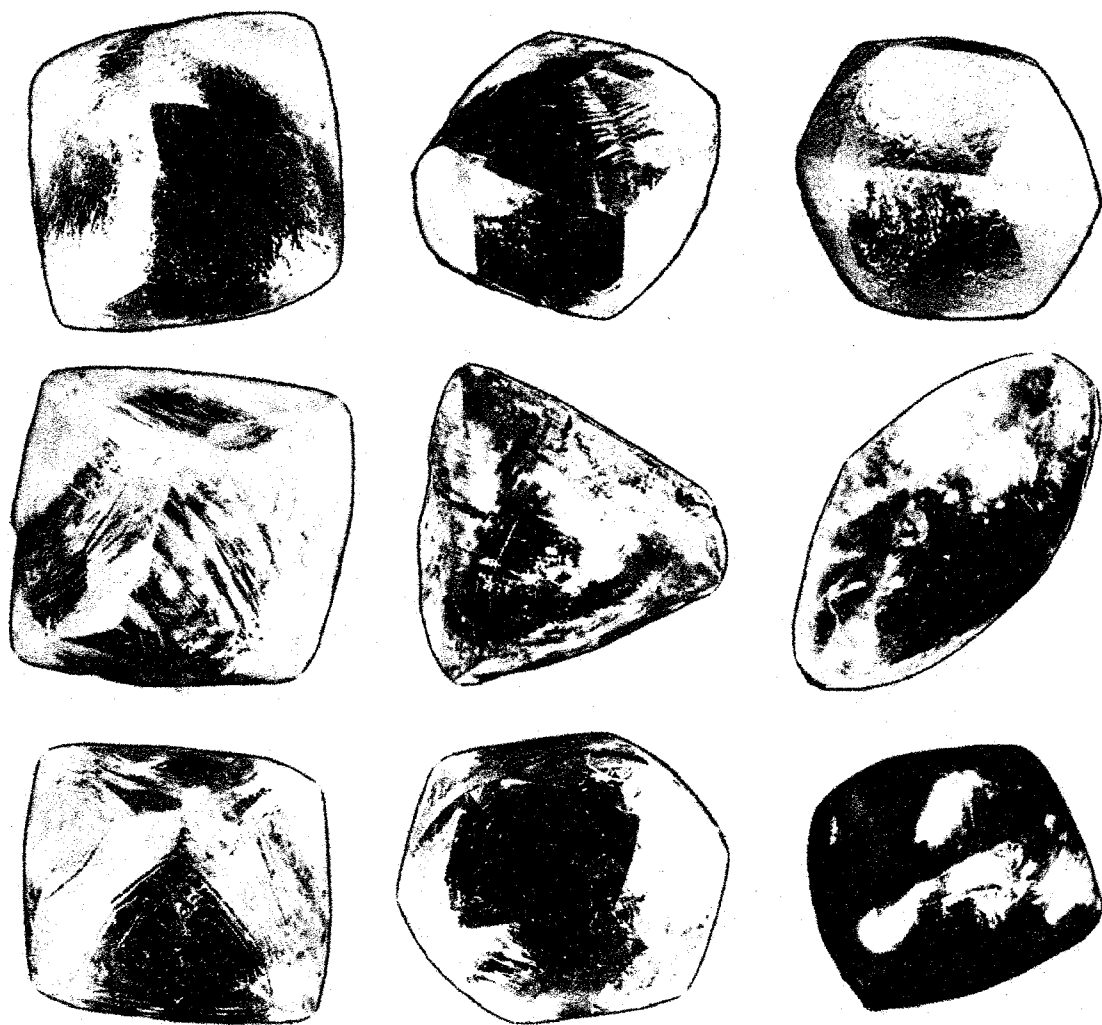




АЛМАЗЫ И АЛМАЗОНОСНОСТЬ ТИМАННО-УРАЛЬСКОГО ПЕТЛИНА



УДК 549.211+553.81 (470.1) (063)

АЛМАЗЫ И АЛМАЗОНОСНОСТЬ ТИМАНО-УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА: Материалы Всероссийского совещания. — Сыктывкар: Геопринт, 2001. — 242 с.

