

УДК 553.81:552.323.6

**МИГРАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА  
ИНДИКАТОРНЫХ МИНЕРАЛОВ КИМБЕРЛИТОВ  
В СВЯЗИ С ПРОГНОЗИРОВАНИЕМ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛМАЗОВ**

**В. Афанасьев**

*Институт геологии и минералогии имени В. С. Соболева  
Сибирского отделения РАН, г. Новосибирск, Россия  
E-mail: avp-diamond@mail.ru*

Миграционные свойства индикаторных минералов кимберлитов, связанные с расстоянием их транспортирования и истиранием (окаtywанием), проанализировано с точки зрения общих законов седиментации и рассеяния минералов, в том числе переотложения. Концентрация полезных компонентов всегда уменьшается с расстоянием от источника. Это основной закон, реализуемый в любых условиях формирования россыпей.

*Ключевые слова:* алмаз, индикаторные минералы кимберлитов, цикл седиментации, литодинамические типы ореолов, миграционные свойства минералов, Сибирская платформа.

В проблеме миграционных свойств индикаторных минералов кимберлитов (ИМК), а также алмазов выделяют два аспекта: во-первых, миграционную способность отдельного зерна пироба, пикроильменита, оливина, алмаза и миграционную способность ассоциации ИМК и через нее – подвижность, способность к смещению всего ореола; во-вторых, – механические изменения отдельных минералов и всей транспортируемой ассоциации. В целом оба аспекта считают важными для прогнозирования коренных месторождений алмазов. Однако их понимание базируется, как правило, на основе бытовой логики: чем дальше кимберлитовое тело, тем больше окатаны минералы. Такой подход не учитывает всю реальную совокупность процессов седиментогенеза и поведение в них как отдельных минеральных частиц, так и всей транспортируемой минеральной ассоциации.

Поэтому имеет смысл рассмотреть всю известную на сегодня совокупность процессов, определяющих распределение индикаторных минералов и алмазов в связи с эрозией кимберлитовых тел. Прежде всего, необходимо кратко проанализировать характер цикла седиментогенеза.

**Цикл седиментогенеза.** Как любой цикл, цикл седиментогенеза имеет начало, период развития, завершение. Начало цикла связано с возбуждением эрозивных процессов, завершение – с формированием осадка. На древних платформах, актуальных для прогноза алмазных месторождений, начало цикла всегда характеризуется континентальной обстановкой, то есть приподнятой сушей, в пределах которой начинаются активные процессы эрозии. Эти процессы затухают по мере нивелирования рельефа или подъема базиса эрозии. Соответственно, начальные фазы цикла седиментогенеза характеризуются относительно активным гидродинамическим режимом и перемещением обломочного

материала, которое постепенно затухает и к концу цикла сменяется фиксацией и захоронением обломочных частиц.

Таков континентальный цикл седиментогенеза. Он характерен для районов, длительное время сохранявших относительно высокое стояние. Однако подъем уровня мирового океана не только подавляет эрозионные процессы на суше, но и приводит к смене континентального седиментогенеза морским.

Наступление моря может иметь двойкий характер. Если наступающему морю противостоит приподнятая суша, то идет активная, высокоэнергетичная береговая абразия, продуцирующая большое количество обломочного материала; наступление моря имеет трансгрессивный характер. Благодаря трансгрессии в береговой зоне наступающего бассейна обломочный материал активно перерабатывается, истирается и сортируется, поэтому сохраняются и накапливаются наиболее прочные частицы, сортированные по гранулометрии и плотности. Продвигающаяся вглубь суши береговая линия оставляет за собой выровненную поверхность (абразионный пенеппен), покрытую слоем галечника, гравелита или песка. Формируется трансгрессивный разрез осадков: на размытой и выровненной поверхности плотика залегают относительно крупные частицы (галечники, гравелиты), которые вверх по разрезу сменяются более тонкими осадками, песками.

