

Отделение планетологии Русского Географического Общества
ООО ГЕОМАСТЕР

К.К. Хазанович-Вульф

ДИАТРЕМОВЫЕ ШЛЕЙФЫ АСТРОБЛЕМ

или

**«БОЛИДНАЯ МОДЕЛЬ» ОБРАЗОВАНИЯ
КИМБЕРЛИТОВЫХ ТРУБОК**

Петрозаводск, 2007

К.К. Хазанович-Вульф. Диатремовые шлейфы астроблем или «болидная модель»
образования кимберлитовых трубок. Издательство ГЕОМАСТЕР 2007, 214 с.

Редактор – А.А. Захаров
Компьютерная верстка – И.В. Панфилова
Дизайн обложки – Ю.Ю. Спиридонов

Книга издана на средства ООО ГЕОМАСТЕР, г. Петрозаводск.

Условия образования диатрем, в частности – алмазонасных кимберлитовых трубок, представляет собой одну из главных проблем геологии XX-го века. Автор, придерживаясь гипотезы их электроразрядного происхождения, пришел к неожиданным выводам: а) поля и зоны диатрем приурочены к проекциям траекторий пролетов метеорных тел астероидных размеров в атмосфере Земли; б) пробой земной коры и образование диатрем являются следствием энергетического (электрического) воздействия со стороны этих тел на недра Земли.

Книга рассчитана на геологов, студентов геологических ВУЗов и лиц, интересующихся проблемами современной геологии.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие редактора

ВВЕДЕНИЕ

ЧАСТЬ 1. ДИАТРЕМОВАЯ АССОЦИАЦИЯ МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД

1.1. Диатремы и их особенности

1.2. Существует ли тектонический контроль размещения диатрем?

1.2.1. Роль разломов в тектоническом контроле

1.2.2. Глубинные разломы не контролируют размещение кимберлитовых полей

1.2.3. Что контролирует границы диатремовых полей?

1.2.4. Трещиноватость, связанная с образованием диатрем

1.2.5. Пликативные нарушения

1.2.6. Горячие точки

1.2.7. Рифты и трансформные разломы

1.2.8. Упорные сторонники тектонического контроля

Выводы по главе.

1.3. Механизм и энергетика образования диатрем

Выводы по главе

1.4. Является ли мантия источником кимберлитовых расплавов?

1.4.1. Дефицит магматического расплава

1.4.2. Промежуточные очаги

1.4.3. Подтверждают ли петрографические особенности кимберлитов версию их мантийного происхождения?

1.4.4. Тектоническая природа кимберлита

1.4.5. Зоны анатексиса

1.4.6. Условия образования алмазов

Выводы по главе.

1.5. Абсолютный возраст

ВЫВОДЫ по 1-ой части

ЧАСТЬ 2. ПРОИСХОЖДЕНИЕ ПОРОД ДИАТРЕМОВОЙ АССОЦИАЦИИ С ПОЗИЦИИ ГИПОТЕЗЫ ЭЛЕКТРОРАЗРЯДА

2.1. Предыстория вопроса

2.1.1. Жорж Дари

2.1.2. Г.Л. Поспелов

2.1.3. А.А. Воробьев

2.2. опередившие свое время

2.2.1. К.М. Алексеевский и Т.Т. Николаева

2.2.2. снова А.А. Воробьев

2.3. Развитие гипотезы электроразряда

ВЫВОДЫ по 2-ой части

ЧАСТЬ 3. ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ СВЯЗЬ НЕКОТОРЫХ ДИАТРЕМОВЫХ ПОЛЕЙ И ЗОН СО СТРУКТУРАМИ ИМПАКТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ («ДИАТРЕМОВЫЕ ШЛЕЙФЫ» АСТРОБЛЕМ)

Введение

I. СЕВЕРНАЯ АМЕРИКА

- 3.1. «38-ая параллель»: кимберлитовое поле Эйвон, астроблемы Крукед Крик, Декейтурвилл и Вааблу
- 3.2. Купол Хикс (Хикс Доум), поле ультраосновных пород – группа астроблем Уэллс-Крик
- 3.3. Астроблема Мидлсборо – кимберлитовое поле Норрис Лэйк
- 3.4. Еще одна «38-ая параллель»: кимберлитовое поле Эллиот Каунти – астроблемы Версаль и Джепта Ноб, купол Малдрог
- 3.5. Астроблемы Гловер Блафф, Слэйт Айленд и кимберлитовое поле Лэйк Эллен между ними.
- 3.6. Астроблема Дип Бэй и кимберлитовая зона Централ Саск (Принц Альберт), штат Саскачеван, Канада
- 3.7. Астроблема Пресквилл и кимберлитовое поле Отиш, Квебек, Канада.
- 3.8. Загадочная ситуация в штате Альберта, Канада

II. Европа

- 3.9. Астроблемы Рисс, Штейнхейм и диатремовое поле Урах (Германия)
- 3.10. Астроблема Янисъярви, Карелия, и кимберлитовые поля Куопио и Каави, Финляндия
- 3.11. Астроблема (?) Чёшская губа и кимберлитовые поля Архангельской провинции

III. АЗИЯ

- 3.12. Оленекское поднятие и Мархо-Оленекская кимберлитовая зона
- 3.13. Попигайский кратер и северо-западная часть Восточно-Анабарской диатремовой зоны

IV. АФРИКА

- 3.14. Восточно-Африканская гиаблема и кимберлитовые трубки Танзании
- 3.15. Кратер Бруккарос и кимберлитовое поле Гибеон
- 3.16. Купол Вредефорт и кимберлитовое поле в районе г. Претория (ЮАР)

V. АВСТРАЛИЯ

- 3.17. Астроблема Экрэмэн – поле кимберлитовых силлов Порт Аугуста.
- 3.18. Астроблема Шумейкер – ультраосновная щелочная провинция Леонора
- 3.19. Западный Кимберли – кратер Гоут Педдок
- 3.20. Восточный Кимберли – астроблема Спайдер

ЧАСТЬ 4. ИМПАКТ И МАГМАТИЗМ

- 4.1. Ранее высказанные соображения
- 4.2. Критерии распознавания астроблем
- 4.3. Астроблемы с дефицитом магматического расплава
- 4.4. Астроблемы, «замаскированные» под массивы центрального типа
 - 4.4.1. Следы импакта в магматических структурах «центрального типа»
 - 4.4.2. «Липовые» авлакогены или геологический вариант «нового наряда короля»
 - 4.4.3. В чем же заключается закономерность распространения щелочных массивов Кольского п-ова?
 - 4.4.4. Тектоническая зона А.А. Кухаренко
 - 4.4.5. Алданский щит, массивы Инагли и Ингили

4.4.6. Гулинский массив и «эллипс рассеяния» более мелких щелочных массивов и кимберлитовых трубок маймеча-котуйского комплекса

4.4.7. Другие примеры развития щелочного магматизма, возможно инициированного импактом

ВЫВОДЫ по части 4

ЧАСТЬ 5. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ БОЛИДОВ

Введение

5.1. О возможности накопления электрического заряда на метеорном теле

5.2. Электрофонные явления

5.2.1. Сихотэ-Алинский электрофонный болид

5.2.2. Тунгусский электрофонный болид

5.2.3. Другие болиды

5.3. Бесспорные свидетельства электрических воздействий со стороны болидов

5.4. Сейсмические возмущения, инициированные болидами

5.4.1. Тунгусский болид

5.4.2. Другие болиды

5.4.3. Техногенные болиды

5.4.4. Вероятный механизм сейсмических возмущений

ВЫВОДЫ по части 5

ЧАСТЬ 6. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ВХОЖДЕНИЯ КРУПНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ТЕЛ В АТМОСФЕРУ ПЛАНЕТЫ: ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Введение

6.1. Модель образования диатрем в результате взаимодействия электрических полей болидов с недрами Земли

6.2. Электровзрыв как альтернатива импакту

6.3. Недостатки болидной модели

6.4. Мнение физика

ЧАСТЬ 7. ПРОГНОЗ ПОИСКОВ ДИАТРЕМОВЫХ ПОЛЕЙ С ПОЗИЦИИ «БОЛИДНОЙ МОДЕЛИ»

Введение

7.1. Существующие методики прогноза.

7.2. Методика прогноза, основанная на «Болидной модели»

7.3. Рекомендации

ВЫВОДЫ по части 7

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ЛИТЕРАТУРА

ПРИЛОЖЕНИЯ:

1. Биография идеи

2. Некоторые расчеты

Предисловие Редактора

Если бы человечество в основе своей деятельности полагалось только на то, что уже известно и узаконено, то движение вперед к познанию нового и неизвестного не было бы никогда. Только нестандартное мышление может привести нас к открытиям.

Я давно слежу за развитием идей автора о космогенных факторах становления и размещения диатрем и считаю, что гипотеза электроразрядного происхождения трубок взрыва очень логично объясняет геологические особенности этих структур.

В первую очередь – это независимая позиция полей и зон диатремового вулканизма относительно существовавших до их образования геологических структур. В 1-ой части книги автор приводит соображения на этот счет многих авторитетных исследователей кимберлитов. Однако их взгляды остаются до сих пор незамеченными со стороны многих геологов-алмазников, в первую очередь – представителей так называемой «алмазной школы ВСЕГЕИ», которые, как и 50 лет назад, продолжают верить в идею о роли глубинных разломов в размещении кимберлитов и видят то, чего не существует на самом деле (автор образно называет это явление «геологическим вариантом нового наряда короля»). Вывод же автора звучит парадоксально, но отражает истинное положение вещей: «Главная закономерность в размещении диатремовых полей и зон заключается в отсутствие у них закономерных связей со структурами земной коры».

Не могу не согласиться и с соображениями автора о вероятной немантийной природе алмазоносных кимберлитов. Их источники вовсе не обязательно должны находиться на глубинах 150-200 км, где предполагается существование таких давлений и температур, которые необходимы для образования алмазов. Такие значения могут быть достигнуты при анатексисе - возникновении местных расплавов в земной коре в результате электроразрядных процессов. Убедительным подтверждением такой возможности является запатентованный в США метод образования искусственных алмазов в результате электропробоя графитовых пластин. А другие экспериментальные данные свидетельствуют о том, что дальнейший рост кристаллов алмазов может происходить со скоростью 1 мм/с !

Очень важным является и еще один парадоксальный вывод автора о том, что присутствие мантийных минералов в составе кимберлитов отнюдь не является доказательством их мантийного происхождения: эти минералы имеют ксеногенную природу и происходят из бывших мантийных пород, присутствующих в составе земной коры и захваченных кимберлитовым расплавом. Убедительным подтверждением этому является пример присутствия в кимберлитах ксеногенных гранатов из гранатовых перидотитов, образующих прослойки в кристаллическом фундаменте в районе Крушне Горы, Чехословакия.

Гипотеза электроразряда изящно объясняет и механизм образования полости диатрем на первом этапе их формирования – вопрос, который без применения гипотезы К.М. Алексеевского и Т.Т. Николаевой, а так же данных профессора А.А. Воробьева, не имеет правдоподобных объяснений. Однако специалисты в области алмазной геологии до сих пор не используют эти данные, считая их «экзотическими».

Детально изучив существующее положение с определением абсолютного возраста, автор справедливо считает, что использование этих данных в настоящее время возможно только в случае, если исследования проводились по перовскиту. Все остальные минералы (биотит, флогопит, циркон) могут быть представлены в отобранных пробах ксеногенными разностями, что, естественно, увеличивает значение полученных

результатов и делает их несопоставимыми. К сожалению, подобная ситуация в большинстве случаев не позволяет проводить уверенную возрастную корреляцию астроблем, с одной стороны, и их диатремовых шлейфов, с другой. Поэтому и «болидная модель» К.К. Хазановича-Вульфа может пока рассматриваться только в ранге гипотезы. Однако, автор и сам прекрасно это понимает, подробно рассматривая не только достоинства, но и недостатки своей модели. В то же время, в главе «Диатремовые шлейфы астроблем» приводятся несколько очень убедительных примеров, когда на линии из цепочки двух или трех астроблем находятся и кимберлитовые поля близкого геологического возраста. Такая ситуация, действительно, может рассматриваться как закономерность, которую автор и использует для обоснования методики прогноза, вытекающей из «болидной модели». Последняя очень детально обосновывается информацией об электрических свойствах болидов: она достаточно убедительно впервые используется автором для обоснования механизма образования диатрем в результате взаимодействия между электрическими полями на поверхности Земли и в ее недрах. Резюмируя все изложенное, хочется повторить слова кемеровского физика В.Ю. Казнева: «Гипотеза К.К. Хазановича-Вульфа слишком красива, чтобы в итоге оказаться неверной».

Алексей А. Захаров, Генеральный директор ООО ГЕОМАСТЕР, Петрозаводск

ВВЕДЕНИЕ

Объем и характер знаний о собственно кимберлитах достиг такого уровня, когда возникла настоящая потребность, как в строгой систематизации накопленного... фактического материала, так и в пересмотре теоретических представлений об их природе. Эта потребность диктуется, прежде всего, тем, что реально обрисовался разрыв между основными гипотезами, трактующими природу кимберлитов, и практикой поисково-разведочных работ»

Б.М. Владимиров, 1990.

«Если бы человечество остановило свои мысли на грани своего знания, то у нас не было бы науки. Но именно работа этой мысли, опережающей наши знания, и дает толчок к развитию последних, именно она способствует беспрестанному перемещению этой грани нашего познания, расширению нашего научного кругозора».

Е.В. Вульф, 1925

Термин «диатрема» возможно и не знаком широкому читателю. Между тем так называются трубчатые образования («трубки взрыва») земной коры, которые при малом диаметре (от десятков до, преимущественно, первых сотен метров) имеют вертикальную протяженность до нескольких километров. При этом они заполнены породами различного состава – от кислого (с высоким содержанием SiO_2) до щелочно-ультраосновного, с практически полным отсутствием кремнезема. Одной из разновидностей последних и являются кимберлиты – породы, наиболее перспективные на поиски промышленных содержаний алмазов. Термин «кимберлит», я надеюсь, хорошо знаком читателю.

Несмотря на многолетние (более 100 лет) исследования диатрем на всех континентах Земного Шара, единой точки зрения на их происхождение до настоящего времени не существует. Установлены лишь некоторые закономерности их образования, которые сводятся к следующему: диатремы с наполнителями различного петрографического состава, в том числе и с алмазонасными кимберлитами, встречаются только в пределах древних платформ, где развита кора континентального типа; в пределах пространств с корой океанического типа кимберлиты, лампроиты и другие родственные им породы не обнаружены.

С чем связана эта загадочная закономерность? Ведь в больших и протяженных трещинах (рифтовых зонах) на океаническом дне мантия, с которой связывает образование кимберлитовых трубок большинство исследователей, выходит и изливается на земную поверхность (океаническое дно), но ее петрографический состав – оливинные базальты – далек от состава семейства кимберлитовых пород. Это обстоятельство представляет собой один из серьезных доводов против гипотез мантийного происхождения кимберлитов.

Существует целый ряд и других серьезных соображений против мантийного генезиса, но на них я более подробно остановлюсь в первой части этой книги. Забегая вперед, отмечу только, что наиболее правдоподобным представляется образование диатрем в результате так называемого анатексиса – процесса локального образования расплава за счет пород земной коры.

Другая установленная, но не всеми геологами еще осознанная, закономерность заключается в том, что распространение «трубок взрыва» не подчиняется тектоническому строению территории их развития и имеет независимый («индифферентный») характер. В то же время, намечается их явная пространственно-временная связь с астроблемами и щелочными ультраосновными массивами центрального типа...

Причем здесь астроблемы!? – воскликнет иной нетерпеливый читатель. – Что за бред!? Что может быть общего между структурами экзогенного (=космогенного) происхождения (астроблемами) и явно эндогенными образованиями, какими, несомненно, являются трубки взрыва!?

Потерпи, уважаемый Читатель. На все эти вопросы ты получишь ответы по мере знакомства с материалами этой книги.

Несколько слов о ссылках в тексте на литературный первоисточник. Автор намеренно избегает официального стиля ссылок, какой принят в современных научных изданиях.

При использовании такого стиля текст может выглядеть следующим образом: «[37], в отличие от [18], полагал, что данные [11] были одобрительно встречены со стороны [5, 13, 33]. На самом деле этот вопрос разбирался как у нас в стране [4, 21], так и за рубежом [32, 47, 48] и т.п.». Такой стиль ссылок, когда ради экономии печатного пространства за фамилией ученого стоят сухие безликие цифры, конечно же, не приемлем для научно-популярного издания. Но и обходиться без ссылок на литературный первоисточник, с моей точки зрения, так же не позволительно: ведь книга рассчитана на широкий круг читателей, и автор тешит себя мыслью, что среди них найдутся и такие, кто захочет ознакомиться в первоисточнике с цитируемыми работами.

И в заключение я считаю своим долгом выразить благодарность генеральному директору ООО ГЕОМАСТЕР (Петрозаводск) Алексею Александровичу Захарову за моральную поддержку и финансовую помощь при издании этой книги.

Часть 1

ДИАТРЕМОВАЯ АССОЦИАЦИЯ МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД

1.1. Диатремы и их особенности

П. Харрис, У.Кеннеди и К. Скарф (1972) впервые выделили самостоятельный тип проявления магматических пород - диатремовую ассоциацию. В отличие от пород плутонической и вулканической ассоциаций, диатремовые образования внедряются не в виде магматических расплавов, а в состоянии флюидизированных газом систем. Для пород этой ассоциации, в частности для кимберлитов, характерно отсутствие эффузивных аналогов, поскольку в результате отделения газов они должны были затвердеть до достижения ими земной поверхности. Плутонические же фации диатрем образуются только на низких уровнях от земной поверхности, где они заполняют как сам проводящий канал, так и ослабленные тектонические зоны горизонтальной (силлы) и вертикальной (дайки) ориентации. При этом **диатремовый магматизм характеризуется ярко выраженным дефицитом магматического расплава**, которого чаще всего не хватает даже для того, чтобы заполнить полость трубки до верху, не говоря уж о поверхностных излияниях.

Одна из особенностей диатремовых ассоциаций заключается в независимой геологической позиции их зон и полей относительно структур земной коры в пределах кратонов, где они имеют наибольшее распространение. В настоящее время эта явная закономерность не является еще бесспорной, так как подавляющее большинство специалистов продолжает связывать образования диатрем с гипотетическими глубинными магмоконтролирующими разломами (см. раздел 1.2.).

Другая особенность диатремовой ассоциации заключается в двухэтапном процессе их образования. На первом этапе образуется субвертикальный канал - полость трубки. На втором этапе происходит его заполнение, и разработка в приповерхностной части, заканчивающаяся образованием раструба трубки (Милашев, 1984). Двухэтапный процесс формирования трубок взрыва признается в настоящее время многими геологами, однако механизм образования диатремовых полостей и его энергетическая основа пока не имеют убедительных объяснений.

Третья особенность диатремовой ассоциации связана с тесной пространственно-временной общностью ее разновидностей различного состава (кимберлитов, карбонатитов и пород основного состава) с массивами щелочных пород и, частично, с круговыми структурами взрывного происхождения, многие из которых считаются астроблемами. Четвертая особенность - приуроченность к континентальным перерывам.

В.А. Милашев (1984) впервые в отечественной литературе предложил классификацию диатрем по их петрографическому составу и выделил диатремы:

кимберлитовые,
щелочных базальтоидов,
карбонатитов,
пород трапповой формации,
трахитов.

При этом им подчеркивается, что диатремы, вне зависимости от состава выполняющих пород, имеют общие тенденции в пространственном распределении, геотектонических позициях, во взаимоотношениях с вмещающими толщами, в плановой и вертикальной

конфигурациях, в особенностях внутреннего строения и по некоторым другим чертам. Это сходство дает основание считать, что и механизм формирования трубок, вне зависимости от состава их заполнителей, был одним и тем же.

Однако есть у диатрем и отличительные черты. Так, трапповые трубки по своим средним размерам в несколько раз больше трубок другого состава, а среди последних намечается четкая последовательность в убывании размеров в ряду «кимберлиты – щелочные базальтоиды – карбонатиты – трахиты».

1.2. Существует ли тектонический контроль размещения диатрем?

«Мы должны признать, что еще недостаточно знаем закономерности распространения кимберлитовых трубок, чтобы предвидеть их положение на платформе»

Акад. В.С. Соболев, 1960.

1.2.1. Представления о роли разломов в тектоническом контроле

Представления о существовании тектонического контроля локализации кимберлитовых трубок появились еще в начале XX-го века по результатам исследований в Южно-Африканской алмазоносной провинции. Ориентация на ведущую роль разломов, контролирующих размещение кимберлитовых трубок Сибирской платформы, имела место и среди советских геологов уже в начале 50-ых годов прошлого века, когда поиски алмазоносных трубок в этом регионе еще только начинались. В 1952г. под редакцией И.И. Краснова и В.Л. Масайтиса была составлена первая предварительная карта прогноза эндогенной алмазоносности Сибирской платформы в м-бе 1:2 500 000, на которой по окраинам крупных платформенных структур были выделены **предполагаемые зоны глубинных разломов**, к которым **могли быть** приурочены «небольшие тела ультраосновных пород, в том числе алмазоносные кимберлиты» (Масайтис и др., 2004, с.11).

По мере продолжения поисков кимберлитовых трубок выяснилось, что поля Мархо-Оленекской (= Тунгусско-Оленекской) кимберлитовой зоны, действительно, выстраиваются вдоль прямой линии северо-восточного простирания, что укрепило представления о приуроченности их к глубинному разлому того же простирания. К середине 60-ых годов этот разлом изображался уже на всех геологических картах и схемах. Среди представителей «алмазной школы ВСЕГЕИ» подобные представления сохранились до самого последнего времени (Михайлов, Эринчек, 1995, 2004; см. рис. 7.1.)

Говоря о якобы существующей связи кимберлитовых зон Якутии с «контролирующими» их глубинными разломами наши ведущие исследователи рассуждали примерно следующим образом: **раз кимберлитовая магма имеет глубинное происхождение, то необходимым условием для образования кимберлитовых трубок является существование глубинных разломов или зон повышенной проницаемости, достигающих подкоровых горизонтов.** Многие ведущие геологи, принимая желаемое за действительное, утверждали, что во всех исследованных регионах Земного шара

кимберлитовые провинции и составляющие их кимберлитовые поля тяготеют к зонам глубинных разломов фундамента. Структура кимберлитовых полей определяется разрывной тектоникой фундамента, отражающейся и в осадочном чехле.

Представления о том, что зоны глубинных разломов совместно с системами оперяющих трещин выполняли функции подводящих каналов, по которым мантийные расплавы поднимались в верхние слои земной коры, имеют большую популярность среди геологов алмазного направления и в наши дни. Основной аргумент, приводимый в пользу подобной точки зрения, связан с линейным характером расположения кимберлитовых полей на различных континентах Земного Шара. Такие кимберлитовые зоны имеют протяженность, измеряемую сотнями километров при ширине в несколько десятков. Однако в подавляющем большинстве случаев эти зоны не совпадают с каким-либо разломом, трассируемым по геологическим или аэрокосмическим данным. В связи с этим убежденные сторонники связи кимберлитовых зон с глубинными разломами вынуждены предполагать существование последних только в породах докембрийского (довендского) фундамента. При этом они так же допускают, что в дальнейшей фанерозойской геологической истории данного региона эти разломы никак себя не проявляли.

Гипотетические глубинные **разломы**, по которым, якобы, внедрялись кимберлитовые расплавы, **необходимы для объяснения механизма подъема с глубины кимберлитовых расплавы**: внедрение по существующим трещинам является единственным, с точки зрения многих геологов, механизмом, способным объяснить необходимую высокую скорость подъема магмы с большой глубины (Артюшков, Соболев, 1997).

Итак, предполагаемые глубинные «контролирующие» разломы не выражены в структуре осадочного чехла и выявляются только по цепочкам, якобы, приуроченных к ним кимберлитовых трубок. Естественно, что это обстоятельство должно было дать основание для сомнения: а действительно ли зонам кимберлитовых трубок соответствуют зоны глубинных разломов?

1.2.2. Глубинные разломы не контролируют размещение кимберлитовых полей

Уже в конце 60-ых годов появились первые публикации, подрывающие основы столь популярной у геологов «теории магмоконтролирующих разломов». Так, сибирские геологи В.В. Ковальский, К.Н. Никишов и О.С. Егоров (1969) пришли к выводу, что на восточном склоне Анабарского щита мощные зоны глубинных разломов способствовали проникновению магматического материала из мантии в верхние горизонты земной коры. Однако отмечают они, кимберлитовый магматизм проявляется здесь далеко не на всей протяженности этих зон и не в каждой из них. Иначе говоря, кимберлиты могут быть здесь приурочены к зонам разломов, а могут иметь и независимую от них позицию.

Эти выводы нашли свое подтверждение в работе С.М. Табунова (1971), который провел анализ структурного контроля размещения 13-ти кимберлитовых полей на Северо-Востоке Сибирской платформы и обнаружил, что пространственная связь диатремового магматизма с погребенными разломами фундамента обнаруживается менее чем для 1/3 (27,1%) рассмотренных 398 тел (табл.1.1).

Таблица 1.1

Оценка структурного контроля кимберлитовых и пикрито-порфиритовых тел в кимберлитовых полях Северо-Востока Сибирской платформы (по С.М. Табунову, 1971)

Кимберлитовые поля	Количество тел в поле				Кол-во тел, имеющих структурный контроль, %
	Кимберлит. тел, всего	Кимб. тел со структурным контролем	Пикрито-порфирит. тел, всего	То же со структурным контролем	
1	2	3	4	5	6
Лучаканское	13	10	17	9	63,3
Куранахское	9	6	2	2	90,9
Чомурдахское	17	7	2	-	36,8
Омонос-Кутугунское	36	1	33	7	11,6
Огоньер-Моторчунское	7	-	1	-	-
Средне-Куонамское	19	9	21	6	37,5
Нижне-Куонамское	10	6	25	11	48,6
Джюкенское	1	1	20	6	33,3
Нижне-Укукитское	13	-	4	-	-
Мерчимденское	16	-	3	-	-
Верхне-Молодинское	19	-	-	-	-
Куойкско-Беенчимское	10	-	3	-	-
Орто-Ырыгаское	2	1	10	1	16,7
Всего	172	43	141	42	27,1

При этом установленная связь скорее свидетельствует не о структурном контроле, а о пространственном совмещении некоторых диатрем с отдельными элементами густой сети древних разломов на восточном склоне Анабарского щита. Эту идею развивают и редакторы сборника, в котором была опубликована статья С.М. Табунова, - В.А. Милашев, М.И. Рабкин и Л.С. Егоров: комментируя пространственную связь диатрем с разломами фундамента, они отмечают, что Куранахское, Лучаканское, Орто-Ырыгаское, Средне- и Нижне-Куонамское поля располагаются в пределах региона, где геофизическими методами установлено большое количество разрывных нарушений фундамента. Вполне вероятно, считают редакторы, что здесь имеет место не структурный контроль, а **пространственные совпадения** некоторой части диатрем с отдельными элементами достаточно густой сети древних разломов фундамента. «Против кимберлитоконтролирующей роли этих разломов служит тот факт, - продолжают они, - что кимберлитовые тела располагаются преимущественно на участках с минимальным

распространением разрывных нарушений. Отсюда следует, что даже та небольшая доля (27%) кимберлитовых тел, размещение которых, по мнению С.М. Табунова обусловлено древними разломами фундамента, должна считаться сильно завышенной».

С точки зрения В.А.Милашева (1971) эти данные свидетельствуют об отсутствии связи между размещением диатремовых полей и зонами разломов (даже крупнейших) в кристаллическом фундаменте платформ. Широко распространенное мнение о ведущей роли разломов в образовании и пространственном размещении диатрем является, с его точки зрения, ошибочным. Позднее В.А.Милашев (1984) подтвердил этот вывод: и в Южной Африке, и в Сибири **размещение подавляющего большинства кимберлитовых полей не зависит от крупных разломов и от глубины залегания кристаллического фундамента платформы.** «Региональные зоны глубинных разломов, - пишет он, - с которыми связывают локализацию кимберлитов, обычно проводят как относительно спрямленные линии, соединяющие два или несколько кимберлитовых полей. Подавляющая часть таких зон не подтверждается ни геологическими, ни геофизическими данными; их рисовка в значительной мере определяется представлениями авторов» (с.91). Пассивность крупнейших разломов в локализации кимберлитовых трубок В.А. Милашев иллюстрирует одним примером. В бассейне р.р. Малая и Большая Куонамка устанавливается, что даже **крупнейший сброс** с амплитудой в несколько сот метров и протяженностью более 300 км, по которому контактируют различные блоки фундамента, **не использовался кимберлитовой магмой** при ее движении к поверхности. Кимберлитовые тела не локализуются в зоне этого разлома, а размещаются в пределах западного, поднятого, блока. Таким образом, заключает автор, **«фактические данные противоречат широко распространенной точке зрения о локализации кимберлитовых полей в зонах крупнейших разломов. Результаты комплексного анализа геологических и геофизических материалов позволяют заключить, что такие разломы не являются магмоподводящими в эпохи кимберлитового вулканизма...».** Этот вывод В.А. Милашев (1990, с.121) повторил и в более поздней своей работе: «Многие поля имеют тенденцию к линейному расположению, что позволяет объединять их в региональные зоны протяженностью до многих сотен километров. **Хотя большинство таких зон уверенно прослеживается по выходам кимберлитов, они, как правило, не проявляются в геофизических полях и не трассируются по независимым («некимберлитовым») геолого-тектоническим данным, получаемым с помощью традиционного комплекса наблюдений».**

Не получают подтверждения и утверждения многих геологов о том, что кимберлитовые поля приурочены к зонам пересечения глубинных разломов. По этому поводу В.А. Милашев (1990, с.122) пишет следующее: «Широко распространенное мнение о подъеме и кристаллизации кимберлитовых расплавов в узлах пересечения сети крупных тектонических зон отражает представление объективно желаемое, но не подтверждаемое фактическими данными, а частично и противоречащее наблюдениям (до 70% полей вне узлов!)»

В.И. Никулин (1981) обратил внимание на то, что зона северо-восточного простираения, которую образуют Алакит-Мархинское, Далдынское, Верхне-Мунское и Чомурдахское

поля, имеет простое геологическое строение и хорошо изучена, однако элементы сокимберлитовой тектоники здесь не выявлены. Возможность их пропуска маловероятна. Анализируя район Анабарского щита, Г.Н. Старицына, Л.С. Егоров и А.Л. Гроздилов (1983) пришли к следующему выводу: **магмоконтролирующая роль глубинных разломов ранее сильно преувеличивалась: разломы являются скорей “магмоограничивающими”, чем магмоконтролирующими.**

М.И. Лелюх, А.И. Крючков и В.И. Устинов (1981) пишут о том, что вопрос выявления закономерностей размещения кимберлитовых тел всегда, со времени открытия первых трубок в Якутии, находился под пристальным вниманием геологов, однако успехи в его решении следует оценивать как незначительные. Такое положение дел отражает специфику образования кимберлитовых тел, не позволяющую выявить главные закономерности их локализации. «Сегодня, как и прежде, - пишут авторы, - принято считать, что линейно-цепочечное расположение трубок... отражает направление рудовмещающих разломов. Однако эти **предполагаемые разломы в закрытых районах не дешифрируются и геофизическими методами надежно не трассируются...** Выделяемые некоторыми авторами в качестве кимберлитоконтролирующих **глубинные нарушения...однозначно не трассируются, а исходный для их выделения материал может быть проинтерпретирован и по-другому**». Однако в Айхальском районе, по мнению авторов, размещение кимберлитовых тел все-таки контролируется серией разнонаправленных разрывных нарушений, к узлам, пересечения которых образование кимберлитовых трубок наиболее вероятно. О таких «узлах пересечений» мы уже говорили выше.