Сборник содержит доклады, представленные на Всероссийском совещании. Обсуждаются общие проблемы алмазности, алмазность отдельных регионов (Тимана, Пермского Приуралья, Урала и прилегающих территорий платформы, сопредельных регионов), рассматриваются вопросы минералогии алмаза, минералы-спутники, алмазные породы и алмазообразование, а также поисковые, прогноз-оценочные критерии и некоторые технологические аспекты.

Книга рассчитана на широкий круг специалистов в области геологии и смежных дисциплин.

Ответственный редактор

академик Н.П. Юшкин

Редакторская группа

*Н. А. Боринцева, Н. И. Брянчанинова, К. В. Куликова, А. Б. Макеев,
М. Ф. Самотолкова, Г. В. Пономарева, А. М. Пыстин*

типа "лампроитоидов" М. Куйбаса (Челябинская область). Алмазоносность первоисточника не исключается.

Первоисточниками хромшпинелидов из аллювия рек Сарью и Вымь являются породы типа М. Куйбаса, но со специфическими особенностями состава. В аллювии р. Вымь установлены высокотитанистые хромшпинелиды, генетически связанные с породами типа меймечитов.

В Шарьёвском районе практически все хромшпинелиды относятся к типу альпинотипных ультрабазитов.

3. Петрохимический анализ пород Четласско-го Камня показал, что все изученные сложные комплексы пород можно отнести к щелочно-ультраосновной — щелочно-базальтоидной формации (в понимании В. И. Гоньшаковой). Отсюда следует, что вероятность обнаружения промышленно значимых коренных месторождений алмазов среди уже известных пород достаточно мала. Возможная алмазоносность определяется не типом пород, а термодинамическими условиями их формирования. В связи с этим целесообразно провести переопробование на алмазы пород с благоприятными $RTiO_2$ -параметрами (в частности, аномалии АН-114).

4. Анализ всех приведенных выше данных с учетом современных (наиболее общепринятых) критериев алмазоносности позволяет достаточно уверенно предполагать, что вероятность обнаружения на территории РК промышленно значимых коренных месторождений алмазов достаточно низка. Безусловно, что с учетом конкретных геолого-экономических условий поиск таких месторождений должен быть доведен до логического конца; тем не менее можно уверенно считать, что основные перспективы алмазоносности РК связаны с россыпными месторождениями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ваганов В. И. Алмазные месторождения России и мира (основы прогнозирования). — М.: Геоинформ-марк, 2000.
2. Милановский Е. Е. Геология СССР. Т. 41. — М.: Изд-во МГУ, 1987.

ПРИРОДА РОССЫПНЫХ И КОРЕННЫХ АЛМАЗОПРЯВЛЕНИЙ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

А. Б. Макеев, Б. А. Макеев

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Результаты комплексных исследований большой коллекции алмазов Среднего Тимана, полученные с помощью современных минералогических методов, анализ представлений об условиях нахождения алмазов в природе, сведения о составе минералов-спутников позволяют высказать некоторые суждения о возможных коренных источниках среднетиманских алмазов и предложить направления дальнейших поисковых работ.

Месторождение Ичетью находится на северном окончании Вольско-Вымской гряды, располагаясь в виде удлинённой на северо-запад полосы 6×15 км. На западе поле месторождения Ичетью ограничивается глубинным рифейским разломом, активно живущим и подновлявшимся, предположительно, до позднепермского времени. По данным поисковых работ, продуктивность пласта среднедевонских гравелитов пижемской свиты по алмазам падает с юга на север и с запада на восток. Наиболее богатые участки залегают в виде трех "струй" северо-восточного простирания шириной 300—500 м и длиной 1.5—4.5 км. Такое строение месторождения в виде "струй" принимается геологами за русла древних девонских рек. Положение "палеорек" предполагает северо-восточный снос терригенного материала. Однако слабо окантанные обломки глинистых сланцев "полосатиков" и кварцитов, похожих по облику и составу на верхнепротерозойские породы вымской серии, найденные в базальных частях среднедевонских гравелитовых и конглобрекчиевых пластов пижемской свиты, говорят и о возможном южном сносе терригенного материала и полезных минералов. Кроме того обогащенные алмазами "струи" гравелитов и конглобрекчий, располагающиеся в виде лесенки, можно трактовать как локальные понижения в рельефе, вызванные системой малоамплитудных поперечных разломов.

