

УДК 551.311.231:553.08

ОСОБЕННОСТИ ГИПЕРГЕННОГО ИЗМЕНЕНИЯ КИМБЕРЛИТОВ И ПРОБЛЕМА ПОИСКОВ КОРЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛМАЗОВ

СТАТЬЯ 1. КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ НА КИМБЕРЛИТАХ СИБИРСКОЙ И ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМ

Н.Н. Зинчук

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

Поступила в редакцию 17.09.15

На основании комплексного изучения коры выветривания кимберлитов на трубках Сибирской и Восточно-Европейской платформ показаны механизм и последовательность их изменения в различных климатических и геолого-тектонических условиях. Состав элювиальных продуктов зависит не только от климатических и гидродинамических условий гипергенного изменения пород, выполняющих диатремы, но и от свойств и минеральных особенностей вмещающих трубки пород. Для пелитовой составляющей из элювия кимберлитов Сибирской платформы, вмещающими породами которых являются терригенно-карбонатные отложения нижнего палеозоя, характерно присутствие Са-, реже Mg-Fe³⁺-монтмориллонита и монтмориллонит-гидрослюдистого смешанослойного образования с примесью гидрослюды, хлорита и серпентина. Резкое повышение в составе основной массы кимберлитов Восточно-Европейской платформы тонкодисперсного кварца (за счет влияния вмещающих трубки песчано-алевритовых кварцевых толщ) привело к широкому образованию как в кимберлитах, так и в продуктах их выветривания сапонита и неупорядоченного вермикулит-монтмориллонитового смешанослойного образования. Отмеченные особенности продуктов выветривания кимберлитов можно использовать как дополнительный критерий при поисках алмазных месторождений на каждой из упомянутых платформ.

Ключевые слова: Сибирская и Восточно-Европейская платформы, кора выветривания, кимберлиты, осадочные породы.

Несмотря на множество публикаций по алмазной тематике, изучение кимберлитовых тел Сибирской и Восточно-Европейской платформ было в значительной степени оторвано от уже существовавших в момент их открытия достаточно хорошо исследованных месторождений этих регионов. Особенно это относится к корам выветривания (КВ), формирование которых на различных этапах геологической истории в конкретном регионе проходило в неодинаковых ландшафтно-климатических условиях, а сами кимберлиты внедрялись в отличающиеся по составу породы. В настоящее время в результате перехода алмазопоисковых и разведочных работ на так называемые «закрытые территории», где кимберлитовые тела перекрыты мощными толщами более молодых отложений, и вовлечения в такое производство перспективных площадей других континентов возникла необходимость провести более глубокий анализ имеющих непосредственное практическое значение вторичных образований кимберлитов различных платформ с целью выделения дополнительных критериев для поисково-разведочных целей (Афанасьев и др., 1980; Бобриевич и др., 1964; Василенко и др., 1997; Зинчук, 1992, 1994, 2000; Зинчук, Котельников, 1980;

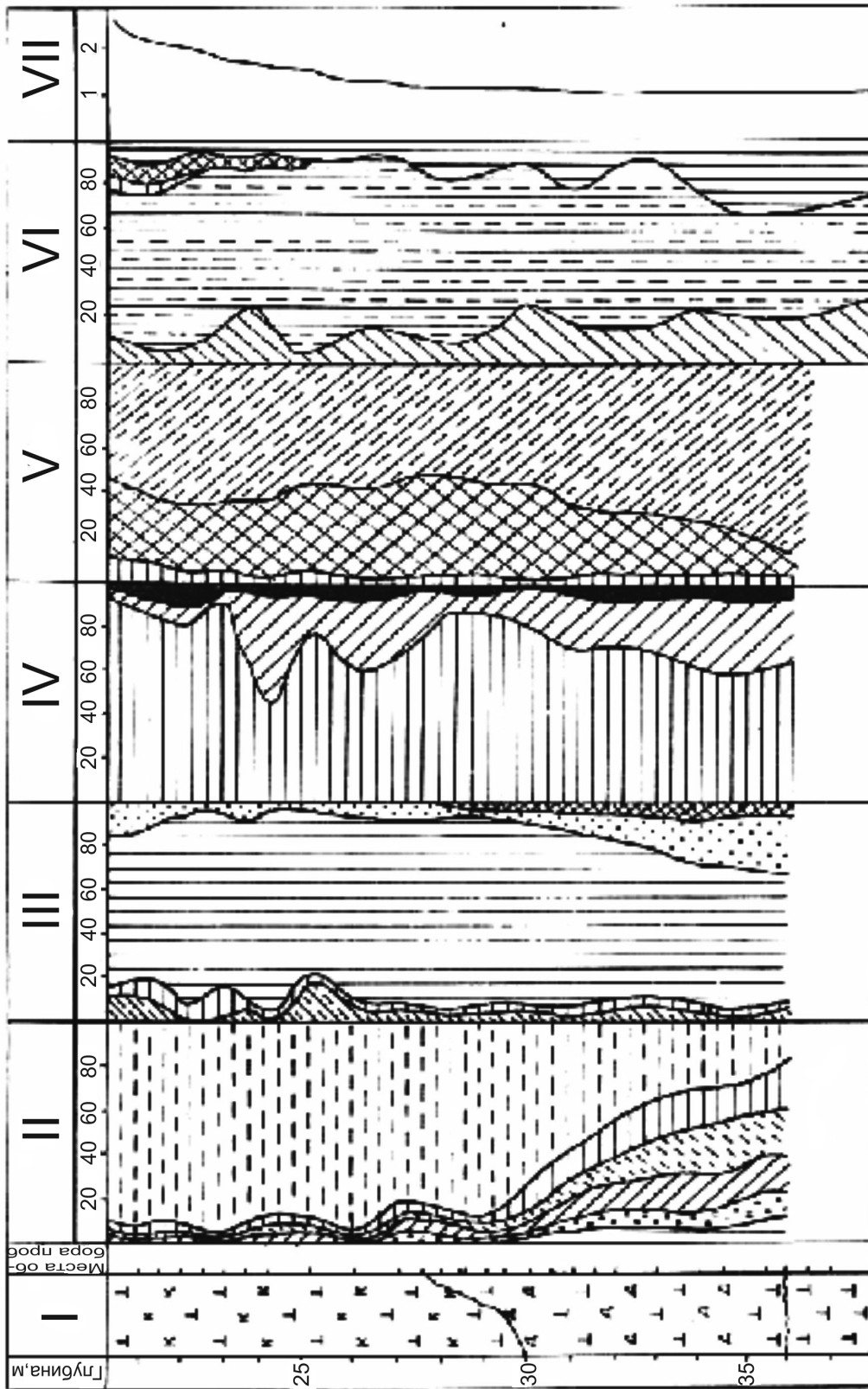
Зинчук и др., 1982, 1983, 1987, 1997, 2003; Зинчук, Стегницкий, 2005). Данную задачу можно решить на основании детального изучения как аксессуарных, так и породообразующих минералов (в первую очередь, слоистых силикатов) и различных соединений железа путем сравнения объектов сильно отдаленных регионов. На основании комплексного изучения КВ кимберлитовых диатрем различных платформ важно провести сравнительный анализ развития гипергенного изменения этих пород, определить последовательность преобразования их первичных минералов, трансформации и синтеза новообразований, оценить возможности выявления сильно измененного элювия среди общих площадных профилей и выделить информативные глинистые минеральные ассоциации, которые можно использовать при решении прикладных задач. Необходимо отметить, что за многолетний период изучения кимберлитовых пород Сибирской (СП) и Восточно-Европейской (ВЕП) платформ получены новые данные в области знаний корообразования по кимберлитовым телам, установлены основные политипные модификации глинистых минералов, образующихся в тех или иных месторождениях.