Г.Л. Феоктистов (1986), рассматривая трапповые трубки взрыва на Юге Сибирской платформы, отмечает, что они, прорывая трапповые sill, образуют отдельные группы, не показывают какой-либо закономерной линейной ориентировки и располагаются в районе положительных структур небольшой амплитуды.

К выводам о структурной независимости кимберлитовых полей пришли и некоторые другие сибирские геологи, в том числе такой авторитетный ученый, как Б.М. Владимиров и его коллеги (Владимиров и др., 1990, с.39). Они отмечают, что магмоконтролирующие разломы выделяются часто «путем трассирования воображаемых линий, объединяющих далеко отстоящие друг от друга от друга кусты тел и поля... **Многочисленные попытки, направленные на выявление комплекса поисковых признаков, характеризующих конкретные кимберлитоконтролирующие разломы фундамента и чехла, успеха не имели. Более того, на Анабарской антеклизе... и на Гвинейско-Либерийском щите... было выявлено, что ориентировка сети разломов в фундаменте и направление зон кимберлитового магматизма не совпадают... Теоретическое объяснение данному факту как будто не найдено**».

Сибирские геологи А.Д. Харьков, В.В. Зуенко, Н.Н. Зинчук и др. (1991) отмечают, что все кимберлитовые тела Далдыно-Алакитского района Сибири приурочены к магмоподводящей зоне северо-восточного простирания протяженностью 150 км при ширине 40-50км. Эта зона, по мнению некоторых геологов, совпадает с простиранием Вилуйской рифтовой системы, сформировавшейся на глубине как разрывная структура растяжения. Однако отмечают авторы, эта гипотетическая

структура не выделяется ни в кристаллическом фундаменте, ни в платформенном чехле. Несмотря на все эти данные, исследователи кимберлитовых трубок Далдыно-Алаkitского района продолжают упорно настаивать на существовании «четкого структурного контроля» в размещении диатрем.

Для того, чтобы доказать существование структурного контроля кимберлитовых зон и полей, в последние десятилетия были привлечены все возможные способы геофизических исследований (магнитные, гравиметрические, электрические, сейсмические), а так же аэро-, фото- и космические снимки. В частности, такие исследования были проведены и для кимберлитов Далдын-Алаkitского района Якутии (Серокуров и др., 2004). Обнаруженные здесь 130 кимберлитовых трубок и даек D_3-C_1 возраста протягиваются прерывистой полосой северо-восточного простирания на 150 км. Цитируемые авторы пишут следующее: «В литературе ее (эту полосу – К.Х.) характеризуют как зону глубинных магмоподводящих разломов, однако **ни в геофизических полях, ни в рельефе фундамента, ни в породах чехла она отчетливо не проявляется**». По данным бурения моноклинальное падение пород осадочного чехла осложняется здесь крупными пликативными структурами, однако простирание они имеют не северо-восточное, как кимберлитовая полоса, а северо-западное! В итоге авторы приходят к выводу, что **предположения многих геологов о том, что линейно-цепочечное расположение трубок отражает направление крупных кимберлитоконтролирующих разломов, не подтверждается результатами геофизических работ: такие разломы в чехле не фиксируются.**

К выводам об отсутствии структурного контроля при размещении диатрем пришел и целый ряд зарубежных исследователей. Так, по оценке группы ведущих знатоков Южно-Африканского кимберлитового полигона, где к 1992г. было выявлено 865 кимберлитовых тел, Э.М. Скиннера, К.Р. Клемента, Д.Д. Гёрни и их коллег (1992) - кимберлитовые зоны трассируются, пересекая крупные тектонические границы; вследствие этого кимберлиты встречаются как в пределах древних кратонов, так и в более молодых подвижных поясах. **“Сколько-либо отчетливая связь между проявлениями кимберлитового магматизма и тектоническими структурами не устанавливается... Расположение кимберлитов проявляет в большинстве независимость от линеаментов, устанавливаемых по космическим снимкам”**, - пишут авторы.

Как справедливо отмечает Р. Митчел (Mitchel, 1986) существует много гипотез, разработанных для объяснения особенностей структурной позиции кимберлитов в том или ином конкретном поле или зоне, однако такие гипотезы не учитывают особенности кимберлитовой геологии других регионов и поэтому не могут иметь универсального значения. К подобному выводу пришли и другие зарубежные исследователи (Helmstaedt, Gurney, 1995).

Отсутствие глубинных магмоподводящих разломов под полями и линейными зонами диатремового магматизма подтверждается результатами геологических и геофизических исследований на различных континентах Земного Шара.

Завершая этот раздел, приводим данные известного сибирского геолога Ф.Ф. Брахфогеля (1984), убедительно свидетельствующие об **отсутствии пространственно-генетических связей** между Мархо-Оленекской кимберлитовой зоной и основными структурными

элементами Северо-Востока Сибирской платформы: а) довендскими разломами (рис.1.1); б) рельефом кристаллического фундамента; в) основными пликативными структурами осадочного чехла; г) базито-контролирующими зонами.

Как видно из приведенного рисунка, во-первых, никакой пространственной связи между Мархо-Оленекской кимберлитовой зоной и довендскими разломами не существует. Во-вторых, видна несомненная направленность этой зоны в сторону крупной кольцевой структуры, какую представляет собой Оленекское поднятие. На эту явную закономерность впервые обратил внимание автор настоящей работы, дав ей свое объяснение (Хазанович-Вульф, 1991). Однако к этому вопросу мы обратимся в третьей части нашей книги.

Обсуждая вероятные причины возникновения кимберлитоконтролирующих зон, Ф.Ф. Брахфогель (1984) полагал, что они представляют собой серии сквозных разрывов консолидированной коры без заметных вертикальных и горизонтальных перемещений ее разобщенных блоков и не содержат крупных магматических масс. **Эти зоны нельзя интерпретировать как древние разломы, испытавшие активизацию в среднем палеозое. Обсуждение их вероятной природы обуславливает необходимость привлечения качественного иного геолого-тектонического процесса.** Этот откровенный и честный вывод ученого, всю свою жизнь посвятившего изучению кимберлитовой проблемы, можно сформулировать и по-другому: **причина локализации кимберлитовых зон связана с процессами, которые ему были неизвестны.**

1.2.3. Что контролирует границы диатремовых полей?

Диатремовые поля представляют собой, как правило, изометричные образования диаметром в несколько десятков километров, насчитывающие от нескольких до первых десятков, а иногда и первых сотен трубчатых тел. Имеют ли эти поля какие-либо границы, выраженные в строении осадочного чехла или кристаллического фундамента? Геологи, которые занимались изучением этого вопроса, отвечают на него отрицательно.

Так, В.А. Милашев (1990) отмечает по этому поводу, что попытки привлечь для оконтуривания кимберлитовых полей разрывные нарушения в кристаллическом фундаменте, выделяемые по геофизическим (магнитным и гравиметрическим) данным, успехом не увенчались. В своей последней книге (Милашев, 2004) Мэтр кимберлитовой геологии не отказывается от своих более ранних представлений и пишет о том, что локализация кимберлитовых полей в узлах пересечения региональных разломов не имеет объективных подтверждений геолого-геофизическими данными и отражает лишь субъективное мнение авторов этой идеи.

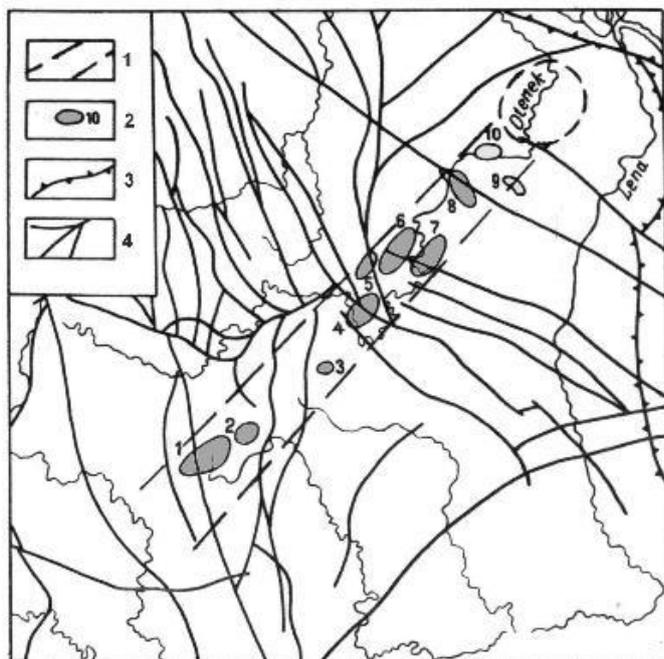


Рис. 1.1. Взаимоотношения между Мархо-Оленекской кимберлитовой зоной, довендскими разломами фундамента (по Брахфогелю, 1984) и Оленекским поднятием (Хазанович..., 1991). 1 - кимберлитовая зона; 2 - кимберлитовые поля (1- 8 - позднедевонские: 1- Алакитское, 2 - Далдынское, 3 - Вехнемунское, 4 - Чомурдахское, 5 - Западно-Укукитское, 6 - Огонер-Юряхское, 8 - Мерчимдемское; 9, 10 - мезозойские: 9 - Молодинское, 10 -

Толуопское); 3 - граница платформы; 4 - довендские разломы. Пунктиром показаны контуры Оленекского поднятия.

Ю.Д. Молчанов (1994) так же отрицательно отвечает на этот вопрос: «Прямых геологических данных о границах кимберлитовых полей, - пишет он, - не найдено за исключением контуров распространения кимберлитовых трубок. **Неоднократные попытки увязать их с различными геолого-геофизическими признаками не дали положительных результатов**». В то же время, сами поля часто хорошо выявляются геофизическими методами, так как выделяются в виде отрицательных магнитных и гравитационных аномалий. Большинство геологов (в том числе и В.А. Милашев, 1990, 2004) считают, что это связано с зонами повышенной трещиноватости, которые они отождествляют с зонами повышенной проницаемости земной коры. На эти зоны делается «последняя ставка» геологов для того, чтобы хоть как-то объяснить механизм «пробивания» земной коры диатремами. Те исследователи, которые пришли к выводу о независимой тектонической позиции кимберлитов относительно разломов в земной коре, вынуждены предполагать, что путями проникновения раскаленных газов от апикальной части магматического очага до земной поверхности являются **зоны повышенной проницаемости** пород, признавая, таким образом, невозможность образования подводящего канала в случае отсутствия подобных зон. Однако шли годы, а представления о приуроченности кимберлитового вулканизма к зонам повышенной трещиноватости так и остались, по выражению В.А. Милашева (2004), «вещью в себе», поскольку не подтвердились ни геологическими, ни геофизическими исследованиями.

Однако вполне естественно предположить, что **зоны повышенной трещиноватости являются СЛЕДСТВИЕМ образования трубок**, а не причиной их локализации. Есть ли для этого какие-либо основания?

1.2.4. Трещиноватость, связанная с образованием диатрем

Образование диатрем не могло не отразиться на тектоническом строении прилегающих участков, в результате чего формировалась система трещин различных типов. Так, В.А. Милашев (1984) при описании трапповых трубок Ангаро-Илимской провинции приводит данные Л.Г. Страхова (1978) о наличии сети трещин на участках, прилегающих к трубкам. Среди трещин преобладают системы концентрических и радиальных разновидностей. **Концентрические трещины**, как правило, имеют наклон, иногда вмещают мелкие тела траппов и гидротермальную минерализацию; по наиболее крупным из них часто отмечаются просадки блоков вмещающих пород. **Радиальные трещины** имеют субвертикальную ориентацию, часто содержат дайки траппов и гидротермальную минерализацию, в частности – магнетитовое оруденение. **При групповом расположении трубок трещиноватые зоны вокруг них смыкаются, и все междуатремовое пространство сильно раздроблено трещинами различных типов.**

А.В. Малых (1989) дополняет к этому, что для околотрубочного пространства характерны овальные и кольцевые депрессии или мульды оседания с наклоном слоев в сторону трубок в радиусе до 5 км от 3-10° на флангах до 12-30° и более вблизи их бортов. Отдельные блоки пород в экзоконтактной зоне трубок имеют крутое падение (до 60-80°) и сползают в сторону внутритрубочного пространства.

Детальные полевые исследования Б.М. Никитина (1980) показали, что сравнительно густая трещиноватость вокруг диатрем Ангаро-Илимского района не является исключением, а, наоборот, представляет собой хорошо выраженную закономерность на примере многих кимберлитовых трубок Сибирской платформы. **Эта трещиноватость связана с процессом образования диатрем в результате значительного механического воздействия внедряющихся газов и расплавов на вмещающие породы.** Результатом этого является система радиальных и концентрических трещин на площади от одного до четырех диаметров трубки с дроблением и смещением по вертикали блоков вмещающих пород. Наибольшую площадь тектонических нарушений имеют незэродированные или слабоэродированные трубки, а по мере увеличения глубины эрозионного среза трещиноватость вокруг них уменьшается (рис. 1.2)

С.И. Костровицкий (1973) изучил трещиноватость вокруг маленькой кимберлитовой трубки Спутник, расположенной в борту карьера кимберлитовой трубки Мир (см. рис. 1.3). Наиболее интенсивно здесь развита концентрическая трещиноватость – до 100 трещин на 1 м. Четко развита трещиноватость и радиальной ориентировки, хотя интенсивность ее в 2 раза меньше, чем у концентрической. Ширина зоны трещиноватости вокруг этой маленькой трубки так же невелика – всего лишь 5-10 м.

Морфометрические исследования В.А. Милашева для некоторых районов Сибири показали, что, действительно, **диатремовые поля характеризуются повышенно густой**

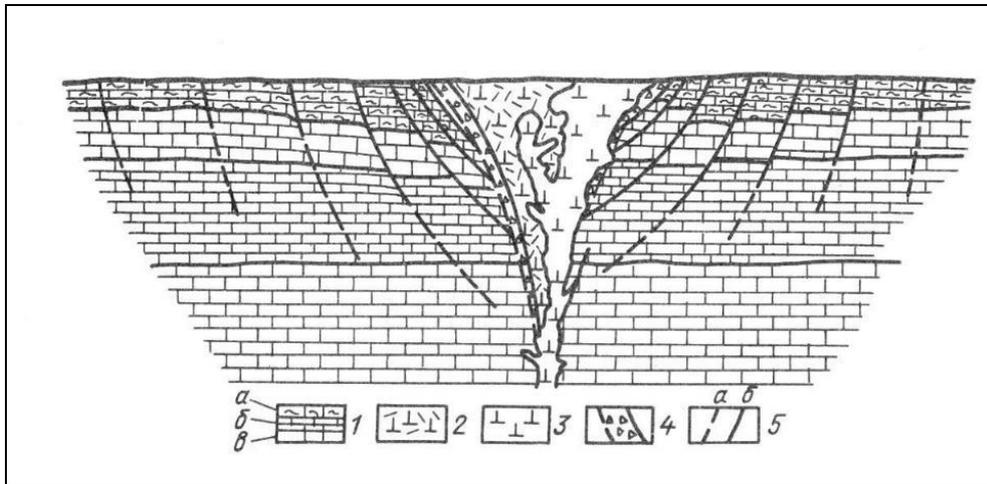


Рис. 1.2. Принципиальная схема околотрубной структуры по Б.М. Никитину (1980). 1 – вмещающие карбонатные породы (а – мергели, б и в – соответственно тонко- и грубослоистые известняки); 2 – кимберлитовый туф; 3 – кимберлит интрузивных фаз; 4 – зона дробления вмещающих пород; 5 – разрывные нарушения (а – предполагаемые, б – установленные).

тектонической трещиноватостью, которая отражается на поведении речной сети и других элементов современного рельефа. Однако вышеприведенные данные дают все основания полагать, что эти аномальные тектонические зоны образовались одновременно с формированием диатрем преимущественно в верхней части вмещающих их пород. По направлению вниз по разрезу трещиноватость пород должна уменьшаться. Выявление таких зон путем применения морфометрического анализа, несомненно, может иметь определенное прогнозное значение для направления поисковых работ на новые диатремы. Итак, структурообразующая роль процессов, связанных с образованием диатрем, представляет собой совершенно очевидный и не нуждающийся в комментариях факт. Вывод, который следует из этой закономерности, можно сформулировать следующим образом: **диатремовый магматизм создает участки тектонических (дизъюнктивных и пликтивных) нарушений, повышенной трещиноватости и проницаемости в пределах полей его развития.**

Нет ничего удивительного в том, что разнородные по мегатрещиноватости блоки, по В.А. Милашеву (1990), «контролируют» размещение не только кимберлитов и родственных им пород, но и щелочно-ультраосновных пород центрального типа, мелких интрузивных и эксплозивных тел различного состава: механизм их внедрения, скорей всего, был аналогичен кимберлитовому, и **образование трещинной тектоники явилось СЛЕДСТВИЕМ формирования этих тел, а НЕ ПРИЧИНОЙ.**

Несмотря на этот, совершенной очевидный, вывод, ряд геологов продолжает не терять уверенности в том, что проникновение кимберлитовых расплавов могло происходить лишь по каким-то гипотетическим зонам повышенной проницаемости пород земной коры.

Почему? Да, потому что иначе объяснить процесс проникновения расплавов до поверхности Земли они не в состоянии.

Было ли образование диатрем в пределах одного поля или даже зоны одноактным процессом или растянуто во времени?

В.А. Милашев (1979, 1984) категорически исключает возможность одноактного извержения ультраосновных пород даже на ограниченных территориях, которые выделяются в качестве самостоятельных кимберлитовых полей. По его мнению, длительность времени между начальными и заключительными этапами вулканических процессов при формировании каждого отдельно взятого кимберлитового поля измерялась, по всей вероятности, многими миллионами лет. Подтверждением этого является, с его точки зрения, наличие в отдельно взятой трубке нескольких генераций пород – туфобрекчии – эруптивные брекчии – массивные разновидности кимберлитов или пикритов. Более молодые кимберлиты прорывали уже затвердевшие и подвергшиеся интенсивному автометаморфизму более ранние генерации этих пород. В.А. Милашев считает, что образование этих генераций разделял отрезок времени от 0,25 до 10 млн. лет, обосновывая свою точку зрения данными о различной палеомагнитности пород разных генераций в одной трубке. Такой же точки зрения придерживается и большинство исследователей кольцевых расслоенных интрузий щелочных и ультращелочных пород. Однако вряд ли это так на самом деле. Более поздним расплавам легче пробиться в околотрубочном трещиноватом пространстве, чем прокладывать себе путь в канале, плотно зацементированном магматической породой. Поэтому представляется более вероятной точка зрения, согласно которой образование всех разновидностей пород в кимберлитовых трубках (туфов, туфо-брекчий и расплавов) представляет собой единый и очень короткий (десятки минут, первые часы) процесс. Такой вывод, в частности, согласуется с утверждением А.И. Комарова и И.П. Илупина (1990) о том, что сибирские палеозойские трубки в пределах одной зоны могли сформироваться **ОДНОВРЕМЕННО**. Расслоение же расплава, скорее всего, было связано с различной скоростью его застывания: 1) в периферических зонах структуры, где он быстро охлаждался в результате контакта с вмещающими породами (в том числе – с водоносными горизонтами) и 2) в центральных зонах трубки или щелочного массива, где могло иметь место постепенное охлаждение расплава по концентрам. Вероятно, что сам процесс охлаждения расплава происходил в течение короткого отрезка времени, измерявшегося днями или месяцами, но никак уж не миллионами лет!

1.2.5. Пликативные нарушения, связанные с образованием диатрем

Такие нарушения можно подразделить на две группы:

Мелкие (от сотни метров до 1,5 км по диаметру) куполообразные складки, связанные с внедрением магматического расплава у одиночных трубок;

Куполообразные структуры, образовавшиеся в результате формирования группы трубок. Хорошим примером складок **первой группы** является куполообразная структура, в ядре которой расположена кимберлитовая трубка Мир (рис.1.3).

То, что процесс формирования трубки Мир сопровождался образованием во вмещающих породах куполообразной структуры, представляет собой бесспорный факт. Об этом пишет и Б.М. Владимиров с коллегами (1981): «**Формирование трубок и куполовидных**

структур – единый процесс, связанный с интродуцирующей силой внедряющегося кимберлитового флюида». На примере трубок Мир и Спутник необходимо обратить внимание и на еще одну, совершенно явную, деталь: вытянутая в север-северо-западном направлении форма трубок связана с ориентировкой крупной трещины более раннего заложения, которую заполнила кимберлитовая дайка. Это бесспорно свидетельствует о том, что отдельные трубки, а тем более дайки **МОГУТ** использовать для своего внедрения существующую систему тектонических трещин в породах земной коры. Однако, это не является обязательным условием их локализации.

Как отмечают (Харькив и др., 1991), диапировые структуры при внедрении кимберлитов возникают в самой верхней части пород осадочного чехла, в пределах раструба трубки, и быстро выволаживаются с глубиной. Размер брахиантиклинали вокруг трубки Мир достигает по диаметру 1,5 км, а ориентировка ее длинной оси совпадает в плане с направлением длинной оси трубки. Крылья купола осложнены вдоль периметра трубки мелкими сбросами с амплитудой до нескольких метров. Интересно отметить, что небольшое куполовидное нарушение имеет и соседняя трубка Спутник, как это видно на рисунке. Естественно, что у вмещающих пород эродированных трубок следы пликативных нарушений отсутствуют, однако вполне естественно предположить, что образование куполов представляло собой широко распространенный процесс при формировании диатрем.

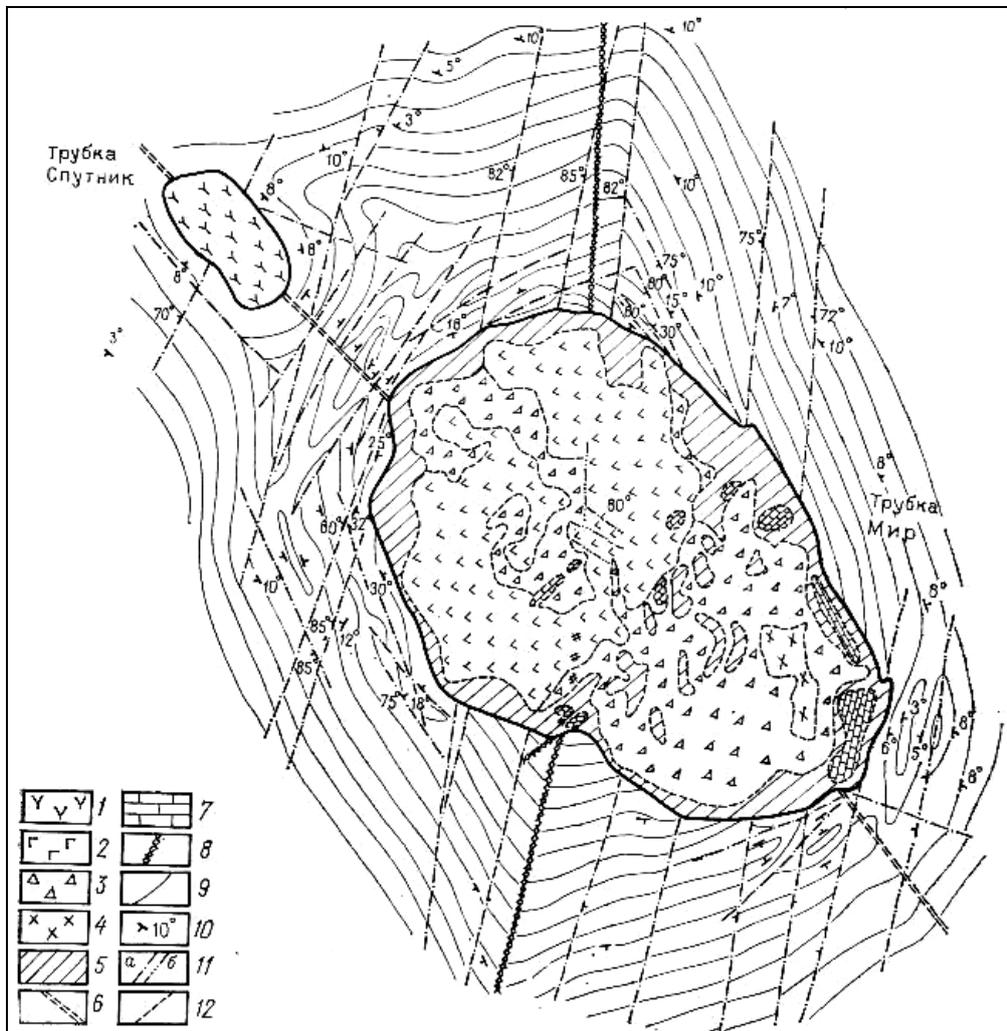


Рис.1.3. Брахиантиклиальная структура трубки Мир (по Харьков и др., 1991).

Условные обозначения: 1,4 – Кимберлитовые брекчии по фазам внедрения: 1 – трубка Спутник; 2 – трубка Мир, 1.ая фаза, голубые, 3 – 2-ая фаза, серые, 4 – 3-я фаза, голубые; 5 – зоны эндоконтакта; 6 – кимберлитовая дайка; 7 – ксенолиты осадочных пород; 8 – зона дробления с галенитом и сфалеритом; 9 – изолинии залегания пластов осадочных пород; 10 – элементы залегания пластов осадочных пород; 11 – разрывные нарушения (а – во вмещающих породах, б – в кимберлитах); 12 – контакты между разновидностями кимберлитовых пород.

Куполовидные структуры второй группы образовались в результате внедрения щелочных ультраосновных пород в пределах ПОЛЯ трубок взрыва, причем внедрение диатремовых тел должно было быть одновременным, «залповым». Примером такого кимберлитового «залпа» в Сибири является Чадобецкое поднятие, в Архангельской

области – Зимнебережное поле, в США – купол Хикс, кимберлитовое поле Эйвон и др. (см. часть 3).

1.2.6. Горячие точки

Некоторые геологи, разглядевшие независимость кимберлитовых полей по отношению к структурам фундамента и осадочного чехла, пытались объяснить их происхождение в различных алмазоносных провинциях с позиций «горячей точки» или «мантийного плюмажа». Взаимодействие такой точки или плюма с континентальной литосферой должно вызвать плавление последней и развитие вулканизма. Дрейф литосферной плиты над горячей точкой должен привести к образованию последовательных интрузий, локализованных в составе линейной зоны. Ориентировка последней должна соответствовать направлению движения плиты, а возраст полей интрузий должен последовательно омолаживаться в направлении, противоположном движению плиты. Так, для Сибирской платформы такая попытка была предпринята Г.С. Гусевым, К.Н. Никишовым и А.Ф. Петровым (1982). Авторы исходили из предположения, что в пределах Мархо-Оленекской зоны кимберлиты должны последовательно омолаживаться в северо-восточном направлении от среднепалеозойских до позднемезозойских (то есть плита двигалась, по их данным, в юго-западном направлении). Однако подобные допущения из-за явного несоответствия их фактическим данным не нашли поддержки у геологов (Владимиров и др., 1990). В частности, по утверждению А.И. Комарова и И.П. Илупина (1990) палеозойские трубки рассматриваемой зоны образовались или одновременно, или во временном интервале «поздний девон - ранний карбон».

Однако другой сторонник гипотезы горячей точки, иркутский геолог А.Н. Житков (1991; Zhitkov, 1995), внес свои коррективы в эту гипотезу, после чего вышеприведенные возражения автоматически должны быть сняты. По его данным среднепалеозойский этап кимберлитового магматизма растягивается на 15 млн. лет (с 355 до 340, что как раз и соответствует позднему девону - раннему карбону). За это время Восточно-Сибирская литосферная плита при скорости движения от 44 до 82,8 км/млн. лет (от 4,4 до 8,2 см/год) должна была пройти над 3-мя горячими точками расстояние от 660 до 1242 км, что близко, в частности, к длине Мархо-Оленекской кимберлитовой зоны. Линейную конфигурацию более молодых кимберлитовых зон и их ориентировку автор связывает с прохождением Сибирской плиты над другими горячими точками в раннем и среднем мезозое. При такой постановке вопроса гипотеза горячей точки становится менее уязвимой для критики, чем в первоначальном ее варианте. К тому же А.Н. Житков совершенно справедливо отмечает несостоятельность попыток обнаружить глубинные разломы, контролирующие образование кимберлитовых трубок. Предлагаемая им гипотеза изящно объясняет отсутствие подобного тектонического контроля: **направление движения плиты над горячей точкой, естественно, не должно находиться в зависимости от ее геологического, в частности – тектонического, строения.**

Единственное пока возражение заключается в следующем: кимберлитовые трубки не имеют ничего общего с вулканами и в них, в отличие от последних, всегда имеет место дефицит магматического расплава (его не хватает даже для того, чтобы полностью заполнить трубку). Если бы к образованию кимберлитовых трубок (да и диатрем с

заполнителями другого состава) были бы причастны горячие точки, то следовало бы ожидать в местах прорыва магмы образования цепочки типичных вулканических построек, какие, например, выявлены в западной части Атлантического океана у берегов США. На это сибирские геологи смогут возразить: у нас, мол, кимберлитовые трубки эродированы на глубину несколько сот метров и кто знает, были ли на поверхности развиты вулканические постройки или нет? Для Сибири подобная постановка вопроса, безусловно, вполне корректна. А для других районов, где сохранились кратерные части трубок, не до конца заполненные магматическим расплавом (например, в Архангельской области или на плато Швабский Альб)?

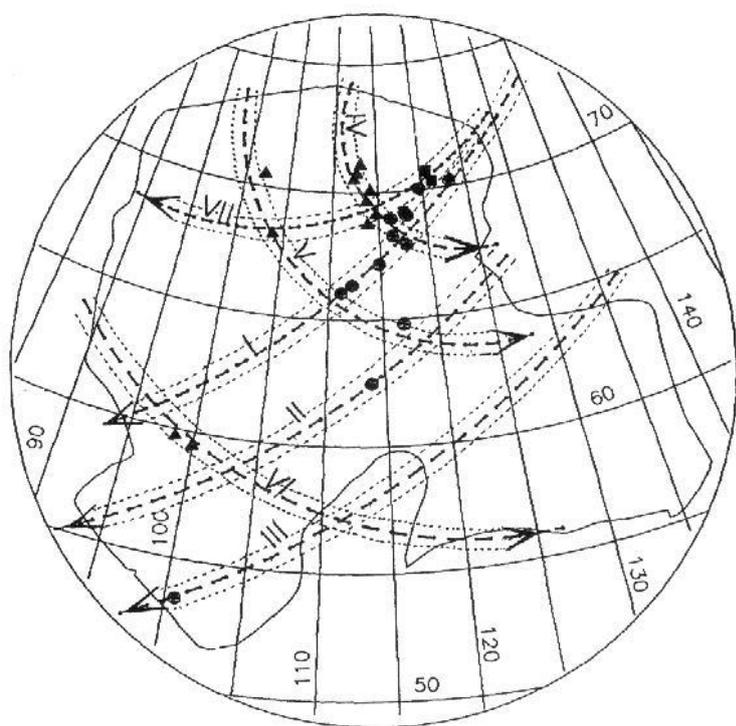


Рис. 1.4. Геодинамическая модель образования кимберлитовых полей Сибирской платформы (Zhitkov, 1995). Значками обозначены кимберлитовые поля: среднего палеозоя (кружки), раннего мезозоя (треугольники) и среднего мезозоя (квадраты). Рассчитанные маршруты треков горячих точек: I – Мирнинский, II – Алакит-Куойкский, III – Окинский, IV – Восточно-Анабарский, V – Западно Анабарский, VI – Чадобецкий, VII – Молодинский. Возраст: Средний палеозой (D_3-C_1) – (I – III); ранний мезозой (T_1, T_2) – (IV-VI); средний мезозой (J_1) – VII. Стрелки показывают направление дрейфа плиты и увеличения возраста кимберлитов вдоль треков.