Среднетиманские алмазы относятся к кривогранным кристаллам уральско-бразильского типа со следующим соотношением основных габитусных форм: 79 % — тетрагексаэдроидов (кубоидов); 10 % — комбинационных, где в сочетании с тетрагексаэдроидами (065) распространены тригонтриоктаэдроиды (167), тригонгексоктаэдроиды (365) и октаэдры (111); 8 % — не диагностируемых обломков, крайне редки плоскогранные формы (3 %). Полностью отсутствуют ромбододекаэдроиды. Заметная часть кристаллов (до 12 %) sdвойникованы. Хотя многие исследователи, визуальнo сравнивающие кристалломорфологические особенности среднетиманских и вишерских кристаллов алмазов, отмечают их полную идентичность, большая часть кристаллов вишерских месторождений ошибочно определены как додекаэдроиды, а среднетиманский морфотип алмазов относится к кривог-

ранным кубооктаэдрам с устойчивым преобладанием кубоидов. Вслед за А. И. Глазовым [4] мы предполагаем, что при описании кривогранных кристаллов других регионов по методике Ю. А. Орлова (без применения инструментальных методов — фотогониометров) все тетрагексаэдриды естественно были отнесены к додекаэдридам. Из-за этого существует некоторая неопределенность при сравнении таблиц статистических данных по кристалломорфологии алмазов из разных месторождений. Сравнение габитусных особенностей ограниченных выборок трех коллекций алмазов из вишерских, среднетиманских и архангельских месторождений приведено в табл. 1.

Средний вес алмазов из гравелитов месторождения Ичетью оценивается в 52.6 мг при вариациях весов отдельных кристаллов от долей мг до 446 мг, причем распределение имеет логнормальный характер [1]. Очень мелкие кристаллы отсутствуют. Налицо высокая сортировка алмазов из девонских гравелитов, что может указывать на близость их первоисточника. Для сравнения: средний вес алмазов из коренных кимберлитовых трубок Якутии (например, трубки "Мир") приближается к 10 мг, а в ближайшем россыпном месторождении "Водораздельные галечники", первоисточником которого была сама трубка "Мир", кристаллы более высокого качества, они отсортированы, средний вес их в несколько раз выше чем в трубке [9].

Значительная часть тиманских алмазов водяно-прозрачные чистой воды, но встречаются и бледно-желтые, бледно-зеленые, коричневые, стальнo-серые кристаллы. В некоторых выработках возрастает доля зеленых кристаллов. Многие кристаллы имеют точечные близповерхностные пигментные пятна: желтого, коричневого, а чаще зеленого цвета. Считается, что пигментация алмазов обусловлена облучением их в гравелитовых пластах, где они длительное время (сотни миллионов лет) находились совместно со слабо радиоактивным монацитом, содержащим от 0.1 до 12 % ThO₂.

Большинство тиманских алмазов ювелирные, по качеству не уступают алмазам вишерских месторождений [7]. Количество таких кристаллов 75 %, а по весу их более 90 %. Следует отметить, что 3 % кристаллов алмазов имеют сглаженные ребра и вершины, несколько больше имеют серповидные отметины на гранях, которые принято интерпретировать как следы длительного пребывания в водном или флюидном потоках.