Коры выветривания по кимберлитам Сибирской платформы

В первых работах по составу КВ (Каштанов, 1966; Рожков и др., 1969; Харьков и др., 1990; Харьков, Мельник, 1970; Хитров и др., 1987; Шамшина, 1979; Шамшина, Шпунт, 1975) установлено, что на кимберлитовых телах Малоботуобинского и Далдыно-Алакитского алмазоносных районов мощность КВ не превышает 15 м и она имеет хлорит-гидрослюдисто-монтмориллонитовый состав. В более поздних работах, посвященных исследованию КВ (Затхей и др., 1979; Зинчук, Коптиль, 2003), сделан вывод о наличии на большинстве кимберлитовых тел Якутской алмазоносной провинции (ЯАП) лишь нижних зон в элювиальных профилях и о неравномерном выветривании пород по площади трубок. Установлено, что наиболее химически переработанная КВ сохранилась в Малоботуобинском районе на кимберлитах трубки имени XXIII съезда КПСС. Детально описано (Афанасьев и др., 1980) частичное растворение пироба, замещение флогопита хлоритом и вермикулитом, окисление магнитных минералов и устойчивость в гипергенных условиях пикроильменита, хромшпинелидов и алмаза (Зинчук, Коптиль, 2003; Орлов, 1984). В этом же районе в кимберлитовых трубках Мир и Интернациональная выявлены определенные закономерности распределения минералов-новообразований основной массы и прожилковой гидротермальной минерализации, что позволило установить зональность для типизации руд. Проведенные исследования показали отличия в минеральном составе новообразований не только в разных трубках, но и в плане их отдельных тел и блоков. Отмечен различный характер изменения концентрации минералов-новообразований на разведанную глубину отдельных трубок. В то же время в ряде трубок Далдыно-Алакитского района четко не прослеживается закономерная смена ассоциаций ни породообразующих компонентов, ни минералов примесей. Большой материал по КВ обобщен в фундаментальных трудах (Зинчук, 1994, 2000; Зинчук и др., 1983), где на современном уровне более точными методами исследовались как первичные, так и гипергенные минералы кимберлитовых пород. По результатам этих работ даны рекомендации по совершенствованию методики поисков алмазных месторождений, определению уровня эрозионного среза кимберлитовых трубок и некоторых технологических вопросов, связанных с обогащением руд. Нами детально изучены КВ по кимберлитам и на разрабатываемых коренных месторождениях, открытых в алмазоносных районах (Зинчук и др., 1983, 2003).

В Малоботуобинском алмазоносном районе КВ изучена нами в верхних частях кимберлитовых трубок Мир, Интернациональная, имени XXIII съезда КПСС, Дачная, Амакинская и Таежная. В наиболее химически переработанной КВ кимберлитовых трубки имени XXIII съезда КПСС исходные, не под-

вергшиеся выветриванию породы (глубины ниже 30 м от поверхности) представлены серой и голубовато-серой плотной кимберлитовой брекчией (рис. 1). Преобладающая масса породы сложена агрегатами кальцита и серпентина с мелкими рассеянными выделениями магнетита. Количество обломочного материала обычно не превышает 25% объема породы. Процесс выветривания кимберлитов диатремы привел к резкому увеличению их общей пористости (от 7,6 до 48,7%) и к уменьшению средней плотности (от 2,92 до 1,50 г/см³). Увеличивается при этом трещиноватость пород и содержание пелитовой составляющей. В легкой фракции преобладают серые, серовато-бурые глинистые и глинисто-железистые агрегаты, практически не разрушающиеся при дезинтеграции пород и трудно диагностируемые в иммерсионных препаратах. В перемешанном количестве присутствуют зерна и их обломки кварца, халцедона и плагиоклазов, связанные в основном с разрушением обломков траппов и терригенно-карбонатных пород, присутствующих в кимберлитах. В нижних горизонтах профилей этой диатремы присутствует много слюды (флогопита), которая вверх по разрезу замещается (Зинчук и др., 1982, 1997) хлоритом. Среди первичных минералов тяжелой фракции рассматриваемой КВ доминируют пикроильменит и пироп. Наибольшее количество граната отмечено в гранулометрических классах крупнее 0,1 мм, тогда как пикроильменит доминирует в тяжелом концентрате класса 0,1–0,05 мм. Количество пироба обычно уменьшается по мере выветрелости пород, вследствие чего возрастает относительное содержание пикроильменита. Отмечена резко подчиненная роль в тяжелой фракции хромита, хромдиопсида, турмалина, циркона, дистена, рутила и сфена, главными поставщиками которых являются разрушающиеся в гипергенных условиях обломки вмещающих трубку пород (терригенно-карбонатных образований и траппов). Аутигенный комплекс минералов тяжелой фракции обогащен гидроксидами железа (гётит и гидрогётит), гематитом и сидеритом. Доминируют в слабо измененных кимберлитах диатремы пластинчатые серпентины (Зинчук, Котельников, 1980), структура которых состоит из слоев типа *A* и *B*. Ассоциирует серпентин в таких образованиях с гидрослюдой, неупорядоченной монтмориллонит-гидрослюдистой смешанослойной фазой, хлоритом и монтмориллонитом. Гидрослюда связана в основном с диоктаэдризацией флогопита и наследует свойственный последнему политип 1М. Вверх по описываемому профилю выветривания (глубины 25–30 м) отмечено дальнейшее увеличение трещиноватости и количества пелитовой составляющей. Трещины нередко выполнены грязно-бурыми (местами до серовато-черных) вторичными образованиями, доминируют в которых глинистые выделения и гидроксиды железа. Увеличивается здесь роль монтмориллонита, в котором, судя по значениям параметра *b* (8,93 Å), в октаэдрических сетках структуры преобладают



Al и частично Fe^{3+} . По всей изучаемой элювиальной толще монтмориллонит ассоциирует с переменной примесью монтмориллонит-гидрослюдистой смешанослойной фазы, которой здесь свойственна тенденция к упорядоченности, а к верхам она приобретает явные элементы разупорядоченности структуры. В зоне дезинтеграции пород присутствует более существенная, чем в неизменной толще кимберлитов, примесь Fe-Mg- или близкого к Mg типу хлорита, представленного за счет частичной дегградации смесью разностей как с «нормальной», так и с «дефектной» структурой. В ассоциации с ними отмечается примесь серпентина, представленного типом А. Это сопровождается уменьшением его параметра b (с 9,20 до 9,15 Å) вследствие повышения в структуре роли катионов с меньшим ионным радиусом (Fe^{3+}). В виде примеси в этих продуктах выветривания отмечена примесь каолинита (серия устойчивых рефлексов, кратных 7,15 Å). В самых верхних горизонтах описываемого профиля выветривания (глубины 18–25 м) в желтовато-коричневых и грязно-бурых образованиях структуры материнских пород встречены только в отдельных обохренных обломках кимберлитов. Резко преобладают в продуктах выветривания Mg- и Ca-монтмориллонит, ассоциирующийся с неупорядоченной монтмориллонит-гидрослюдистой смешанослойной фазой и гидрослюдой. Довольно неравномерное распределение в породах гидроксидов железа в верхних частях профилей выветривания приводит к чередованию более темных (до черных) глинистых образований с более светлыми (зеленовато- и желтовато-серыми).

В верхних частях других диатрем района (Дачная, Интернациональная, Амакинская, Таежная и Мир) четкую границу между плотными и выветрелыми породами удастся с некоторой долей условности определить только по результатам комплексного изучения вещественного состава пород профилей. Перечисленные трубки (за исключением Мир, частично выходящей на дневную поверхность) перекрыты толщей мезозойских осадочных пород (до 18–20 м). В верхних частях диатрем отмечены слабо сцементированные измененные кимберлиты, структуры которых фиксируются только в отдельных обломках. Однако полная дезинтеграция большинства изученных нами проб достигалась только после 1–2-часового кипячения (нередко в кислой среде).

В условно выделенной части выветрелых кимберлитов четкой зональности не наблюдается. Представляется возможным независимо от положения пород в разрезах выделить лишь кимберлиты разных стадий выветривания:

а) слабо выветрелые породы, полностью сохраняющие структуру исходного кимберлита; в воде они обычно сравнительно легко распадаются на составные части;

б) умеренно выветрелые породы, реликтовые структуры в которых обычно сохраняются, но в различной степени затушевываются вторичными железисто-глинистыми образованиями; увеличение в таких участках содержания псаммо-алевро-пелитового компонента делает состав элювия более однородным, чем у слабо выветрелых пород;

в) сильно выветрелые породы, первичная материнская структура в которых практически не отмечается; представлены они слегка комковатыми, пропитанными гидроксидами железа глинистыми образованиями.