Новые данные в пользу «горячей точки»

Вышеприведенный довод представлялся мне убедительным до тех пор, пока я не познакомился с результатами последних исследований в области кимберлитовой геологии в Северной Америке, в первую очередь – в Канаде. По данным канадских геологов (Heaman and Kjarvsgaard, 2000) в восточной части Северной Америки выделяется зона северо-западного простирания, протяженностью около 4000 км, в пределах которой возраст кимберлитовых полей последовательно омолаживается в юго-восточном направлении с 200 до 100 млн. лет (рис. 1.5).

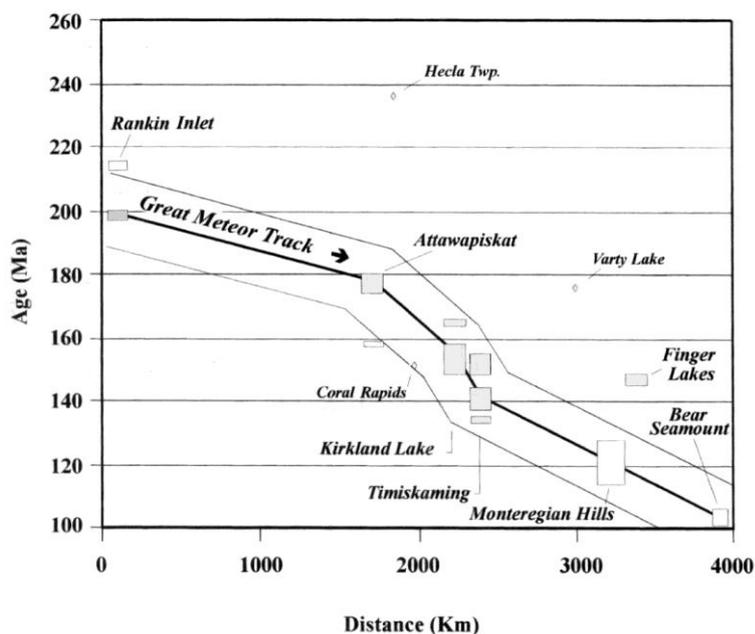


Рис. 1.5. Соотношения между расположением и возрастом кимберлитовых полей восточной части Северной Америки. Точка отсчета расстояния – от кимберлитового поля Rankin Inlet. Континентальная часть пути Горячей Точки изображена предположительно. Залитые

прямоугольники соответствуют отдельным кимберлитовым полям, возраст которых определен U-Pb-методом по перовскиту. Не залитые прямоугольники соответствуют периодам кимберлитовой активности, определенным другими радиологическими методами (например – Rb-Sr и ^{40}Ar - ^{39}Ar по слюде).

Подобная точка зрения подкрепляется данными, в соответствии с которыми на продолжение трассы дрейфа Северной Америки на дне Атлантического океана четко фиксируется цепочкой подводных вулканических построек (рис.1.6).

Какой же вывод из этого следует? Мантийный плюм был в состоянии пробить кору океанического типа, но, находясь под континентальной корой, продуцировал только «булавочные» ее проколы с образованием кимберлитовых трубок. Очевидно, что это различие требует еще своего осмысления.

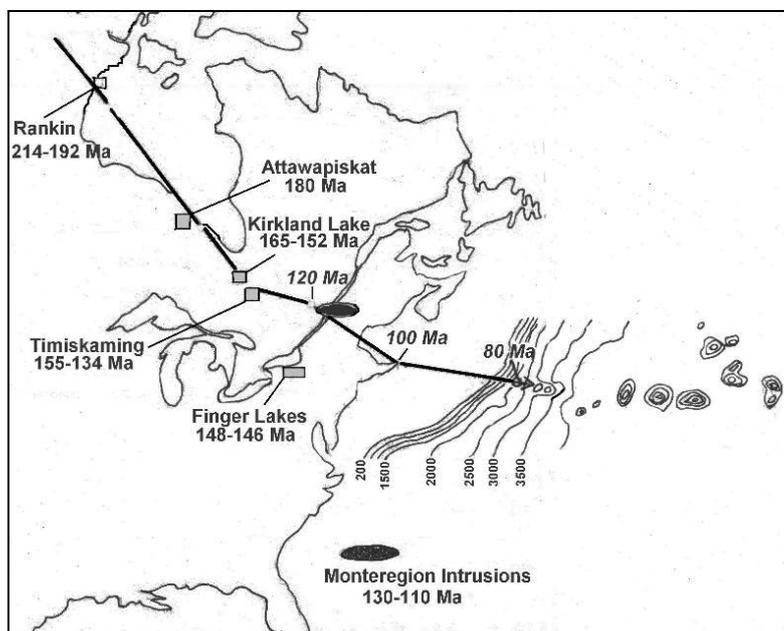


Рис.1.6. Следы дрейфа С. Америки. Составил автор по данным Heaman L.M., Kjarsgaard B.A., 2000, и Карте Атлантического океана.

1.2.7. Рифты и трансформные разломы

Для подавляющего большинства диатрем, в частности кимберлитовых, связь с рифтовыми тектономагматическими процессами не установлена (Никишов и др., 1989). Попытки связать развитие кимберлитового магматизма «с палеорифтовой структурой на континентальной коре» в Сибири или с трансформными (!) разломами в юго-восточном Беломорье (Гринсон и др., 1991) удачными не назовешь. Так, анализ позиции трубчатых тел Ижмозерского поля Зимнебережного алмазоносного района свидетельствует о независимости их положения относительно горст-грабеновых докембрийских структур фундамента (Калмыков и др., 2004). «Данное обстоятельство, - пишут цитируемые авторы, - вполне естественно, так как рифтогенные структуры развивались в рифее и к началу вендского времени закончили свое формирование, о чем свидетельствует практически ровная подошва перекрывающих их вендских отложений. Период же проявления ультраосновного-щелочного магматизма приходится на поздний девон - ранний карбон». Таким образом, предположение о том, что докембрийские структуры каким-то образом «контролировали» размещение позднедевонских кимберлитовых трубок, и в этом районе не подтверждается фактическим материалом.

В равной степени **кимберлитовые зоны индифферентны по отношению к рифтовым зонам Южной Африки**. Несмотря на то, что некоторые кимберлитовые тела попадают в эти зоны, какая-либо генетическая связь между ними и зонами рифтогенеза совершенно не ясна. Более того, внутри архейского кратона линеаменты, связываемые с рифтами, определенным образом никак не влияют на распределение кимберлитов всех известных возрастов (Скиннер и др., 1992).

Не являются убедительными и предположения о связи кимберлитовых полей с продолжением на континентах трансформных океанических разломов (Williams, 1977; Stracke et al, 1979): в геологическом строении суши проекции этих разломов не имеют выражения (Mitchell, 1986).

1.2.8. Упорные сторонники тектонического контроля

Несмотря ни на какие данные, представления о структурном контроле размещения кимберлитовых полей и зон продолжают иметь своих упорных сторонников и в наши дни, что нашло свое отражение на содержании многих докладов, сделанных на конференции «Алмаз-50» в 2004г во ВСЕГЕИ. По мнению многих ее участников, изучение особенностей структурного контроля кимберлитов представляет собой «актуальную и фундаментальную научно-практическую задачу при прогнозировании и поисках месторождений». При этом существование такого контроля мало кем ставится под сомнение. В частности, глубинные гипотетические разломы (не выявленные геолого-геофизическими методами) или еще более проблематичные «зоны их взаимного пересечения» продолжают рассматриваться в качестве одного из основных прогностических факторов в докладах А.С. Барышева (2004), Л.А. Богданова, Д.Ф. Калинина и М.К.Овсова (2004), Ю.К. Голубева, В.И. Ваганова и Н.А. Прусаковой (2004), А.Н. Евдокимова и В.И. Ткаченко (2004) и др. В частности, якутские геологи И.Г. Коробков, Т.Р. Вафин и С.Р. Бессмертный (2004) считают, что наиболее важным прогностическим моментом при выделении разломов является пространственная приуроченность к зонам их влияния (уж если не к самим разломам, так хоть к «зонам их влияния!» - К.Х.) большинства известных кимберлитовых полей. В качестве примера авторы приводят Мирнинское, Верхнемунское, Накынское и Далдынское поля, структурное положение которых, якобы, обусловлено узлами пересечения гипотетических глубинных разломов. Убежденность некоторых геологов в кимберлитоконтролирующей роли разломов настолько велика, что они допускают их существование только как зон повышенной проницаемости **без смещения во вмещающих породах кристаллического фундамента и осадочного чехла** (Андросов и др., 2004). Что это за новая разновидность разломов?

Становится совершенно очевидным, что ориентация поисковых работ на зоны разломов, рифты, авлакогены и прилегающие к ним территории, получившая в последнее время особенно широкое развитие на Восточно-Сибирской и Русской платформах (например, Михайлов, Эринчек, 2004), является ошибочной и бесперспективной. Да, **кимберлитовые поля и зоны МОГУТ БЫТЬ территориально связаны с этими структурами, но уже совершенно ясно, что эта связь не является всеобъемлющей, обязательной и закономерной в глобальном масштабе.**

Выводы по главе 1.2.

Изложенный материал позволяет сформулировать следующее важное правило:

Главная закономерность в размещении диатремовых полей и зон заключается в отсутствии у них универсальных пространственных связей с более древними структурами земной коры, в их независимой (=индифферентной) геологической позиции относительно этих структур.

1.3. Механизм и энергетика образования диатрем

«Совершенно очевидно, что создать законченную теорию происхождения коренных алмазных месторождений невозможно, без представления о способе формирования полости кимберлитовых тел»

И.Н. Кривошлык и А.П. Бобриевич, 1985

В результате какого механизма образуются диатремы, протыкающие земную кору как раскаленная игла кусок мыла? Большинство исследователей кимберлитовой проблемы уклоняются от рассмотрения этого вопроса. И лишь немногие пытаются ответить на него, выдвигая разнообразные, но, в основном, маловероятные гипотезы.

Между тем, проблема образования «иголочных проколов» земной коры является одной из наиболее существенных проблем геологии диатрем и кимберлитов, в частности.

Существующие гипотезы образования полостей диатрем подразделяются на две группы.

Гипотезы первой группы постулируют образование трубчатых полостей одновременно с их заполнителями, т.е. последние и являются причиной формирования трубок. Так, некоторые исследователи считали, что кимберлитовые трубки образовались в процессе протыкания магмой вмещающих пород без участия газовой фазы.

Еще одна гипотеза предполагает образование диатрем в результате диапирового протыкания вмещающих пород холодной пластичной кимберлитовой массой (Михеенко, 1961, 1972). Однако как отмечает С.И. Костровицкий (1973), этому противоречит целый ряд данных: 1) преимущественно прямые углы между слоистостью вмещающих пород и стенками канала трубок; 2) отсутствие милонитизации и расланцевания вмещающих пород в экзоконтактной зоне трубок; 3) отсутствие следов скольжения крупных ксенолитов в кимберлитовой породе; и др.

Гипотеза минерализационного обрушения пыталась объяснить образование диатрем как результат растворения ряда минералов восходящими растворами вдоль субвертикального канала с последующим обрушением вмещающих пород внутрь трубки. КАК образуется этот канал, гипотеза не объясняет.

Большое распространение среди геологов имела гипотеза происхождения кимберлитовых трубок в результате газо-взрывных процессов на большой глубине. Этой гипотезы придерживались наши ведущие специалисты в области алмазной геологии (А.П. Бобриевич, В.В. Ковальский, М.М. Одинцов, П.Е. Оффман, В.С. Соболев, В.С. Трофимов и др.). Однако энергетические расчеты показали, что при допустимой глубине очага взрыва 2 км минимальная энергия его при условии, что разрушительное действие достигнет земной поверхности, должна составлять $4,6 \times 10^{23}$ эргов. При этом минимальный размер радиуса полости корневой части трубки был бы равен 185 м, что совершенно не согласуется с действительными размерами кимберлитовых трубок. Кроме того, одноактный взрыв очага должен был повлечь за собой образование полости, изометричной в горизонтальном сечении независимо от глубины. Изометричность же кимберлитовых трубок резко падает с глубиной. С.И. Костровицкий (1973), выполнивший эти расчеты, пришел к однозначному выводу: **формирование трубок не связано со взрывами, протекавшими в сателлитных очагах.**

Такой вывод в сочетании с необходимостью дать хоть какое-то объяснение происхождению кимберлитовых трубок породил другую гипотезу – гипотезу камуфлетных, т.е. многократных и растянутых во времени, взрывов. Формирование полостей кимберлитовых трубок, якобы, происходило в результате многократного повторения взрывов, фронт которых постепенно приближался к поверхности Земли. Авторам этой гипотезы, С.И. Костровицкому и Б.М. Владимирову (1971) пришлось сделать допущение, что взрывная деятельность развивалась по глубинным разломам, что, как мы убедились выше, не соответствует закономерностям структурного положения кимберлитовых трубок. Гипотеза камуфлетных взрывов была убедительно раскритикована (Михеенко, 1976) и не получила своего дальнейшего развития. Б.М. Владимиров в последствии от этой идеи отказался, признав независимость расположения кимберлитовых полей и зон от глубинных разломов (Владимиров и др., 1990).

В настоящее время многие специалисты считают, что комплекс геолого-петрографических данных свидетельствует не только против формирования кимберлитовых трубок в результате мощного одноактного взрыва, но и против взрывного механизма их образования вообще (естественно, что это не касается верхней, раструбовой, части трубок, взрывное происхождение которой как будто не вызывает особых сомнений).

В последнее время популярностью пользуется гипотеза образования трубок за счет проникновения в литосферу раскаленных газов в надкритическом состоянии. Однако как уже неоднократно отмечалось выше, остается непонятным, каким образом эти газы, не используя существующие глубинные разломы, протыкают земную кору по принципу «раскаленного гвоздя». А ведь мощность земной коры в Якутии составляет не менее 25 км!

Гипотезы второй группы развивают идею о том, что формирование диатрем происходит в 2 этапа, тесно связанных друг с другом во времени: **сначала** в результате каких-то эндогенных процессов были образованы трубчатые полости, которые уже **после**, на втором этапе, были заполнены поднявшимся из глубины магматическим расплавом.

Так, В.В. Ковальский, К.Н. Никишов и О.С. Егоров (1969) отмечали, что при образовании кимберлитовых трубок факт начального прорыва газовой фазы является бесспорным. «Мгновенный, обусловленный взрывом прорыв осадочного чехла при образовании трубок взрыва является обязательным условием сохранения алмазов в очаге. На втором этапе происходит заполнение трубки вязкой охлажденной магмой». Движение кимберлитовой магмы к поверхности, считают авторы, происходит с неодинаковой скоростью: она выше у магмы в центральной части трубки, где выше температура и меньше вязкость.

Эта же модель использована и В.А. Милашевым (1984): по его версии на **1-ом этапе** происходит разработка полости диатремы и ее раструба под действием потока сильно сжатых и нагретых до высоких температур газов. На **2-ом этапе** полости заполняются туфобрекчиями, эруптивными брекчиями и продуктами застывающего магматического расплава с захваченными им блоками и обломками вмещающих пород. Подобная точка зрения в настоящее время получила максимальное количество своих сторонников и отражена во многих публикациях.

Остановимся более детально на рассмотрении вопросов, связанных с процессами первого этапа. Его необходимо, в свою очередь, подразделить на два подэтапа: а) **образование сквозного канала** от магматического очага до поверхности Земли; б) **разработка образованного канала**, образование раструба диатремы, и заполнение ее магматическим расплавом.

Наиболее сложным представляется вопрос, каким образом раскаленные газы пробивают себе путь сквозь земную кору? Решение этого вопроса возможно и не было бы сложным, если бы диатремовые поля имели бы линейную конфигурацию и обнаруживали бы территориальную общность с глубинными разломами земной коры.

Модель пробоя земной коры восходящими потоками раскаленных газов не выглядит убедительной даже при допущении существования гипотетических зон повышенной трещиноватости и проницаемости. Вот, как представляет себе этот процесс В.А. Милашев (1984): поток газов производит дробление монолитных кусков горных пород «в результате соударений»; расчленение вмещающих толщ по трещинам практически не требует затрат энергии: «ограниченные трещинами куски пород свободно выпадают из стенок жерла, а отваливающиеся глыбы даже при легком ударе или попадании в стремительно восходящий поток газов рассыпаются по секущим их трещинам на мелкие обломки».

Представляется, что подобный механизм вполне реален для процесса формирования раструба диатремы, но кажется малоубедительным, если речь идет о предшествующем процессе – «просверливании» земной коры, в результате которого должна образоваться диатремовая полость. С учетом этого обстоятельства, а так же – громадных давлений, под которыми находятся породы в недрах земной коры, сам процесс образования жерла в результате «выпадания кусков» представляется нереальным. Особенно это касается тех разрезов вмещающих трубки пород, в которых присутствуют силлы крепких монолитных и изверженных пород – долеритов, базальтов или диабазов – мощностью до первых сотен метров: строение полости диатрем показывает, что эти породы не служили препятствием для формирования полости трубки и «прокальвались» так же легко, как и осадочные породы.

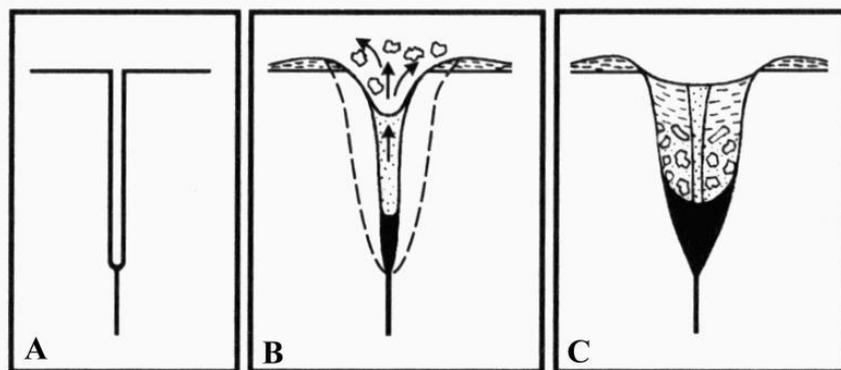


Рис.1.7. Двухэтапная модель формирования диатрем по В.А. Милашеву (1984).

На рис.1.7 демонстрируется модель формирования трубки взрыва, которую предложил В.А. Милашев (1984). На первом этапе (А) «в результате прорыва **газового потока** и

ударно-абразионного эффекта захваченных им твердых частиц» сформировалась полость диатремы. На втором этапе (В, С) происходит ее разработка и заполнение расплавом. Конечно же эта модель предполагает наличие разрывного нарушения в земной коре под каждой трубкой, что входит в глубокое противоречие с имеющимся фактическим материалом. Сам же автор этой модели во многих своих работах отмечает, что эти гипотетические нарушения часто не диагностируются при геологических наблюдениях и далеко не всегда прослеживаются с помощью геофизических методов (Милашев, 1984, 2000 и др.). Таким образом, предлагаемая им модель, с одной стороны, представляется совершенно верной (образование полости на первом этапе), а с другой – крайне неправдоподобно и надуманно объясняет механизм образования этой полости. Есть только одна категория исследователей, с выводами которых невозможно не согласиться: они честно признаются в том, что не понимают, как образуются диатремовые трубки. Так, известные сибирские геологи В.В. Ковальский, К.Н. Никишов и О.С. Егоров (1969, с.18), говоря о мелких кимберлитовых телах, размером от 10х20 до 100х150 м, с ксенолитами пород фундамента на территории Суханского прогиба (между Анабарским щитом и Оленекским поднятием), признаются в следующем: «Механизмы прорыва минимум 4-километровой толщи чехла такими мизерными жерловыми каналами с позиции современных представлений механики и термодинамики оказываются совершенно необъяснимыми».

Существуют и некоторые другие гипотезы формирования полостей диатрем – флюидизации, фреатомагматической или «гидровулканической» (превращение подземных вод в пар под воздействием поднимающейся магмы), но они так же не в состоянии объяснить механизм образования первичной полости диатрем. Как справедливо отмечает В.И. Ваганов (2000), ни одна предложенная к настоящему времени модель не объясняет адекватно все особенности строения диатрем, и ставит вопрос: может быть такой единой модели не существует в принципе?

Однако для того, чтобы разобраться в этом вопросе, нужно было бы рассмотреть ВСЕ имеющиеся модели образования диатрем. Геологи-алмазники в силу своей некомпетентности или псевдонаучного скептицизма не рассматривают еще одну модель, которая блестяще объясняет все разнообразие геологических особенностей трубок взрыва. Это модель электроразрядного механизма образования диатрем. Ее то мы и рассмотрим во второй части нашей книги.

Вывод по главе 1.3.

Анализ теоретических построений, касающихся условий образования диатрем, показывает, что наряду с выявленными важными закономерностями их локализации (отсутствие обязательной связи с магмоподводящими разломами) сам процесс образования жерл, по которым в дальнейшем внедрился магматический расплав, не имеет убедительных объяснений.

1.4. Является ли мантия источником кимберлитовых расплавов?

Существует широко распространенное мнение о связи диатрем, в частности - кимберлитовых, с магматическими очагами мантийного происхождения. Считается, что протокимберлитовая магма формировалась на глубинах 150-200 км, после чего «магматический диапир» всплывал к подошве земной коры, образуя промежуточный

«протокимберлитовый» очаг, из которого магма уже интродировала на дневную поверхность. Как обосновываются подобные представления?

На 23-ей сессии Международного Геологического Конгресса в 1968г. точку зрения сибирских геологов по этому вопросу изложил ведущий сибирский геолог М.М. Одинцов (1968): «Кимберлиты являются представителями тех редких типов вулканических пород, кристаллизация которых происходила в условиях высоких давлений и температур. По экспериментальным данным и геологическим наблюдениям термодинамическая область кристаллизации... оценивается: для алмаза – $P = 45$ кбар, $T = 1700^{\circ}$, для пироба – $P = 19$ кбар, $T = 1300^{\circ}$. Принимая во внимание тот факт, что кимберлиты формируются в платформенных структурах, где давление только литостатическое, заложение магматических очагов правомерно будет отнести в пределы верхней мантии, на глубину не менее чем 150 км».

Однако академик В.С. Соболев (1960) высказывал диаметрально противоположную точку зрения: «При рассмотрении величины давления на той или иной глубине большинство исследователей склонно допускать, что оно полностью определяется давлением нагрузки вышележащих пород. При этом совершенно игнорируется тот факт, что метаморфизм с образованием таких минералов, как дистен, происходил на глубине меньше 25 км, а часто и гораздо меньше – 2-3 км. Таким образом, можно считать установленным, что на небольших глубинах могут возникать давления свыше 10000 атм, которые более чем в 10 раз превышают соответствующее давление нагрузки. Представления о широких колебаниях давления на одной и той же глубине (Соболев, 1949) являются сейчас уже не гипотезой, а несомненным фактом. Очевидно, глубина определяет некоторый минимум давления, близкий не к весу столба пород, а к весу соответствующего столба воды, и некоторый максимум, причем интервал между максимумом и минимумом весьма велик. Для обычной зоны метаморфизма (глубина 25 км) этот максимум давления определяется цифрой 20 000 атм.

В соответствии с указанным фактом теряют свое значение и все рассуждения об очень большой глубине кимберлитовых очагов. Хотя они и являются более глубокими, чем очаги трапповой магмы, эта глубина не особенно велика и, во всяком случае, гораздо меньше, чем это может быть рассчитано по давлению нагрузки. В противном случае такое незначительное количество магмы, конечно же, не смогло бы достигнуть земной поверхности при сохранении достаточно высоких давлений».

Несмотря на эти выводы одного из столпов отечественной геологии, представления 60-ых годов о том, что в земной коре необходимые термодинамические параметры для образования кимберлитов существовать не могли, сохранились и до настоящего времени. Как справедливо указывает А.С. Варлаков (1978), такая точка зрения является источником парадоксальной ситуации, которая заключается в том, что в районах развития разломов, достигающих наиболее глубинных частей Земли, т.е. в геосинклиналях и на океаническом дне, кимберлиты отсутствуют, а на платформах имеют широкое развитие.

Рассмотрим эту проблему более детально.

1.4.1. Дефицит магматического расплава

Самое главное возражение против мантийного происхождения кимберлитов, на мой взгляд, связано с дефицитом магматического расплава в диатремах, количества которого

часто не хватает даже для того, чтобы заполнить канал до поверхности Земли. Вполне логичным было бы ожидать, что будь источником газовых потоков мантийный плюм или гипотетический промежуточный магматический очаг, прорыв газов в пределах одного канала привел бы к интенсивной его разработке и дальнейшей активной вулканической деятельности, сопровождающейся поверхностным излиянием магмы. Об этом, в частности, пишет и известный исследователь кимберлитов Д. Доусон (1983): **«Продукты зонной плавки мантии должны быть проявлены более широко и в больших количествах, что не соответствует наблюдаемым незначительным объемам кимберлитов и других редких типов калиевых пород...»**

Действительно, ничего подобного в диатремовой геологии не отмечается. Дефицит магматического расплава однозначно указывает на какой-то триггерный анатексис, а различия геохимического состава пород даже в соседних диатремах позволяют предполагать узлокальный характер этого процесса, присущего каждой диатреме в отдельности.

1.4.2. Промежуточные очаги

Большое количество фактов, свидетельствующих против глубинного (мантийного) происхождения кимберлитов привело к появлению гипотезы об их образовании в близповерхностных условиях (на глубинах 3-4 км) за счет промежуточных магматических очагов под платформенным чехлом. Эта гипотеза могла бы объяснить многие из зафиксированных особенностей состава кимберлитов, отмеченных выше. Однако как отмечает В.А. Милашев (1990), ни у выработанных до корней трубок (“Кимберли”, “Дебирс” и др., ЮАР), ни у диатрем, прослеженных на сотни метров ниже подошвы осадочного чехла (трубка “Харахта” в Якутии и многие африканские диатремы), не обнаружено каких-либо признаков промежуточных магматических очагов, которым по этой гипотезе отводится главная роль в образовании трубок взрыва. Однако и этот довод вряд ли можно признать серьезным – ведь до границы коры и мантии ни одна скважина, естественно, не добурилась, и кто знает, что имеет место на этой глубине? К тому же, геофизические данные последних 15-ти лет указывают на существование аномально неоднородных верхов мантии (Клименко, 1991), промежуточного слоя между мантией и корой (Гринсон, 1997) или транскоровых и корово-мантийных структур (Караев и др., 2004) под кимберлитовыми полями. Однако и эти данные нельзя признать убедительными, если находиться на позициях глобальной тектоники плит: ведь за прошедшие десятки и сотни миллионов лет континентальные плиты в результате дрейфа могли отойти на сотни и тысячи километров от тех участков мантии, с которыми могли быть связаны кимберлитовые расплавы.

1.4.3. Подтверждают ли петрографические особенности кимберлитов версию их мантийного происхождения?

Несмотря на то, что рассмотрение особенностей петрографического состава кимберлитов и родственных им пород не являлось предметом серьезного изучения со стороны автора, нельзя не прокомментировать некоторые особенности этого состава и их интерпретацию. Откровенно говоря, господствующие в наши дни представления геологов о происхождении кимберлитовой магмы из верхней мантии Земли плохо вписываются в гипотезу происхождения кимберлитов, которую поддерживает и развивает автор и о которой читатель

узнает во второй части книги. Поэтому в настоящей главе особое внимание будет уделено представлениям тех исследователей, которые не согласны с мантийной гипотезой и предлагают альтернативные решения проблемы.

На чем основаны господствующие в наши дни представления геологов о происхождении кимберлитовой магмы из верхней мантии Земли? С точки зрения некоторых из них, общепринятая мантийная гипотеза основана лишь на догадках и сомнительных теоретических обоснованиях, не подкрепленных никаким фактическим материалом. Предположения о том, что ксенолиты, родственные по составу кимберлитам (ультраосновные породы, эклогиты), представляют собой отторженцы верхней мантии, не выдерживает критики - ведь на больших глубинах следует ожидать процессы течения вещества в твердом состоянии, почти исключая возможность образования обломков в мантийных породах (Волохов, 1972; Трофимов, 1980:).

На примере трубок взрыва Чешского Среднегорья (Кореску, 1971), имеющих в своем составе ксенолиты мантийных пород - пироповых перидотитов, пироксенитов и эклогитов, не остается сомнений в том, что эти породы входят в состав архейского кристаллического фундамента, прорываемого диатремами. Как отмечает В.С. Трофимов (1966) особенности разреза вмещающих трубки пород заключаются в присутствии в нем горизонта серпентинизированных пироповых перидотитов с пироксенитами и эклогитами среди гранулитов, гнейсов и мигматитов кристаллического фундамента. «Существование этого горизонта, - пишет он на с. 144, - представляет большой интерес, так как однозначно решает вопрос о происхождении ксенолитов перидотитов и эклогитов, встречающихся в некоторых трубках взрыва. Ведь до последнего времени ряд исследователей (Бобриевич, Соболев, 1962; Соболев, 1960) утверждал, что ксенолиты этих пород являются отторженцами пород верхней мантии, пришедшими с больших глубин».

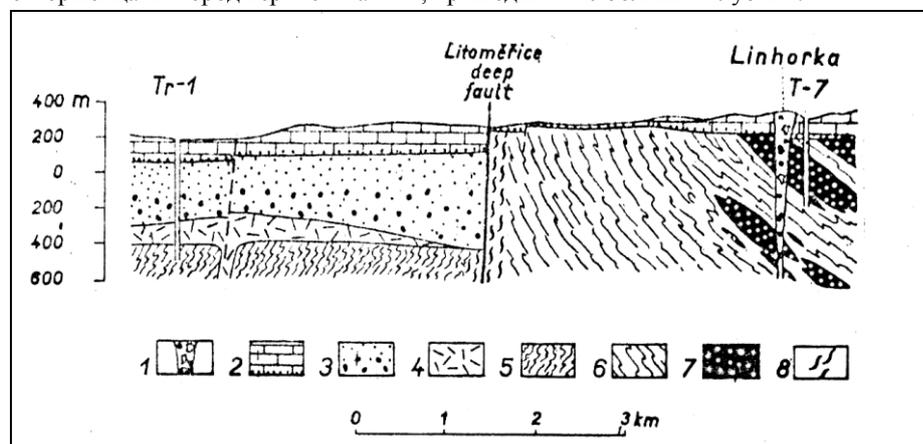


Рис.1.8. Геологический разрез через северный (Крушне горы) и южный (Тепла-Баррандиан) регионы к югу от диатремы Лингорка (Кореску, Sattran, 1966).

1 – пироп-содержащие базальтовые брекчи в трубке; 2 – верхний мел (сеноман – турон) - платформенные осадки с пироп-содержащими сеноманскими песчаниками в основании; 3 – верхний карбон – песчаники, содержащие пироп в базальной части; 4 – эффузивные кварцевые порфиры; 5 – филлиты, слюдяные сланцы, гнейсы (метаморфизованные

протерозойские породы в южном тектоническом блоке); 6 – гранулиты, гранулитовые гнейсы, мигматиты, гнейсы (метаморфические породы в северном тектоническом блоке); 7 – серпентинитизированные пироксен-пироповые перидотиты; 8 – милониты.