Спектроскопические исследования показали, что основная часть кристаллов люминесцирует голубым цветом и только несколько кристаллов об-

ладают желто-зеленым свечением и один оранжевым. Два кристалла не люминесцировали вообще. Оценка концентрации азотных центров спектроскопическими методами показала, что большинство алмазов из месторождений и проявлений Тимана относится к Ia типу физической классификации, содержание азотных дефектов в основной массе кристаллов низкое. И только небольшая часть образцов (5 %) обладает повышенными и высокими содержаниями примесей азота.

Выявлен следующий видовой состав азотных центров: A, B₁, B₂, C(P1), N2, N3(P2), N4, NV, NV₂, N3, H4, S1, S2, GR1. Среди них наиболее распространен азотный центр N3(P2). Прямая зависимость между концентрацией центров P1 и P2 (при оценке их методом ЭПР) и какими-нибудь кристалломорфологическими признаками корреляционным анализом не установлена [1]. Пока не установлена связь спектроскопических особенностей алмазов с видом металлических пленок [7], покрывающих их. Необходимы статистические исследования больших выборок.

По качественному составу дополнительных азотных дефектов алмазы характеризуются бимодальным распределением. Возможная причина такого распределения кроется в наличии не менее двух генотипов алмазов в среднедевонских гравелитах Среднего Тимана, различающихся, например, параметрами посткристаллизационных процессов трансформации структурных дефектов. Возможно, часть кристаллов испытала дополнительный прогрев, что способствовало агрегации азотных центров.

Очень важные результаты получены при исследовании состава поверхностных включений и примазок на тиманских алмазах. Среди включений и примазок выявлены графит, санидин, мусковит-флогопит, хлорит-шамозит, титаномagnetит, рутил, ильменит, оливин (гортонит), антофиллит-асбест, козсит (?), пироп-альмандин, неодимовый перовскит, стронциево-свинцово-редкоземельный алюмосульфато-фосфат TR, Sr, Pb-Al₂[(P,S)O₄]₆(OH)₂ ряда сафлорита-флоренсита, шеелит, каолинит, гидрослюда, (K,Na)Cl. Обращает на себя внимание то, что примазки и включения на алмазах образованы минералами глубинного эколгитового парагенезиса, минералами лампроитового мезостазиса и гипергенными минералами кор выветривания по кимберлитам или лампроитам [3]. Среди минералов-примазок на алмазах велика доля высококальциевых минералов. Состав хлорита, санидина, титаномagnetита и некоторых других минералов — примазок на алмазах совпадает с составом этих же

Таблица 1
Соотношение габитусных форм кристаллов алмаза в северо-восточной и северной частях Русской платформы

Простые формы	Количество изученных кристаллов (соотношение в, %)									
	Вишерское м-е (n=14)		Ломоносовское м-е (n=16)		м-е Ичетью (n=260)		Золотокаменный у-к (n=26)		Сидоровский у-к (n=8)	
тетрагексаэдриды	9	64	10	62	205	79	20	76	8	100
комбинационные	5	36	5	32	26	10	2	8	-	-
октаэдры	-	-	1	6	8	3	2	8	-	-
осколки	-	-	-	-	21	8	2	8	-	-
двойники	-	-	4	25	31	12	5	19	1	12.5

породообразующих минералов из описанных в пределах месторождения Ичетью щелочно-ультраосновных пород. Все это свидетельствует о генетической связи среднетиманских кривогранных алмазов с первичным эклогитовым мантийным парагенезисом [6].

Сравнительный анализ минеральных примазок на алмазах из трех других месторождений сопредельных областей и Якутии свидетельствует об индивидуальности тиманских алмазов, которые не могли быть принесены древними реками ни с юго-востока (из красновишерских месторождений) ни с северо-запада из Архангельской провинции [2, 7]. Таким образом, коренные источники ичетьюских алмазов следует искать на месте в пределах Среднего Тимана.

