and mining of diamond deposits)]. Novosibirsk, NSU, p. 240. (in Russian)

Zinchuk N.N. 2000. Postmagmatische mineral kimberlitov [Postmagmatic minerals of kimberlites]. Moskva, Nedra, p. 538. (in Russian)

Zinchuk N.N., Boris E.I. 1980. Sredne-pozdnetriasovye kory vyvetrivaniya severo-vostochnoy chasti Angaro-Vilyuyskogo progiba [Middle-Late-Triassic weathering crusts of northeastern part of Angara-Vilyuy Trough]. *Sovetskaya geologiya.* 4:113-125. (in Russian)

Zinchuk N.N., Boris E.I. 1981. Obogashchennost produktami vyvetrivaniya mezozoyskikh otlozheniy Angaro-Vilyuyskogo progiba [Enrichment of Mesozoic sediments of the Angara-Vilyuy Trough by products of weathering]. *Sovetskaya Geologiya.* 7:100-108. (in Russian)

Zinchuk N.N., Koptil V.I. 2003. Tipomorfizm almazov Sibirskoy platform [Typomorphism of the Siberian Platform diamonds]. Moskva, Nedra, p. 603. (in Russian)

Zinchuk N.N., Kotelnikov D.D., Boris E.I. 1983. Drevnie kory vyvetrivaniya i poiski almaznykh mestorozhdeniy [Ancient weathering crusts and prospecting of diamond deposits]. Moskva, Nedra, p. 196. (in Russian)

Zinchuk N.N., Khmelevskiy V.A., Boris E.I., Zatkhey R.A. 1985. Litologiya drevnikh osadochnykh tolshch v rayonakh razvitiya kimberlitovogo magmatizma [Lithology of ancient sedimentary strata in the regions of kimberlite magmatism]. Lvov, LNU, p. 200. (in Russian)

Ivaniv I.N., Zinchuk N.N., Boris E.I., Khmelevskiy V.A. 1977. Sostav, usloviya formirovaniya otlozheniy irelyakhskoy svity [Composition, conditions of the Irelyakh Suite formation]. *Sovetskaya Geologiya.* 5:148-156. (in Russian)

Kazanskiy Y.P. 1976. Vyvetrivanie i ego rol v osdkonakoplenii [Weathering and its role in sedimentation]. Moskva, Nauka, p. 271. (in Russian)

Kotelnikov D.D., Zinchuk N.N. 1980. Ob ustoychivosti i paleogeograficheskom znachenii gidroslyud v korakh vyvetruvaniya i produktakh ikh pereotlozheniya na territorii Zapadnoy Yakutii [About stability and paleogeographical significance

of hydromicas in weathering crusts and products of their redeposition on the territory of Western Yakutia]. *Doklady AN SSSR.* 255(3):705-709. (in Russian)

Plotnikova M.I., Kardopoltseva O.I. 1969. Litologiya i usloviya formirovaniya verkhnepaleozoyskikh i mezozoyskikh almazonosnykh otlozheniy Malo-Batuobinskogo rayona [Lithology and formation conditions of the Upper Paleozoic and Mesozoic diamondiferous sediments of Malo-Botuobinskiy region]. *Trudy SNIIGG&MS,* 98:182-185. (in Russian)

Rozhkov I.S., Mikhalev G.P., Zaretsky L.M. 1963. Almazonosnye rossypi Malo-Batuobinskogo rayona Zapadnoy Yakutii [Diamondiferous placers of Malo-Botuobinskiy region of Western Yakutia]. Moskva, AN SSSR, p. 137. (in Russian)

Rubenchik I.B., Osipova Z.V. 1977. Paleogeograficheskaya obstanovka nakopleniya retleyasovykh almazonosnykh otlozheniy Malo-Batuobinskogo rayona (Zapadnaya Yakutiya) [Paleogeographical situation of accumulation of the Rhaetic-Liassic diamondiferous sediments of Malo-Botuobinsky region (Western Yakutia)]. *Geologiya i Geofizika.* 6:150-157. (in Russian)

Khitrov V.G., Zinchuk N.N., Kotelnikov D.D. 1988. Zakonomernosti izmeneniya khimicheskogo sostava porod v zone gipergeneza [Regularities of the alteration of rocks chemical composition in zone of hypergenesis]. *In: Gipergenez i rudoobrazovanie.* Moskva, Nauka, pp. 15-28. (in Russian)

Khmelevskiy V.A., Zinchuk N.N. 1974_a. Mineraly lyogkikh i glinistykh fraktsiy mezozoyskikh almazonosnykh rossypey Zapadnoy Yakutii (na primere odnoy iz rossypey Malo-Batuobinskogo rayona) [Minerals of light and argillaceous fractions of Western Yakutia Mesozoic diamondiferous placers (on the example of one placer from Malo-Botuobinsky region)]. Moskva, VINITI, p. 27. (in Russian)

Khmelevskiy V.A., Zinchuk N.N., Boris E.I. 1974_b. Mineraly tyazholykh fraktsiy iz porod produktivnykh gorizontov odnoy iz almazonosnykh rossypey Malo-Batuobinskogo rayona Zapadnoy Yakutii [Minerals of heavy fractions from rocks of productive levels of one diamondiferous placer of Malo-Botuobinskiy region of Western Yakutia]. Moskva, VINITI, p. 41. (in Russian)

Yagnyshev B.S., Zinchuk N.N., Timchenko V.A., Khmelevskiy V.A. 1976. Osnovnye cherty geokhimii osadochnykh mezozoyskikh obrazovaniy Malo-Batuobinskogo rayona (Zapadnaya Yakutiya) [Main geochemical features of sedimentary Mesozoic formations of Malo-Botuobinskiy region (Western Yakutia)]. Moskva, VINITI, p. 32. (in Russian)