Таким образом, приведенный пример, бесспорно, доказывает, что:

бывшие мантийные породы могут не только входить в состав нижней части земной коры, но и присутствовать среди кислых пород ее гранитного слоя в виде силлов; пиропы в заполнителях диатрем могут иметь ксеногенное происхождение и не являться спутниками алмаза;

Из этого следует самое главное, на мой взгляд, заключение: **присутствие мантийных пород в заполнителях диатрем не является однозначным указанием на их мантийное происхождение.**

Против мантийного происхождения кимберлитов свидетельствуют также следующие доводы (по Михеенко, 1977; Варлакову, 1978; Франценсон, 1968):

- необычно большая для изверженных пород изменчивость химического состава;
- округлая форма валунов и галек у ксенолитов пород глубинного происхождения;
- округлая форма и неоплавленная поверхность зерен оливина, пироба, хромдиоксида, пикроильменита, циркона;
- постоянное преобладание окисного железа над закисным и калия над натрием;
- присутствие кимберлитов в пределах платформ и отсутствие их в геосинклиналях, т.е. в районах развития глубинных разломов, достигающих наиболее глубинных частей планеты;
- резкая изменчивость состава нексеногенной части кимберлитовых трубок, расположенных даже в пределах одного поля (объяснение этой особенности неоднородностью мантии представляется малоубедительным);
- наличие двух или более генераций одних и тех же минералов, указывающих на формирование кимберлитов в сложных изменяющихся термодинамических и физико-химических условиях, что трудно предположить для глубинной обстановки;
- присутствие в некоторых кристаллах алмаза включений коэсита, указывающих на наличие в кимберлитовой магме свободного кремнезема, кристаллизующегося в протемагматическую стадию;
- наличие включений различных минералов в кристаллах алмаза (граната, оливина, графита, пироксена, хромшпинелидов, пирротина, пентландита, магнетита, циркона, рутила, ильменита, санидина, кварца, кианита и др.), свидетельствующих о том, что кристаллизация большинства минералов началась до появления алмазов, возможно на несколько сот миллионов лет ранее; эволюция магматического очага шла в направлении роста давления, по достижению определенной величины которого начиналось выделение алмазов (если необходимые давления не были достигнуты, то и кимберлиты оказывались не алмазоносными);
- изменчивость состава ильменита, делающая маловероятным его генетическое родство с породами перидотитового слоя;
- свидетельства в пользу корового, а не подкорового - мантийного, положения эклогитов и гранатовых перидотитов, захваченных в виде ксенолитов кимберлитовой магмой.

Этот список доводов против мантийного происхождения кимберлитов является далеко не исчерпывающим. В работе А.С. Варлакова (1978) приводится целый ряд и других убедительных аргументов. К последним, несомненно, принадлежит и факт закономерного уменьшения содержания алмазов в кимберлитовых трубках по направлению сверху вниз, что достаточно убедительно показано Ф.Ф. Брахфогелем (1984) на примере Якутских и Южно-Африканских кимберлитовых провинций. Ранее на эту явную закономерность указывал М. Барде (Barde, 1977). В последнее время появились данные об уменьшении алмазоносности кимберлитов в трубке Удачная-Западная (Барашков, Алтухова, 2003). Естественно, что в случае мантийного происхождения кимберлитов такой закономерности не должно было быть.

С точки зрения Д. Доусона (1983) очень ограниченный объем кимберлитов указывает на то, что эта порода является или конечным остаточным продуктом длительного процесса фракционирования, или **продуктом очень незначительной по объему частичной выплавки**, что может иметь место при анатексисе.

Интересные данные, указывающие на первично-осадочную природу кимберлитов, привел В.И. Михеенко (табл.1.2).

Таблица 1.2

Сравнение отношений окисного и закисного железа, калия и натрия в кимберлитах и других породах (по В.И. Михеенко, 1977, с дополнениями)

Породы	Число		
	анализов	Fe ³⁺ / Fe ²⁺	K/Na
КИМБЕРЛИТОВЫЕ ПОРОДЫ	6	1,8	1,8
Кимберлиты трубки “Мир”, Якутия			
Кимберлиты Якутии	623	1,7	2,2
То же	339	1,7	1,5
Кимберлиты Вост. Сибири и Южной Африки	970	1,9	1,8
ОСАДОЧНЫЕ ПОРОДЫ			
Глины		2,0	2,7
Субокеанические осадки		7,4	1,9
Осадочные породы вообще		1,7	2,0
МАГМАТИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ			
Дуниты	10	0,14	0,5
Перидотиты	23	0,23	0,5
Щелочные базальты и долериты	96	0,3	0,4
Эклогиты алмазоносные	5	0,4	0,2
Магматические породы вообще		0,7	0,6
Дополнение.			
Породы	Число	Fe ₂ O ₃ /FeO	K ₂ O/Na ₂ O
	анализов		
Кимберлиты Сибири (Илупин и др., 1990)	464	2,1	7,3

Данные, приведенные в этой таблице, красноречиво свидетельствуют в пользу точки зрения В.И. Михеенко о том, что кимберлиты образовались за счет осадочных пород. Для объяснения этого обстоятельства ему пришлось прибегнуть к маловероятной, на наш взгляд, гипотезе, согласно которой кимберлит сначала образовался как аллювий в дельтах крупных рек, а позже был выжат по трещинам растяжения вверх; кимберлитовая порода, по его мнению, это осадочно-тектоническая брекчия; контуры группового расположения кимберлитовых трубок отражают размеры площадей погребенных речных дельт.

Для объяснения установленной закономерности в соотношении указанных в таблице элементов представляется более правдоподобной точка зрения, согласно которой кимберлиты являются не продуктами недифференцированной мантии, а образовались в результате контаминации магматическим расплавом корового материала (Илупин и др., 1974). В пользу этого свидетельствует целый ряд особенностей их минералогического и химического состава, указывающего на гетерогенный, гибридный, характер геохимической специализации этих пород. (Здесь было бы интересно сравнить состав кимберлитов, прорывающих осадочный чехол, с одной стороны, и фундамент без чехла, с другой - имеются ли различия в геохимической характеристике?)

В пользу первично-осадочного состава кимберлитовых и лампроитовых пород высказываются и некоторые другие исследователи.

Так, сибирские геологи А.Д. Харьков, В.В. Зуенко, Н.Н. Зинчук и др. (1991) считают, что мантийная гипотеза образования кимберлитов явно противоречит имеющимся фактам: среди известных включений мантийных пород в кимберлитах (ксенолитов эклогитов, перидотитов и др. пород) отсутствуют разности, прямое плавление которых могло бы дать кимберлитовую магму. Чем же сложен сам расплав, которому приписывается мантийное происхождение? В одном случае, отмечают авторы (трубка «Обнаженная» Верхнемунского района), это - изотропная серпентиновая масса с примесью карбонатов. Серпентин, вероятно, развит по **вулканическому стеклу**. А более основные компоненты мантии, по их мнению, принимали незначительное участие в образовании кимберлитового расплава этой трубки. Они вынесены вверх в виде обломков без существенного плавления, что в очередной раз указывает на **принадлежность этих бывших мантийных пород земной коре** в момент образования трубки.

О.Г. Сорохтин, Ф.П. Митрофанов и Н.О. Сорохтин (1996, 2004), как и В.И. Михеенко, считают, что кимберлиты образовались из первично осадочных пород протерозойского возраста и что такие элементы, как углерод, фосфор, азот, большинство литофильных элементов (Li, B, F, Ti, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Cs, Ba, Ta, Pb, Th, V), вода и другие флюиды имеют не мантийное, а первично-осадочное экзогенное происхождение. По их данным, об этом же свидетельствуют:

высокие концентрации и спектры редкоземельных элементов;

отношение калий/натрий (на которое обращал внимание В.И. Михеенко), торий/уран;

изотопы водорода, кислорода, серы и стронция;

газово-жидкие включения в алмазах (H₂O, H₂, CH₄, CO₂, CO, N₂, Ar, C₂ H₄ и даже спирт C₂ H₅ OH); сдвиги изотопных отношений углерода в кристаллах алмазов с очевидными «биогенными метками».

Для объяснения всех этих «странных» обстоятельств указанные авторы прибегают к теории литосферных плит: кимберлиты и родственные им породы, считают они, образовались из осадочных пород, подвинутых в результате дрейфа под другую литосферную плиту и достигших глубин 200-250 км. Именно на этих глубинах по существующей официальной версии, и должны были существовать необходимые условия для выплавки кимберлитов (температура 1200-1300°, давление 30-40 кбар).

Таким образом, цитированные авторы с помощью своей модели объясняют целый ряд особенностей образования кимберлитов, но при этом, как и большинство других исследователей этого вопроса, не учитывают возможность образования кимберлитового расплава на небольших глубинах в пределах континентальной коры в результате анатексиса, когда могут возникать необходимые (теоретически вычисленные) высокие значения и давления, и температуры.

1.4.4. Тектоническая природа кимберлита

Гипотеза о тектонической природе кимберлитов была предложена академиком А.В. Пейве и его коллегами (1976). Суть ее заключается в следующем.

Предполагается, что на первой стадии кимберлит представляет собой своеобразный тектонит по метаморфическим породам ультраосновного состава (что подтверждается корреляцией валового состава кимберлитов и глубинных включений). При его образовании и образуются «окатыши», погруженные в газонасыщенную серпентинитовую массу. Ксенолиты мантийных пород происходят не из мантии, а из нижних частей земной коры, которую эти бывшие мантийные породы образуют. Авторы полагают, что в результате дрейфа крупных континентальных масс под ними существует субгоризонтальная тектоническая поверхность, в зоне которой в одних случаях образуется кимберлит-тектонит, а в других генерируется магма.

Кимберлит-тектонит формировался не в глубоких горизонтах мантии, а в подошве земной коры. Тектонит был пластичным, флюидизированным и достаточно разогретым и мог внедряться по локальным зонам растяжений в более высокие горизонты коры. Магматические выплавки, флюидизация и серпентинизация ультрабазитов вблизи границы коры и мантии снижают вязкость и сильно уменьшают плотность горных пород, что является важным условием не только для дрейфа твердых материковых плит и рифтообразования, но и для внедрения в земную кору кимберлитовых брекчий. К гипотезе А.В. Пейве я еще вернусь по мере изложения материала, так как она очень правдоподобно, на мой взгляд, объясняет целый ряд особенностей кимберлитов.

1.4.5. Зоны анатексиса

Анатексисом называется процесс, ведущий к расплавлению твердых горных пород и их превращению в магму *in situ* (на месте образования). Насколько известно автору, соображения о происхождении кимберлитовых диатрем в результате анатексиса впервые в отечественной литературе были высказаны сибирскими геологами В.В. Ковальским,

К.Н. Никишовым и О.С. Егоровым (1969). В цитируемой работе они отмечали, что «мощные скачки давления и температуры могут иметь место в особых локальных очагах в результате взрыва газовых смесей. Это – так называемый анатексис...».

Зона анатексиса как раз и может представлять собой тот самый «промежуточный очаг», существование которого предполагалось многими исследователями кимберлитовой проблемы. Положение этого очага внутри земной коры или на границе последней с мантией и объясняет все особенности состава кимберлитовых и родственных им пород. Напрашивается и следующее предположение: **чем выше от границы с мантией находится зона анатексиса, тем более кислый состав имеют заполнители трубков.**

1.4.6. Условия образования алмазов

Совершенно очевидно, что проблема образования кимберлитовых трубок тесно связана с условиями образования алмазов, в связи с чем необходимо специально остановиться и на этом вопросе.

Для образования кристаллов алмаза необходимы катализаторы, в частности – соединения никеля и хрома, которые широко применяются при получении искусственных алмазов. При этом давление и температура для кристаллизации алмазов может иметь более заниженные значения по сравнению с теоретическими. Мощные скачки давления и температуры могут иметь место в особых локальных очагах в результате взрыва газовых смесей, то есть в результате анатексиса (Ковальский и др., 1969). «Возможность образования алмазов под действием ударной волны, то есть при взрывах, является принципиально доказанной и теоретически, и экспериментально» (там же, с.265). А В.Л. Масайтисом и его коллегами (1998) алмазы ударного происхождения были обнаружены в составе импактитов Попигайской астроблемы.

На примере известных алмазоносных провинций Земного Шара установлена приуроченность алмазоносных кимберлитов к зонам повышенной концентрации органики в осадочной толще земной коры и сопредельных с нею трещиноватых участках фундамента. Такая закономерность является веским доводом в пользу генетической связи алмазов с органическим углеродом, содержащимся во вмещающих очаг породах. В процессе взрывов возникает термодинамическая обстановка, обеспечивающая переход свободного углерода в его кристаллическую разновидность – алмаз. Подобный механизм образования алмазов, продолжают авторы, хорошо увязывается с экспериментальными данными. **Скорость роста кристаллов алмаза при определенных условиях достигает 1мм/с (!!!)** (Варшавский, 1968). Графически процесс образования алмазов можно выразить в виде восходящей ломанной кривой, на которой участки падения температуры и давления соответствуют промежуткам между взрывами, когда может происходить частичное растворение кристаллов алмаза. Такой термодинамический характер процесса хорошо объясняет наличие в кристаллах алмазов слоев растворения и роста при преобладании последних (Ковальский и др., 1969).

Однако, несомненно, присутствие в кимберлитах ксеногенных алмазов, образовавшихся за многие десятки или сотни миллионов лет до трубок. Такие алмазы присутствуют в породах, действительно образовавшихся из мантии, но к моменту формирования трубок образующих нижнюю часть земной коры. Это так называемые эклогиты, часто

содержащие кристаллы алмазов. Образование последних имело совсем другой механизм по сравнению с алмазами, образовавшимися по ходу формирования кимберлитов.

В.Г. Васильев и его соавторы (1961), возражая против мантийного происхождения алмазов, считают, что огромные давления, необходимые для образования алмазов, могли возникать в земной коре лишь локально вследствие взрывов в камерах, расположенных частично или полностью среди карбонатных осадочных пород, содержащих битумы. Конечно же, эта гипотеза легко уязвима для критики, так как алмазоносные кимберлиты могут быть расположены и среди кристаллических пород (как например в Канаде), хотя и в них на глубине можно ожидать скопления неорганических углеводородов.

Р.М. Слободской (1981, с.111), изучавший элементарноорганические соединения в магматических породах, уверенно заявил следующее: «...современные теоретические и экспериментальные данные прямо говорят о принципиальной возможности образования алмазов в метастабильной области, то есть при таких температурах и давлениях, которые характерны для коровых условий. Сейчас уже нет оснований полагать, что формирование алмазов – исключительно привилегия мантии...».

Этот вывод поддержала Л.И. Лебедева (1989), которая детально проанализировала все имеющиеся данные по геологии и вещественному составу кимберлитов и пришла к однозначному выводу о принципиальной возможности кристаллизации алмазов в коровых условиях.

Для понимания условий образования алмазов решающее значение имеют способы получения их синтетических аналогов. Известно два принципиально различных способа – стационарный и импульсный. Первый из них заключается в превращении углеродсодержащих веществ в алмаз в результате создания огромных давлений (до 100-120 кбар) и температур (около 3000 К) (Верещагин, 1982). Второй способ связан с превращением графита в алмаз при тех же значениях давления и температуры, но **в результате пропускания через графит импульса тока большой силы, возникающего при замыкании батареи конденсаторов на графитный нагреватель. Продолжительность электрического импульса при этом составляла несколько десятков миллисекунд** (там же, с.25). Речь идет об исследованиях американца Ф. Банди (Bundy, 1970), сотрудника фирмы «Дженерал электрик», который в 1970 году запатентовал новый способ получения искусственных кубических и гексагональных алмазов путем импульсного нагрева за счет практически **мгновенных электрических разрядов, пропущенных через графит** (Дигонский, 1992), при этом достигалась температура свыше 2500° С. Обращаю внимание читателя на эти данные, поскольку они имеют решающее значение для понимания «новых идей об образовании кимберлитов и алмазов», изложенных во второй части книги.

Очень важное значение для установления истинной картины образования природных алмазов имеют данные о синтезе алмаза в присутствии катализаторов, из которых основным является железо. При таких условиях необходимые для синтеза давление и температура понижаются соответственно до 47 кбар и 1290° С. Образование алмаза происходит в этом случае в результате перестройки кристаллической решетки при каталитическом действии железа (Верещагин, 1982, с.53 – 54).

Как пишет академик Н.Н. Верещагин в цитируемой работе, «возникает вопрос о сопоставлении синтеза алмаза в природных условиях с лабораторными... Есть серьезные основания предполагать, что **в природе давление образования алмаза было много меньше, чем в лабораторных условиях (~15-30 кбар)**». При этом, синтез алмаза из газовой фазы (например, метана) может иметь место при более низких давлениях, чем синтез из графита.

Как эти данные согласуются с результатами исследования природных алмазов? Изучение включений в кристаллах алмаза показало, что самым большим распространением среди них пользуются соединения железа, а именно – сульфиды, в количественном отношении преобладающие над минералами класса окислов и силикатов (Буланова и др., 1990). По мнению цитируемых авторов, присутствие сульфидного расплава оказывает положительное влияние на процесс роста природных алмазов. Таким образом, при образовании природных алмазов в сложной сульфидно-силикатной системе особая роль отводится сульфидному расплаву как среде, в которой возможно существование переходных металлов, катализирующих процесс зарождения и роста алмаза. Сульфидный расплав или отдельные компоненты сульфидной системы играют в процессе природного алмазообразования роль, адекватную роли металлического расплава в процессе синтеза природных алмазов. Однако, несмотря на полученные результаты и данные Н.Н. Верещагина о низких значениях давления и температуры, необходимых для образования алмаза в присутствии катализаторов, Г.П. Буланова и ее коллеги все-таки придерживаются идеи о его мантийном происхождении.

Против подобной интерпретации свидетельствуют и данные целого ряда минералогов о возможности образования алмаза **в процессе** формирования кимберлитовых трубок (Галимов, 1981; Слободской, 1981; и др.). Эти данные были обобщены в работе Л.И. Лебедевой (1989) и отразили возможный механизм алмазообразования как сочетание целого ряда процессов (ликвации, кавитации, флюидизации), возникающих в неравновесном газонасыщенном быстротекущем кимберлитовом расплаве-флюиде при его движении через канал переменного сечения. Алмазы могут образовываться на любом участке этого канала, включая его прохождение через осадочный чехол. Таким образом, образование алмазов вовсе не является исключительной привилегией мантии – они могут образовываться и в коровых условиях, на существенно меньших глубинах.

В пользу такой точки зрения, в частности, свидетельствуют и данные о своеобразии алмазов в каждой кимберлитовой трубке по морфологическим признакам, окраске, изотопному составу и набору изоморфных примесей. К выводам о кристаллизации алмаза непосредственно в магматических очагах приводят и другие данные: широкое распространение включений типа «алмаз в алмазе», различия в химическом составе одноименных минералов из включений в алмазе и слагающих алмазоносные породы и др. (Гаранин и др., 1991). Вывод, который делают цитируемые авторы в результате анализа всех имевшихся в их распоряжении данных, сводится к следующему: **в кимберлитовых трубках присутствуют два типа алмаза – ксеногенный и фенокристаллический**. Этот вывод подкрепляется и результатами определения абсолютного возраста алмаза из различных кимберлитовых трубок, где он, с одной стороны, существенно древнее возраста кимберлитов (трубки Финш и Кимберли, ЮАР), а с другой – соответствует

возрасту этих пород (Премьер, ЮАР; Эллендейл, Австралия). Возможен и третий вариант: дорастание мантийных зародышей алмаза из кимберлитовых расплавов в земной коре.

Выводы по главе 1.4.

Итак, существующие представления как о глубинах зарождения и дифференциации кимберлитовых расплавов, так и о механизме формирования алмазов допускают их немантийную природу. А установленная опытным путем возможность синтеза алмаза в условиях электрического разряда, то есть в течение очень коротких, практически мгновенных, промежутков времени, неизбежно вызывает вопрос: а почему бы такому механизму не иметь места и в природных условиях? И не он ли является причиной анатексиса?

1.5. Абсолютный возраст

Как отмечали еще более 30-ти лет назад Б.И. Прокопчук, Е.В. Франценсон и Ф.В. Каминский (1973), многочисленные радиологические определения возраста кимберлитовых пород калий-аргоновым методом давали сильно завышенные результаты. Причина этого, по их мнению, заключается во внедрении избыточного радиогенного аргона в решетку минералов кимберлитовых пород. В таком случае, по их мнению, определение абсолютного возраста этим методом теряет свое значение. Эти данные были подтверждены в дальнейшем работами целого ряда исследователей (см. литературу: Зайцев, 2004). Согласно их данным, К-Аг датировки возраста кимберлитов могут быть удривлены на 20-100 млн. лет.

Как показали новейшие исследования А.И. Зайцева (2004), причина завышенных значений возраста кимберлитов по К-Аг является ошибка, которую допускали предыдущие исследователи. Суть этой ошибки заключается в том, что содержание аргона и калия определялось ими без учета возможности присутствия избыточного аргона в ксенолитной составляющей связующей матрицы, что и приводило к завышению значений определяемого возраста. Такой вывод заставляет нас отказаться от возможности использовать все имеющиеся датировки возраста кимберлитов по К-Аг для реконструкции истории их образования.

Не лучше обстоит дело и с более поздними и более совершенными методами определения абсолютного возраста. По мнению В.А. Милашева (1984), попытки установления возраста кимберлитов по трекам урана в цирконе привели к результатам, весьма сомнительным с геологических позиций. То же касается и уран-свинцового метода. Существующие методы радиологических датировок времени внедрения кимберлитов, с точки зрения этого исследователя, совершенно не приемлемы для достижения этой цели.

Известный якутский исследователь Ф.Ф. Брахфогель (1984) отмечал, что радиологические датировки кимберлитовых пород и минералов представляют собой специфическую группу фактических данных, общепринятый подход к использованию которых отсутствует.

С точки зрения А.Н. Комарова и И.П. Илупина (1990), завышенные значения возраста кимберлитов дают только данные калий-аргонового метода, в то время как треки спонтанного деления урана в кимберлитовых цирконе сохранились почти на 100% со времени их накопления, что исключает возможность занижения определяемых возрастов.

К сожалению, в дальнейшем оказалось, что и этот метод дает неправильные завышенные датировки, что признается многими исследователями кимберлитов (Ваганов, 2000).

Для определения абсолютного возраста диатрем, в частности - кимберлитовых, в настоящее время используются различные методики. Однако изотопные методы, к сожалению, не дают надежных датировок возраста внедрения кимберлитовых тел. С точки зрения Ф.Ф. Брахфогеля и его коллег (1997), результаты радиологических определений можно использовать ТОЛЬКО в сочетании с возрастными геологическими данными при основной роли последних.

Нижеследующая таблица 1.3 хорошо иллюстрирует различие данных об абсолютном возрасте кимберлитовых трубок по разным методам анализа.

В чем же причина, что даже наиболее совершенный метод радиологических определений абсолютного возраста – по трекам урана в цирконах – является таким же ненадежным, как и остальные? Ответ на этот вопрос дают результаты новейших исследований абсолютного возраста якутских кимберлитовых трубок (Левченков и др., 2004, 2005). Эти исследования показали, что определения возраста по цирконам сопровождалась той же самой ошибкой, что и при К-Аг-методе: использованием

Таблица 1.3

Радиоогенный возраст кимберлитов, млн. лет (по В.Ф. Кривоносу, 1997, с сокращениями и дополнениями)

Местоположение кимберлитовых полей (число объектов/число определений возраста)	Метод анализа			
	К-Аг	Rb-Sr	Треки U	U-Pb
Якутия				
Мирнинское (7/22)	403	324-380	352-444	346-450
Алакит-Мархинское (6/21)	345, 350	350	363-469	344-358
Далдынское (5/16)	322-445	-	329-427	344-443
Верхне-Мунское (9/22)	334-458	376	355-451	344, 411
Чомурдахское (9/21)	396-422	374-381	377, 448	-
Мерчимдемское (14/21)	326-498	332-400	347-555	-
Молодо-Оленекское (6/17)	186-248	374,375	150-217	156-159
Беенчима-Куойкское (22/34)	122-550	-	135-220	145-151
Отдельные трубки:				
Русловая (Брахфогель, 1980)	341+-25		158+-8	
Мир (Брахфогель, 1984)	403+-15	324+-11	358+-6	361,5
Сев. Америка				
Эллиот Каунти	279+-14* 270+-20*	257+-22*	-	88**
Портланд Пойнт*	493+-25	136+-8		
Мэнхейм*	391+-11 334+-17	146+-8 118+-15		

* - Zartman et al., 1967, по биотиту

** - Heaman, Kjarsgaard, 2000, по перовскиту

для изотопных датировок смеси минералов двух различных генераций – древней, захваченной кимберлитовым расплавом в виде ксенолитов, и молодой, собственно кимберлитовой. Как показали зарубежные исследования (см. литературу в цитируемой работе), **в валовых фракциях циркона присутствуют его разновидности двух возрастных генераций** – докембрийской и молодой, соответствующей возрасту кимберлитов. В связи с этим, **определения абсолютного возраста по валовым пробам циркона, где смешаны две его возрастные разновидности, приводит к завышению возраста кимберлитовых трубок.** Так, U-Pb возраст кимберлитов из трубки «325 лет Якутии» ранее был определен равным 440 млн. лет, а по новейшим данным авторов составляет $355,5 \pm 1,2$ млн. лет, то есть на 84,5 млн. лет моложе (!). Авторы приходят к важному выводу о необходимости уточнения времени проявления кимберлитового магматизма на территории Якутии. А это означает, что **все ранее полученные результаты радиологических определений должны быть пересмотрены с учетом выявленных причин удреждения возраста кимберлитов.** Практически, пользоваться старыми определениями абсолютного возраста нельзя!

Анализ определений абсолютного возраста кимберлитов Северной Америки так же показал, что они нуждаются в пересмотре и новых датировках по другой методике (Heaman, Kjarsgaard, 2000). Оказалось, что слюда (флогопит) по которой определялся абсолютный возраст многих кимберлитов США K-Ar- или Rb-Sr-методами (Zartman et al, 1967), так же имеет во многих случаях частично ксеногенное происхождение, что, естественно, приводило к удреждению возраста, часто – к значительному. Так, например, возраст кимберлитов Эллиот Каунти, США, определенный Зартманом как пермский (257 млн.лет) оказался позднемеловым (88 млн. лет), т.е. ошибка составила 169 млн. лет или 65%!

В настоящее время канадские и американские геологи проводят определение абсолютного возраста U-Pb-методом по перовскиту – минералу, который присутствует в основной массе кимберлита и характерен для ультраосновных щелочных пород.

Не лучше обстоит дело с определением возраста и пород щелочных массивов, в связи с чем необходимо этому вопросу так же уделить небольшое внимание. В нижеследующей таблице сведены некоторые данные радиологических определений возраста щелочных массивов Кольского п-ова. Даже самый поверхностный анализ выявляет здесь целый ряд противоречий, которые, с точки зрения автора, свидетельствуют о несовершенности методики радиологических определений и невозможности использования полученных данных для реконструкции последовательности геологических событий. Так, возраст кимберлитовых трубок, секущих Хибинский массив, должен быть, естественно, моложе пород ядра массива. Однако абсолютный возраст кимберлитов - $363,4 \pm 0,8$ млн. лет (по аргону) и 362 ± 11 млн. лет (по Rb-Sr) оказывается древнее вмещающих пород с возрастом в одном определении из двух - $356,9 \pm 5$ млн. лет (по Rb-Sr). Наличие таких противоречий,

Таблица. 1.4

Возраст палеозойских щелочных пород Хибинского массива Кольского п-ова

Части массива	Метод определения		Использованные минералы
	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	Rb-Sr	
1) Дайки меланефелинитов из южного обрамления массива (1)	388±6		По амфиболу
2) КТ, секущие массив (1)	363.4±0.8	362±11	
3) Ядро массива (2)		356,9+-5	По нефелину, эгири-авгиту, сфену, апатиту и породе
		377,3+-3,9	По амфиболу, слюдам, апатиту и породе
4) Кайма массива (2)		362,4+-4,5	По нефелину, эгири-авгиту и апатиту
		365,1+-4,4	По кал. пол.-шпату, нефелину, амфиболу, сфену, породе
		371,2+-2,9	По у/о ксенолитам

(1)– Арзамасцев и др., 2005; (2) - Крамм, Огарко, Кононова, 1993;

скорей всего, так же связано с наличием ксеногенной составляющей у анализировавшихся минералов. Наличие же в породе минералов, образовавшихся в процессе выветривания (различные слюды) может привести, наоборот, к омоложению возраста вмещающих поро

Часть 2
ПРОИСХОЖДЕНИЕ
ПОРОД ДИАТРЕМОВОЙ
АССОЦИАЦИИ
С ПОЗИЦИИ ГИПОТЕЗЫ
ЭЛЕКТРОРАЗРЯДА

«...серьезные доказательства требуются для утверждения того, что при решении динамических и структурных проблем эндогенной геологии можно пренебречь ролью электричества»
Г.Л. Поспелов, 1969.

«Трудно, почти невозможно указать явления, которые не были бы связаны с действием электромагнитных сил.»
Учебник физики для 9-го класса.
М.: Просвещение, 1978, с.11.

2.1. Предыстория вопроса

2.1.1. Жорж Дари

В 1903г. в С.-Петербурге была издана монография известного французского ученого Жоржа Дари «Электричество во всех его применениях». Интересны и не потеряли своего значения и по сей день взгляды Дари на роль подземного электричества в развитии нашей планеты. С его точки зрения, земное электричество производит бури, которые разрушают внутреннее строение Земли точно так же, как бури в атмосфере приводят в беспорядок воздушное пространство. Речь идет о землетрясениях, причиной которых Дари с большой уверенностью считает электричество. Вся Земля наэлектризована, и сильные электрические поля могут формироваться в местах нахождения «дурных» проводников или диэлектриков, какими являются, например, залежи каменного угля, глины, карбонатных пород и т. п. Накопление электричества и прерывание электрического тока приведут, в конце концов, к разряду и искре совершенно так же, как это бывает во время воздушной грозы. Такие «подземные грозы», по Дари, и являются причиной землетрясений различной интенсивности. Свою идею он подтверждает тем, что во время большинства землетрясений наблюдаются аномальные электрические и магнитные явления. Эти явления кроме того, выражаясь современным языком, представляют собой предвестники землетрясений, которые ощущаются многими животными, в то время как люди еще не чувствуют приближающейся опасности.

С точки зрения Дари электричество, в частности, поступает в атмосферу в значительных количествах из недр Земли, где, как он совершенно справедливо полагает, совершается масса разнообразнейших химических процессов, могущих быть мощными источниками электричества. «Только что высказанная теория, - пишет Жорж Дари (с.58), - основанная на неопровержимых фактах, была разработана нами в 1885г. В настоящее время она

признана многими метеорологами и физиками, которые нашли новые подтверждающие ее факты».

2.1.2. Г.Л. Поспелов

Основоположником нового направления в геологии – «электрогеологии» - следует считать сибирского ученого Г.Л. Поспелова. Еще в 1959г. он высказал в печати новые революционные идеи о том, что в литосфере существуют слои с различными свойствами электрической проводимости, что уподобляет строение земной коры и мантии электрическим конденсаторам. Именно подобный механизм конденсации электрической энергии неизбежно должен приводить к периодическим электроразрядам между различными слоями литосферы как «пластинами конденсатора». **Этот процесс возможен или при достижении критических значений, или под влиянием внешних, в том числе и космических, факторов** (Поспелов, 1959).

В более поздней работе Г.Л. Поспелов (1969) подробно останавливается на вопросах **электрогеологии** – нового направления в исследовании земных недр. «Многие крупные ученые, - пишет он, - неоднократно высказывали мнение о практически малой роли электроэнергии в геологических процессах, оставляя ее без внимания при геолого-физических и физико-химических построениях... В сущности, современная геотектоника, петрология, учение о парагенезисе минералов, о геохимической миграции элементов обходятся без электрогеологии, хотя имеется немало таких геофизических факторов и научно-технических данных, которые заставляют «подозревать» крупную роль электричества во внутреннем строении Земли. Конечно, это требует серьезных доказательств. Но... не менее серьезные доказательства требуются для утверждения того, что при решении динамических и структурных проблем эндогенной геологии можно пренебречь ролью электричества».