В 1999 г. на среднетиманских алмазах впервые были обнаружены тонкие металлические пленки четырнадцати видов: Au, Ag, Au₇Ag, Au₂Pd₃, Fe, Fe₇Cr, Fe₇Cr₂Ni, Ti, Pb, Sn, Bi, Cu₃Sn, Cu₂Zn, Ta [1, 8]. Расширение исследований с привлечением других алмазов из коренных алмазоносных кимберлитовых трубок им. XXIII партсъезда (Якутская провинция) и им. М. В. Ломоносова (Архангельская провинция), а также из вишерских месторождений (Пермская обл.), привело к увеличению числа видов металлических пленок до 33 [1, 6]. Все коллекции алмазов любезно предоставлены для исследования руководством ЦНИГРИ. Тем самым было доказано, что металлические пленки встречаются на всех типах алмазах как россыпных, так и коренных (табл. 2). Обзор литературных данных свидетельствует о том, что многие из этих металлов встречаются в алмазах в качестве включений [5 и др.], а это говорит о том, что металлические пленки-мембраны на алмазах и сами алмазы это сингенетичные минералы. Самородные металлы это истин-

ные минералы-спутники алмаза. Из этого факта можно сформулировать несколько очень важных генетических выводов, объясняющих многие вопросы генезиса алмазов и алмазоносности коренных месторождений.

Пленки самородных металлов на алмазах раскрывают механизм природного алмазообразования — рост из раствора в расплаве металлов. Металлические пленки являются мембранами, через которые осуществляется как синтез алмаза из углеродистых фаз, так и травление поверхности кристаллов вплоть до полного их растворения. Составы металлических пленок на природных алмазах могут быть использованы для создания новых рецептур шихты для синтеза искусственных алмазов. Часть самородных металлов и интерметаллидов этих пленок (Ti, Ta, Au₂Pd₃, и др.) — это новые природные фазы.

От размера первоначальных капель металла в мантии зависит размер кристаллов алмаза. Расчеты показывают, что для роста самого крупного из известных на Земле кристаллов алмаза "Кулли-нана" потребовалась бы капля металла диаметром всего 2—4 мм. От распределения размеров капель самородных металлов в конкретном месте мантии будет зависеть распределение размерности кристаллов алмаза в диатремах (кимберлитовых, лампроитовых трубках), интродуцированных из этого участка мантии, а также в россыпях вблизи коренных источников.

Габитусные формы алмазов и распределение их в конкретном месторождении будет зависеть от вида металлических пленок, из которых рос алмаз. Мембраны химически неустойчивых металлов (щелочных, щелочно-земельных), быстро окисляющихся и переходящих в другие минеральные формы, в процессе транспортировки исчезнут и будут

Таблица 2

Списки металлических пленок на алмазах различных месторождений и аксессуарных самородных минералов ультраосновных пород и хромовых руд