Трансгрессию неизбежно сменяет регрессия. Отступающая береговая линия обнажает сушу и оставляет за собой сформированный в процессе трансгрессии абразионный пенеппен. Возобновляются континентальные условия седиментогенеза, причем в первую очередь размываются осадки трансгрессивного этапа развития бассейна, от которых остаются только частицы с наиболее высокой гидравлической крупностью, а более мелкие “пятятся” вместе с отступающей береговой линией. Однако этот этап континентального седиментогенеза имеет существенно иной характер, чем до трансгрессии, поскольку развивается на базе абразионного пенеппена с малыми абсолютными отметками и, соответственно, с малоактивными гидравлическими процессами, которые незначительно активизируются по мере отступления моря.

Если море наступает на ранее пенеппенизированную сушу, то такое наступление имеет существенно иной характер – ингрессии. Происходит подтопление суши; дельтовые, озерно-болотные фации сменяются прибрежным мелководьем бассейна, аллювиальные сменяются озерно-болотными и так далее. Ранее сформированные осадки не эродируются, они лишь захороняются под более тонкими осадками, вплоть до морских песков. Принципиально важно то, что в этом процессе сохраняются ранее сформированные континентальные фации.

Регрессия после ингрессии способствует возобновлению континентального режима и размыванию ранее сформированных осадков.

Таковы основные типы седиментогенеза в гумидном климате; более экзотические, как ледниковые или эоловые, рассматривать не будем.

Очевидно, что условия транспортировки и переработки минералов и их ассоциаций в разных условиях происходят по-разному.

**Континентальные условия.** В континентальных условиях транспортировка минералов происходит в направлении максимума геопотенциала, то есть от коренного источника в сторону конечного бассейна стока по системе водотоков. Направленное перемещение обуславливает векторный характер изменения транспортируемой ассоциации минералов. Мы получили теоретическое решение задачи перемещения ассоциации индикаторных минералов в континентальных условиях [4], показывающее экспоненциаль-

ное падение концентрации индикаторных минералов по мере удаления от коренного источника, сортировку по гранулометрии и плотности:

$$P = P_0 e^{-bx},$$

где  $P_0$  – исходная концентрация минералов в коренном источнике;  $P$  – их концентрация после переноса на расстояние  $x$ ;  $b$  – относительный коэффициент инертности;  $x$  – расстояние, условные единицы.

Это выражение по форме аналогично уравнению Штернберга, выведенному для расчета потери веса гальки в процессе истирания при переносе [6] и в целом уравнению диффузии, форма которого является одной из основных, описывающих рассеяние вещества в природе. Из данного уравнения и кривых распределения индикаторных минералов и алмазов разной гранулометрии, построенных на его основе, видно, что максимальная концентрация минералов тяготеет к коренному источнику. Вблизи источника минеральная ассоциация максимально близка к коренной, а по мере удаления от источника размер минералов уменьшается, и ассоциация обедняется относительно плотными рудными минералами.

Полученные результаты хорошо согласуются с нашими наблюдениями по современному потоку рассеяния трубки “Мир” и по р. Хатыстыр (Центрально-Алданский район), дренирующей группу сблизженных трубок взрыва. Близкое по форме выражение получил Д. Сазерленд [9] для изменения в процессе переноса среднего веса алмазов (гранулометрическая сортировка) по результатам изучения африканских россыпей:

$$y = ae^{-bx^{1/2}},$$

где  $y$  – средний вес кристалла, караты;  $x$  – расстояние от источника, км;  $a$  – средний вес кристаллов в коренном источнике;  $b$  – величина, связанная с гидравлической крупностью зерен.