В подтверждение сказанного Г.Л. Поспелов приводит следующие данные:

- Существование теллурических электрополей, захватывающих не только близповерхностные зоны коры, но и большие глубины Земли;
- Существование обширных и местных магнитных аномалий, меняющихся во времени (Деменицкая, 1967);
- Электромагнитные и мощные электрические явления, предшествующие землетрясениям и сопровождающие их;
- Изменение электромагнитных полей около вулканов в период извержений;
- Увеличение электропроводности силикатных расплавов с повышением температуры, что делает возможным процесс электролиза;
- Диэлектрики с нагреванием начинают приобретать свойства проводников, с чем связаны явления теплового электрического пробоя (Воробьев, 1960);
- Электрические поля существенно влияют на теплообмен жидкостей и газов, интенсифицируя его под влиянием электроконвекции;
- Электродвижущая сила может возникать так же в результате пьезоэффектов, связанных с концентрацией напряжений в зонах развития пород, богатых, например, кварцем; эта сила так же может возникнуть в результате скачков проводимости, появляющихся в диэлектриках при мгновенной сейсмической нагрузке; из практики геофизических работ известно много случаев резких скачков электропроводности при разведочном электропрофиле-

ровании во время взрывов на рудниках и разведплощадках; возникновение электроразрядов при землетрясениях также является важным показателем действенности механоэлектрических механизмов ЭДС^{1/}.

- Локальные источники тока могут иметь и химическую природу, что хорошо известно на примерах зон окисления рудных месторождений с характерными для них теллурическими полями; они могут быть существенными при эндогенных химических процессах;

- ЭДС в земной коре может возникнуть **в результате влияний космических и глубинных термодинамических процессов** (Деменицкая, 1967); **теллурическое поле способно индуктивно возбуждаться внешними стратосферно-электрическими процессами**^{2/}, конвекционными токами в нижних слоях атмосферы, грозowymi процессами, океаническими приливными токами и др.

- Методом глубинного электроразрядования выявлена многослойная структура литосферы, обусловленная горизонтами повышенной электропроводности на глубинах в несколько десятков км, 100км и более (Деменицкая, 1967); особенно высокая электропроводность зонально проявляется на глубине 400-1000 км, где включается какой-то мощный механизм, повышающий электропроводность на несколько порядков (Магницкий, 1965);

- Намечающиеся элементы чередования в литосфере более или менее проводящих слоев уподобляют строение земной коры и мантии электрическим конденсаторам, между пластинами которого возможны электроразряды («пробои»);

Таким образом, делает вывод Г.Л. Поспелов, имеются широкие возможности для возникновения в литосфере электродвижущих сил, как в глобальных и региональных, так и в локальных (вплоть до микроскопических) масштабах. **Было бы странно, если бы эта энергия не проявила себя геологически, даже если она не особенно велика: у геологического времени есть для этого резервы.**

2.1.3. А.А. Воробьев

В числе ученых, без результатов исследований которых невозможно обсуждать проблемы кимберлитовой геологии, был известный сибирский физик, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки, проректор Томского Политехнического Института, друг И.В. Курчатова и противник Егора Лигачева (в то время - 1-го секретаря Томского Обкома КПСС) - Александр Акимович Воробьев, ныне, к сожалению, уже покойный.

А.А. Воробьев пришел к очень важным выводам в области «электрогеологии» в результате исследований электропробоя диэлектриков и полупроводников. Его исследования имеют настолько прямое отношение к проблеме образования трубок взрыва, что на них нельзя не остановиться более детально, рассмотрев их в виде

¹ Эти данные впоследствии были подтверждены в результате подземных атомных взрывов. Максимальных значений ЭДС должна была достигать в результате соударений крупных метеорных тел с поверхностью Земли, о которых Г.Л. Поспелов еще не упоминает: публикации материалов об этих процессах в эти годы еще только начинались.

² В том числе – связанными с вхождением в атмосферу Земли крупных метеорных тел.

следующих экспериментально доказанных выводов (при этом я выделяю жирным шрифтом особенно важные места):

Любое вещество при сильном давлении, когда сближаются электронные уровни, приобретает металлическую электронную проводимость; **при взрывах на фронте детонационной волны возникает зона высокой электропроводности диэлектрика**; даже парафин при давлении 800 т/см^2 приобретает свойства проводника (Воробьев, 1962, 1964).

При действии электроразряда на аморфные диэлектрики, структура которых не упорядочена, электроны легко задерживаются и разряд прерывается; **при действии повторных импульсов разряд прорастает дальше в глубину по пути, проложенном предыдущим разрядом; в результате разряд развивается дальше в диэлектрик**. Это явление, открытое Б.М. Вулом, получило название «**последовательный пробой**»; **при большом числе импульсов оно заканчивается полным пробоем и разрушением образца³**.

Самое большое значение для понимания загадочных особенностей кимберлитовой геологии имеют соображения А.А. Воробьева о возможности электроразрядов в недрах Земли. Так, впервые (после Ж. Дари) он в 1970г. высказал соображения об электроразрядной природе землетрясений: «Когда напряженность электрического поля достигает значения электрической прочности среды, - писал он, - происходит ее пробой и нейтрализация зарядов... В канале разряда образуется плазма, в которой могут протекать многочисленные физические и химические процессы... Предполагается, что явления накопления зарядов и возникновения разрядов могут происходить так же и в земных недрах в диэлектрических горных породах и пустотах.... Искровые разряды в земных недрах, когда в искровом канале выделяется много энергии, могут инициировать землетрясения» (Воробьев, 1970).

К идее о возможности образования кимберлитовых трубок в результате электроразряда А.А. Воробьев (1974) приходит 4 года спустя. Однако, для того, чтобы не нарушать хронологической последовательности в истории развития взглядов на природу кимберлитовых трубок, оставим пока его исследования и остановимся на идеях двух московских геологов-алмазников. Впервые новые взгляды на происхождение трубок взрыва были высказаны ими в 1972 году.

2.2. Опередившие свое время

Неизвестно, были ли знакомы с работой Ж. Дари американские геологи Д. Финкельштейн и Д. Повелл, когда в 1971г. на XV-ой Генеральной Ассамблее Международного геодезического и геофизического союза в Москве практически повторили то, о чем писал почти столетие назад французский ученый. Они, как и ранее

³ Возможно, некоторые читатели увидят в этом явлении аналогию «камуфлетным взрывам», предлагавшимся С.И. Костровицким (1976) для объяснения механизма образования трубок взрыва.

А.А. Воробьев (о работах которого они явно ничего не знали) высказали аналогичные соображения о существовании сильных электрических потенциалов в недрах Земли. Там, где существуют сильные электрические поля, там возможны и электроразрядные процессы, которые и являются одной из причин землетрясений (Finkelstein, Powell, 1971). Популяризации идей американцев была посвящена и маленькая заметка в журнале «Знание-Сила» (1972, №4).

2.2.1. К.М. Алексеевский и Т.Т. Николаева

К сожалению, и монография Ж. Дари, и это маленькое сообщение, практически, остались незамеченными в геологическом сообществе. Однако выводы американцев заставили задуматься двух российских геологов-алмазников из Лаборатории Осадочных Полезных Ископаемых (ЛОПИ) АН СССР – Кирилла Михайловича Алексеевского и Тамару Тимофеевну Николаеву.

В своем отчете «Разработка методики изучения и прогнозирования алмазности осадочных пород (на примере Тимана и Воронежской антеклизы), 1972г., они изложили свои новые идеи о механизме формирования кимберлитовых трубок. Поскольку эти данные, практически, так и не были нигде опубликованы за исключением короткой заметки в научно-популярном журнале (1972) или тезисных вариантов (1988, 1988а), приведем подробное изложение взглядов авторов, изложенных в этом отчете: их рассуждения имеют большое значение для понимания механизма образования диатрем и кимберлитовых трубок, в частности.

В первую очередь авторы обратили внимание на неопределенность тектонической позиции кимберлитовых трубок, выразив свое несогласие с бытующим мнением, согласно которому трубки приурочены к глубинным разломам. Практически такая приуроченность ни в одном из районов развития кимберлитов не выражена, а сторонники существования таких разломов пользуются «законом» *А.П. Бобревича и А.Г. Дьякова (1970)⁴* – «**глубинные разломы нередко ничем иным кроме трубок не проявляются**». Авторы ссылаются на высказывание по этому вопросу В.А. Милашева (1972): **утверждения о приуроченности кимберлитовых трубок к разломам носят обычно оттенок волюнтаризма.**

По данным В.И. Михеенко (1972) давление при «проталкивании» магмы через узкие жерла кимберлитовых трубок вполне достаточны для образования алмазов. Остается только выяснить, что за локальные силы образовали сквозные отверстия в земной коре, почти не повредив окружающие породы? Он полагает, что кимберлитовые трубки - это диапировые структуры. Обладая, благодаря наличию серпентина, пластичностью, кимберлитовая масса выталкивается тектоническими процессами из жерла трубки. Остается непонятным: какой процесс образует эти жерла, как происходил процесс их заполнения до серпентинизации, почему кимберлитовые штоки (по Михеенко) вытягиваются в трубки, а не в каплеобразные массы, подобные соляным куполам.

⁴ Здесь и далее курсивом выделены те работы, на которые ссылаются авторы, но которых нет в списке литературы нашей книги.

Для мантийного взрыва на расчетной глубине 150 км трещиноватость вокруг кимберлитовых трубок должна образовывать ореол порядка 800 км в диаметре с постепенным увеличением трещиноватости от периферии к трубке и с поверхности в глубину. Подобных масштабов дробления вокруг кимберлитовых тел в природе нет.

Авторы отмечают несостоятельность гипотез об образовании трубок. Возникает вопрос: что же это за взрывчатое вещество, по силе взрыва превышающее тротил? Как оно произвело взрыв подобной силы, и почему этот взрыв был столь своеобразно узконаправленным?

Если припомнить факты постепенного перехода трубок взрыва в дайки, то остается предположить, что дробление пород в контуре тел брекчий обязано не взрыву. Авторы напомнили, что форма трубок взрыва свойственна не исключительно кимберлитам, но и другим породам. В.Д. Перри (1962) отметил, что трубчатые (кольцевые) тела встречаются преимущественно в платформенных структурах, вблизи региональных нарушений, но не в них самих. Он считает, что в образовании трубок взрыва играет роль не столько взрыв, сколько обрушение в результате серии камуфлетных взрывов. Каждый взрыв должен создать зону разрушения, соизмеримую диаметру трубки. Вызывает недоумение точная дозировка взрывов, сохранивших диаметр трубки и само происхождение многократных взрывов в голове поднимающейся с глубины магматической колонны. Непонятно также отсутствие в кимберлитах указаний на следы огромных односторонних кинетических давлений, развивающихся обычно при взрывах. Концепция обрушения под действием повторных взрывов оставляет необъяснимым факт перемешивания ксенолитов и родственных им включений по вертикали более чем на возможную величину сферы действия одного взрыва. Невозможно представить себе силу, которая позволила бы легким обломкам вмещающих пород опускаться навстречу поднимающимся в момент того же взрыва более тяжелым ксенолитам, да еще в ограниченном пространстве жерла трубок взрыва.

Предположение о предварительном, предмагматическом, образовании ослабленных трубообразных зон в земной коре не лишено оснований. В самом деле, для движения магмы или иных масс из зоны верхней мантии к поверхности необходимо иметь подготовленную ослабленную зону. Но для объяснения причин возникновения ее не подходит ни идея газовых взрывов, ни идея тектонического дробления, могущих объяснить появление только протяженных трещинных зон, наименее характерных для кимберлитов.

В жизни Земли принимают участие не только силы гравитации, температурные влияния различных реакций и прочие. Определенную роль играют и силы магматизма, и силы электрические. На геофизическом конгрессе в Москве в 1971 г. Д. Финкельштейн и Д. Повелл (1972) высказали предположение о возможности возникновения пьезоэлектричества при тектоническом давлении на кварцевые породы в таком количестве, что разряды этого электричества могут вызвать землетрясения. Г. Л. Поспелов (1969) отмечает воздействие электричества на горные породы.

Свечение неба в районах землетрясения, “предчувствие” землетрясений животными и даже в полете птицами, когда сейсмографы еще не чувствуют приближение катастрофы, - на все это обратил внимание Д.В. Ильин, связав это с накоплением электрического

потенциала, разряд которого вызывает землетрясения (Юрьев, 1972). При таком предположении Земля рассматривается как огромный шаровой конденсатор. Земные слои различной проводимости представляют собой проводники и изоляторы, мантию Земли можно рассматривать как один из проводников. Такой взгляд на мантию или на ее участки, подвергшиеся расплавлению в тектонически ослабленных зонах, оправдывается огромным давлением, нарушающим электронные оболочки недр, наличием свободных радикалов и ионов в расплавах. Исследования последних лет позволили обнаружить внутри Земли мощные зоны повышенной электропроводности (Рикитаки, 1968). Г.И. Кейснер (1972) приводит данные о глубинных зонах повышенной электропроводности на расстояниях в 16-20 км и 50-60 км от поверхности Земли.

Если тектонические движения подготовили зону пониженных давлений там, где образовались частично расплавленные массы с повышенной проводимостью, “электропробой” в этом месте наиболее вероятны.

Из горнопроходческой практики известно, что мощные электрические разряды способны дробить породу достаточно эффективно. Электрогидравлические дробилки, основанные на «эффекте Юткина» нашли применение в практике минералогических работ. Для электрогидравлического дробления характерна неравномерность дробления, хорошее вскрытие минералов, округление кусков при неполном дроблении. Все это поразительно напоминает то, что можно наблюдать в кимберлитах. В дробилках короткое замыкание идет по всей массе образца, однако известно, что пробой обкладок конденсатора напоминает прокол тонкой иглой. Если предположить, что след от такого пробоя и является трубкой дробленых пород, впоследствии заполняющейся глубинным веществом, то механизм образования диатрем как будто получит свое объяснение.

Многokратное дробление уже застывших кимберлитов с обрушением образующихся обломков и частичным подъемом некоторой их части под напором поднимающихся глубинных масс при таком варианте объясняет механику возникновения и перемещения ксенолитов. Видимо, после «пробоя» и образования дробленой трубчатой зоны снизу устремлялись и более подвижные газовые массы и менее подвижные твердо-газово-жидкие смеси. Газы в верхней части дробленых труб вызывали частичный выброс материала и частичное последующее обрушение его внутри трубок.

Поднимающиеся горячие газообразные массы цементировали дробленые породы после застывания. Дополнительные газовые взрывы могли вызвать перемешивание материала и даже частичный выброс его электрогидравлическим ударом.

Признание участия электричества в образовании кимберлитов ставит вопрос о характере воздействия его на алмаз и о влиянии электричества на его образование. По данным Л.А.Юткина (1959) при электрическом дроблении кимберлитов алмазы практически не дробятся, за очень редким исключением. Если допустить образование какого-то количества алмазов в момент образования кимберлитов, то электрические силы и здесь могли сыграть определенную роль. Электрические свойства чистых алмазов своеобразны. Содержание углерода в кимберлитах изменяется миллионными долями процента, кремнезема – десятками процентов. То, что значительно чаще образуется чистый, без примесей, алмаз, а не муассанит, возможно, обязано электрическим особенностям алмаза.

Участие электричества в развитии Земли, видимо, не представляет исключительной редкости, как не представляют редкости и землетрясения. Однако глубинные пробои до мантии Земли требуют исключительных условий сочетания мощной электризации пород и образования глубинных ослабленных зон, в корнях которых возникают частично расплавленные высокоэлектропроводные зоны в местах наибольшего утонения коры. Такие условия возникают при изменении космической ситуации вокруг Земли, при прохождении ее через зоны электромагнитных бурь, вызывающих перемагничивание и перемещение магнитных полюсов. Естественно, что это соображение склоняет к выводу о наиболее вероятном сближении возраста кимберлитов в различных частях Земли или внутри крупных ее регионов. Вероятно, кимберлитобразующие эпохи в разных местах Земли были относительно кратковременными и максимально синхронными. Конечно, они могли возникнуть в истории Земли многократно, но увеличение мощности земной коры должно было затруднять процесс кимберлитобразования.

Предполагаемая гипотеза электропробоя убедительно объясняет приуроченность алмазоносных кимберлитов к платформам, где горизонтальное положение термодинамических зон более выдержано, а в зонах нарушений возникла значительная контрастность электропроводности.

Замечено, что кимберлиты образовались в участках платформы, претерпевших длительное прогибание. При определении типа развития земной коры, такому прогибанию соответствовало поднятие границы Мохо, толщина коры уменьшалась (*Резанов, Файтельсон, 1971*). Прогибание поверхности способствовало выравниванию рельефа, и, если оно было длительным, накапливались мощные стратифицированные толщи. Важным элементом предыстории кимберлитобразования служило следовавшее за прогибанием воздымание территории (*Леонов, Прокопчук, Орлов, 1966*). При воздымании удалялись морские соленые электропроводящие воды, образовывались коры выветривания с зонами каолинизации, железных шляп и др. Возникали чередования горизонтов диэлектрических проводящих тел и “обкладок конденсатора”, роль которого играют огромные территории платформ. Тектонические движения, стрессы, вызывающие электризацию трением, создавали запасы электроэнергии путем накопления пьезоэлектричества. Глубинные тектонические нарушения, способствуя появлению зон повышенной проводимости в верхней мантии, являлись необходимым подготовительным условием образования электропробоя. Если тектонические нарушения приводили к взаимному скольжению масс, то плоскость сбрасывателя могла явиться своеобразным проводником электричества, и пробой не мог образовываться.

Одним из обязательных условий кимберлитобразования вероятно были особые космические условия, возбуждающие усиленные электромагнитные воздействия. Влияние космических сил с их цикличным изменением во времени легче других факторов объясняет относительную скоротечность эпох кимберлитобразования и единовременность их наступления по всей планете. Напрашивается вывод о возможной связи эпох деформации геомагнитного поля с эпохами кимберлитобразования.

Практические выводы, которые можно сделать из предложенного варианта кимберлитобразования, сводятся к следующему:

1. Предложенный вариант генезиса кимберлитов с новых позиций подкрепляет представление о одновременности и глобальности “алмазных эпох” (Плотников, Салтыков, 1970). Мысль В.С. Трофимова (1967) о важности мезозойского этапа алмазопроявлений, связанного с грандиозными перестройками материков, получает дальнейшее развитие, поскольку рассматриваемым вариантом обосновываются причины приуроченности эпох кимберлитообразования к эпохам массовых передвижений больших континентальных масс, вызывающих дополнительную электризацию пород.

2. Изучение топографии поверхности Мохоровичича, зон повышенной проводимости внутри Земли, эпох перемагничивания пород, магнитных бурь глобального порядка и прочие геофизические работы по электромагнетизму Земли могут дать в будущем материал для конкретного направления поисковых работ на алмазы.

3. Наиболее вероятные возрастные соотношения между крупными разломами и образованием кимберлитов выразались в том, что образование трубок должно было предшествовать сопряженным с ними разломам (т.е. разломы являются СЛЕДСТВИЕМ образования трубок, а не причиной их локализации – К.Х.).

* * *

Отчет К.М. Алексеевского и Т.Т. Николаевой по инициативе руководства ПГО “Архангельскгеология”, выполнявшего функции заказчика договорных работ, был отдан на рецензию представителям другой, «конкурирующей», организации - ЦНИГРИ. Рецензия ее старших научных сотрудников Ф.В. Каминского и С.В. Пиотровского содержала такие слова «...К сожалению, большой объем главы - 16 страниц - не дает возможности оценить по достоинству всю ее многогранность, включая утверждение о том, что земная кора является электрическим изолятором... Появление этой главы в тексте отчета является очевидным недоразумением. Помимо явных нелепостей, она не имеет ничего общего с текстом и с темой работ. Ее следует изъять».

Таково начало пути новой и совершенно новой, революционной идеи о происхождении кимберлитовых трубок. С точки зрения автора, смелые соображения, впервые высказанные К.М. Алексеевским и Т.Т. Николаевой, значительно опередили свое время и потому, как это всегда бывает с новыми научными открытиями, остаются до сих пор невостребованными и не находящими понимания у широкого круга специалистов в области диатремовой геологии.

Издательская рецензия «алмазных» коллег не остановила Алексеевского и Николаеву в своем продвижении по пути развития своей идеи, но задержала ее на 16 лет. Только в 1988 году они смогли опубликовать две маленьких заметки тезисного содержания.

Одна из них – автореферат доклада, прочитанного 26 ноября 1987г. на заседании геологической секции МОИП под председательством А.А. Маракушева. Отмечая несостоятельность идей о взрывном происхождении кимберлитовых трубок, авторы предложили привлечь в качестве наиболее вероятной причины образования канала трубок электропробой от поверхности Мохоро до поверхности Земли. По следу пробоя устремлялась флюидная фаза, увлекающая за собой мантийное вещество. Эта масса кипела и пульсировала, в результате чего перемешивались обломки стенок вмещающих пород и мантийные продукты. Подобное предположение, писали авторы, остается

наименее фантастичным, так как гравитация подъему ультрабазитов не способствует, а тектоника с трубками не увязывается. **Взрывы при этом являются следствием, а не причиной образования трубок.**

В 1988г. те же авторы выступили на Дальневосточном петрографическом совещании с докладом «Взрывы ли образуют трубки взрыва?» (Алексеевский, Николаева, 1988а). Повторив вышеизложенные данные, авторы, в частности, отметили следующее (с.22):

«В настоящее время наименее фантастичным способом образования канала, по которому с глубин верхней мантии газово-жидкостно-твердые флюиды выносят измельченные куски мантии навстречу падающему потоку обломков вмещающих пород, представляется электропробой. Дробилка по «эффекту Юткина» (высоковольтными разрядами) неплохо моделирует образование кимберлита. Фантастичен только мощный электроимпульс. А его повторение, одновременность по все Земле, аккуратное дробление пород на кристаллы – все это вполне понятно. Как и длинный узкий, почти прямой канал дробления».

Из этих двух заметок видно, что авторы не имели возможности за прошедший отрезок времени развить и усовершенствовать свою гипотезу и повторили, в основном, все то, что было изложено в их отчете 1972 года. Приходится только догадываться о той обстановке неприятия высказанных ими идей, какая складывалась в их научном окружении. Отсутствие в советских геологических журналах 70-ых годов развернутых публикаций Алексеевского и Николаевой на тему электроразрядного генезиса кимберлитовых трубок, несомненно, следует расценивать как отрицательную реакцию «официальной науки о Земле» на их попытку взглянуть на проблему с новых позиций.

А между тем их идея еще с середины 70-ых годов нашла свое дальнейшее развитие в стенах Томского Политехнического Института.

2.2.2. Снова А.А. Воробьев

Вернемся теперь снова к исследованиям профессора А.А. Воробьева, который независимо от сотрудников ЛОПИ «шел параллельным курсом» и так же пришел к выводу об образовании трубок взрыва в результате электрического разряда. Однако, в отличие от своих единомышленников, которые пришли к такому заключению в результате теоретических рассуждений и анализа особенностей кимберлитовой геологии, вывод А.А. Воробьева был основан на результатах многолетних лабораторных исследований электрического пробоя диэлектриков.

Первое изложение гипотезы электроразрядного происхождения трубок взрыва мы находим в монографии А.А. Воробьева «Физические условия залегания глубинного вещества и сейсмические явления», часть II-ая (1974). То, что в этой книге нет ссылки на статью Алексеевского и Николаевой в журнале «Знание-Сила», дает основание предполагать, что автор приходит к этой идее самостоятельно (в более поздних работах такая ссылка уже имеется). В главе «Образование кольцевых структур взрывных воронок» (с.143-145) А.А. Воробьев пишет следующее: «Предполагается, что при взрыве газов в магматической камере, расположенной на некоторой глубине, в недрах возникают давления, способные продавить канал в толще вышележащих пород и образовать кратер на поверхности. Такие образования называются маарами... Если взрыв газа происходит в промежуточном магматическом очаге, заполненном кимберлитовой магмой, то

образовавшийся канал заполняется кимберлитами и называется кимберлитовой трубкой или трубкой взрыва... Нарисованная картина пробивания канала в результате взрыва газов не имеет объективных подтверждений. Представляется возможным высказать гипотезу образования канала из недр и кольцевых структур на поверхности. Это явление развивается в результате электрического разряда в недрах и его взрывного действия, флуктуационного механизма разрушения пород в высоких электрических полях и оплавления стенок канала и кратера. При плавлении горных материалов в канале электрического разряда будут образовываться и накапливаться газы, которые только на последнем этапе окажут взрывное действие и образуют воронку взрыва».

В следующей своей книге (1975) А.А. Воробьев уточняет, что возникновение высоких электрических полей и разрядов в диэлектрических породах земной коры может быть обусловлено: а) радиоактивным распадом; б) действием градиента давлений, температуры и магнитных полей, химического воздействия, метаморфизма, в результате чего происходят электронные и ионные явления, приводящие к возникновению электродвижущих сил и протеканию электронов. В земных недрах возможно накопление объемного заряда до значения, при котором напряженность поля достигает величины прочности диэлектрика. По А.А. Воробьеву это должно вызвать пробой, в результате чего накопившийся заряд потечет по каналу разряда. В разряде можно ожидать выделение энергии до $1,44 \times 10^8$ эргов, что соответствует энергии слабого землетрясения. Поскольку время разряда составляет около 10^{-7} секунды, то мгновенная мощность оценивается в 10^{20} ватт (при средней мощности при землетрясениях – 10^{10} ватт).

Итак, по А.А. Воробьеву между недрами и поверхностью Земли могут происходить электрические разряды, в результате которых образуется канал, заполненный раскаленным газом, возможно плазмой, которые с огромной скоростью вырываются наружу, производя разрушения в верхней части канала и образуя взрывную воронку (раструб трубки). Вслед за газом по каналу поднимается магматический расплав.

Казалось бы, геологи-алмазники должны были бы взять на вооружение модель Воробьева для объяснения до сих пор им непонятных процессов кимберлитобразования. Но, нет! Работы томского физика остаются ими совершенно не замеченными и даже не дискутируются в печати или на кимберлитовых конференциях. При этом механизм образования диатрем так и не имеет правдоподобных объяснений.

2.3. Развитие гипотезы электроразряда

Не получает поддержки А.А. Воробьев и в Институте Физики Земли АН СССР. Вот что пишет по этому поводу питерский физик В.Ф. Псаломщиков (1997): «...Я отвечаю за свои слова: именно в Институте физики Земли АН СССР однажды вдребезги разнесли идею профессора А.А. Воробьева... об электромагнитных предвестниках землетрясений. Разнесли, чтобы тут же взять на вооружение, заполнить собственными статьями на эту тему академические журналы, а самого ее автора упоминали «сквозь зубы» или не упоминали вообще». К сожалению, такая реакция со стороны представителей официальной науки из Института Физики Земли с подобострастием распространилась и на других исследователей этой проблемы, в том числе, как это не прискорбно отмечать, на сибирских коллег А.А. Воробьева. Они, следуя «указке из Москвы», так же перестали

упоминать его имя в работах, посвященных предвестникам землетрясений (см., например, Попов, Акулов, Климов и др., 2002, где имеются 5 ссылок на работы Гохберга-Гуфельда и ни одной - на Воробьева).

Однако несмотря ни на что, посеянные идеи рано или поздно должны были дать свои всходы. По прошествии 15-ти лет после выхода основных трудов томского ученого, дальневосточный геолог О.А. Степанов (1988, 1989) поддержал его данные о существовании в недрах Земли мощных электрических разрядов. С его точки зрения, их энергия, сконцентрированная на небольшом участке, достаточна для формирования вулканических эксплозий, кимберлитовых трубок и других взрывных геологических структур. Причину подобных взрывов Степанов видит в подъеме магмы из глубинных частей земной коры к поверхности. Эта магма играет роль проводника, по которому электричество мантии или токопроводящих слоев поступает в верхние слои литосферы и вступает с ней в электроразрядные взаимодействия. Степанов отводит электроразрядным процессам фундаментальную роль, полагая, что они могут объяснить происхождение не только диатрем, но и некоторых кольцевых взрывных структур. При этом он отмечает, что при соответствующих условиях (пока далеко не понятных) может произойти накопление огромных количеств электричества, которое рано или поздно проявит себя каким-либо образом, в том числе – в виде электроразрядов в глубинах Земли, как это предполагал А.А. Воробьев.

Слабым местом в теоретических построениях О.А. Степанова, на наш взгляд, является предположение о повсеместном существовании под кимберлитовыми полями промежуточных магматических очагов в земной коре – условие, которое встречает категорические возражения со стороны геологов, так как не подтверждается геолого-геофизическими данными. Так, из 18-ти изученных кимберлитовых полей Якутии только два (Далдынское и Алакитское) совпадают с локальными гравитационными минимумами, два (Мирнинское и Мунское) совпадают с ними только частично, а остальные 14 (77%) не отражаются ни отрицательными, ни положительными аномалиями силы тяжести либо другими аномальными особенностями гравитационного поля (Духовский и др., 1986). Поэтому предлагавшаяся ранее модель магматических очагов в земной коре, являющихся источником кимберлитового магматизма (Трофимов, 1980) пока не получила надежных обоснований.

Идеи томского физика, намного опередившие свое время и до сих пор встречающие молчаливое неприятие со стороны официальной науки, нашли свое дальнейшее развитие в работах некоторых отечественных геологов и геофизиков, часть из которых ранее его не поддерживала. Так, согласно данным сотрудников Института Физики Земли РАН (давних противников профессора Воробьева) М. Б. Гохберга, И. Х. Гуфельда и И. П. Добровольского (1980), **«нельзя исключать возможности протяженного пробоя горных пород на границе неоднородности в полях 10^7 - 10^8 В/м»** (ссылки на работы Воробьева здесь, конечно же, отсутствуют). Естественно полагать, что такие «протяженные пробой» не могли бы иметь место без инициирования сейсмических возмущений.

Сотрудник ВСЕГЕИ Б.Ш. Русинов (1988) считал, что электромагнитные взаимодействия оболочек Земли возможны при катаклизмах, приуроченных к экстремальным изменениям

в оболочках Солнца. Возрастание разности потенциалов между геологическими телами в недрах Земли может привести к электрическим пробоям, способным вызвать тектонические процессы и изменения в горных породах.

Существенную поддержку идеи А.А. Воробьева получили со стороны читинского геофизика С. Ю. Баласаняна. В своей монографии «Динамическая геоэлектрика» (1990) он разделил взгляды своего томского коллеги о том, что в литосфере за счет длительного накопления геоэлектрической энергии могут развиваться электрические пробои горных пород, заключенных между положительно заряженными магматическими очагами и отрицательно заряженной поверхностью Земли. В условиях твердого вещества литосферы электрический пробой должен сопровождаться тепловым пробоем. **Роль «спускового механизма» пробоя может сыграть резкое повышение отрицательного заряда поверхности Земли под действием атмосферного электричества** (этот вывод ученого мы еще не раз вспомним при дальнейшем изложении – К.Х.).

Какова же была реакция наших геологов-алмазников на эти публикации?
НИКАКОЙ!

ВЫВОДЫ по части 2

1. Гипотеза электроразрядного происхождения диатрем, в том числе кимберлитовых трубок, является синтезом идей представителей различных направлений в науке: геологии (Г.Л. Поспелов), алмазной (кимберлитовой) геологии (К.М. Алексеевский, Т.Т. Николаева), геологии взрывных структур (О.А. Степанов), физики (А.А. Воробьев) и геофизики (Б.Ш. Русинов, С.Ю. Баласанян).

2. Электроразрядная модель образования диатрем наиболее правдоподобно, не входя в противоречия с фактическим материалом, объясняет все главные геологические особенности этих структур, чем выгодно отличается от других моделей.

3. Одним из важных условий для возникновения электрических пробоев между недрами Земли и ее поверхностью является резкое и значительное повышение отрицательного заряда на земной поверхности в результате каких-то катаклизмов в атмосфере планеты (А.А. Воробьев, С.Ю. Баласанян, Б.Ш. Русинов). К.М. Алексеевский и Т.Т. Николаева предполагали космогенную природу этих катаклизмов, однако не пытались ее конкретизировать.

Прежде чем высказать собственные соображения по этому вопросу, автор должен рассмотреть данные о пространственно-временных связях между диатремовыми полями и зонами, с одной стороны, и структурами импактного происхождения, с другой. Эти данные должны помочь нам ответить на вопрос: а не являются ли крупные космические тела в атмосфере Земли источником сильных электрических возмущений, необходимых для развития электроразрядных процессов в недрах планеты?