Месторождения	Виды металлических пленок	Число видов
Южный участок месторождения Ичетью (56 крист.)	Ag, Au, Au ₇ Ag, AuCuAg, Cu ₅ Au ₃ Ag, AuCuHgPd, Au ₂ Pd ₃ , Cu ₃ Sn, Cu ₃ Zn ₂ , Pb, Sn, Bi, Ta, Fe, Fe ₇ Cr, Fe ₇ Cr ₂ Ni, Ti, W-Mo	18
Золотокаменный участок мест. Ичетью (26 крист.)	Au ₂ Pd ₃ , Cu ₅ Au ₃ Ag, Cu ₃ Zn, Cu-Zn, Zn-Cd(S), Pb, Sn, Pb-Sn, Pb-Sn-Cu(Au), Fe, Ni, Ni-Fe, Ti, Ti-Fe	15
Сидоровский участок мест. Ичетью (8 крист.)	Ag, Pb-Sn, Fe, Ti, W(Mo)	5
Кимберлитовая трубка им. М.В.Ломоносова (16 крист.)	Ag (Ag ₂ S), Cu (CuS), Cu ₃ Zn ₂ , Cu-Sn-Pb, Pb (PbS), Pb-Sn, Sn-Pb, Zn, Fe, Fe-Cr, Cr, Fe-Ni, Ni, Ni-Fe, Ti	15
Кимберлитовая трубка им. XXIII партсъезда (10 крист.)	Ag (Ag ₂ S), Cu ₅ Au ₃ Ag, Cu, Cu-Zn, Fe, Fe-Cr, Fe-Ni, Ni, Fe-Sn, Ti, Zn, Zn-Mg, Zn-Cr-Mg, W-Ni(Mo)	14
Красновишерский район Пермской обл. (14 крист.)	Cu(CuS), Cu ₂ Zn, Sn-Cu-Pb(Au), Zn, Pb(PbS), Sn, Pb-Sn, Fe, Fe-Cr	9
Бразильские карбонадо (10 зерен) (Макеев и др., 2001)	Au, Au-Ag, Ag, Sn, Bi, Pb-Cr, Fe, Ni, W, Fe ₇ Cr, Fe-Ni-Cr, Fe-Sn	12
Включения в алмазах (Горшков и др., 1998) и др.	Au, Ag, Cu, Fe, Ni, Cr, Fe-Cr, Fe-Ni, Ti, Ta	10
Полярноуральские альпинотипные ультрабазиты (Макеев, 1992)	Ag, AgIn ₂ , Cu-Au, Pt-Ir, Ru-Os-Ir, Os-Ir, Cu, Cu-Ag, Cu ₂ Zn, Bi, Pb, Bi-Pb, Al, Fe	14
Сибирские кимберлиты (Олейников, 1985, 1991)	Au, Cu, Zn, Sn, Pb, Al, Cu-Zn, Cu-Zn-Sn, Cu ₂ Sb, Cu ₆ Sb ₅ , SnSb, Fe, Cr, SiC	14
Камчатские концентрически-зональные ультрабазиты (Макеев, Полянин и др., 1998)	Ag, Au, Pt ₃ Fe, Cu ₂ Zn, Pb, Sn, Bi, Pb-Bi	8

ФОРМИРОВАНИЕ ПАЛЕОРОССЫПИ ИЧЕТЬЮ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТ НА АЛМАЗЫ ПО ВОЛЬСКО-ВЫМСКОЙ ГРЯДЕ

В. А. Дудар

ЗАО "Тимангеология", Ухта

способствовать сохранению высокотемпературной октаэдрической габитусной формы алмазов. Более устойчивые к окислению металлы (в виде жидких пленок) при снижении Р—Т параметров среды будут взаимодействовать с алмазом, растворяя его в кимберлитовой (лампроитовой) магме. При этом частичное растворение алмазов приведет к накоплению кривогранных форм — кубоидов (гексаэдроидов), комбинационных и октаэдроидов.

Различная алмазонасность кимберлитовых или лампроитовых диатрем будет зависеть не только от первоначального содержания алмазов, но и от скорости внедрения транспортирующего флюида. При быстром внедрении флюида алмазы будут сохраняться, а при медленном подъеме мантийного флюида большая часть алмазов растворится через те же металлические мембраны.

Обнаружение однотипных металлических пленок на алмазах может свидетельствовать о сходных условиях их генезиса. Так, наличие на кривогранных алмазах из месторождения Ичетью (Вольско-Вымская гряда) и из аллювия р. Косью (Четласский камень) одинаковых золото-палладиевых пленок подтверждает высказанное ранее предположение о сходстве генотипов этих проявлений.