Что касается возможной дальности транспортировки отдельных зерен в связи с их механическим износом, то Кюннен в экспериментах по аллювиальному износу минералов определил такое: для того, чтобы неокатанное зерно кварца (близкого по прочности к пиропу) стало средне окатанным (20 % потери веса), ему нужно пройти путь в 400 000 км [8]. Эта цифра отражает чрезвычайную устойчивость минерала в условиях континентального переноса и слабую подверженность износу. Мы проследили поведение зерен оливина и пироба Верхнемунского кимберлитового поля по р. Муна на расстоянии более 100 км: на них практически не появилось признаков износа; реально же эти минералы переносятся значительно дальше [2]. Однако для их прослеживания необходимо одно важное условие: по мере удаления от источника объемы опробования должны возрастать по экспоненте. Опробование равными объемами приводит к тому, что минералы перестают улавливаться на определенном расстоянии в силу чисто статистических причин. Именно такую ошибку допустили наши предшественники, оценившие по тому же Верхнемунскому полю дальность транспортировки оливина не более 6 км [1].

Суммируя закономерности транспортировки индикаторных минералов в континентальных условиях, констатируем следующее.

1. Максимальные концентрации индикаторных минералов тяготеют к коренным источникам. По мере удаления на разного рода геоморфологических ловушках могут формироваться локальные повышенные концентрации, однако запасы минералов в них будут определяться только тем количеством, которое могло донестись сюда, а ассоциация будет иметь черты сортировки, определяемые дальностью транспортировки.

2. Минералы могут переноситься на многие десятки и сотни километров без заметного изнашивания, однако возможности их обнаружения зависят от объемов опробования. При использовании равных объемов опробования можно определить лишь площадь максимальных концентраций, которая служит собственно минералогической аномалией, тяготеющей к коренному источнику.

3. Слабая изношенность или отсутствие её видимых признаков характеризуют лишь континентальные условия формирования ореола, однако о близости коренного источника можно говорить только в сочетании слабой изношенности с систематической встречаемостью повышенных концентраций и плохой сортировкой ассоциации минералов по гранулометрии и плотности. Эти параметры служат основными критериями локализации коренных источников.

4. Распределение индикаторных минералов по концентрации, гранулометрии и плотности в водотоках имеет векторный характер, который сохраняется и после переотложения, что позволяет решить задачу локализации коренного источника по векторным характеристикам по переотложенным ореолам.

5. В случае систематического обнаружения индикаторных минералов с использованием малых объемов опробования (лоток, скважина колонкового бурения) ни о каком дальнем и сверхдальнем переносе (сотни километров) говорить не приходится. Тот, кто утверждает возможность такого переноса, должен проследить дорожку всё возрастающих концентраций вплоть до коренного источника (источников). Реально систематическая встречаемость индикаторных минералов свидетельствует о наличии местных коренных источников. Однако их локализацию можно определить только на основании результатов минералогического картирования по комплексу признаков, чувствительных к транспортировке (концентрация, гранулометрия и ряд других [3]); по одному только состоянию минералов, их изношенности невозможно количественно оценить степень удалённости кимберлитового тела.

***Прибрежно-морские трансгрессивные условия.*** Минералы из коренных источников, находящиеся на суше в некотором отдалении от береговой линии бассейна, транспортируются к бассейну по системе водотоков, в которых происходят первичные изменения транспортируемой ассоциации в соответствии с континентальными обстановками: в первую очередь падает концентрация минералов, появляются признаки сортировки по гранулометрии и плотности. Поэтому в прибрежно-морскую переработку вовлекаются минералы, прошедшие первичную обработку на суше. В волноприбойной зоне обломочный материал, включая ИМК, подвержен постоянному возвратно-поступательному движению, вследствие которого происходят сильное механическое изнашивание частиц с возможностью полного уничтожения относительно менее абразивно устойчивых (в частности, пикроильменита) и хорошее сортирование по гранулометрии и плотности. Гранулометрическая сортировка приводит к тому, что между подвижными частицами происходят множественные контакты (по принципу плотнейшей упаковки равновеликих шаров), что способствует повышению темпов истирания. Также происходит накопление сносимых с суши минералов по принципу естественного шлихования [5]. Продвигающаяся вглубь суши береговая линия оставляет на выровненном дне бассейна площадной ореол хорошо окатанных, хорошо гидравлически сортированных абразивно устойчивых частиц из кимберлитовых минералов, как правило, пироба и алмаза. По мере приближения береговой линии моря к коренным источникам сокращается расстояние транспортировки минералов по суше; соответственно, эти минералы менее дифферен-