Большая часть первичных минералов легкой фракции в таких профилях выветривания обычно замещена глинисто-железистыми агрегатами. В тяжелой фракции преобладают гранаты и пикроильменит. Другие реликтовые минералы (хромдиоксид, хромшпинелиды и др.) отмечены в резко подчиненном количестве и распределены довольно неравномерно. В целом их концентрация значительно уменьшается в выветрелых образованиях, где резко возрастает роль аутигенных минералов (пирита и гидроксидов железа, а в отдельных участках верхней части профилей выветривания — и сидерита). Состав глинистых минералов в целом довольно близок для описанных профилей КВ трубки имени XXIII съезда КПСС. Для таких типов КВ кимберлитов в целом характерна незначительная подвижность петрогенных компонентов. Так, например, для КВ кимберлитов трубки Дачная свойственны существенные колебания содержания кремнезема (от 10,56 до 88,9%), что связано в основном с переменным и неравномерным содержанием пелитоморфных выделений кварца. Изменения по описываемому профилю выветривания (в %) FeO (0,97–21,31), MgO (2,44–15,75), CaO (1,20–31,44) и CO_2 (7,73–25,42) связаны, как показали наши исследования, с разрушением в процессе выветривания серпентина, кальцита и доломита, а также с обра-

Рис. 1. Литологический разрез коры выветривания кимберлитов трубки имени XXIII съезда КПСС (Малоботуобинский алмазодобывающий район), вскрытой разведочной шахтой 102. I. Литологическая колонка: 1 — выветрелые образования; 2 — дезинтегрированные породы; 3 — плотные кимберлиты. II. Гранулометрический состав (размеры фракций в мм): 1 — 1,0–0,5; 2 — 0,5–0,25; 3 — 0,25–0,1; 4 — 0,1–0,05; 5 — 0,05–0,01; 6 — мельче 0,01. III. Минеральный состав легкой фракции 0,1–0,05 мм: 1 — кварц; 2 — полевые шпаты; 3 — слюдисто-глинистые и глинисто-железистые агрегаты; 4 — обломки различных пород; 5 — слюды и гидрослюды. IV. Состав первичных минералов тяжелой фракции 0,1–0,05 мм: 1 — неизменные ильменит+магнетит; 2 — измененные рудные минералы; 3 — неустойчивые минералы (биотит, флогопит, пироксены, амфиболы); 4 — умеренно устойчивые минералы (группа эпидота и апатит); 5 — гранаты; 6 — турмалин; 7 — циркон; 8 — другие весьма устойчивые минералы. V. Аутигенные минералы тяжелой фракции 0,1–0,05 мм: 1 — пирит; 2 — сидерит; 3 — гидроксиды железа (гётит, гидрогётит и гематит); 4 — барит. VI. Минеральный состав фракции мельче 0,001 мм: 1 — гидрослюды; 2 — монтмориллонит и монтмориллонит-гидрослюдистые смешанослойные образования; 3 — каолинит; 4 — метагаллуазит; 5 — хлорит. VII. Отношение интенсивностей межплоскостных расстояний $J(10):J(5)$ на дифрактограммах

зованием в верхних частях профилей сидерита. При этом в сравнительно незначительных пределах изменяются концентрации Al_2O_3 (4,06–9,18%) и Fe_2O_3 (2,00–3,71%). Постоянное присутствие в описываемой КВ K_2O (1,94–2,75%) связано со значительным содержанием в пелитовой составляющей неупорядоченных монтмориллонит-гидрослюдистых смешанослойных образований. Ряд подвижности петрогенных компонентов имеет здесь следующий вид: $CaO > FeO > CO_2 > TiO_2 > Al_2O_3 > Na_2O$. Довольно монотонно распределены по профилю выветривания и главные акцессорные элементы, проявляя тенденцию к увеличению количества Be , Mn и B , а также уменьшению роли Sr . Выделены следующие устойчивые парагенетические ассоциации элементов в элювии описываемой диатремы: $Be-V-Ga-P$, $Mn-Co-B$, $Cu-Nb$, $Na-Cr$ и $Pb-Cs$.

Отмечены некоторые отличительные (по сравнению с Мирнинским кимберлитовым полем) черты изменения обогащенных слюдой кимберлитов *Накынского кимберлитового поля*, открытого в Средне-Мархинском алмазодобывающем районе СП, который в тектоническом плане приурочен к области сочленения Анабарской антеклизы с Вилюйской синеклизой. В его пределах проходят Вилюйско-Мархинская и Средне-Мархинская зоны разломов. Первая сформировалась не позднее среднего палеозоя. Она ограничивает с северо-запада среднепалеозойский Патомско-Вилюйский авлакоген и мезозойскую Вилюйскую синеклизу и представляет собой широкую (более 60 км) полосу разломов, залеченных дайками долеритов. На ее пересечении с разломами Средне-Мархинской зоны располагается Накынное кимберлитовое поле. Средне-Мархинская зона имеет северо-западное простирание и, как и Вилюйско-Мархинская, сопровождается дайками долеритов. Современные климатические условия района определяются его географическим положением. Он расположен в 170 км южнее северного полярного круга, в зоне распространения многолетнемерзлых пород. Климат резко континентальный, суровый, с незначительным количеством осадков и с большими колебаниями суточных и годовых температур, амплитуда которых достигает $90^\circ C$. В верхней части кимберлитомещающие породы представлены осадочными образованиями мархинской свиты верхнего кембрия и олдондинской свиты нижнего ордовика. Разрез верхнекембрийской толщи представлен преимущественно доломитами, в меньшей степени известняками. Для них характерно наличие прослоев тонковолокнистых пестроцветных и красноцветных доломитистых мергелей и аргиллитов с широко распространенными трещинами усыхания. Отмечаются также слои мощностью до первых метров, сложенные красноцветными аргиллитами и глинистыми алевролитами с массивной текстурой. Они характеризуются микроагрегатным строением, неравномерной примесью песчаного материала и оскольчатой отдельностью. На более глубоких го-

ризонтах кембрия фиксируются прослой седиментационных брекчий мощностью до 0,5 м. Брекчии состоят из угловатых, часто уплощенных обломков гравийно-мелкогалечной размерности. Связующая масса составляет 25% объема породы и сложена глинистым агрегатом. Обломочный материал представлен преимущественно подстилающими глинисто-карбонатными породами, реже известняками и доломитами. Для брекчий характерна плохая сортировка и отсутствие слоистости.

Осадочные образования нижнего ордовика (вмещающие диатремы района) относятся к комплексу биогенных, хемогенных и терригенных глинисто-карбонатных отложений шельфовых эпиконтинентальных морей с нормальной соленостью, накапливавшихся в условиях приливно-отливной зоны в аридном климате. Разрезы сложены следующими тремя литогенетическими типами осадков: волнисто- и горизонтально-слоистыми известковистыми или доломитистыми мергелями и глинистыми доломитами выровненных понижений дна мелководной равнины; разнообразными известняками пологих возвышенных частей дна мелководной равнины; волнисто-слоистыми аргиллитами центральных застойных частей понижений дна мелководной равнины. Известняки характеризуются большим разнообразием. Среди них выделяются несколько литологических типов: оолитовые известняки различной зернистости, массивные, редко с фрагментами мелкой косоволнистой слоистости; мелкокристаллические алевролитистые известняки, содержащие гравийные зерна и мелкую уплощенную гальку; комковатые известняки с реликтами прерывистой горизонтальной слоистости, часто с обломками раковин брахиопод; строматолитовые афанитовые тонко-волнисто-слоистые известняки, содержащие конкреции серых кремней и линзочки оолитовых известняков; мелко-среднезернистые органогенно-детритовые известняки. В меньшей мере в разрезе нижнего ордовика встречаются доломиты. Они представлены в основном пелитоморфными и глинистыми скрытокристаллическими разностями. Все перечисленные типы пород и их ассоциации ритмично переслаиваются, слагая пачки, пласты, слои и прослойки. Перекрывающие кимберлитовые трубки породы представлены нижнеюрскими терригенно-карбонатными образованиями мощностью до 70 м. Они сложены песками, слаболитифицированными песчаниками, аргиллитами и алевролитами с линзами и прослойками известняков. В нижней части толщи прослеживается маломощный горизонт гравелитов. Он состоит из средней сортировки обломков выветрелых карбонатных пород, сцементированных глинисто-песчаным материалом.

Трубки Ботубинская и Нюрбинская Накынского поля находятся на расстоянии 3 км друг от друга и приурочены к Вилюйско-Мархинской зоне разломов. Как уже отмечалось, они прорывают терригенно-карбонатные породы кембрия и нижнего

ордовика и перекрыты терригенными образованиями нижней юры. Трубка Ботуобинская в плане имеет неправильную форму в виде сочетания линзовидной юго-западной и овально-округлой северо-восточной части. В строении кимберлитовой трубки выделяются следующие элементы: подводящий канал (дайкообразное тело), диатрема и кратер. Все встреченные типы пород можно разделить на три фации кимберлитового магматизма: гипабисальная (субвулканическая), представленная порфиrowыми кимберлитами, жерловая, к которой отнесены автолитовые кимберлитовые брекчии, и кратерная фация, сложенная кимберлитовыми туфобрекчиями. Трубка Нюрбинская эродирована на уровне диатремовой части и представлена лишь двумя морфологическими элементами — дайкой и диатремой. В плане она имеет овально-линзовидную форму, размером 380×180 м, по длинной оси вытянута в северо-восточном направлении, с небольшим раздувом на северо-восточном фланге и незначительным сужением в центре западной части трубки. С глубиной морфология трубки несколько осложняется. В северном и южном простирании от трубки прослеживается зона повышенной трещиноватости рудовмещающих пород, выполненная маломощными дайками порфиrowых кимберлитов. Поверхность рудного тела неровная (вариация достигает 12 м), наибольший эрозионный срез фиксируется в юго-западной части.