Высокая сохранность алмазов месторождения Ичетью и индивидуальные особенности типоморфных свойств, позволяют прогнозировать близость коренных источников. Поиски коренных первоисточников на Среднем Тимане следует сосредоточить как на площади развития пород девонского возраста в пределах самого месторождения Ичетью, так и южнее его, в поле развития древних верхнепротерозойских пород.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алмазы Среднего Тимана / А. Б. Макеев, В. А. Дудар, В. П. Лютов и др. — Сыктывкар: Геопринт, 1999. — 80 с.
2. Архангельская алмазонасная провинция (геология, петрография, геохимия и минералогия) / Под ред. О. А. Богатинова. — М.: Изд-во МГУ, 1999. — 524 с.
3. Беляев В. В. Дофранская кора выветривания на диатремах Среднего Тимана // Геология европейского севера России. Сб. № 3. — Сыктывкар, 1999. — С. 92—102. (Тр. Ин-та геологии Коми науч. центра УрО Российской академии наук; Вып. 100).
4. Глазов А. И. Морфометрия кристаллов: Автореф. дис. докт. г.-м. наук. — С.-Петербурга, 1999. — 42 с.
5. Горшков А. И., Винокуров С. В., Солодов Д. И. и др. Поликристаллический алмаз из трубки "Удачная" (Якутия): минералогическо-геохимические и генетические особенности // Литология и полезные ископаемые. — 1998. — № 6. — С. 588—603.
6. Макеев А. Б., Макеев Б. А. Новые данные об алмазах и минералах-спутниках Тимана. — Сыктывкар, 2000. — 32 с. (Научные доклады / Коми научный центр УрО Российской академии наук; Вып. 424).
7. Макеев А. Б., Осоевский Б. М., Черепанов Е. Н. и др. Кристалломорфология и состав минералов-спутников месторождений алмаза Рассольнинское и Волынка (Полудное Кряж, Пермская область) // Геология рудных месторождений. — 1999. — Т. 41, № 6. — С. 527—546.
8. Макеев А. Б., Филиппов В. Н. Металлические пленки на природных алмазах (месторождение Ичетью, Средний Тиман) // ДАН. — 1999. — Т. 368, № 6. — С. 808—812.
9. Харьков А. Д., Зинчук Н. Н., Зуев В. М. История алмаза. — М.: Недра, 1997. — 601 с.

Единственным районом в Республике Коми, где алмазы установлены в промышленных содержаниях, является палеороссыпь Ичетью, приуроченная к основанию пижемской свиты среднего девона. Россыпь имеет весьма сложное внутреннее строение и большую глубину залегания, что не дает реальной возможности для сегодняшней отработки. Вместе с тем, наличие крупных ювелирных алмазов в палеороссыпи и вскрытие кимберлитовых тел несколько южнее ее распространения дает основание предполагать существование алмазонасных тел, за счет размыва, которых (верхних частей) сформировалась россыпь. Этим объясняется постоянное внимание к палеороссыпи и изучению условий ее формирования.

Накопленный многолетний фактический материал позволяет сегодня сделать следующий основной вывод, который является аксиомой: продуктивный пласт Ичетью распространен только в пределах площади, где подстилающими являются титанонасные отложения малоручейской свиты. Иными словами контур россыпи Ичетью контролируется площадью развития нижележащих отложений малоручейской свиты. Эта объективная ситуация заставляет рассматривать две разновозрастные россыпи (с очень схожей минералогией — минеральным составом шлама) в качестве взаимосвязанных не только в площадном, но и в генетическом плане объектов.

Взаимосвязь нижележащей толщи и ее влияние на состав продуктивной вышележащей толщи следует из условий формирования пласта Ичетью. На основании фактических разрезов по бурению через всю палеодепрессию, оконтуривающих площадь развития продуктивных отложений, следует:

1. Площадь развития пласта Ичетью (в перекрывающих разрезах) имеет меньшие размеры по сравнению с площадью развития титанонасных отложений, особенно на юге территории.
2. Во время осадконакопления пласта Ичетью, южная часть площади развития титанонасных отложений являлась основной областью размыва — поставщиком полезных компонентов. Именно это определяло близость источников сноса и гидродинамику (рис. 1—3).

Этим фактором объясняется максимальное содержание алмазов и их большая крупность на юге площади и постепенное их уменьшение к северу. Это же может объяснить почти полную аналогию состава тяжелой фракции пласта Ичетью и титанонасной толщи.

Исходя из этого, будет строится ближайшая поисковая стратегия коренных источников, а именно заверка аномалий вдоль контуров пижемского палеобассейна и в первую очередь — южное его окончание.