цированы, их количественно больше, а гранулометрический спектр разнообразнее. Поэтому концентрация минералов, отчасти их гранулометрия в ореоле на дне трансгрессирующего бассейна повышаются, отражая приближение коренного источника. Наконец береговая линия достигнет коренного источника и пройдет, оставив его на дне бассейна. Эрозия кимберлитового тела прекратится, но его положение будет отмечено в ореоле трансгрессивного типа минералогической аномалией по концентрации, возможно, гранулометрии индикаторных минералов с высокой или доминирующей ролью пироба и алмаза. Необходимо учитывать, что наступающий бассейн служит базисом эрозии для многих кимберлитовых тел, поэтому в береговой линии интегрируется материал из разных коренных источников, масштаба куста тел или кимберлитового поля. Оставив на дне всё кимберлитовое поле, береговая линия теряет источники питания индикаторными минералами, и развитие ореола прекращается. Таким образом, формируется интегральный ореол от группы кимберлитовых тел, отделённый от другого подобного ореола либо пустым пространством, либо с редкими фоновыми минералами. Ореол будет иметь “кометную” форму с головкой в районе кимберлитового поля и хвостом, указывающим направление, с которого развивалась трансгрессия.

Данная модель позволяет сделать такие выводы.

1. Морской ореол трансгрессивного типа является интегральным от группы кимберлитовых тел масштаба кимберлитового поля или отдельного кластера (куста) кимберлитовых тел.

2. Максимальные параметры ореола по концентрации и гранулометрии минералов тяготеют к коренным источникам или совпадают с ними.

3. Ореолы представлены наиболее абразивно устойчивыми хорошо окатанными минералами; даже алмаз в этих условиях приобретает признаки изношенности.

4. Векторные характеристики ореола можно выявить в масштабе всего ореола, который мы практически никогда не наблюдаем; на фрагментах ореолов, которые сохраняются после регрессии, векторные характеристики практически не видны. Поэтому по фрагментам трансгрессивных ореолов определить направление на коренные источники затруднительно. Тем не менее, обнаружение рядовыми объёмами опробования устойчиво повторяющихся ассоциаций индикаторных минералов трансгрессивного типа свидетельствует о близости коренных источников, так как по мере удаления от источников концентрация минералов падает также по экспоненте.

На стадии трансгрессии моря морские трансгрессивные ореолы на дне моря должны быть распространены широко, в соответствии с количеством кимберлитов, питавших развивающиеся ореолы. Однако следующая за трансгрессией регрессия оставляет трансгрессивным ореолам мало шансов сохраниться, что следует из характера регрессии. Могут сохраняться лишь фрагменты трансгрессивных ореолов в силу тех или иных тектонических/геоморфологических причин, но в полном виде они не сохраняются никогда.

**Прибрежно-морские регрессивные условия.** Регрессия морского бассейна приводит к осушению территории и возобновлению условий континентального седиментогенеза, в первую очередь эрозионных процессов. Естественно, вначале эродируются осадки, сформированные на трансгрессивной стадии, в том числе ореолы индикаторных минералов трансгрессивного типа. Эти минералы, попадая в береговую зону, “пятятся” вместе с ней, лишь частично “застревая” на суше, свидетельствуя, что здесь был развит трансгрессивный ореол. Одновременно вскрываются кимберлитовые тела, которые в до-

гонку подпитывают отступающую береговую линию свежими порциями минералов. Но нужно учитывать, что трансгрессия оставила после себя абразионный пенеппен, поэтому в условиях малых абсолютных отметок активность эрозии невелика, “свежих” минералов мало, и они тяготеют к коренным источникам. Ассоциация минералов не успевает глубоко переработаться, наименее транспортабельные крупные тяжелые минералы, преимущественно полуокатанный пикроильменит, отстают от уходящей береговой линии и остаются на суше, формируя морские регрессивные ореолы [5]. Относительно мелкие и легкие минералы не имеют шансов вырваться из береговой линии моря и “плетаются” вместе с ней к месту стабилизации бассейна или его коллапса. Не образуется никаких специфических осадков регрессивного типа. Регрессивный ореол формируется практически на суше и представлен смесью остатков трансгрессивных ореолов, “свежих” минералов собственно континентального литодинамического типа и полуокатанных минералов (преимущественно крупного пикроильменита), прошедших частичную обработку в волноприбойной зоне, при преобладании последних.