Все встречающиеся в кимберлитовых породах трубок Нюрбинская и Ботуобинская породообразующие минералы по составу можно разделить на карбонатные и силикатные, возникновение которых происходило в постмагматическую стадию становления кимберлитовых диатрем и в процессе их выветривания (Зинчук, Стегницкий, 2005). По отношению к процессам выветривания их можно разделить на исходные (материнские) и новообразованные (остаточные, инфильтрационные). К первым принадлежат все минералы материнской породы, независимо от их генезиса, т.е. минералы, возникшие до начала выветривания (первичные и вторичные минералы кимберлитов, а также различных ксенолитов). Среди силикатов к исходным относятся слюды, образовавшиеся по ним хлорит, отчасти кварц, серпентин и тальк, а также относящиеся сугубо к ксенолитам полевые шпаты. К новообразованным минералам, которые определяют характер КВ, относятся силикаты, представленные смектитом и каолинитом, а также большинство пелитоморфного кварца и халцедона. Среди экзогенных образований отмечаются гидроксиды железа и сидерит. Последний возник в процессе инфильтрации поверхностных растворов.

Анализ минерального состава КВ кимберлитовых трубок Накынского поля показывает ряд общих закономерностей. Прежде всего, отмечается общность в исходных вторичных, возникших еще до начала выветривания образованиях. Общим свойством является обогащение отдельных участков дис-

ептохлоритом, содержание которого по разрезам скважин является сравнительно постоянным и исчисляется десятками процентов. Вместе с тем слюда в КВ кимберлитов фиксируется довольно редко и содержится в небольших количествах, зато встречается тальк. Серпентин в обоих кимберлитовых телах прослеживается только в нижней части КВ и содержится в сравнительно небольшом количестве. Среди карбонатов встречаются кальцит и доломит, содержание последнего в коре двух диатрем несколько повышенное. Кроме этих минералов, которые являются вторичными по отношению к исходному оливинному кимберлиту, в КВ содержатся полевые шпаты, вынесенные из фундамента и не успевшие разрушиться в процессе выветривания и предшествующего ему гидротермального изменения. Породы обеих трубок также обогащены вторичным мелкозернистым (до пелитоморфного) кварцем. Обычно он ассоциирует со смектитом или каолинитом, содержание которых довольно значительное и не сопровождается интенсивным обохриванием. Сидерит в КВ образует систему прожилков, а также встречается в виде выделений, что свидетельствует о его гипергенном происхождении. Все перечисленные особенности состава КВ двух кимберлитовых диатрем указывают на сходность постмагматических преобразований в процессе становления этих тел, а также о близких условиях их выветривания, главными факторами которого являются климат и гидродинамические условия. Об условиях формирования погребенных КВ свидетельствуют ассоциации минералов, входящие в состав этих образований, а также их свойства и поведение в неравновесных физико-химических условиях.

В Далдыно-Алаkitском алмазоносном районе КВ кимберлитов отмечена на многих диатремах (Сытыканская, Удачная, Молодость и др.), однако наиболее детально комплексно она изучалась нами в верхних горизонтах трубки Юбилейная. Зафиксирована элювиальная толща в виде небольшого останца мощностью от 8 до 13 м, вскрытая рядом разведочных скважин (рис. 2). Перекрывается КВ кимберлитов на этой диатреме мощной (до 45–48 м) толщей осадочных толщ верхнего палеозоя. Исходные, не выветрелые породы представлены зеленовато-серой, серовато-зеленой, участками желтовато-серой кимберлитовой брекчией (глубины 68–90 м), в которой содержится большое количество включений (в основном терригенно-карбонатных пород из вмещающих диатрему толщ), а также порфиrowых выделений серпентина и слюдистых образований. Преобладающая масса породы имеет серпентин-карбонатный состав. Вверх по описываемому разрезу увеличивается трещиноватость пород. Трещины заполняются вторичными глинисто-железистыми продуктами, а псевдоморфозы серпентина — новообразованиями, окрашенными в различные оттенки бурого цвета и характеризующиеся нередко лучистым строением. В верхней