Часть 3
ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ СВЯЗЬ
ДИАТРЕМОВЫХ ПОЛЕЙ И ЗОН
СО СТРУКТУРАМИ
ИМПАКТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ
(«ДИАТРЕМОВЫЕ ШЛЕЙФЫ» АСТРОБЛЕМ)

*«Прежде чем объяснять факты
нужно удостовериться в их существовании».*

Бернар Фонтенель,
французский ученый 17-го века

Введение

Как известно, среди геологов уже около четырех десятилетий продолжается дискуссия по поводу происхождения криптоэксплозивных (= «скрытовзрывных») кольцевых (более правильно – круговых) структур: являются ли они следствием падения на планету крупных метеорных тел или имеют эндогенную (скрыто- или криптовулканическую) природу? В частности, это касается таких известных крупных круговых структур как Попигайская, Карская, Пучеж-Катункская (Россия), Рис и Штейнхейм (Германия), Сёдбери (Канада), Вредефорт (ЮАР) и многих других. Практически, на Земном Шаре нет ни одного крупного (более 5 км в диаметре) кратера, о происхождении которого геологи до сих пор не продолжали бы вести дискуссии. Отчасти это связано с тем, что даже в наше время существуют исследователи, которые не могут себе представить реальность процесса бомбардировки Земли крупными метеорными телами. Несмотря на то, что все наши соседи – планеты земной группы, в том числе и Луна, - представляют собой наглядную картину роли космических тел в формировании рельефа их поверхности (о чем свидетельствуют многочисленные метеоритные кратеры), наша планета представляется им неким исключением из этого общего правила.

Консерватизм мышления представителей научного сообщества неизменно является тормозом для развития новых направлений в науке, в частности - в геологии. Это можно прекрасно проиллюстрировать примером истории исследований самого знаменитого кратера на Земле – Аризонского, идея о метеоритном происхождении которого долго пробивала себе дорогу. Так, в 1891 г. Г. Гилберт и М. Бейкер по результатам исследований в кратере, где они, в частности обнаружили метеоритное железо, пришли к выводу, что образование кратера связано с падением крупного метеорита (Кинг, 1979). Для того времени это был очень смелый вывод, так как многие ученые должны были еще хорошо помнить заключение французской Академии Наук начала 19-го века: «Камни не могут падать с неба, поскольку их там нет».

В том же 1891г. и на следующий год кратер посетил известный американский геолог А. Фуг. Он обнаружил большую массу железных метеоритов на склонах кратера, но не смог связать этот факт с падением метеорного тела. Вместо этого он безуспешно искал в кратере следы вулканического материала и, не найдя его, не смог объяснить происхождение «этого удивительного геологического феномена».

Вероятно, что геологическая общественность Америки конца 19-го века приняла вывод первооткрывателей метеоритного железа о космогенной природе кратера с большим недоверием и сарказмом, в результате чего Г. Гилберт спустя несколько лет после выхода своей статьи (1891) отказался от метеоритной версии и стал поддерживать гипотезу

происхождения кратера в результате «действия вулканических паров». В начале 20-го века, в 1905 г., Д. Барринджер организовал бурение дна кратера с целью выяснения перспектив промышленного освоения залежей железа. При этом им были получены убедительные доказательства метеоритного происхождения кратера. Однако еще до середины 20-го века целый ряд исследователей продолжал оспаривать этот вывод (Кинг, 1979).

Нет ничего удивительного в том, что еще более сложной была история развития представлений о природе криптовулканических или криптоэксплозивных структур. В настоящее время почти все они получили доказательства своей космогенной природы и называются астроблемами («звездными ранами»). Но путь к признанию их метеоритного происхождения был долог и сложен.

Известный американский геолог немецкого происхождения Вальтер Бухер начал изучать эти структуры на территории США еще с начала 20-ых годов прошлого века (Bucher, 1936). На примере 6-ти структур им была дана их общая характеристика:

Все структуры имеют округлые очертания;

Все имеют центральное поднятие, окруженное кольцевой депрессией, с хорошо развитым краевым складчатым валом на внешнем крае (иногда без него);

Зона наибольших нарушений находится в центральной части;

Вулканический материал или следы термального воздействия отсутствуют (исключение – структура Декейтурвилл).

Структуры имеют невулканическое происхождение и образовались в результате взрывов при мощных выбросах газа из недр планеты.

На фоне дискуссий о природе Аризонского кратера, космогенное происхождение которого еще вызывало сомнение у большинства исследователей, мог ли кто-нибудь в это время предположить, что «криптоэксплозивные» структуры так же имеют космогенную природу? Однако такие смельчаки все же нашлись: американцы Бун и Элбриттон (Boon&Albritton) в 1936 и 1938 гг. выступили в печати с «крамольной» версией метеоритного происхождения некоторых «криптоэксплозивных» структур, в частности – структуры Уэллс Крик, изучавшейся Бухером (Wilson, 1953).

А спустя 14 лет после Международного Геологического Конгресса 1933 г., на котором Бухер докладывал результаты своих исследований загадочных структур, с гипотезой об их космогенной (метеоритной) природе выступил американский геолог Роберт Дитц: его статья, в которой он доказывает импактную природу структуры Кентлэнд, штат Индиана, появилась в 1947 г. (Dietz, 1947).

Эти данные были существенно подкреплены публикацией геолога Вилсона по результатам исследований на вышеупомянутой структуре Уэллс Крик в штате Теннесси. По результатам бурения скважины глубиной 2000 футов в центре этой кольцевой структуры была выявлена явная закономерность уменьшения степени раздробленности пород с глубиной, что позволило Вилсону сделать очень важный вывод: **силы деформации пришли сверху, а не снизу; структура имеет метеоритное происхождение** (Wilson, 1953). Такое же происхождение, по его заключению, имеют и спутники этой структуры – мелкие кратеры Индиан Маунд, Аустин, Коув Спринг и Литтл Элк.

К 1963 году после продолжительных размышлений Бухер предпринял новую попытку доказать эндогенное происхождение «криптоэксплозивных» структур и привел в пользу этого новые доводы (Bucher, 1963). Ему принадлежит и термин «геоблема» («земная рана») в противовес предложенному Робертом Дитцем термину «астроблема» («звездная рана») (Ditz, 1963). В цитированной работе Бухер привел целый ряд примеров пространственно-временной связи между заведомо эндогенными образованиями (диатремами и дайками щелочных базальтоидов, пикритов, мелилититов, кимберлитов и карбонатитов.), с одной стороны, и «геоблемами», с другой, в качестве доказательства эндогенной (а не космогенной) природы последних. Действительно, как позднее отмечал Д. Мак Колл (Mc Call, 1979), **эти чрезвычайно редкие породы на Земле появляются с удивительной регулярностью в тесной ассоциации с криптоэксплозивными структурами.** Выявленные закономерности, с его точки зрения, представляют собой веский аргумент для решения вопроса об эндогенной природе кольцевых взрывных структур.

Классический пример подобной связи, по Бухеру, представляет собой плато Швабский Альб в южной Германии, где расположены образования, имеющие одинаковый абсолютный возраст: поле трубок взрыва Урах, кратеры Штейнхейм и Нордлингер Рис, расположенные на одной прямой линии. Сторонники эндогенного происхождения этих кратеров справедливо указывают на их несомненную территориальную и хрональную общность с диатремовым полем Урах, что дает вполне аргументированные основания говорить об эндогенной природе всех этих структур.

Несколько подобных образований приурочены к одной прямой линии - знаменитой оси Иллинойс-Миссури-Канзас (ИМК), проходящей вдоль 38-ой параллели в США. Своей приуроченностью к одной прямой линии они привлекали внимание многих геологов, которые пытались решить эту геологическую проблему (в США - Bucher, 1963; Snyder and Gerdeman, 1965; Mc Call, 1979; в ЮАР - Nicolaysen, Fergusson, 1990; в России - Ваганов, Иванкин, Кропоткин, 1985; и др.). К сожалению, все перечисленные исследователи использовали рассматриваемую геологическую ситуацию для доказательства эндогенной природы этих образований, причем главным фактором для такого вывода служила явная пространственно-временная связь между «криптоэксплозивными» структурами, с одной стороны, и диатремовыми полями, с другой. Ход рассуждений сторонников этой версии был примерно следующим: **кимберлитовые трубки, без сомнения, являются эндогенными образованиями; следовательно, такую же природу имеют близкие по возрасту и расположенные с ними на одной линии кольцевые структуры.**

Сторонникам космогенного (импактного) происхождения этих структур оставался только один выход: не принимать выявленные закономерности во внимание, объявлять их иллюзорными или предавать умолчанию. И лишь «отец астроблем» Роберт Дитц (Dietz, 1963) пытался объяснить образование диатремового поля Урах тем, что падение метеорного тела «Рис» способствовало триггерному раскрытию трещин для проникновения газа и магмы в 100 км от места импактного события, однако эти представления из-за малой их убедительности не получили дальнейшего развития (Трошичев, Хазанович-Вульф, 1996).

Я обратил внимание на пространственную связь крупных круговых структур и диатремовых полей (или зон) в 1988 году, когда еще не знал, что подобная связь уже описана в литературе. Пришедшая (во сне!) идея о причинах этой связи настолько поразила меня, что в дальнейшем все свое свободное время я посвятил изучению публикаций по геологии диатрем и круговых структур на различных континентах Земного Шара в поисках подтверждения своей, на первый взгляд сумасбродной, рабочей гипотезы о причинах подобных ассоциаций. Согласно этой гипотезе, **наличие «диатремовых шлейфов» у круговых эксплозивных структур не только не противоречит выводам об их импактной природе, но и является одним из аргументов в пользу их космогенной природы.** Забегая вперед, раскрою суть этой гипотезы для того, чтобы читатель по дальнейшему тексту сам мог сделать заключение – убедительны приводимые примеры или нет. Итак:

1. Все метеорные тела с приближением к Земле проходят через различные сферы, окружающие нашу планету (магнитосферу, ионосферу, атмосферу) и при этом не остаются электрически нейтральными, а накапливают на себе положительный заряд. Особенно сильная их «подзарядка» имеет место в плотных слоях атмосферы – на высотах менее 100 км. Заряженное тело испускает вокруг себя электромагнитные волны, которые со скоростью света опережают его полет и являются предвестниками визуального обнаружения болида в виде электрофонных или сейсмических явлений.

2. По мере движения в атмосфере планеты и наращивания электрического заряда, метеороид, подобно грозовой туче, индуцирует заряд противоположного знака на поверхности Земли. Когда этот заряд достигает критических значений, между поверхностью Земли и определенными уровнями с повышенной электропроводимостью в ее недрах – происходит серия электроразрядов, пробивающих земную кору по принципу пробоя конденсатора. В результате таких пробоев и образуются диатремы, состав которых зависит от уровня в земной коре, с которым взаимодействовал наведенный электрический заряд.

3. В зависимости от угла вхождения в атмосферу Земли, заряженное метеорное тело может разряжаться несколько раз (при пологой траектории) или только один раз (если траектория крутая). В первом случае на проекции трассы болида образуются несколько диатремовых полей, во втором – только одно.

4. Приблизившись к Земле, тело взрывается или в результате накопления предельно допустимого заряда и действия пондеромоторных сил, или в следствии импакта, образующего метеоритный кратер.

Более детально эта модель будет рассмотрена в 6-ой части книги. А пока рассмотрим примеры пространственно-временных связей между полями диатрем и астроблемами. Эти связи объясняются в рассматриваемой главе «энергетическим воздействием на недра Земли со стороны крупных (астероидных) метеорных тел в атмосфере Земли». **Во всех рассмотренных ниже примерах поля диатремового магматизма находятся на проекциях трасс болидов, которые являлись источниками этих энергетических воздействий.**

Конечно же, геологам трудно представить себе, что образование данного диатремового поля каким-то образом связано с астроблемой, находящейся на расстоянии 100, 200, 300, а

иногда и несколько сот километров от поля. Однако если расстояние между этими структурами рассматривать с позиции разницы во времени их образования, то при средней скорости полета болидов в атмосфере Земли 20 км/с, она, эта разница, будет составлять соответственно всего лишь 5, 10 и 15 секунд!

I. СЕВЕРНАЯ АМЕРИКА

Северная Америка насчитывает наибольшее количество астроблем и связанных с ними диатремовых полей, поэтому начинать обзор нужно именно с нее. Немаловажным обстоятельством является так же и то, что именно здесь американскими геологами было обращено внимание на пространственно-временную связь между кольцевыми взрывными структурами и проявлениями ультраосновного щелочного магматизма. И, несмотря на то, что наличие таких связей использовалось геологами против версии о метеоритном происхождении кольцевых («криптовулканических») структур, сам факт существования такой связи налицо, в чем читатель должен убедиться из нижеприведенных примеров.

3.1. «38-ая параллель»: кимберлитовое поле Эйвон, астроблемы Крукед Крик, Декейтурвилл и Вааблу

Указанные структуры приурочены к знаменитой оси Иллинойс-Миссури-Канзас (ИМК), проходящей вдоль 38-ой параллели в США, и своей приуроченностью к одной прямой линии привлекали внимание американских геологов еще в 60-ых и 70-ых годах прошлого века (Bucher, 1963; Snyder and Gerdeman, 1965; Mc Call, 1979). Кроме структур Крукед Крик, Декейтурвилл, Вааблу и Эйвон в составе «цепочки», растянувшейся почти на 650 км, присутствуют так же куполовидные структуры Роуз Доум, Фенис Крик и Хикс Доум (Рис.3.1).

Структура Фёнис Крик, морфологически очень напоминающая метеоритный кратер, имеет позднекембрийский возраст и погребена под более молодыми палеозойскими отложениями, не имея отражения в современном структурном плане приповерхностных образований. Этим она принципиально отличается от более западных элементов «цепочки» - структур Крукед Крик, Декейтурвилл и Вааблу, которые, так же как кимберлитовые трубки поля Эйвон, имеют радиологический возраст в интервале 300-390 млн. лет, что соответствует среднему девону – раннему карбону. С учетом линейного расположения этих структур и погрешностей определения абсолютного возраста, можно предполагать их разновозрастность.

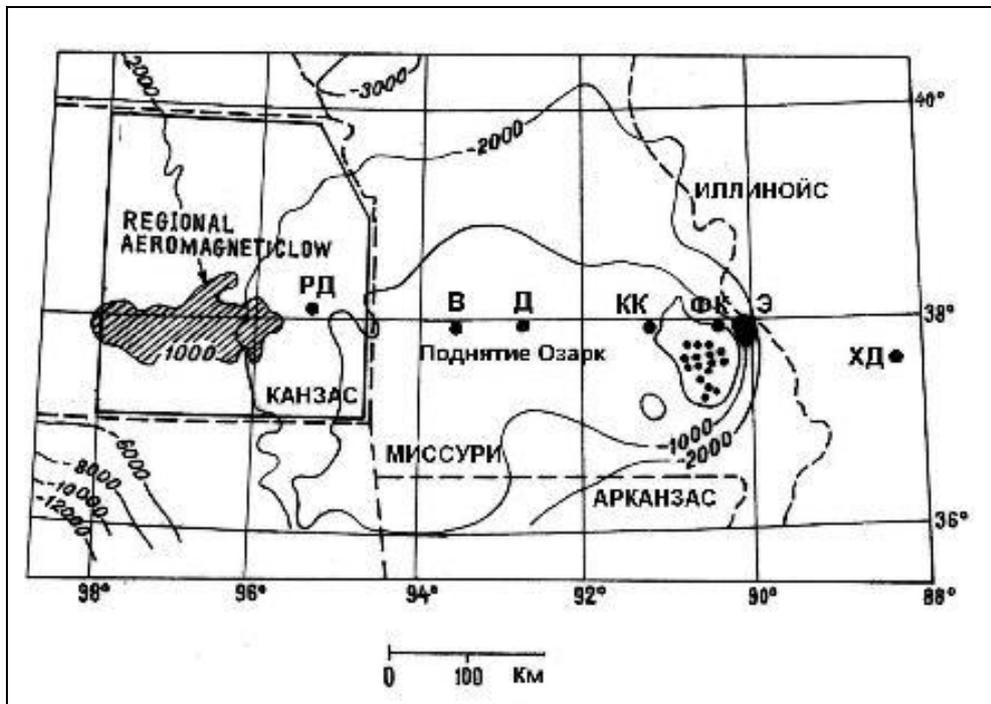


Рис. 3.1. Структурное положение оси «38-ая параллель» («Иллинойс-Миссури-Канзас») в США. Рельеф фундамента в изолиниях по Gay, 1989. Залитые кружки (крупные) – структуры: РД – Роуз Доум (купол Роуз), В – Вааблу (Weaubleau), Д – Декейтурвилл, КК – Крукед Крик, ФК – Фёнис Крик, Э – диатремовое (кимберлитовое) поле Эйвон, ХД – Хикс Доум (купол Хикс). Залитые мелкие кружки на юго-востоке штата Миссури – выходы докембрия.

Крайняя восточная структура Хикс Доум имеет пермский возраст (около 270 млн. лет) и имеет отношение к совсем другим пространственно-временным связям (см. далее в тексте). К тому же она находится значительно южнее 38-ой параллели, а не на одной прямой с упоминавшимися структурами. Крайняя структура с запада – Роуз Доум – так же генетически не связана с цепочкой рассматриваемых структур, так как образовалась в позднем мелу (около 90 млн. лет назад).

Важным является тот факт, что вдоль оси ИМК не происходит последовательного омоложения или удревнения возраста приуроченных к ней структур. Забегая вперед, отметим, что это обстоятельство не позволяет сторонникам эндогенной версии прибегнуть к помощи гипотезы «горячей точки». Однако для многих геологов линейное расположение структур является основанием для предположения о существовании тектонического контроля в виде зоны глубинных разломов в кристаллическом фундаменте, которая и обеспечивала дорогу для подъема магматических расплавов или газовых выбросов (Bucher, 1963; Mc Call, 1963; Snyder and Gerdeman, 1965; Ваганов,

Иванкин, Кропоткин, 1985; Nicolaysen, Fergusson, 1990). Представляется, что подобная версия не обоснована фактическим материалом.

Во-первых, ни на тектонических картах США (King, 1964; Bayer, 1983; Muehlberger, 1992), ни на геологической карте США масштаба 1:2 500 000 (1974) цепочке рассматриваемых структур не соответствует какой-либо линеамент ни в осадочном чехле, ни в кристаллическом фундаменте (Рис.3.2). Геофизические исследования – гравиметрические и магнитометрические – в штатах Канзас и Миссури так же не выявили вдоль 38-ой параллели никакой структурной зоны (Jager, 1989; Gay, 1989).

Таким образом, зона ИМК не связана с каким-либо тектоническим контролем, который мог бы объяснить приуроченность нескольких структур к одной прямой линии. Так же, как и рассмотренные выше кимберлитовые зоны в Европе и Азии, **цепочка этих структур имеет независимое структурное положение.**

Во-вторых, представляется целесообразным говорить о цепочке только 4-х наиболее приближенных друг к другу структур – Вааблу (диаметром 19 км, геологический возраст 310-330 млн. лет), Декейтурвилл (диаметр 6 км, геологический возраст <300 млн. лет), Крукед Крик (7 км, геологический возраст 320+-80 млн. лет) и кимберлитовое поле Эйвон (377-388 млн. лет по К-Аг и 396-399 млн. лет по Rb-Sr). Структуры присутствуют на отрезке оси ИМК длиной всего 300 км со средним расстоянием между ними 75 км.

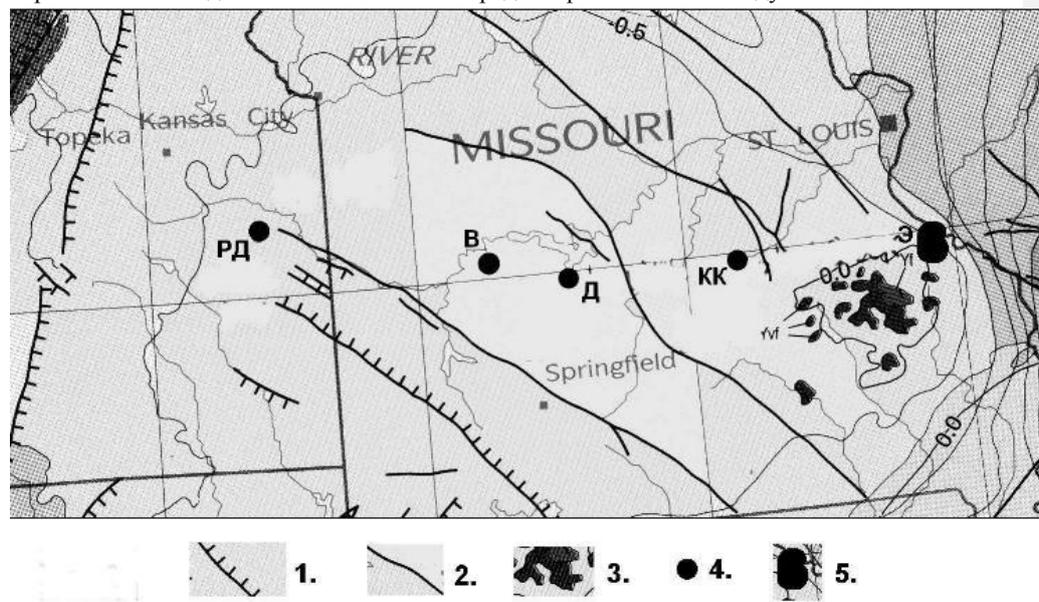


Рис. 3.2. Фрагмент Тектонической карты Северной Америки (Muehlberger, 1992). 1, 2 - разломы: с известным (1) и не установленным (2) направлением смещения; 3 – выходы кристаллических пород докембрия; 4,5 – структуры полосы «38-ая параллель»: *PD* – Роуз Доум, *B* – Вааблу, *D* – Декейтурвилл, *KK* – Крукед Крик (4) и *E* – кимберлитовое поле Эйвон (5).

В третьих. Структуры Крукед Крик (КК), Декейтурвилл (Д) и Вааблу (В) обладают сходными чертами своего строения, главной из которых является **отсутствие** у них каких-либо следов магматической деятельности. Кроме того, эти структуры имеют куполовидное строение при диаметре от 6 до 19 км, характеризуются интенсивным брекчированием пород, наличием типичных признаков импактных структур - конусов разрушения (КК, Д), выбросов крупных глыб и блоков более древних пород: кристаллического фундамента (Д), верхнего кембрия (КК), ордовика (В). Указанные признаки дают основание рассматривать эти образования как результат падения крупных метеорных тел, что ранее было сделано для структур КК и Д целым рядом геологов (Dietz, 1959; Dence, 1972; Engelhardt, 1974; Grieve, 1987; и др.).

Трактовка рассматриваемых кольцевых структур как импактных в сочетании с близкими значениями их возраста позволяет объяснить их линейное расположение как результат падения обломков одного метеорного тела, распавшегося в атмосфере Земли (Khazanovitch..., 1993). То, что на трассе падения этих космических пришельцев оказался кратер Фёнис Крик, образовавшийся на 110 млн. лет ранее и погребенный под раннепалеозойскими осадками, следует расценивать как маловероятное, но вполне возможное совпадение.

По последним данным (Rovey et al, 2003) структура Вааблу-Осцеола (как ее предлагают называть авторы) имеет диаметр 19 км и по всем признакам, изученным авторами в полевых и лабораторных условиях, так же образовалась в результате метеоритного удара (импакта). Об этом свидетельствуют и типичные для метеоритных кратеров конусы разрушения, и планарные элементы в зернах кварца. Аномалии силы тяжести и магнитные имеют низкие значения внутри кольцевой структуры, что свидетельствует против существования здесь поднятия фундамента или интрузивного тела. По геологическим данным возраст структуры - от среднего до позднего миссисипия или раннего пенсильвания, то есть порядка 330-310 млн. лет.

Авторы цитируемой статьи поддерживают точку зрения, согласно которой образование цепочки из 3-х структур имело место в результате падения роя метеорных тел, летевших друг за другом наподобие обломков кометы Шумейкер-Леви, выпавших на Юпитер. К сожалению, авторам не известен английский вариант моей статьи (Khazanovich-Vul'f, 1993), в которой отражена аналогичная точка зрения. Однако новые данные американских коллег свидетельствуют о том, что импактная структура Вааблу-Осцеола, диаметром 19 км, является самой крупной в сравнении с остальными двумя – Декейтурвилл (6 км) и Крукед Крик (7 км), что позволяет определить направление полета этого роя: метеороид Вааблу, как самый крупный, должен был лететь первым; следовательно, полет происходил в направлении с востока на запад, а не наоборот. Таким образом, территория кимберлитового поля Эйвон находилась на пути движения этого роя, а возможно, что именно над ней и произошла фрагментация одного крупного космического тела на 3 части. Однако посмотрим, что представляет собой поле Эйвон.

Оно располагается на расстоянии 57 миль к востоку от кратера Крукед Крик, на одной линии с цепочкой рассмотренных импактных структур. Площадь поля около 100 кв. миль. Оно содержит 79 трубок и ассоциирующих с ними даек пород взрывного и

неэксплозивного (изверженного) происхождения, среди которых преобладают интрузивные брекчии с обломками докембрийских кристаллических пород.

По данным А. Снайдера и П. Гердермана (Snyder, Gerdeman, 1965) первооткрыватель этого диатремового поля геолог А. Кидвелл (Kidwell) в 1947г. опубликовал данные о 78-ми диатремах трех типов петрографического состава:

Диатремы, заполненные изверженными неэксплозивными породами основного состава;

Диатремы, заполненные эксплозивными брекчиями, состоящими из обломков осадочного чехла и кристаллического фундамента;

Диатремы, заполненные такими же брекчиями, но с включением изверженного материала.

Изверженные разности пород содержат главные породообразующие минералы -оливин, авгит и флогопит (по данным сайта www.mindat.org). Присутствуют здесь так же и обломки девонских пород, которые ранее должны были занимать стратиграфическое положение на 1000м выше поверхности современного эрозионного среза отложений верхнего кембрия (Snyder and Gerdeman, 1965; Meyer, 1976). Возраст кимберлитовых пород по биотиту составляет: 377- 388 млн. лет (калий-аргоновый метод) или 396-399 млн. лет (рубидий-стронциевый метод) (Zartman et al, 1967). Напомним читателю, какие ошибки были допущены цитируемым исследователем – Зартманом – при определении возраста кимберлитов Эллиот Каунти, США: первоначальный результат - 257 млн. лет - в последствии оказался равным 88 млн. лет. Причина таких чудовищных расхождений – наличие в отобранных пробах ксеногенных разновидностей слюды, которые и явились причиной завышения абсолютного возраста. Таким образом, имеются все основания для предположения о том, что и рассмотренные импактные структуры, и кимберлитовое поле Эйвон образовались одновременно и были связаны с одним космогенным событием – пролетом крупного болида и дальнейшим выпадением его обломков на поверхность Земли.

Я направил письмо авторам статьи об астроблеме Вааблу-Осцеола – сотрудникам Университета штата Миссури в г. Спрингфилд - Чарльзу Роуви и Кевину Эвансу, в котором выразил свое удовлетворение результатами их исследований, в результате которых структура получила доказательства своего импактного происхождения. Заодно я задал им вопрос: как Вы объясняете тот факт, что диатремовое поле Эйвон имеет близкий возраст и расположено на той же прямой линии, что и три астроблемы? И в качестве возможного объяснения этого факта приложил две свои статьи на английском языке, в которых я рассматриваю это поле как результат энергетического воздействия болида на земную кору (Khazanovich-Vul'f (Wulff), 1993, 1996).

Ответ д-ра Эванса меня удивил и озадачил. Да, считают наши коллеги, положение поля Эйвон относительно других импактных структур должно найти свое объяснение, и они этим вопросом занимаются. Но единственная их рабочая версия заключается в том, что поле диатремовых трубок является... так же астроблемой. Моя версия энергетического воздействия, как будто, не произвела, на них никакого впечатления. Во всяком случае, никакой реакции на нее с их стороны я не услышал. Как же наши коллеги объясняют присутствие ультраосновных пород в составе диатрем? Мы предполагаем, - пишет д-р Эванс, - что они имеют внеземное происхождение и перемешаны с породами фундамента,

а осадочная брекчия образовалась в результате инъекции сверху, в то время как поднятие – снизу, с уровня основания импактного кратера. «Но, - пишет он, - возможно, что это, действительно, лампрофиры или кимберлиты!» Хорошо, что такая возможность все-таки допускается.

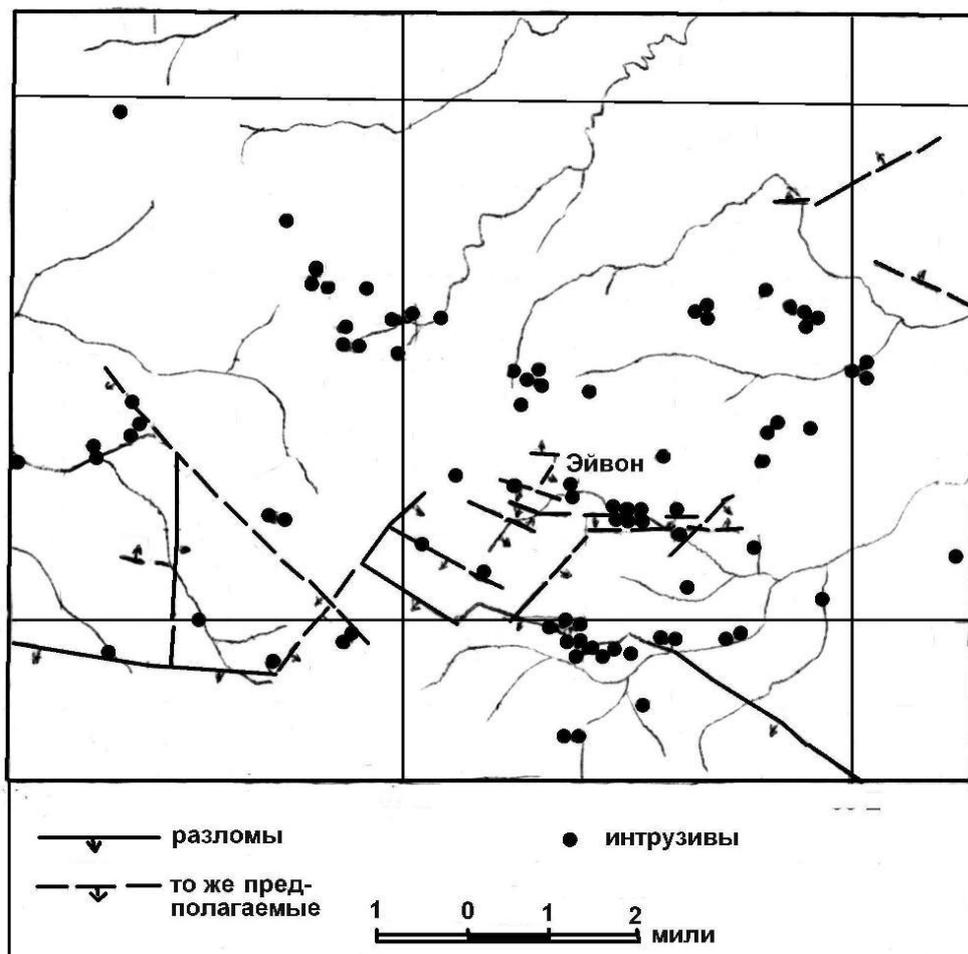


Рис. 3.3. Площадь постдевонских интрузивов Эйвон (Kidwell, 1947, from Snyder, Gerdermann, 1965). Поле Эйвон имеет изометричную форму и этим не обнаруживает преимущества от каких-либо крупных тектонических нарушений фундамента. Отдельные трубки приурочены к мелким разрывам в породах верхнего кембрия или находятся рядом с ними. В целом, поле представляет собой хороший пример структурной независимости диатремовых полей от тектонического строения района их развития.