В результате можно констатировать.

1. При регрессии моря в условиях абразионного пенеппена с низкой энергетикой гидравлических процессов минералы имеют низкие миграционные возможности, поэтому в генерализованном плане их максимальные концентрации и максимальные гранулометрические классы тяготеют к коренным источникам.
2. Регрессивный морской ореол является интегральным и представлен смесью минералов трёх литодинамических типов ореолов: континентального, морского трансгрессивного и собственно регрессивного.
3. Из-за переработки в береговой линии моря векторные характеристики регрессивных ореолов сильно затушёваны, и “пеленг” на объект определить затруднительно. Оптимальным является выделение в минеральной смеси минералов, принадлежащих к континентальному литодинамическому типу ореолов, и осуществление прогноза по ним, учитывая, что в условиях абразионного пенеппена они не могли существенно удалиться от коренного источника. Но количество таких минералов может быть очень небольшим в связи с размыванием кимберлитов в условиях абразионного пенеппена. Максимальные концентрации и гранулометрия минералов служат дополнительным критерием прогноза.

**Ингрессивные условия.** Ингрессия приводит лишь к подтоплению, обводнению суши, при этом никакого значительного перераспределения или направленного перемещения минералов не происходит. На минералах ингрессия может отразиться в слабом вторичном износе минералов, а на пиропсах – в полировке, если колебания воды, обусловленные волнением на поверхности мелководного бассейна, достигают минералов в осадках, ранее сформированных в континентальных условиях.

Из краткого рассмотрения миграционных свойств минералов в различных литодинамических типах формирования ореолов следует, что во всех случаях максимальные концентрации минералов сохраняются вблизи коренных источников. В принципе минералы могут перемещаться на очень большие расстояния, однако уловить их на значительном удалении рядовыми объёмами опробования практически невозможно. Использование ограниченных, как правило, небольших объёмов опробования, обеспечивает обнаружение только наиболее контрастных частей ореолов, актуальных в плане прогноза, хотя при этом остается опасность пропуска малоконтрастных ореолов. Однако объём опробования – фактор субъективный, и возможна его корректировка при соответствующем

шей формулировке поисковой задачи. Увеличение объёмов опробования приведёт к расширению границ ореолов и обнаружению малоконтрастных ореолов.

**Переотложение ореолов.** Выше рассмотрены модели ореолов, сформированных в одноактном процессе. Но реально мы имеем, как правило, ореолы в переотложенном, иногда неоднократно, состоянии. В условиях древних стабильных платформ чередование циклов седиментогенеза и их характер определены, главным образом, колебаниями уровня мирового океана, поэтому синхронно и однотипно происходят на значительных пространствах. Уже то, что формирование коллекторов с переотложенными минералами происходит, главным образом, в фациях ближнего переноса, свидетельствует о том, что минералы практически проектируются из размытого более древнего коллектора на новую эрозионную поверхность и значительного перемещения не происходит. Принцип унаследования при переотложении является основным; на нём строят прогноз по переотложенным ореолам. Как правило, продуктивными являются те коллекторы, которые лежат на кимберлитовмещающих породах, то есть предшествующий коллектор размыт полностью, а его минералы перешли в формирующийся коллектор. Однако иногда на одной продуктивной свите залегают другие продуктивные свиты, хотя обе содержат переотложенные минералы. Это означает, что нижняя свита находилась в условиях низких абсолютных отметок и потому убереглась от эрозии, а минералы верхней свиты “наползли” на нее с эродируемой территории в стороне от данной.