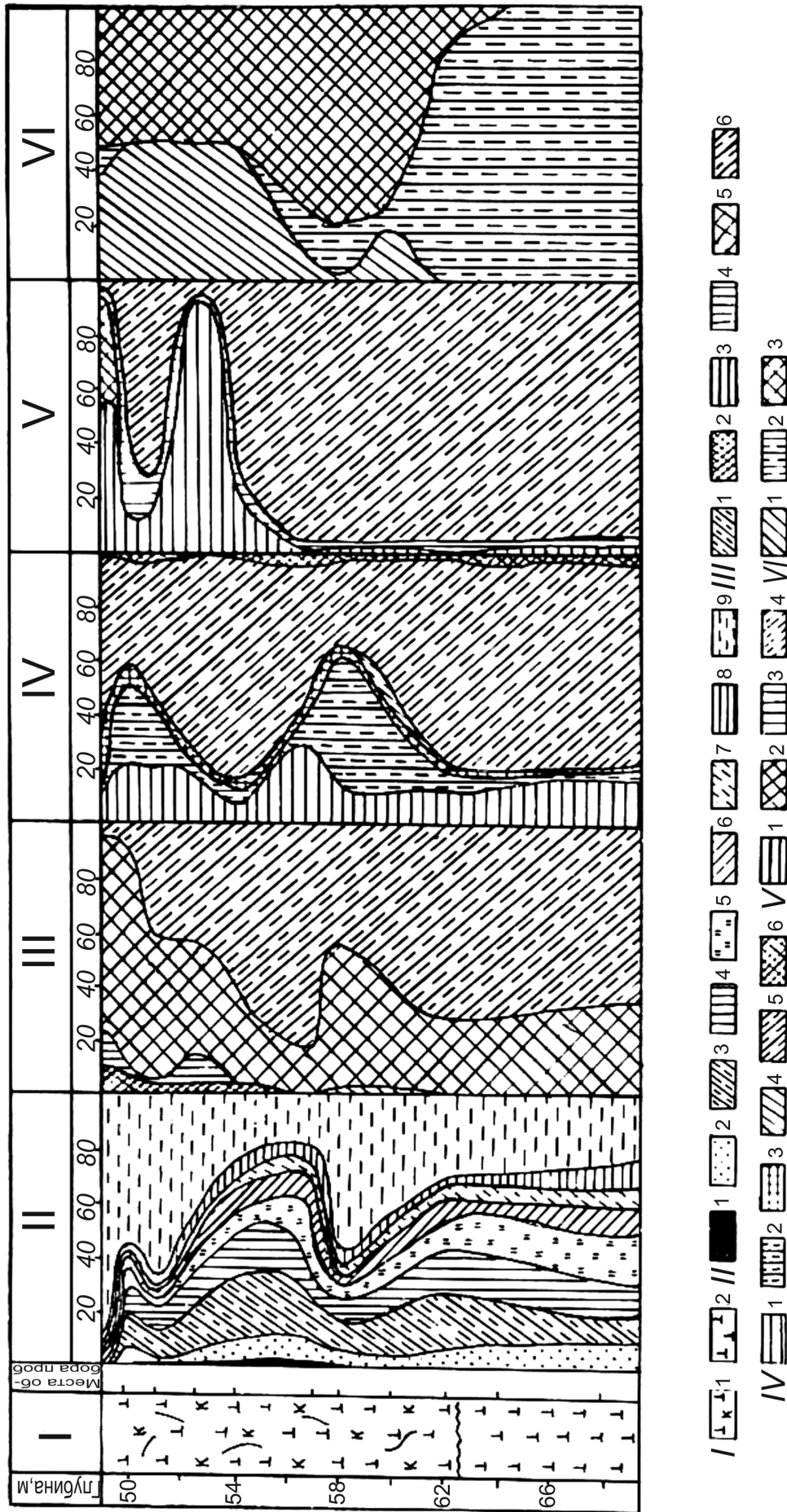


Рис. 2. Литологический разрез коры выветривания кимберлитов трубки Юбилейная (Далдыно-Алакитский алмазоносный район), вскрытых разведочной скв. 234. I. Литологическая колонка: 1 — выветрелые кимберлиты; 2 — плотные кимберлиты. II. Гранулометрический состав (размеры фракций в мм): 1 — крупнее 5,0; 2 — 5,0–2,0; 3 — 2,0–1,0; 4 — 1,0–0,5; 5 — 0,5–0,25; 6 — 0,25–0,1; 7 — 0,1–0,05; 8 — 0,05–0,01; 9 — мельче 0,01. III. Состав легкой части фракции 0,1–0,05 мм: 1 — кварц; 2 — полевые шпаты; 3 — слюды; 4 — кремнисто-глинисто-железистые агрегаты; 5 — карбонаты; 6 — глинисто-карбонатные образования. IV. Состав первичных минералов тяжелой части фракции 0,1–0,05 мм: 1 — рудные минералы (Магнетит и ильменит); 2 — титанистые образования; 3 — очень неустойчивые минералы (биотит, флогопит, хлорит, пироксен и амфиболы); 4 — умеренно устойчивые минералы (анатит и группа эпидота); 5 — гранаты; 6 — другие весьма устойчивые минералы (турмалин, циркон, рутил, хромшпинелиды, сфен и дистен). V. Аугитенный состав тяжелой части фракции 0,1–0,05 мм: 1 — пирит; 2 — сидерит; 3 — кальцит; 4 — гидроксиды железа. VI. Минеральный состав фракции мельче 0,001 мм: 1 — слюда и гидрослюда; 2 — монтмориллонит и смешанослойные образования; 3 — хлорит и вермикулит

части профиля структурные особенности материнских пород практически не сохраняются (отмечаются лишь их реликты в отдельных обломках). Эти горизонты КВ (глубины 48–52 м) сложены серовато-зелеными и желтовато-бурыми глинистыми образованиями, содержащими большое количество темно-коричневых выделений (гётита и гидрогётита). В целом при выветривании кимберлитов описываемой диатремы уменьшаются размеры породообразующих компонентов, в результате чего количество пелитовой составляющей в отдельных пробах достигает 91%. В составе породообразующего комплекса доминируют (рис. 2) карбонаты (до 88% легкой фракции) или глинисто-карбонатные агрегаты (до 93%). В отдельных участках несколько повышены концентрации слюд (до 29%) и слюдисто-глинистых образований (до 28%). Значительные количества кварца (до 14%) и полевых шпатов (до 17%) отмечены только в единичных пробах. В легкой фракции доминируют глинистые, слюдисто-глинистые, кремнисто-глинистые, глинисто-железистые и карбонатно-глинистые агрегаты. Присутствуют также новообразования желтовато- и красно-бурого, зеленовато-желтого, бурого и других цветов с характерной пелитоморфной структурой. Данная КВ в целом характеризуется незначительными колебаниями содержаний тяжелой фракции. Исключение составляют только горизонты, обогащенные аутигенными тяжелыми минералами, зафиксированными почти на контакте с перекрывающими осадочными толщами и на глубине примерно 58 м, что соответствует границе выветрелых и слабо измененных кимберлитов (рис. 2). Следует отметить, что тяжелые минералы (плотность $> 2,83$ г/см³) довольно равномерно распределены в гранулометрических классах частиц измененных кимберлитов (от 2,0 до 0,05 мм). Комплекс первичных минералов тяжелой фракции в целом резко обогащен гранатами (до 89%), довольно неравномерно распределенными по разрезу. Вторым по распространенности первичным минералом является ильменит (до 29%) и продукты его изменения (до 50%). Концентрации умеренно устойчивых (апатит и группа эпидота) и других (кроме гранатов) весьма устойчивых (турмалин, циркон, рутил, сфен и др.) минералов редко превышает первые проценты. Морфологически минералы рассматриваемой диатремы довольно близки к аналогичным образованиям других диатрем СП. По всему изученному элювиальному профилю присутствуют аутигенные минералы, нередко составляющие более половины объема тяжелой фракции (рис. 2). Здесь резко доминируют пирит (до 93%) и гидроксиды железа (до 99%). Сидерит и барит имеют резко подчиненное значение. В пелитовой составляющей преобладает монтмориллонит, ассоциирующий с переменным содержанием неупорядоченных монтмориллонит-гидрослюдистых смешанослойных образований. Содержание флогопита и гидрослюды в отдельных участках изученного профиля составляет до 50% объема всех слоистых

силикатов. Флогопит обычно значительно изменен и замещен вторичными образованиями хлорита и вермикулита, резко доминирующими (до 80% фракции мельче 0,01 мм) в отдельных горизонтах. Для образований данной КВ характерны почти линейные отрицательные тренды распределения SiO₂ и MgO, положительные тренды распределения CaO и CO₂, а также общее увеличение концентрации железа и частично кремнезема. Наибольшая изменчивость свойственна Al₂O₃ и SO₃. Ряд подвижности элементов с тенденцией к общему накоплению (в г/см³): SO₃ (от 0,0085 до 0,0188), FeO (от 0,0711 до 0,1470) и TiO₂ (от 0,0211 до 0,0424). Тенденция к выносу зафиксирована для MgO (от 0,6190 до 0,2172 г/см³). Специфичны для профиля КВ кимберлитов трубки Юбилейная корреляционные связи между основными петрогенными компонентами. Определены и прослежены следующие ассоциации оксидов: TiO₂-FeO-CoO-NiO, CaO-CO₂ и K₂O-SO₃-F-P₂O₅. Последняя ассоциация иногда дополняется Al₂O₃ и Fe₂O₃.

Коры выветривания по кимберлитам Восточно-Европейской платформы

На многих диатремах ВЕП и прежде всего в Архангельской алмазонасной провинции (ААП) отмечена остаточная КВ кимберлитов. Примером таких элювиальных профилей может служить кимберлитовая трубка Карпинская-1, которая прорывает толщу венда и перекрывается породами среднего карбона (частично) и четвертичными отложениями. Разрез венда представлен в верхней части диатремы красноцветными мелкозернистыми песчаниками и алевролитами с прослоями аргиллитов, в нижней — серыми алевролитами и аргиллитами. Четвертичные отложения мощностью 36–42 м представлены песками и суглинками ледникового происхождения. Отложения среднего карбона (до 5 м) развиты только в северной части трубки (в южной они смыты вместе с КВ). Представлены эти толщи желтовато-серыми и оранжевыми неравномерно-зернистыми кварцевыми песчаниками.

Изучаемая кимберлитовая трубка сложена двумя геологическими телами. Первое, составляющее большую часть трубки, обладает макрозональностью и состоит из ксенотуфобрекчий, содержащих различное количество кварцевых песчано-алевритового материала. Отмечены участки, обогащенные кварцевыми песчаниками и брекчиями осадочных пород. В верхних частях диатремы встречаются прослой туфов. Второе тело сложено зеленовато-серой среднеобломочной туфобрекчией, состоящей из измененного оливина (до 20%), автолитов (до 40%), ксенолитов алевролитов (до 20%) и однородной микрозернистой связующей массы (до 20%). В интервале глубин ≈ 500 –690 м ксенотуфобрекчии содержат большое количество ксенолитов осадочных пород серого, голубовато-серого и черного цветов, что отчетливо выделяет их на фоне зеленовато-голубого цемента. Среди обломочного мате-