3.2. Купол Хикс (Хикс Доум) - поле ультраосновных пород – группа астроблем Уэллс-Крик

Это – один из «классических» примеров пространственно-временной связи круговых взрывных структур и полей кимберлитового вулканизма, приводимый В. Бухером в своих научных публикациях за 30 лет исследований (Bucher, 1936, 1963). Общая геологическая ситуация этого района, охватывающего территорию 3-х штатов – Иллинойс, Кентукки и Теннесси, отражена на рис. 3.4.

Согласно Бухеру, Уэллс-Крик – самая большая обнаженная криптоэксплозивная структура в Северной Америке (более крупные структуры, типа канадской Маникуаган, диаметром 70 км, в это время были еще не известны). Эта структура расположена **на одной линии** с куполом Хикс Доум, зоной брекчиевых трубок (диатрем) и даек ультраосновных пород (так же, как в системе Урах – Рис Швабского Альба, обращает внимание Бухер).

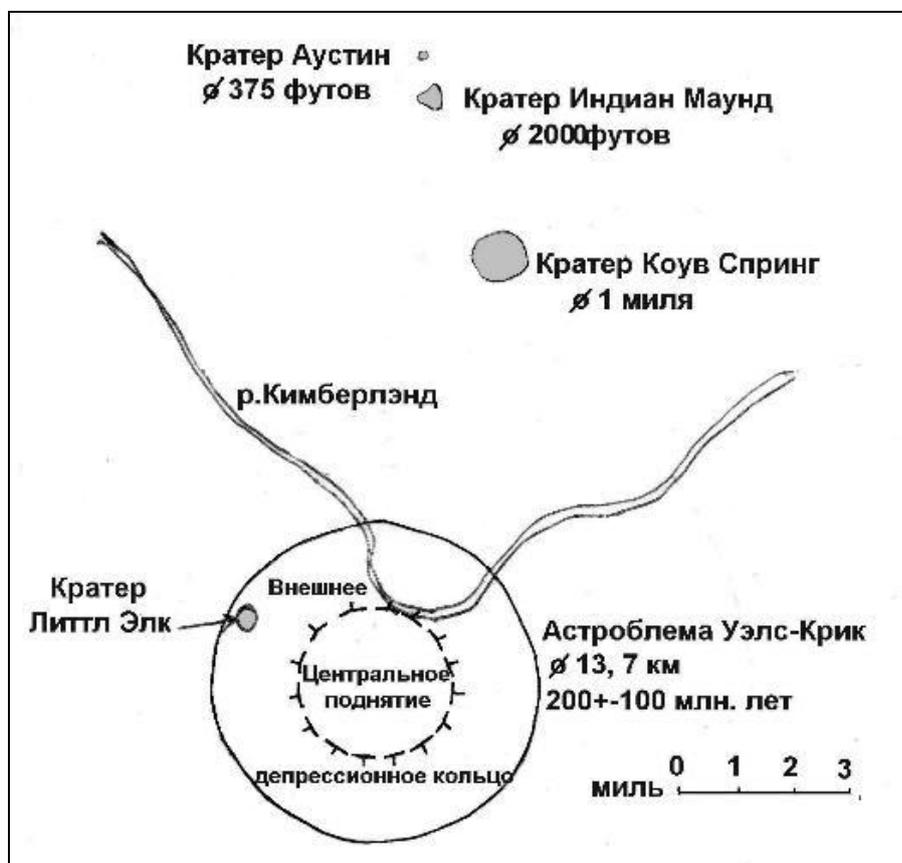


Рис. 3.4. Карта расположения структурной оси, к которой приурочены структуры пермского возраста: группа кратеров Уэллс-Крик, структура Хикс Доум, поле ультраосновных даек и трубок к югу от нее (Bucher, 1963). Поле кимберлитов Эйвон Бухер **ошибочно** параллелизовал с этой «осью»; на самом деле оно и территориально, и

хронально принадлежит другой системе структур – линии «38-ая параллель» (см. раздел 3.1.).

Центральное поднятие **кратера Уэллс-Крик** имеет диаметр от 3,2 до 4,8 км, а диаметр внешнего кольца составляет около 14 км. По современным представлениям структура является типичной астроблемой, обладающей целым рядом признаков, характерных для импактных структур – наличием конусов разрушения, отрицательной геофизической аномалией в центре структуры (-6 мГал), типичным центральным поднятием, в пределах которого породы ордовика раздроблены в виде блоков размером в несколько десятков метров, в которых слои часто имеют перевернутое залегание, круто падают под самыми различными углами (вплоть до вертикальных) и подняты взрывом на высоту не менее 800 м от уровня их коренного залегания. Пространство между блоками заполнено здесь мелкозернистой брекчией, содержащей угловатые фрагменты доломита и известняка диаметром свыше двух футов. В связи с отсутствием здесь каких-либо следов магматических проявлений, эта структура, как и многие ей подобные, была отнесена к разряду «криповулканических», т.е. вулканических без следов вулканизма.

В пользу космогенной природы рассматриваемой структуры свидетельствуют и ее малые «спутники» - кратеры Аустин, Индиан Маунд, Коув Спринг и Литтл Элк (рис.3.5). Первоначально эти маленькие кратеры принимались геологами за карстовые воронки, и только в 1953 г. геолог Вилсон высказал предположение об их метеоритной природе (Bucher, 1963). Согласно с его смелой для тех времен версии кратеры образовались в результате падения роя метеоритов, летевшего в направлении с юга на север. Причем самый маленький фрагмент – Литтл Элк – настолько отстал в полете от своих «коллег», что столкнулся с Землей уже после того, как кратер Уэллс-Крик был сформирован. В настоящее время такая трактовка представляется совершенно правильной за исключением одного момента: направление полета роя метеорных тел было не с юга на север, а с **север-северо-запада на юг-юго-восток**: выпадение более крупных тел всегда происходит на более дальних участках трассы полета, в то время как малые их спутники в результате сопротивления атмосферы, как правило, отстают от своих лидеров. Рассматриваемый пример пространственно-временных связей структур космогенного и эндогенного происхождения является таким же уникальным, как и пример с размещением подобных структур на плато Швабский Альб и на линии «38-ая параллель»: здесь проявляется одна и та же закономерность - **поля**

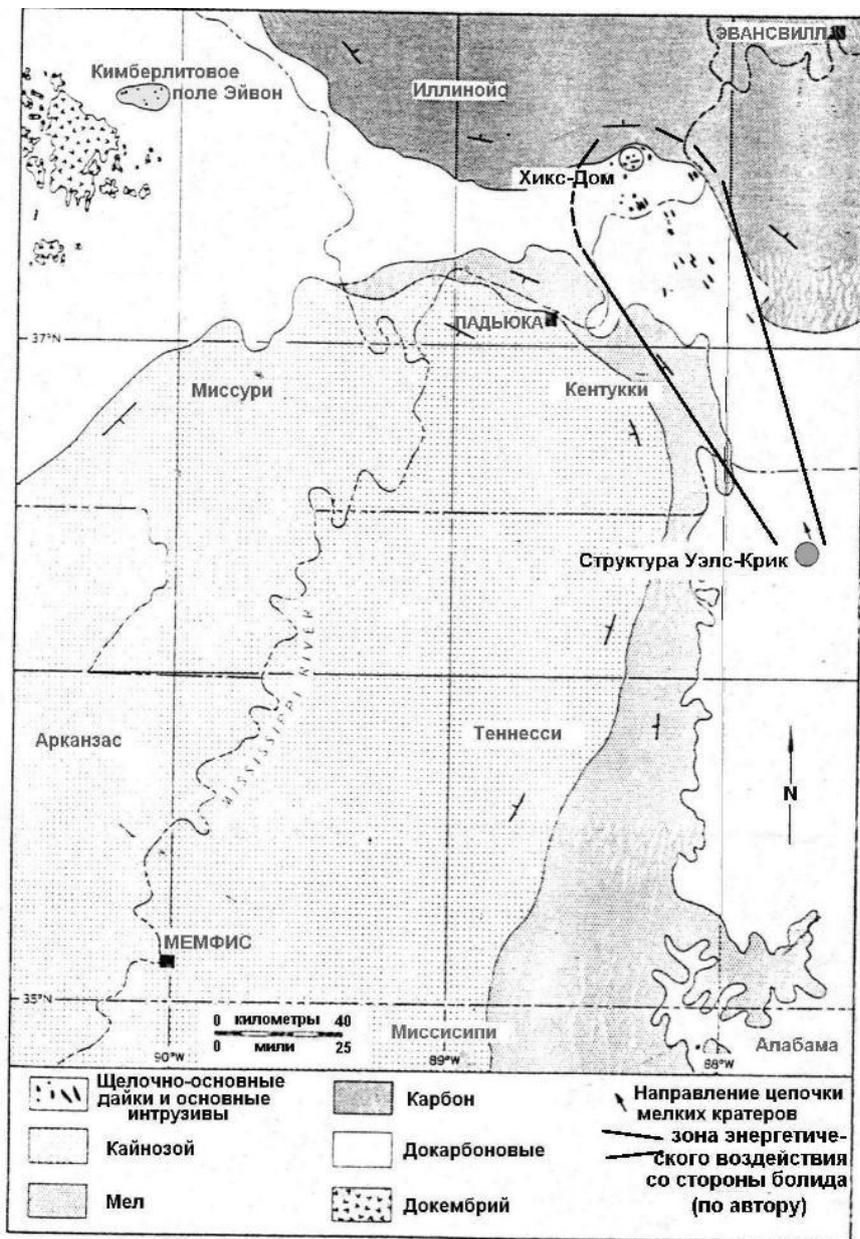


Рис. 3.5. Схематическое изображение кратера (астроблемы) Уэллс-Крик и ее спутников (по Bucher, 1936, с дополнениями).

диатремового магматизма занимают одну и ту же позицию – в задней части проекции трассы полета болида, где они и должны находиться в результате

энергетического воздействия со стороны летящего метеорного тела. Так, двигаясь от астроблемы Уэллс-Крик в направлении, обратном движению

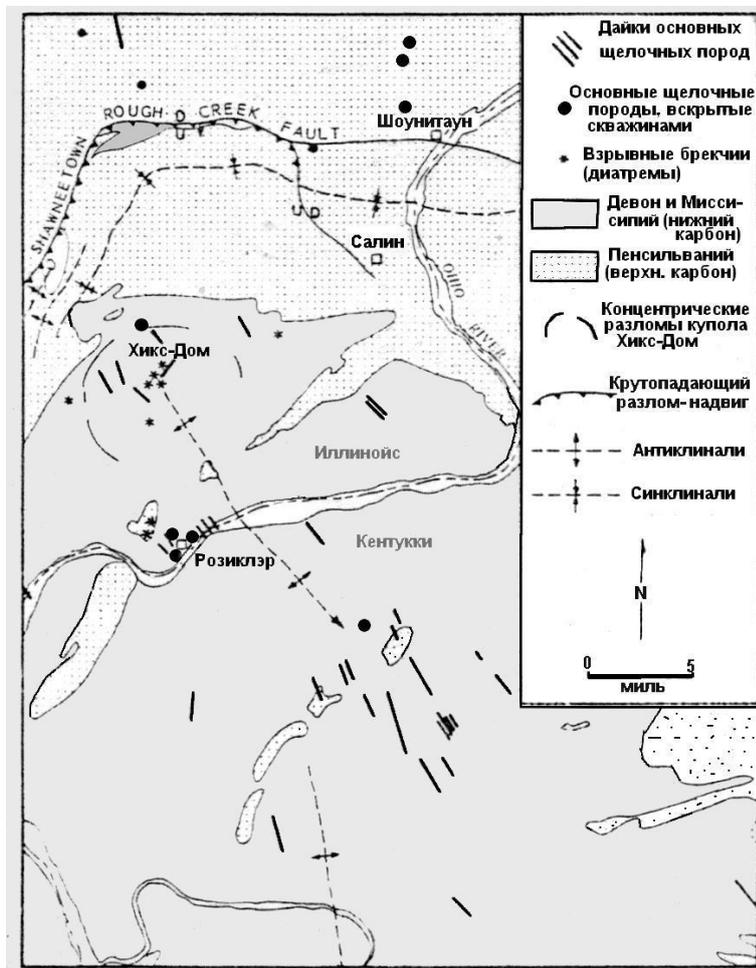


Рис. 3.6. Увеличенный фрагмент карты на рис. 3.5. Купол Хикс и зона щелочных основных и ультраосновных даек и диатрем; зона вытянута в юго-восточном направлении, т.е. – в сторону кратера Уэллс Крик и его спутников (Bucher, 1963).

образовавшего ее космического тела, то есть – на север-северо-запад, мы попадаем через 80 км на поле щелочных ультраосновных даек и диатрем, а еще через 80 км – на структуру Хикс Доум (Рис.3.4).

Купол Хикс представляет собой округлое поднятие диаметром около 10 миль (16 км). В ядре складки обнажаются девонские глины, а на крыльях – каменноугольные (миссисипий) и пермские (пенсильваний) отложения. В северной и западной частях купол имеет круговые формы, что подчеркивается кольцевыми разломами. В 1952г. на куполе

структуры была пробурена скважина, вскрывшая нормальный стратиграфический разрез девона до глубины 480 м. Далее, до глубины 892 м (забой) были встречены брекчированные породы, состоящие из обломков известняков, доломитов, сланцев, зерен с флюоритом, кальцитом, кварцем и сульфидами в виде прожилков и продуктов замещения брекчии (Snyder et al, 1965). Однако никакого первичного изверженного материала в брекчии обнаружено не было, что позволило первоисследователям этой структуры (Brown, Emery and Meyer, 1954) интерпретировать ее как зарождающуюся или неразвитую (недоразвитую) криптовулканическую структуру.

Снайдер и Гердерманн описывают и другие интересные детали строения купола. Так, обломки верхнеордовикских пород (формации макуокета) по результатам бурения были найдены на 330 м ниже уровня коренного залегания этих пород. А фрагменты среднеордовикских пород (формации Сант-Питер) были обнаружены на глубине на 130 м выше их нормального залегания.

На своде и склонах купола закартировано несколько диатрем и дайкообразных массивов, состоящих из брекчий с угловатыми обломками пород различного состава, в том числе – пород фундамента (полевой шпат, кварц, гранит и др.), поднятых на высоту не менее 2500 м. Обломки вмещающих пород, наоборот, часто обнаруживаются ниже уровня своего коренного залегания. Таким образом, в процессе образования диатрем происходило перемещение материала как снизу вверх, так и в обратном направлении, что очень характерно для всех диатрем Земного Шара.

Внутри границ купола и на расстоянии до 30 км от него в направлении на ССЗ и ЮЮВ закартированы многочисленные мелкие тела перидотитов или лампрофиров, ориентированных, в основном, на ССЗ. Главные минералы перидотитов – оливин, флогопит, авгит с примесью магнетита, апатит, перовскит, титанит и гранат. Авторы считают, что существовали две стадии внедрения пород: на первой образовались диатремы с брекчиями, а на второй, через «очень небольшой отрезок времени», – дайки изверженных пород, которые воспользовались трещиноватостью, образовавшейся на первом этапе.

А вот как по современным представлениям говорится о структуре Хикс Доум в Интернете на сайте Illinois State Geological Survey: «Большинство геологов, изучавших Хикс Доум, интерпретируют эту структуру как продукт одного или нескольких подземных вулканических взрывов. Бурение на структуре выявило сильно разрушенные осадочные породы, перемешанные с изверженным материалом. Кроме того, маленькие дайки изверженных пород расположены на поверхности радиально относительно центра структуры. Существует предположение, что Хикс Доум образовался в результате удара метеорита, однако приповерхностное и глубинное строение купола ясно указывают на то, что силы, образовавшие купол, пришли снизу, а не сверху». С этим нельзя не согласиться. Более того, к этому можно добавить, что и сам купол образовался в результате одновременного («залпового») образования диатрем и внедрения по ним и образовавшимся трещинам экструзивного и магматического материала. Вероятно, что такое же происхождение имеет и целый ряд других купольных структур с диатремами, в частности – Чадобецкое поднятие в Сибири.

Когда же образовалась структура? По результатам определения абсолютного возраста интрузивных пород по $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ – 272,1 млн. лет назад (по амфиболу) и 272,7 млн. лет (по флогопиту), т.е. – в ранней перми (Reynolds et al, 1997).

Сопоставим теперь эти данные с результатами определения возраста астроблемы Уэллс Крик – 200+/-100 млн. лет. Несмотря на большую неточность этого определения, предположение об одновременности образования обеих структур и полей магматизма между ними представляется вполне корректным. А данные, свидетельствующие о том, что болид Уэллс Крик перед своим падением пролетел над территорией будущего купола Хикс Доум, представляют, на мой взгляд, дополнительное доказательство энергетического воздействия этого болида на земные недра.

3.3. Астроблема Мидлсборо – кимберлитовое поле Норрис Лэйк

Вице-президент Международной Ассоциации Планетологов Джеральд Мак Колл еще в 1979г. обратил внимание на то, что современное распространение кимберлитов Норрис Лэйк находится «в очень тесной связи с «криптовулканической» структурой Мидлсборо» (McCall, 1979). Связь, действительно, очень тесная: расстояние между двумя этими структурами составляет всего лишь 35 км!

Астроблема Мидлсборо имеет диаметр около 6 км и расположена в самой южной части штата Кентукки (рис.3.7). Здесь присутствуют все необходимые черты космогенной структуры: центральное поднятие сильнодислоцированных пород более древнего возраста, чем породы на крыльях структуры, типичные конусы разрушения и планарные элементы в зернах кварца. Интересно, что внутри астроблемы расположен городок Мидлсборо – единственный город в Северной Америке, выбравший себе такое экзотическое местоположение. Во всем мире известен только еще один город,

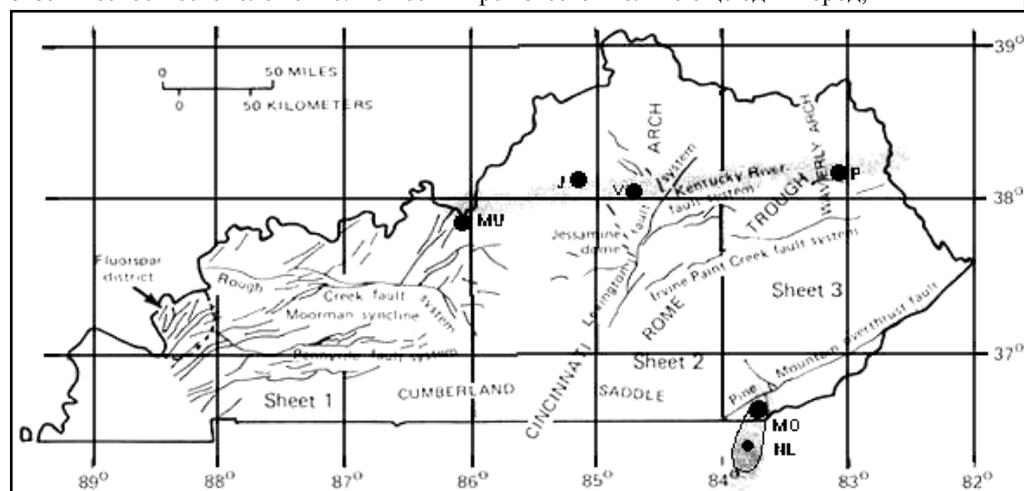


Рис.3.7. Структурная схема штата Кентукки (по R.C. McDowell, <http://pubs.usgs.gov/prof/p1151h/structure.html>). Жирные линии соответствуют разломам. P – диагдромовое поле Эллитт Каунти (Elliott County) Астроблемы: J – Джепта Ноб (Jeptha Knob); MO – Миддлсборо (Middlesboro); MU – Малдрой Доум (Muldraugh dome); V -

Версаль (Versailles). Добавления автора: NL – кимберлиты Норрис Лэйк; залитые полосы – предполагаемые зоны энергетического воздействия со стороны болидов.

расположенный в метеоритном кратере: это г. Нордлингер в кратере Рис на плато Швабский Альб в Германии (здесь мы обязательно побываем по мере дальнейшего изложения).

По геологическим данным возраст астроблемы определяется равным <300 млн. лет. Данные радиологических определений автору не известны.

В 35 км на юг-юго-запад от астроблемы Мидлсборо имеется проявление кимберлитового магматизма Норрис Лэйк. Кимберлиты представлены двумя малыми интрузивными телами, приуроченными к древнему разлому, разделяющему два блока пород – кембрийского и девон-силурийского. Общая длина двух выходов пород – около 1 км. Данные радиологических определений возраста отсутствуют. Базируясь на геологических взаимоотношениях с вмещающими породами, он определяется как ранний карбон-пермь (Meuser, 1976).

Сравнивая возраст двух структур – астроблемы Мидлсборо (<300млн. лет) и кимберлитов Норрис Лэйк (<286 млн. лет), можно отметить следующее: данные определения абсолютного возраста образования этих структур отсутствуют (или неизвестны автору). Предположение о их đồngовозрастности вполне допустимо.



Рис. 3.8. Астроблема Миддлсборо, диаметром 6 км, штат Кентукки. Аэроснимок Геологической службы штата Кентукки. Кратерный вал хорошо виден в правой половине снимка. По данным Gary J. Ferland, University of Kentucky на сайте www.Earth Impact Database/Middlesboro.

3.4. Еще одна «38-ая параллель»: кимберлитовое поле Эллиот Каунти – астроблемы Джепта Ноб, купол Малдрауг и Версаль

В штате Кентукки мы находим еще один возможный пример пространственно-временной связи между астроблемами (Версаль, Джепта Ноб) и полем диатремового магматизма (Эллиот Каунти). Однако для уверенной корреляции событий, с которыми связано образование этих структур, необходимо провести самостоятельный анализ имеющихся данных, так как по существующим представлениям они имеют существенно различный возраст.

Кимберлитовое поле Эллиот. Расположено в восточной части штата Кентукки и представлено всего лишь тремя кимберлитовыми трубками, расположенными на расстоянии не более 1,25 км друг от друга (см. рис. 3.7 и 3.9). Породы содержат фенокристы оливина (часто серпентинизированного), гранат, ильменит, флогопит и

пироксен. Основная масса сложена серпентинитом. Ксенолиты представлены обломками местных осадочных пород и кристаллического фундамента (Meyer, 1976).

Возможно, читатель помнит из главы 1.4, что абсолютный возраст кимберлитов Эллиот первоначально был определен по биотиту: калий-аргоновым методом - 279 ± 14 и 270 ± 20 млн. лет, рубидий-стронциевым методом - 257 ± 22 , что соответствует ранней перми (Zartman et al, 1967).

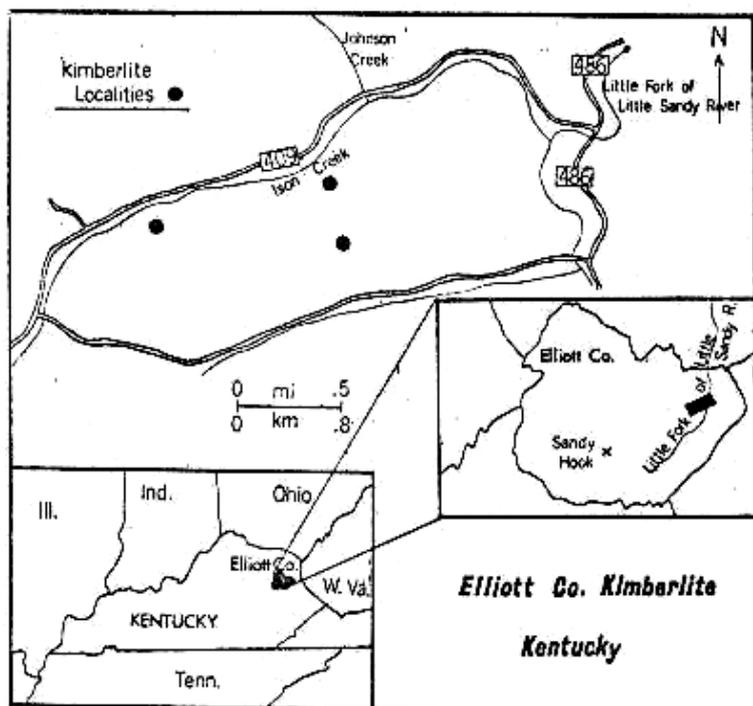


Рис. 3.9. Местоположение кимберлитов Эллиот, Восточный Кентукки (Meyer, 1976). Три кимберлитовых трубки показаны жирными точками.

Спустя 30 лет определение абсолютного возраста этих кимберлитов было проведено уран-свинцовым методом по более надежному минералу - перовскиту, который, как будто, не имеет ксеногенных разновидностей в кимберлитах (Heaman, Kjarsgaard, 2000). Анализ показал, что кимберлиты оказались на 190 млн. лет (!) моложе и образовались 88 млн. лет назад, то есть не в конце палеозоя, а в конце мезозоя! Если при анализе геологической ситуации в северной части штата Кентукки исходить из того, что целый ряд структур выстроился вдоль узкой полосы не случайно, и в этом есть какая то первопричина, то, естественно, возникает вопрос: не связано ли образование кимберлитового поля Эллиот так же с энергетическим воздействием космических тел, которые при падении образовали крупные метеоритные кратеры – Версаль и Джепта Ноб? Если наша модель применима для объяснения этой ситуации, то возраст астроблем должен соответствовать возрасту кимберлитов Эллиот – 88 млн. лет. Посмотрим, существуют ли какие-нибудь данные, подтверждающие это предположение.

Астроблема Версаль. Диаметр – около 5000 футов. Развита в известняках и глинах среднего и верхнего ордовика. Более молодые образования на площади не развиты. Центральное поднятие сложено брекчированными породами и окружено концентрическими и радиальными разломами. Долгое время структура принималась за большую карстовую воронку. **Считается**, что структура образовалась в самом конце ордовика - начале силура и имеет возраст 440 млн. лет. Однако никаких доказательств при этом не приводится. Структура может оказаться намного моложе. Соображения на этот счет приводятся ниже.

Астроблема Джепта Ноб (кноб – холм) с абсолютной отметкой 362м представляет собой самую высокую точку в регионе Блюграсс штата Кентукки: она на 90м выше окружающей ее территории. Первоначально структура называлась «криптовулканической», однако в настоящее время уже мало кто сомневается в ее импактной природе. Диаметр астроблемы – около 5 км, диаметр центрального поднятия – около 2 км. Последнее состоит из приподнятых и брекчированных пород ордовика, окруженных зоной концентрических разломов, которые разбиты на сегменты радиальными разломами. Многие из блоков существенно приподняты. **Залегающие горизонтально доломиты силурийского возраста перекрывают трещиноватые и брекчированные слои.** Конусы разрушения и такие характерные минералы как коэзит пока не обнаружены. Геофизические исследования показали отсутствие поднятия кристаллического фундамента ПОД структурой. В сочетании с аномально высоким содержанием иридия в брекчиях это свидетельствует в пользу космогенной природы структуры (Thompson, 2003).

Возраст астроблемы Джепта Ноб определяется как позднеордовикский-раннесилурийский. С учетом того, что граница ордовика и силура проводится сейчас на уровне 438 млн. лет, примерно такой же возраст должна иметь и структура. При условии, что возраст перекрывающих ненарушенных пород действительно силурийский. Остается только выяснить – так ли это?

В первую очередь необходимо отметить, что **какие-либо палеонтологические обоснования возраста отсутствуют.** Однако остановимся на этом важном вопросе более подробно и просим читателя проявить к нему самое большое внимание. В геологии часто приходится решать загадки, анализируя комплекс разрозненных фактов и используя приемы логики. Как в любом криминальном расследовании. Итак:

По данным Крессмана (Cressman, 1981), который проводил на этой структуре детальную геологическую съемку, Джепта Ноб перекрывается почти горизонтальными слоями силурийского возраста, залегающими несогласно на деформированных породах ордовика. Разрез силура состоит здесь из двух пачек.

Нижняя пачка (на разрезах и на карте – Sb, формация Брассфилд) сложена доломитами мощностью от 16 до 20 футов (5-7 м), которые на холме образуют характерные скальные обнажения в виде карнизов. Пачка сложена тонкокристаллическими известковыми доломитами серо-оранжевого цвета, которые содержат **в большом количестве мелкие (менее 1мм) пустоты (vugs), занимающие от 10 до 20% объема породы, и угловатые фрагменты очень тонко кристаллических доломитов** (здесь и далее жирным шрифтом я выделяю особенно важные детали строения). Нижняя часть пачки мощностью от 3-х до

6-ти футов (2м) в нескольких местах представлена *калькаренидами и кальцирудитами*. Поясним, что обозначают эти довольно редкие термины.

Калькарениды (calcarenites) – карбонатные породы, состоящие более чем на 50% из обломков кальцита или доломита песчаной размерности.

Кальцирудиты (calcirudite) – то же, состоящие преимущественно (более 50%) из частиц обломочного кальцита размером более 2 мм, сцементированных известковым материалом. Так же называются и сцементированный известняковый гравий, известковый конгломерат или брекчия.

Такие породы обнаружены на вершине структуры в нижних 5-ти футах разреза, относимого к формации Брассфилд. Здесь они содержат фрагменты пород и органических остатков (пластинок криноидей и обломков раковин брахиопод), происходящих несомненно из подстилающих известняков *формации Дрэйк* верхнего ордовика.

Микроскопически доломиты состоят из ромбических кристаллов доломита размером около 0,1 мм и кристаллов кальцита, некоторые из которых корродированы пластинами иглокожих.

Согласно Крессману, брекчия, вероятно, является межформационной и не имеет отношения к структуре Джепта Ноб. Забегая вперед, отмечу, что это первый неверный вывод, сделанный этим исследователем.

Порода содержит так же зерна зеленого или серого *микритового (очень тонкозернистого) известняка и микритовых аргиллитов*, происходящих из формации Дрэйк верхнего ордовика. Обломки фауны свидетельствуют о недалеком их переносе. Кальцирудиты состоят из обломков позднеордовикских пород и органических остатков в цементе из окрашенных лимонитом мелких (глинистой размерности) зерен кальцита. По данным Крессмана, Бухер (1925) обнаружил в кальцирудите фауну как позднеордовикского, так и раннесилурийского возраста, но что это за фауна – не упоминает⁵. Бухер на этом основании полагал, что базальные слои принадлежат не формации Брассфилд нижнего силура, а формации Озгуд среднего силура. Однако Крессман не соглашается с ним и считает, что эти слои имеют раннесилурийский возраст.

Сами же вмещающие доломиты никакой фауны *in situ* не содержат. Это дает право интерпретировать возраст вмещающих пород только как **постсилурийский**.

Верхняя пачка, мощностью 75 футов (около 25м), полностью скрыта под почвой и осыпью кремня, но на основании находок фауны в кремнях (Bucher, 1925, p. 216; Foerste, 1931, p. 182) и в обнажениях, наблюдавшихся Бухером (Bucher, 1925, p. 212), есть основания полагать, что она сложена доломитами и аргиллитами среднесилурийского возраста. Вероятно, что именно доломиты содержат в большом количестве обломки кремневых пород, которые и образуют осыпь на склоне. Удивительно, что никто из геологов до сих пор не догадался пройти канаву на склоне холма и вскрыть полный разрез этой пачки.

Анализируя рассуждения Бухера и Крессмана о возрасте слоев, залегающих на дислоцированных и брекчированных породах верхнего ордовика, мы должны обратить

⁵ Статья Бухера (Bucher, 1925), к сожалению, недоступна Петербургскому читателю, так как отсутствует и в ВГБ, и в НРБ.

внимание на один немаловажный момент: никто из них не подумал о том, что формированию структуры Джепта Ноб в результате падения крупного метеорного тела предшествовало образование метеоритного кратера. Поскольку в настоящее время от этого кратера не осталось и следов за исключением его дна, на котором залегают «силурийские» породы, то неизбежен вывод о том, что **толща пород, внутри которых сформировался этот кратер, в настоящее время отсутствует** в результате длительной эрозии территории.