Такая ситуация имеет место в западной части Мало-Ботубинского района, где на продуктивных лапчанских отложениях с переотложенным трансгрессивным алмаз-пироповым ореолом лежат продуктивные ботубинские отложения с существенно пикроильменитовой ассоциацией. Ясно, что последняя “наползла” на отложения лапчанской свиты, вероятно, с восточных румбов, где в ботубинское время развивалась эрозия. Однако расстояние перемещения вряд ли велико и определено масштабами Мирнинского кимберлитового поля, то есть километрами. Другой случай более масштабной транспортировки зафиксирован по северо-западному борту Виллойской синеклизы. Тут в связи с воздыманием Анабарской антеклизы с мела началось размывание юрского коллектора по периферии Виллойской синеклизы, вовлеченной в воздымание, и миграция индикаторных минералов к внутренним частям синеклизы [7]. В результате минералы с периферических частей коллектора оказались “наползшими” на поверхность того же коллектора, пока сохранившегося в пределах синеклизы. В частности, такова ситуация в бассейне р. Конончан, где большое количество окатанного пикроильменита и пироба с признаками гипергенной коррозии лежит на поверхности юрских отложений. Но и в этом случае речь не идёт о значительных перемещениях. Последовательное размывание юрских отложений с периферии в юго-восточных румбах на протяжении мела-палеогена привело к перемещению индикаторных минералов (наподобие плаща) на километры, возможно, первые десятки километров по периферии, но миграция затухала по мере приближения к полю сплошного развития юрского коллектора в пределах синеклизы. Поэтому минералы в районе Конончана являются, вероятно, представителями размытых юрских отложений ближнего окружения, где юрские отложения промыты до нижнего палеозоя.

В процессе переотложения в фациях ближнего переноса минералы практически сохраняют место своего предшествующего положения, то есть работает принцип унаследования.

Однако в ряде случаев повышение активности эрозионных процессов может приводить к миграции индикаторных минералов на некоторое расстояние в зависимости от факторов, возбуждающих эрозию, и времени действия этих факторов. Например, воздымание Анабарской антеклизы как мощный, длительно действующий фактор могло обусловить более значительное перемещение минералов, чем локальные факторы в пределах Мирнинского поля на протяжении ботубобинского времени.

В некоторых случаях индикаторные минералы кимберлитов находятся в тонких хорошо сортированных песчаных осадках, например, на территории Украины. К сожалению, миграционная способность мелких зерен минералов (для индикаторов кимберлитов – менее 0,25 мм) значительно выше, чем крупных, поэтому по мелким зернам локализовать местоположение коренных источников затруднительно. Для случая Украины можно лишь отметить, что изученные нами зерна пиропы из тонких неогеновых песков имеют признаки гипергенной коррозии, которая для Восточно-Европейской платформы (по аналогии с Архангельской алмазоносной провинцией) связана с позднедевонской латеритной корой выветривания. Следовательно, история данных зерен началась еще в среднем палеозое, и реконструировать пути и количество этапов переотложения затруднительно.

Таким образом, в отношении индикаторных минералов кимберлитов действует основной закон россыпеобразования – разубоживание полезного компонента по мере удаления от коренного источника. Рассмотрение различных литодинамических обстановок формирования ореолов свидетельствует, что максимальные концентрации индикаторных минералов в любом случае тяготеют к питающим коренным источникам. Поэтому обнаружение устойчивых концентраций индикаторных минералов при использовании ограниченных объемов опробования надежно свидетельствует о наличии местных коренных источников. Заявлениям о происхождении тех или иных устойчивых концентраций минералов на определенной площади за счёт весьма удалённых известных коренных источников следует противопоставить требование проследить “дорожку” этих минералов во всё возрастающих количествах вплоть до указанных источников, поскольку “пустых” промежутков между ними быть не может.

Обнаружение индикаторных минералов с точки зрения их миграционных свойств служит первым и важнейшим прогнозным признаком. Однако далее должна следовать сложная работа по идентификации и локализации коренных источников.