риала, как и в основной массе породы, преобладают (рис. 3) зерна кварца (30–40% объема породы). Обломки кварца имеют угловатую, реже овальную форму и различные размеры (от 0,01 до 2 мм). Зерна полевых шпатов (плагиоклазов и микроклина) встречаются редко. Среди ксенолитов осадочных пород (20–30% объема) преобладают аргиллиты (0,1–0,05 мм), реже алевролиты и песчаники. Цемент брекчии представлен измененной пелитовой массой, пропитанной гидроксидами железа (рис. 3). В глинистой составляющей резко доминируют Mg-монтмориллонит (сапонит) с примесью вермикулит-монтмориллонитового смешанослойного образования. Выше по разрезу (глубина 403–500 м) вскрыта кристаллолитокластическая кимберлитовая туфобрекчия голубовато-зеленого цвета с плохо выраженной брекчиевой текстурой. Порфиновые выделения в цементе туфобрекчии представлены псевдоморфозами по оливину (20–25%), наблюдающимися в виде обломков, реже овальных образований. Выделяется две генерации псевдоморфоз по оливину (первая и вторая), отличающиеся и размерами (соответственно, 2,0–7,0 и 0,05–0,1 мм). Они определяют микропорфировую структуру основной массы туфобрекчий, которая в проходящем свете микроскопа имеет светлую зеленовато-бурую окраску. В небольшом количестве (не более 5%) в туфобрекчиях присутствуют автолитоиды кимберлитов (размеры 0,5–5,0 мм) овальной, реже угловато-сглаженной формы. Основная масса автолитоидов в шлифе имеет темно-серую окраску и глинисто-карбонатный состав. В интервале глубин 350–410 м, скв. 300 (рис. 3) вскрыта контактовая переходная зона кристаллолитокластической кимберлитовой туфобрекчии с литокристаллолитокластическими туфами. Для последних характерно наличие большого количества автолитоидов (20–30% объема породы) и ксеногенного кварца (15–30%). Вверх по описываемому интервалу разреза несколько изменяются состав и окраска пород. Так, в нижней части отмеченного интервала породам свойственна голубовато-серая окраска, сменяющаяся с глубины 250 м темно-вишневой. В цементе туфов многочисленные автолитоиды имеют преимущественно овальную форму, светло- и зеленовато-серый цвет. Кроме того, в цементе туфов постоянно присутствуют ксенолиты осадочных пород в виде мелких (от 1 до 18 мм)

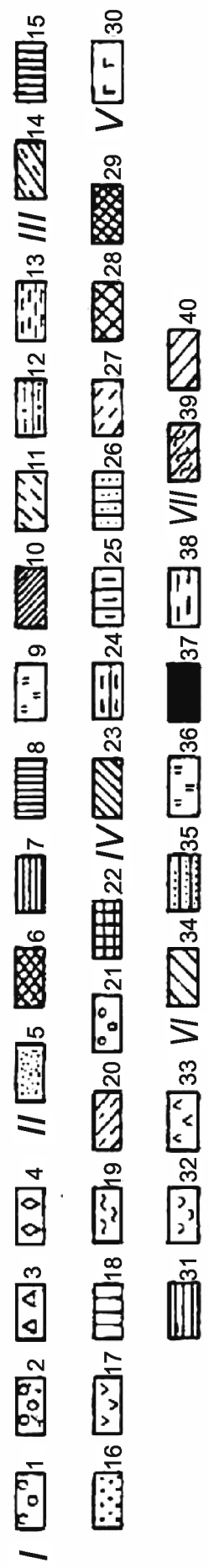
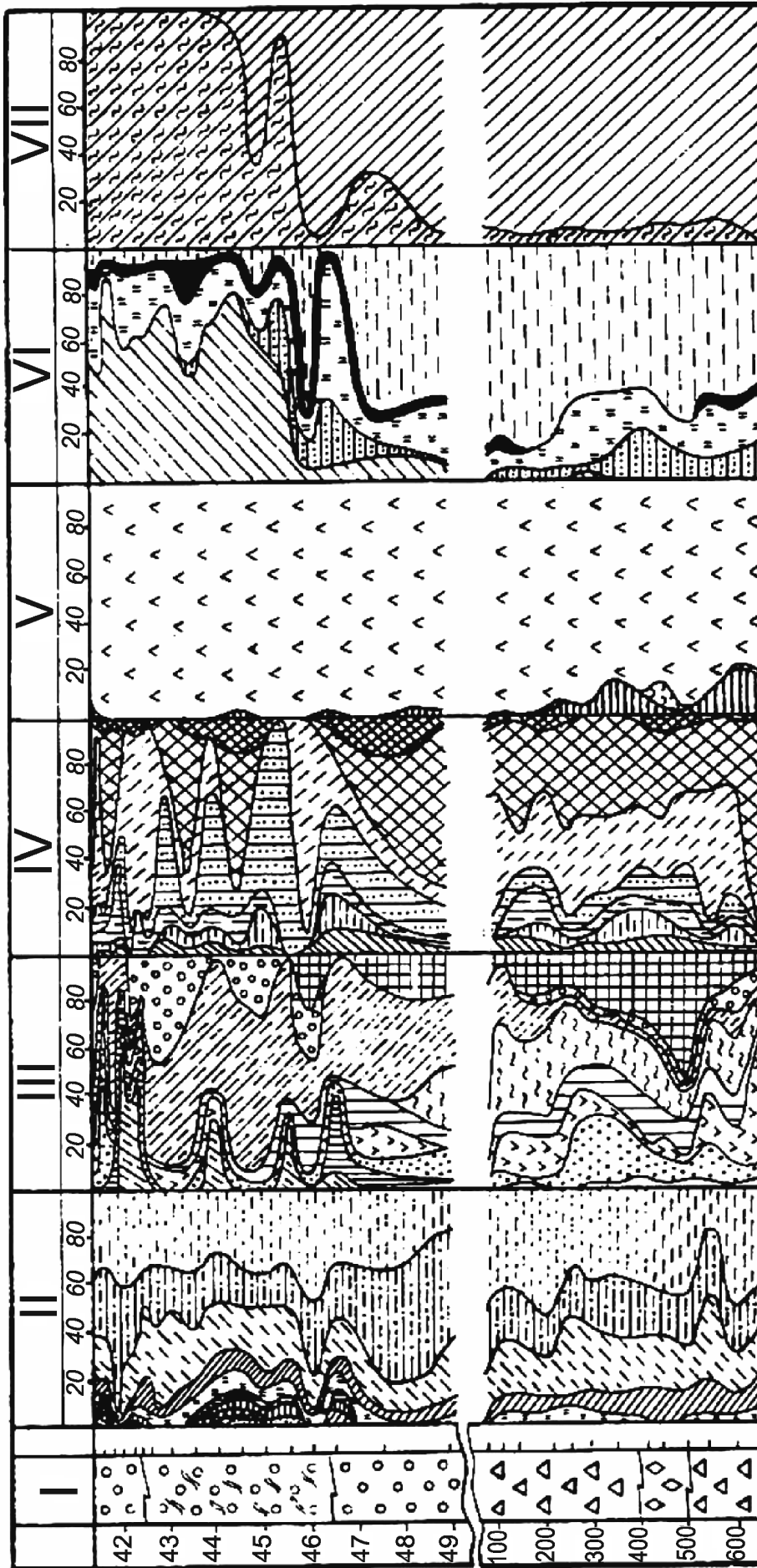
обломков бурого, серого и вишневого цвета. Характерно присутствие тонких (0,01–0,3 мм) чешуек хлоритизированных слюд. На отдельных участках основная масса пород сильно обогащена гидроксидами железа или выделениями пирита, что приводит к соответствующему увеличению доли этих новообразований в тяжелой фракции пород (рис. 3).

В интервале глубин 46,5–97,6 м этого же профиля вскрыты автомагматические кимберлитовые брекчии, в верхней части сильно выветрелые и измененные до глинистого состояния. В низах этого интервала породам свойственна пятнистая серовато-вишневая окраска. Порфиновые вкрапленники представлены псевдоморфозами серпентина по оливину (размеры 0,5–2,0, редко до 5 мм), автолитоиды (до 15 мм), ксенолитами осадочных пород (1,5–11,0 мм). Содержание обломков зерен кварца составляет от 10 до 15% объема породы и распределены они в ней неравномерно. Встречаются измененные зерна полевых шпатов. Основная масса породы в этом интервале представлена темно-бурыми тонковолокнистыми глинистыми образованиями, в различной степени пропитанными гидроксидами железа. Однако на отдельных участках такие обогащенные Fe-новообразованиями зоны сменяются карбонатизированными породами, в составе которых доминирует мелкозернистый (0,01–0,05 мм) доломит.

Начиная с глубины 46,5 м и до верхнего контакта с перекрывающими каменноугольными отложениями (41,4 м) кимберлитовые брекчии изменены до глинистого состояния. Реликтовые структуры материнских пород и измененных ксенолитов отмечаются редко; при этом некоторые из них сравнительно более плотные вследствие наложенной вторичной карбонатизации. В таких случаях от 50 до 70% объема породы представлены карбонатом, который образует налеты или тонкозернистые слоистые массы, а также отдельные изометрической формы зерна размером 0,1–0,3 мм.