1. Алмазные месторождения Якутии / [А. П. Бобривич, М. Н. Бондаренко, М. А. Гневушев и др.]. – М. : Госгеолтехиздат, 1959. – 525 с.
2. Афанасьев В. П. Зависимость износа кимберлитовых минералов от условий и дальности транспортировки / В. П. Афанасьев, В. А. Варламов, В. К. Гаранин // Геология и геофизика. – 1984. – № 10. – С. 119–124.
3. Афанасьев В. П. К методике минералогического картирования шлиховых ореолов кимберлитовых тел / В. П. Афанасьев // Геология и геофизика. – 1989. – № 5. – С. 36–42.
4. Афанасьев В. П. Миграционные свойства кимберлитовых минералов / В. П. Афанасьев, В. В. Бабенко // Докл. АН СССР. – 1988. – Т. 303, № 3. – С. 714–718.



5. Афанасьев В. П. Основные литодинамические типы ореолов индикаторных минералов кимберлитов и обстановки их формирования / В. П. Афанасьев, Н. Н. Зинчук // Геология рудных месторождений. – 1999. – Т. 41, № 3. – С. 281–288.
6. Девдариани А. С. Математический анализ в геоморфологии / А. С. Девдариани. – М. : Недра, 1967. – 158 с.
7. Стратиграфия и литология “водораздельных галечников” Мархино-Тюнгского междуречья и палеогеография времени их накопления в связи с историей формирования алмазоносных россыпей в центральной и северо-восточной частях Сибирской платформы / М. И. Плотникова, О. И. Кардопольцева, О. Г. Салтыков, В. Н. Уманец, И. Б. Глушковский // Геология алмазных месторождений : [Сб. статей]. – М. : Изд-во АН СССР, 1963. – С. 123–141.
8. Kuenen Ph. H. Experimental abrasion on sand / Ph. H. Kuenen // Amer. J. Sci. – 1959. – Vol. 257. – P. 212.
9. Sutherland D. G. The transport and sorting of diamonds by fluvial and marine process / D. G. Sutherland // Econ. Geol. – 1982. – Vol. 77, N 7. – P. 1613–1620.

#### **MIGRATION PROPERTIES OF KIMBERLITE INDICATOR MINERALS IN CONNECTION WITH DIAMOND DEPOSITS FORECASTING**

**V. Afanasjev**

*V. S. Sobolev Institute of Geology and Mineralogy, Siberian Branch of RAS  
Novosibirsk, Russian Federation  
E-mail: avp-diamond@mail.ru*

Migration properties of kimberlite indicator minerals associated with their transport distance and abrasion are discussed in terms of general sedimentation laws and settings of mineral dispersal, including redeposition. The concentration of useful components always decreases away from the source. This basic law is realized at any conditions of placer formation.

*Key words:* diamond, kimberlite indicator minerals, sedimentation cycle, lithodynamic settings of placer formation, migration properties of minerals, Siberian platform.

#### **МІГРАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ІНДИКАТОРНИХ МІНЕРАЛІВ КІМБЕРЛІТІВ У ЗВ'ЯЗКУ З ПРОГНОЗУВАННЯМ РОДОВИЩ АЛМАЗІВ**

**В. Афанасьєв**

*Інститут геології і мінералогії Сибірського відділення РАН  
м. Новосибірськ, Російська Федерація  
E-mail: avp-diamond@mail.ru*

Міграційні властивості індикаторних мінералів кимберлітів, пов'язані з відстанню їхнього транспортування і стиранням (обкатуванням), проаналізовано з погляду загальних законів седиментації й розсіяння мінералів, у тім числі перевідкладання. Концентрація корисних компонентів завжди зменшується з віддаленням від джерела. Це головний закон, реалізований за будь-яких умов формування розсипищ.

*Ключові слова:* алмаз, індикаторні мінерали кімберлітів, цикл седиментації, літодинамічні типи ореолів, міграційні властивості мінералів, Сибірська платформа.

Стаття надійшла до редколегії 27.09.2011

Прийнята до друку 09.11.2011