В КВ кимберлитов изученной трубки отмечаются (рис. 3) более существенные изменения гранулометрического состава пород, концентрации минералов легкой, тяжелой и глинистой фракций. В комплексе реликтовых минералов тяжелой фракции доминируют хромшпинелиды и циркон, хотя в отдельных участках элювия кимберлитов эти ми-

Рис. 3. Литологический разрез верхних горизонтов кимберлитовой трубки Карпинского-1 (Восточно-Европейская платформа), вскрытых разведочной скв. 300. I. Литологическая колонка: 1 — выветрелая автокимберлитовая брекчия; 2 — выветрелая, участками карбонатизированная автомагматическая брекчия; 3 — ксенотуфобрекчия; 4 — туфобрекчия. II. Гранулометрический состав (размеры фракций в мм): 5 — 7,0–5,0; 6 — 5,0–2,0; 7 — 2,0–1,0; 8 — 1,0–0,5; 9 — 0,5–0,25; 10 — 0,25–0,1; 11 — 0,1–0,05; 12 — 0,05–0,01; 13 — мельче 0,01 мм. III. Минеральный состав легкой части фракции 0,1–0,05 мм: 14 — доломит; 15 — кальцит; 16 — кварц; 17 — полевые шпаты; 18 — слюды; 19 — глинистые агрегаты; 20 — глинисто-карбонатные агрегаты; 21 — карбонатные агрегаты; 22 — слюдисто-вермикулитовые агрегаты. IV. Состав первичных минералов тяжелой части фракции 0,1–0,05 мм: 23 — гранаты; 24 — амфиболы; 25 — турмалин; 26 — циркон; 27 — лейкоксенизированные агрегаты; 28 — хромшпинелиды; 29 — другие устойчивые минералы (пироксены, сфен, апатит, цоизит, эпидот, ставролит и хлоритоид). V. Аутигенные минералы тяжелой части фракции 0,1–0,05 мм: 30 — ожелезненные карбонатные агрегаты; 31 — пиритовые агрегаты; 32 — гематит; 33 — гидроксиды железа (гётит). VI. Состав основной массы пород (по результатам рентген-дифрактометрических исследований): 34 — доломит; 35 — кальцит; 36 — кварц; 37 — полевые шпаты; 38 — глинистые минералы (в целом). VII. Состав глинистых минералов (по результатам рентген-дифрактометрических исследований): 39 — неупорядоченные вермикулит-монтмориллонитовые смешанослойные образования; 40 — сапонит



нералы не установлены. Значительную роль в таких случаях играют мелкие (мельче 0,1 мм) лейкоксенизированные рудные выделения, представляющие собой продукты изменения ильменита. В подчиненном количестве среди первичных минералов тяжелой фракции находятся гранаты, амфиболы, пироксены, апатит, эпидот, цоизит, ставролит и др. В элювии кимберлитов существенно увеличивается концентрация гидроксидов железа (преимущественно гётита), распределенных по широкому спектру гранулометрических классов (рис. 3). Процессы карбонатизации продуктов выветривания описываемого разреза привели к резкому уменьшению в верхней части профиля концентрации глинистых минералов и к увеличению содержания новообразований доломита, а в отдельных участках и кальцита. В гипергенных условиях за счет изменения флогопита и сапонита появляются (Зинчук, 1992) вермикулит-монтмориллонитовые смешанослойные образования с тенденцией к упорядоченности, часто занимающие главенствующее положение среди слоистых силикатов. В целом для кимберлитов описываемой трубки характерна высокая концентрация SiO_2 (до 69%), что вызвано повышенным содержанием тонкодисперсного кварца (рис. 3). В отдельных интервалах КВ, где роль кварца незначительна, концентрация кремнезема не превышает 15%. Для изученных пород характерно невысокое в целом содержание Al_2O_3 (3,10–8,90%). Сравнительно высокая концентрация в описываемых породах MgO (4,06–18,81%) объясняется широким развитием в основной массе сапонита (нередко с примесью серпентина), в структуру которых входит этот петрогенный компонент. Довольно равномерно распределены по разрезу оксиды железа. Отмеченный в верхней части разреза процесс наложенной вторичной карбонатизации подтверждается повышением в указанных частях содержаний CaO (от 0,051 до 0,732 г/см³ — 29,88%) и CO_2 (от 0,088 до 0,712 г/см³ — 31%). Концентрации остальных петрогенных компонентов меняются незначительно (Зинчук, 1992).

Заключение

Сравнительные исследования гипергенного изменения кимберлитов Сибирской и Восточно-Европейской платформ позволили уточнить динамику формирования этих КВ в различных геолого-тектонических, гидрогеологических и климатических условиях, что подчеркивается их минералого-геохимическими особенностями. Главным карбонатным минералом является кальцит, образование которого происходило на всех стадиях формирования и становления кимберлитовых тел. Его присутствие в КВ свидетельствует о pH среды, в которой находились кальцитсодержащие породы. Разрушение кальцита в процессе выветривания происходит в основном под воздействием угольной кислоты. Сероводородистая кислота в таких условиях является неустойчивой, вследствие окис-

ления серы превращается в серную кислоту, под воздействием которой кальцит преобразуется в гипс. На разрушение кальцита большое влияние имеет агрессивная составляющая угольной кислоты, а именно та ее часть, которая расходуется на растворение углекислого кальция по уравнению: $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}_2 + 2\text{HCO}_3$. Данный процесс обратим, и поэтому после полного израсходования агрессивной угольной кислоты наступает равновесие и с последующим удалением CO_2 реакция пойдет в обратном направлении. Этим объясняется появление кальцита в верхних частях коры КВ, которые в более низких частях его не содержат. Доломит является более устойчивым к кислотам, чем кальцит, в связи с чем фиксируется в зонах, лишенных карбонатов кальция. В отличие от кальцита, образование в КВ сидерита связано с окислительно-восстановительным потенциалом среды (Eh), в зависимости от которого могут возникать окислы (гидроокислы) железа или карбонаты. Сидерит может образовываться даже в слабокислых условиях, при pH раствора, равном немного больше пяти, когда существование кальцита невозможно. Подобные условия в ходе выветривания обеспечиваются наличием в перекрывающих породах органических веществ, окисление которых приводит и к предохранению поступившего из исходных пород железа от окисления и содействует образованию карбоната. Угольная кислота имеет влияние на изменение и возникновение главных силикатных минералов КВ, в первую очередь это касается кандитов. Также под ее влиянием на алюминийсодержащие минералы происходит образование каолинита. Создавая кислые условия, угольная кислота содействует полимеризации находящейся в растворе кремневой кислоты с образованием кварц-халцедоновых агрегатов. Сохранение кварца с каолинитом, а также пропорциональное уменьшение в некоторых пробах хлорита и смектита указывают на то, что источником кремнекислоты для кимберлитов СП явились магнезиально-железистые слоистые силикаты, которые под воздействием углекислых растворов и органических кислот разрушались с удалением магнезии и отчасти железа, а порода обогащалась кварцем, а для аналогичных пород ВЕП — кварцсодержащие осадочные породы, вмещающие диатремы толщ. Относительно небольшая часть глинозема исходных минералов в данных условиях связывалась в каолинит. Преобразование минералов больше всего относится к слоистым силикатам, изменение которых не приводит к полному разрушению структуры соединения и к кремнекислородным сеткам, на месте выщелоченных могут приспосабливаться другие ионы (или комплексы) с образованием новых видов. Что касается других силикатов (или других соединений), то в процессе их гидролиза происходит полное разрушение структуры исходного минерала на отдельные составляющие, из которых (если они не выносятся) возникают новые минералы. В КВ кимберлитов описываемых платформ (за небольшим исключением) попавшие

в раствор кремнекислородные тетраэдры объединяются в слои независимо от того, находятся ли они в пределах исходного минерала или в трещине. Оливин замещается, а не преобразуется в серпентин; смектит или брусит может заместиться кальцитом, составляющие которого полностью привнесены и не содержатся в исходном минерале. Поэтому с определенной степенью условности к преобразованиям можно отнести и изменения, происходившие в силикатах, поскольку в растворе остаются кремнекислородные тетраэдры, а не Si^{4+} .

Для построения схемы процесса выветривания взято в основу распределение по вертикали породообразующих минералов по детально изученным разрезам кимберлитовых пород, вскрытых скважинами в различных участках диатрем. КВ анализируемых кимберлитовых трубок рассматривается вместе с таковой для вмещающих пород, поскольку минералы и обломки последней уже во время внедрения смешались механически и создали при обводнении единую физико-химическую систему. В процессе выветривания возникают продукты, которые отвечают данной физико-химической обстановке, с изменением которой они могут быть некоторое время стабильными (изменяются медленно) или сразу же растворяются, превращаясь в другие соединения. Наиболее чувствительными к изменению определяющих параметров среды являются карбонаты кальция (кальцит, арагонит), по отношению к изменению pH водных растворов и соединений железа фиксирующие изменения окислительно-восстановительной обстановки. Из карбонатов в парагенетической ассоциации может выступать только сидерит. Сам же каолинит возник за счет трансформации слюд, хлоритов и смектитов, а также за счет полевых шпатов, которые в заметном количестве присутствуют в КВ. Общим для различных диатрем является неоднородность исходных пород, вызванная тектоническим фактором и составом возникшего обломочного материала. Для трубок Сибирской и Восточно-Европейской платформ в целом не свойственна пиритизация вторичных продуктов и связанная с этим обширная сульфидизация. Анализ минеральных ассоциаций КВ показывает, что экзогенные образования рассмотренных кимберлитовых трубок возникли в подобных условиях. Сходными явились процессы выветривания исходных пород, которые проходили в гумидном климате, в условиях низкого пеплеппена, при повышенной трещиноватости вмещающих кимберлитов пород, а также брекчиевой текстуры самих кимберлитов. Определяющим фактором окон-

чательного состояния экзогенных образований обеих трубок являются растительные остатки, которые в значительной степени обусловили изменение исходных породообразующих минералов.

Сравнение вещественного состава КВ кимберлитов двух платформ показало некоторые черты как общности, так и отличия. В целом изученные породы из элювиальных профилей сравнительно рыхлые (рис. 1–3), что позволило для большинства изученных проб выполнить гранулометрические анализы без специальной предварительной их обработки. Из существенных различий в минеральном составе выветрелых кимберлитов обеих платформ следует отметить незначительную роль пироба и пикроильменита в породах ВЕП, в то время как для аналогичных пород СП это доминирующие минералы тяжелой фракции. Основным ИМК трубок взрыва ВЕП является хромшпинелид. Обогащенность этих пород тонкодисперсным кварцем и отличный от диатрем СП состав вмещающих пород (преимущественно терригенные толщи) привели к развитию характерного для ВЕП минерала — сапонита. Для пелитовой составляющей КВ кимберлитов СП характерно присутствие Са-, реже Mg-Fe³⁺-монтмориллонита, ассоциирующего с неупорядоченной монтмориллонит-гидрослюдистой смешанослойной фазой, гидрослюдой 1М и серпентином. Широкое развитие в верхней части профилей выветривания кимберлитов ВЕП процессов доломитизации может указывать на существенное влияние на вещественный состав элювия перекрывающих КВ вулканогенно-осадочных толщ, для которых характерен этот минерал. Образование сапонита в кимберлитах ВЕП можно объяснить обогащенностью магнезиальных пород кимберлитов кремнеземом, заимствованным из сравнительно рыхлых вмещающих трубки этого региона пород (в основном песчанистого состава), что привело к более кислой по сравнению с аналогичными породами СП (где вмещающими толщами являются терригенно-карбонатные и карбонатные толщи нижнего палеозоя) среде. Учитывая ничтожно мелкие концентрации в тяжелой фракции кимберлитов ВЕП и их КВ пироба и пикроильменита, а также особенности состава вмещающих и перекрывающих трубки осадочных толщ, следует обратить внимание на то, что слоистые силикаты типа сапонита и неупорядоченного вермикулит-монтмориллонитового смешанослойного образования можно использовать в качестве одного из ведущих минералов при поисках кимберлитовых диатрем на этой или близкой по геологическому развитию территории.

ЛИТЕРАТУРА

Афанасьев В.П., Зинчук Н.Н., Харьков А.Д., Соколов В.Н. Закономерности изменения мантйных минералов в коре выветривания кимберлитов // Минералогия зоны гипергенеза. М.: Наука, 1980. С. 45–54.

Бобривич А.П., Илупин И.П., Козлов И.Т. и др. Петрография и минералогия кимберлитовых пород Якутии. М.: Недра, 1964. 192 с.

Василенко В.Б., Зинчук Н.Н., Кузнецова Л.Г. Петрохимические модели алмазных месторождений Якутии. Новосибирск: Наука, 1997. 574 с.

Затхей Р.А., Зинчук Н.Н., Хмелевский В.А. Геохимические особенности формирования коры выветривания кимберлитов (на примере ряда трубок Якутии). М.: ВИНТИ, 1979. 28 с.

Зинчук Н.Н. Сравнительная характеристика вещественного состава коры выветривания кимберлитовых пород Сибирской и Восточно-Европейской платформ // Геол. и геофиз. 1992. № 7. С. 99–109.

Зинчук Н.Н. Коры выветривания и вторичные изменения кимберлитов Сибирской платформы. 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. О преобразовании серпентина в процессе выветривания кимберлитов Якутии // Докл. АН СССР. 1980. Т. 250, № 3. С. 697–702.

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. Строение 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 // Геол. и геофиз. 1982. № 2. С. 42–53.

Зинчук Н.Н., Мельник Ю.М., Серенко В.П. Апокимберлитовые породы // Геол. и геофиз. 1987. № 10. С. 66–72.

Зинчук Н.Н., Стегницкий Ю.Б. Продукты выветривания кимберлитовых пород как дополнительный критерий при поисково-разведочных работах на алмазы (на примере трубок Накынского поля и Катока) // Геология алмазов — настоящее и будущее (геологи к 50-летию

юбилею г. Мирный и алмазодобывающей промышленности России). Воронеж: ВГУ, 2005. С. 1369–1384.

Зинчук Н.Н., Стегницкий Ю.Б., Мельник Ю.М. Особенности профиля коры выветривания кимберлитовых пород Накынского поля // Проблемы прогнозирования, поисков и изучения месторождений полезных ископаемых на пороге XXI века. Воронеж: ВГУ, 2003. С. 74–80.

Кашианов М.С. Кора выветривания на кимберлитах Сибирской платформы как источник глинозема при бокситообразовании // Докл. АН СССР. 1966. Т. 163, № 3. С. 672–675.

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.

Харьков А.Д., Зинчук Н.Н., Богатых М.М., Романов Н.Н. Модель кимберлитовой трубки Якутской алмазонасной провинции // Сов. геол. 1990. № 1. С. 23–29.

Харьков А.Д., Мельник Ю.М. Древняя кора выветривания кимберлитовых пород трубки имени XXIII съезда КПСС // Геология, петрография и минералогия магматических образований северо-восточной части Сибирской платформы. М.: Наука, 1970. С. 230–246.

Хитров В.Г., Зинчук Н.Н., Котельников Д.Д. Применение кластер-анализа для выяснения закономерностей выветривания пород различного состава // Докл. АН СССР. 1987. Т. 296, № 5. С. 1228–1233.

Шамишина Э.А. Коры выветривания кимберлитовых пород Якутии. Новосибирск: Наука, 1979. 150 с.

Шамишина Э.А., Шпунт Б.Р. Эпохи корообразования на территории Якутии // Древние коры выветривания Якутии. Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1975. С. 3–29.

SPECIFIC FEATURES OF HYPERGENE ALTERATION OF KIMBERLITES AND PROBLEM OF PRIMARY DIAMOND DEPOSITS PROSPECTING ARTICLE 1. CRUSTS OF WEATHERING ON KIMBERLITES OF THE SIBERIAN AND EAST-EUROPEAN PLATFORMS

N.N. Zinchuk

On the basis of complex investigation of kimberlites' crust of weathering on pipes of the Siberian and East-European platforms mechanism and sequence of alteration in various climatic and geological-tectonic conditions were shown. It was indicated that composition of eluvial products depended not only on climatic and hydrodynamic conditions of hypergene alteration of rocks infilling diatremes, but on properties and mineral features of rocks hosting the pipes. The presence of Ca-, less often of Mg-Fe³⁺-montmorillonite and montmorillonite-hydromicaceous mixed-layered phases with admixture of hydromica, chlorite and serpentine is typical for pelite constituent from eluvium of the Siberian platform kimberlites, the hosting rocks of which are terrigenous-carbonate sediments of Lower Paleozoic. Sharp increase of fine-dispersed quartz (due to the influence of sandy-aleuritic quartz thick layers, hosting the pipes) in composition of the main mass of East-European platform kimberlites brought to extensive generation of saponite and disordered vermiculite-montmorillonite mixed-layered formation both in kimberlites and in products of their weathering. The denoted features of kimberlite products of weathering can be used as an additional criterion during prospecting of diamond deposits on each of the mentioned platforms.

Key words: Siberian and East-European platforms, crust of weathering, kimberlites, sedimentary rocks.

Сведения об авторе: *Зинчук Николай Николаевич* — докт. геол.-минерал. наук, проф., председатель Западно-Якутского центра Академии наук Республики Саха (Якутия), г. Мирный, e-mail: nnzinchuk@rambler.ru