Каковы же были приблизительные параметры кратера, который образовался на месте падения метеорного тела «Джепта»?

Если принять, что его размеры соответствовали зоне нарушений, изображенных на вышеприведенных геологической карте и разрезах, то его диаметр составлял около 5 км. Какова же была глубина экскавации пород мишени при ударе и взрыве метеорного тела? Или, другими словами, какова была истинная глубина кратера? Напомним читателю, что истинной глубиной называется расстояние по вертикали от ненарушенной поверхности пород мишени до коренных пород на дне кратера («Н» на рис. 4.1.). Для сравнения возьмем эстонскую астроблему Кярдла, имеющую близкий диаметр (4 км) (Масайтис и др., 1980). Глубина впадины составляет здесь 350-400 м, в среднем – 375м. Следовательно, отношение глубины кратера к его диаметру составляет $375 : 4000 = 0,09$ или $\sim 0,1$.

происхождение. Во-первых – это **наличие большого количества пор в так называемых доломитах**, что свидетельствует против водного происхождения этих пород. **Такие поры характерны именно для импактных пород.** Сами же «доломиты» - это, скорее всего, ничто иное, как сцементированная карбонатная («горная») мука, выброшенная взрывом в воздух и выпавшая затем в кратер. Именно такой «воздушный способ» образования этих пород может объяснить наличие в них множества пор. Во-вторых, наличие брекчий в составе «доломитов», фрагментов фауны как более древних пород (ордовикских), так и отсутствующих в настоящее время в разрезе (силурийских по Бухеру), соответствует сценарию импакта, по которому нескольких сот метров осадочного разреза в пределах образовавшегося кратера были уничтожены взрывной экскавацией. В третьих, «доломиты» Брасфилд окрашены в «серо-оранжевый» цвет; **оранжевые и красные цвета характерны именно для импактных пород**, в которых частички метеоритного железа в результате окисления превращены в лимонит.

Исходя из представлений американских геологов об этапах развития Арки Цинцинатти, ось которой проходит рядом с Джепта Ноб (Bayer, 1983), разрез района этой структуры над ордовиком должен был состоять из следующих возрастных подразделений (снизу вверх): средний силур, средний и верхний девон, карбон (Миссиссипиан и Пенсильвиан с перерывом между ними). Причиной же существующего структурного рельефа в результате устойчивого подъема территории являются позднепалеозойские или постпалеозойские (мезозойские) движения земной коры.

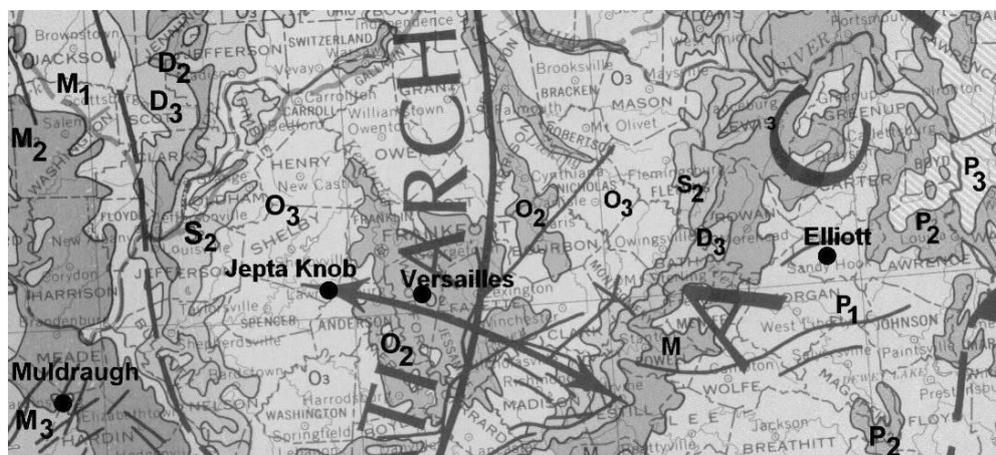


Рис.3.11. Фрагмент геолого-тектонической карты США (Bayer, 1983). М – миссиссипиан (нижний карбон) и его подразделения (1,2,3), Р – пенсильвиан (верхний карбон) и его подразделения (1,2,3). Остальные индексы - из стандартной геохронологической шкалы. Жирная субмеридиональная линия – Арка Цинцинатти. Обратите внимание на то, что верхний силур трансгрессивно перекрывает нижний, из чего можно сделать вывод, что последний на оси Арки Цинцинатти, в частности – в районе Джепта Ноб, не отлагался. Аналогичный вывод напрашивается и относительно нижнего девона.

Таким образом, анализ геологической карты свидетельствует о том, что структура образовалась **не** в силуре, а тем более – в раннем силуре. Наиболее вероятный ее возраст – постпалеозойский, когда территория устойчиво поднималась, а мощность осадочного чехла в результате эрозии начала сокращаться.

Однако при такой постановке вопроса мы неизбежно сталкиваемся с одним серьезным противоречием: если метеорное тело пробило 500 метров осадочного разреза, то в составе аллогенной брекчии, залегающей на бывшем дне кратера, должны находиться обломки пород не только верхнего ордовика и силура, как это имеет место, но и других пород, некогда слагавших разрез перекрывающих пород. Где же эти обломки? Где же сама аллогенная брекчия, которая должна выстилать дно кратера? Скорей всего, что она слагают нижнюю часть кратера, истинная граница которой находится значительно ниже, чем предполагается местными геологами. В этом случае, цокольное дно кратера в современной интерпретации представляет собой, на самом деле, верхнюю границу аллогенных брекчий, а истинное дно кратера должно находиться намного глубже.

Что касается **купола Малдрауг** (Muldraugh dome), находящегося на продолжении полосы Эллиот – Версаль – Джебта, то его отношение к этим структурам является проблематичным. Однако нельзя не обратить внимания на тот факт, что подобные структуры присутствуют по соседству с астроблемами, в чем мы убедимся ниже (см. разделы Европа и Африка). Диаметр этого купола - приблизительно 3,2 км (2 мили). Поверхность его не разбита на блоки (unfaulted), хотя и приподнята приблизительно на 130м (400 футов) [относительно окружающей местности]. Фримен (1951, р. 38) описал скважины, проникающие в брекчированные доломиты Кнокс и мел ордовика ниже консолидированных (моноклитных и ненарушенных) силурийских доломитов, предполагая "криптовулканический" механизм образования купола. Крессман в цитированной выше работе считал, что образование купола произошло в раннем карбоне (время миссисипиан) и наложилось на досилурийские деформации, что являлось доводом против импактного происхождения структуры.

Выводы по разделу 3.4.

Таким образом, предположение о том, что цепочка структур «кимберлитовое поле Эллиот – астроблема Версаль – астроблема Джебта Ноб» образовалась одновременно в результате пролета и падения двух крупных метеорных тел 88 млн. лет назад не противоречит имеющимся фактическим данным. Представления о силурийском возрасте образования этих двух астроблем должны быть пересмотрены с учетом вышеизложенных соображений.

* * *

Когда я уже поставил заключительную точку в этом разделе, я обнаружил в Интернете тезисы доклада немецких геологов Т. Кенкмана и Д. Шерлера на 33-ей сессии Lunar and Planetary Science в 2002-ом году (Kenkmann and Scherler, 2002). Оказывается, они провели сходную реконструкцию для астроблемы Апхивел (Upheaval) в штате Юта. Структура имеет диаметр до 9 км, т.е. почти в два раза более астроблемы Джебта Ноб (5 км). Если бы мы применили коэффициент 0,1 для определения глубины кратера, то получили бы величину 900м. Однако по данным Кенкмана и Шерлера первоначальный кратер имел

глубину 1500-1600м и был образован в породах мела (800м) и в верхней части юрской толщи (740м), полностью уничтоженных к настоящему времени эрозией. Отношение глубины кратера к его диаметру составило здесь $1,6 : 9 = 0,17$. Таким образом, коэффициент 0,1, использованный мной, оказался более чем скромной величиной для определения глубины первоначального кратера.

3.3. Астроблемы Гловер Блафф (США), Слэйт Айлендс (Канада) и кимберлитовое поле Лэйк Эллен между ними

Западнее оз. Мичиган и к югу от оз. Верхнее находится территория размером приблизительно 5 x 7 км, в пределах которой известно несколько куполов и депрессий с сильно деформированными палеозойскими и протерозойскими породами, окруженными полями ненарушенных протерозойских пород (Рис.3.12). Среди них выделяются структуры Останец Брюл Ривер (диаметром 2 км), Известняковая Гора (1,5 x 1,0 км), Шерман Хилл (0,6 км) и несколько участков с крутым (45-70°) падением верхнепротерозойских песчаников в районе населенного пункта Пелки (см. врезку на Рис.3.12). Нижеследующие сведения о строении этих структур приводятся по данным местных геологов (Cannon and Mudrey, 1981).

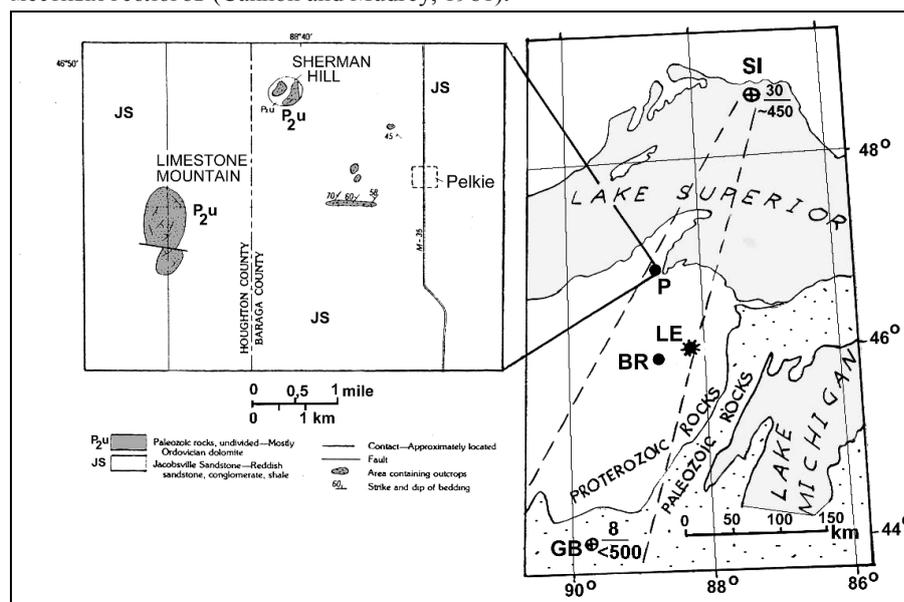


Рис.3.12. Схема расположения «криповулканических» структур и кимберлитового поля Лэйк Эллен (по Cannon and Mudrey, 1981, с упрощениями и дополнениями). GB – астроблема Гловер Блафф, BR – останец Брюл Ривер, LE - кимберлитовое поле Лэйк Эллен, P – «криповулканические» структуры в районе г. Пелки; SI – астроблема Слэйт Айленд.

Согласно их выводам, эти структуры имеют вероятное криптовулканическое происхождение девонского (?) возраста и генетически связаны с соседним полем кимберлитовых трубок Лэйк Эллен.

Кимберлиты Лэйк Эллен представлены всего лишь двумя трубками, которые прорывают кристаллические породы протерозоя, но при этом содержат ксенолиты ордовикских доломитов, а значит – имеют постордовикский возраст. Считается, что возраст кимберлитов составляет приблизительно 180 млн. лет, но по каким данным он определен, мне выяснить не удалось. Ближайшие выходы ордовика расположены в 40 милях восточнее, что свидетельствует о былом развитии ордовика западнее Лэйк Эллен.

Ближе всего к кимберлитовому полю Лэйк Эллен, с юго-востока от нее расположена структура **Брюл Ривер**. Она представляет собой эрозионный останец диаметром 10 м, сложенный известняками с ордовикской фауной. Известняки со всех сторон окружены вулканическими породами протерозоя. Породы, в основном, залегают горизонтально, но местами погружаются под углом до 15° на восток. В 2-х км к северо-западу от этого останца на холме с абсолютными отметками на 50м выше обнажения известняков вскрываются базальные песчаники палеозойского разреза (кембрий?). Это свидетельствует о том, что ордовикские породы опущены на глубину не менее чем 100м относительно окружающих выходов палеозоя. Кэннон и Мадрей полагают, что все это – остатки криптовулканической структуры. Несмотря на то, что опускание известняков может быть связано с разрывной тектоникой, послеордовикские разломы амплитудой 100м в этом регионе не известны. Погружение известняков под углом 15° может быть истинным погружением в криптовулканической депрессии, а не оползневым явлением.

Теперь рассмотрим нарушения в 80 км к северо-западу от кимберлитов Эллен Лэйк, в районе **городка Пелки** (см. ту же врезку). Здесь описано несколько выходов дислоцированных протерозойских и палеозойских пород, которые, по мнению Кэннон и Мадрей могут иметь криптовулканическое происхождение.

Останец Известняковая Гора (Limestone Mountaine) сложен палеозойскими породами, залегающими на протерозойских Песчаниках Джакобзвилл. Палеозой представлен доломитами и доломитовыми известняками ордовика, образующими торчашую крутую скалу, которая возвышается почти на 100 м над окружающей слабоволнистой равниной. Останец имеет длину около 1,5 км в направлении север-юг и ширину около 1 км. Палеозойские слои погружаются полого или круто к центру структуры, так что последняя представляет собой несомненную синклираль. Интересно, что в осыпи деловия были обнаружены обломки пород нижнего девона, коренные выходы которого здесь не известны.

В 2,5 км северо-восточнее расположена еще одна структура-останец – **Шерман Хилл**. Подобно Известняковой Горе это - так же останец дислоцированных палеозойских пород, окруженных протерозойскими Песчаниками Джакобзвилл. Слои погружаются во внутрь структуры под углом от 5 до 30° вдоль полуокруглого вала, свидетельствующего в пользу существования приблизительно конической депрессии диаметром около 0,5 км. Однако в рельефе полного выражения этой структуры нет.

Площадь распространения дислокаций **Песчаников Джакобзвилл**. На этой же площади выявлены несколько аномальных участков, где протерозойские красно-коричневые

песчаники и конгломераты дислоцированы и падают под углом от 45 до 70°. На врезке рис. 3.12 их выходы показаны в восточной части схемы. На остальной территории эти песчаники залегают или горизонтально или имеют пологое падение под углом не более 20°, что часто связано с их косою слоистостью. Выходы Песчаников Джакобзвилл плохо отражаются в современном рельефе, так что размер и контуры площади дислокаций не известны.

Авторы рассматриваемой публикации, Кэннон и Мадрей, полагают, что все рассмотренные «криптовулканические» структуры связаны с кимберлитами, которые не прорвались до поверхности Земли, но послужили причиной деформации вышележащих пород. К числу таких структур авторы отнесли и структуру **Гловер Блафф**, отнеся ее к разряду криптовулканических. Однако в дальнейшем в ней были обнаружены все характерные признаки астроблем. Сейчас она уверенно занимает место в списке достоверных астроблем Земного Шара. Ее диаметр составляет около 8-ми км, а центральное поднятие, соответствующее полю развития нарушенных отложений кембрия и ордовика, имеет диаметр около 500м. Внутри структуры слои опущены на 60м относительно окружающих ненарушенных пород. Геологический возраст астроблемы - <450 млн. лет, т.е. постверхнеордовикский. Расположена она в 235 км на юг-юго-восток от кимберлитов Лэйк Эллен.

Примерно на таком же расстоянии (275км или 13,5с полета болида) от кимберлитового поля Эллен Лэйк, но с севера, находится другая, более крупная, астроблема, диаметром 30 км, - Слэйт Айленд (Grieve and Robertson, 1976). Эта структура обладает необходимым комплексом признаков, характерных для импактных образований, в виде брекчированных пород, конусов разрушения, микроскопических деформаций в кварце и т.п. Ее геологический возраст – <500 млн. лет.

Таким образом, представления Кэннона и Мадрей об эндогенной природе структуры Гловер Блафф являются ошибочными. Что касается рассмотренных выше аномальных дислокаций, то их природа до сих пор остается загадочной. Однако нужно обратить внимание на то, что подобные структуры часто сопровождают как кимберлитовые поля, так и трассы пролетов связанных с ними метеорных тел. Чаще всего эти структуры имеют купольное строение, как это имеет место, например, в вышерассмотренном случае с куполом Малдроуг. Такие купола обнаруживают признаки взрыва не на своей поверхности, а на некоторой глубине, где присутствуют брекчированные породы, а иногда и признаки шокового метаморфизма в виде кварца с планарными элементами (купол Стопфенхейм, Германия; см. главу 3.9). В дальнейшем при описании геологических ситуаций я буду применительно к подобным структурам использовать термин «неразвитые взрывные структуры» в соответствии с термином «undeveloped cryptovolcanic (cryptoexplosion) structures», используемым американскими геологами (Snyder and Gerdemann, 1965). То, что эти структуры часто соседствуют с кимберлитовыми полями или трассами пролета болидов является очевидным фактом, не осмысленным до сих пор геологами. При описании примеров пространственно-временной общности диатремовых полей и астроблем мы еще неоднократно столкнемся с этими загадочными образованиями.

Итак, практически на одной прямой линии находятся 3 структуры (с юга на север): 1) астроблема Гловер Блафф, диаметром 8 км, возраст <450 млн.лет → 235 км → 2) кимберлитовое поле Лэйк Эллен, <450 млн. лет → 275 км → 3) астроблема Слэйт Айлендс, диаметром 30 км, возраст <500 млн. лет.

Мы можем допустить, что обе эти астроблемы являются одновозрастными. В этом случае они образовались из цепочки двух метеорных тел, меньшее из которых (Гловер Блафф) врезалось в Землю первым, а большее (Слэйт Айлендс) пролетело еще 510 км прежде, чем столкнулось с планетой. Именно с его энергетическим воздействием на земную поверхность, возможно, и следует связывать образование кимберлитового поля Лэйк Эллен: в этом месте имел место лавинный разряд космического тела и как следствие его – пробой «конденсатора» - земной коры – с образованием кимберлитовых тел. Однако не исключено, что тело Гловер Блафф могло так же разрядиться на своей трассе. В этом случае территория к югу от одноименной астроблемы может быть перспективной на обнаружение трубок взрыва.

3.6. Астроблема Дип Бэй и кимберлитовая зона Централ Саск (Принц Альберт), штат Саскачеван, Канада

Кимберлитовая провинция Центральный Саскатчеван, открытая в конце XX-го века, насчитывает более 70 кимберлитовых трубок, представляет собой одну из самых больших кимберлитовых провинций в мире. В составе провинции (= зоны) выделяется несколько кимберлитовых полей: Форт а ля Корне, Сноуден, Кэндл Лэйк, Фоксфорд, Вердэйл, Сметон и Старджион Лэйк. Местоположение некоторых этих полей показано на рис.3.13.

Большинство кимберлитов содержит ксенолиты мантийных пород (перидотитов и эклогитов), а так же ксенолиты пород кристаллического фундамента и фанерозойского чехла⁶. По результатам определения абсолютного возраста (каким методом, автору не известно) кимберлиты образовались где-то на границе раннего и позднего мела и имеют возраст 105-94 млн. лет. Представлены они «кратерными фациями» - пирокластическими породами: оливиновыми туфами, содержащими лапилли и переработанные вулканокластические кимберлиты, которые переслаиваются с морскими и континентальными отложениями самого верхнего яруса нижнего мела - альба. Это обстоятельство дает основание полагать, что кимберлиты образовались в позднем мелу, а их возраст находится в интервале 95-97 млн. лет (на рубеже 97,5 млн. лет находится граница нижнего и верхнего мела).

⁶ При этом присутствие мантийных пород является, по мнению канадских геологов, указанием на мантийную природу кимберлитов, в то время как их источником, скорей всего, явился кристаллический фундамент с прослоями пород мантийного происхождения.

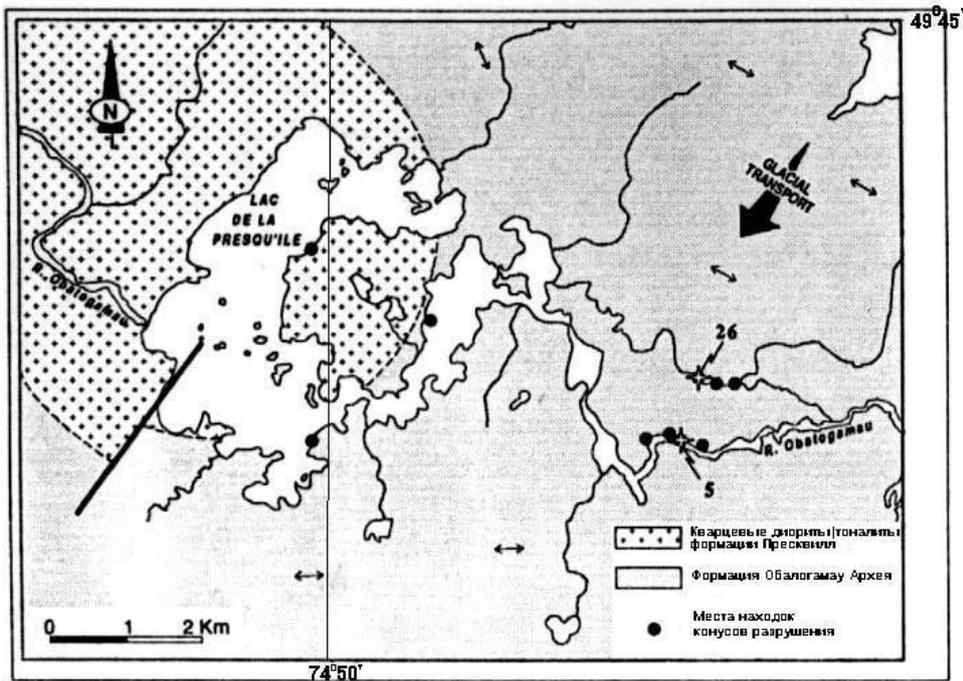


Рис. 3.13. Пространственно-временная общность астроблемы Дип Бэй и кимберлитовой зоны «Центральный Саскачеван», Канада

Примерно в 200 км от северо-восточного края кимберлитовой провинции, то есть на расстоянии 10 секунд полета метеорного тела, расположена астроблема Дип Бэй (Deep Bay), диаметром 13 км, имеющая очень близкий возраст - 99±5 млн. лет. Пространственно-временная связь кимберлитовой зоны и астроблемы Дип Бэй здесь настолько очевидна, что не нуждается в дополнительных комментариях.

3.7. Астроблема Пресквилл и кимберлитовое поле Отиш, Квебек, Канада.

В южной части Канады, в штате Квебек, расположена крупная астроблема Пресквилл (по французски – Presqu'île, что переводится как «Почти остров»). Геологическую ситуацию этого участка можно видеть на рис. 3.14. Наличие конусов разрушения в диоритах формации Пресквилл свидетельствует об их более древнем возрасте, чем астроблема. Возраст последней по геологическим данным определен как <500 млн. лет (Higgins, Tait, 1990). Диаметр структуры по последним данным оценивается в 24 км (сайт Earth Impact Database), т.е. увеличен по сравнению с первоначальными данными в два раза.



. Рис. 3.14. Фрагмент сильно эродированной астроблемы Пресквилл на юге штата Квебек, Канада. Истинные размеры астроблемы - 24 км в диаметре – выходят за пределы показанной площади. Что показывают стрелки – неизвестно.

На расстоянии около 200 км (10с полета болида) к север-северо-востоку от астроблемы канадскими геологами обнаружена новая алмазоносная провинция, которая пока состоит из двух диатремовых полей (рис.3.15). Ближайшее к астроблеме поле Бивэ Лэйк (Бобровое озеро) состоит из 3-х трубок и даек. Абсолютный U-Pb возраст кимберлитов по перовскиту составляет $550,9 \pm 3,5$ млн. лет (Mooghead et al, 2000).

Севернее от этого поля, примерно в 90км, находится второе кимберлитовое поле провинции Отиш – поле Ренард, состоящее из 8-ми кимберлитовых трубок, однако данные об их абсолютном возрасте пока не известны.

С учетом того, что возраст астроблемы определен пока приблизительно только по геологическим данным, предположение об одновозрастности событий, связанных с образованием метеоритного кратера, с одной стороны, и кимберлитовых полей провинции Отиш, с другой, представляется автору вполне корректным.



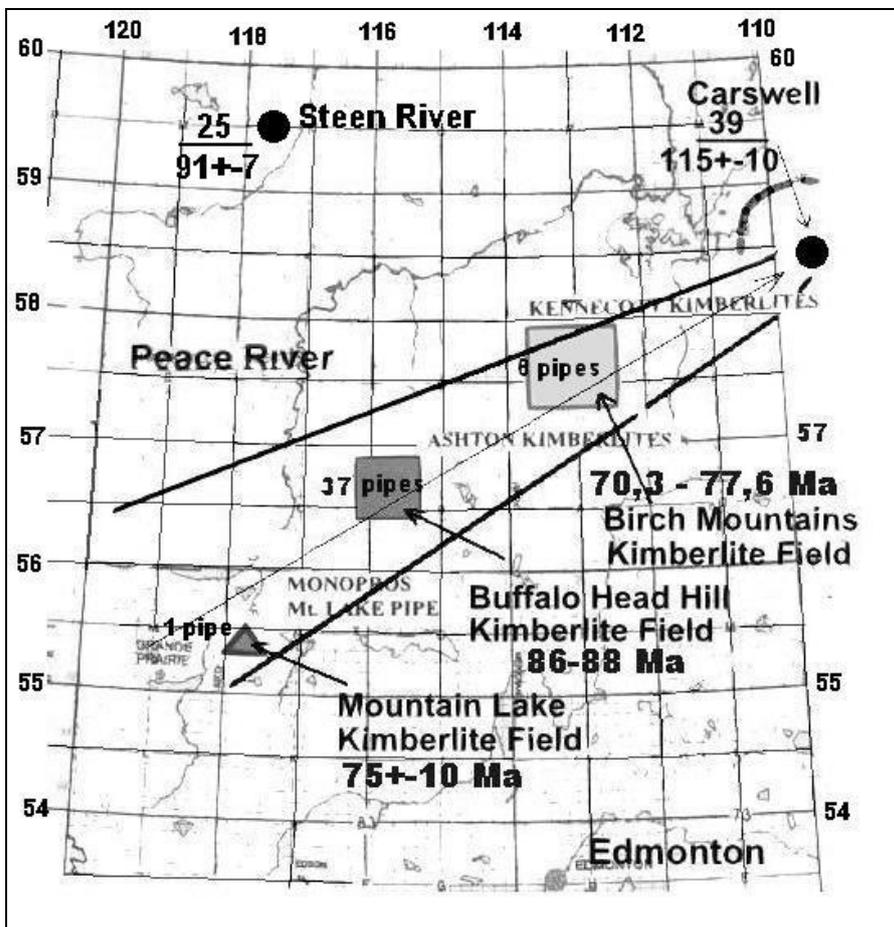
Рис. 3.15. Ситуационная схема взаимоотношения астроблемы Пресквилл и кимберлитовых полей провинции Отиш в штате Квебек, Канада.

3.8. Загадочная ситуация на севере штата Альберта, Канада

На севере штата Альберта в конце XX-го века обнаружено 47 кимберлитовых трубок, принадлежащих трем полям (канадцы называют их провинциями) – с юго-запада на северо-восток: 1) Маунтэйн Лэйк, с одной кимберлитовой трубкой; 2) Буффалло Хэд Хилл (Buffalo Head Hill), с 37-ю трубками и 3) Бётш Маунтэйнс (Birch Mountains, Березовые Горы), где обнаружено 8 трубок. Они имеют очень близкий абсолютный возраст, который колеблется в интервале 70-88 млн. лет (рис. 3.16). На северо-восточном продолжении полосы (зоны), к которой на протяжении около 300 км приурочены все три кимберлитовых поля, на расстоянии около 200 км, расположена одна из самых крупных астроблем Канады – Карсвелл, диаметр которой по одним данным составляет 39 км, а по другим – в три раза больше - 118-125 км (рис. 3.16).

Абсолютный возраст этой структуры в настоящее время так же дебатруется. Первоначально он был определен по К-Аг как меловой – 115+-10 Ма с учетом пересчета, выполненного в 1977г. (Steiger and Jager, 1977). Однако, совсем недавно канадские геологи (Duhamel et al, 2004) заявили, что структура Карсвелл является значительно более крупной и более древней: ее диаметр составляет 118-125 км, а возраст – 1800 млн. лет. В чем причина таких резких расхождений в оценке основных параметров этой структуры и каким образом эти расхождения могли иметь место?

Указанные канадские геологи отмечают, что последние геологические работы на площади Карсвелл были сфокусированы преимущественно на металлогенических исследованиях, в то время как изучение самой импактной структуры было очень ограниченным. С 1983 года вокруг структуры и внутри нее было проведено



3.16. Схема расположения кимберлитовых полей в штате Альберта (с юго-запада на северо-восток): Горное Озеро (Mountain Lake), Березовые Горы (Birch Mountains), Голова Буйвола (Buffalo Head Terrane), и астроблема Карсвелл (Саскачеван).

колонковое бурение, геохронологические и геохимические исследования, и проведен анализ осадконакопления. Были получены следующие результаты:

Около центрального поднятия была пробурена скважина глубиной более 1 км, которая не встретила никаких брекчий в разрезе. Черты ударного метаморфизма (конусы разрушения, псевдотахиллиты, зювиты) локализованы в центральном поднятии только тогда, когда оно состоит из гранито-гнейсов, пелитов и пегматоидов, которые все перекрываются породами гранулитовой фации⁷. Поэтому, считают они, структура Карсвелл старше и значительно больше по размеру, чем считалось ранее. Центральное

⁷ Гранулитовая фация – группа гнейсоподобных пород, образующаяся в результате глубокого регионального метаморфизма при высоких температурах и давлениях.

поднятие (диаметром 38 км) залегает ПОД кольцом доломитов, что увеличивает размеры кратера в основании до 118 - 125 километров в диаметре. Возраст гидротермальных процессов в отложениях прямо на контакте центрального поднятия и внешней части структуры составляет 1260 млн. лет (в то время как некоторые исследователи ранее полагали, что возраст структуры – 115 или 478 млн. лет).

Как могло случиться, что данные абсолютного возраста расходятся более чем в 10 раз? Детально разобраться в этом вопросе – одна из задач дальнейших исследований.

II. ЕВРОПА

Несмотря на то, казалось бы лучшую изученность, Европейский континент намного более беден примерами пространственно-временной общности полей диатрем и астроблем, чем Северо-Американский.

3.9. Кратеры Нордлингер Рис, Штейнхейм и диатремовое поле Урах (Германия)

Кратер Нордлингер Рис или просто Рис является одним из наиболее детально изученных крупных кратеров на Земном Шаре и многократно описан в литературе (Dennis, 1971; Engelgart, 1972, 1974, 1990; Hozz, 1981; и многие другие). Кратер имеет диаметр 24 км, глубину 750 м и обладает всеми признаками взрывного происхождения, к которым относятся:

1. наличие в кратере пород импактного генезиса – тагамитов, зювитов (мощностью до 200 м) и перекрывающих их аллогенных брекчий;
2. присутствие вдоль внешней границы кратера клиппеновых брекчий – смещенных блоков осадочных пород, а так же – других признаков «бульдозерного» эффекта;
3. наличие в импактатах пылевых частиц метеоритного вещества;
4. присутствие в импактатах высокобарических минералов – стишовита, коэсита, алмаза-лонсдейлита;
5. наличие выбросов из кратера в виде глыб размером до 20 м на расстояние от 60 до 140 км к восток-юго-востоку от кратера;
6. отсутствие в кратере инъецированных магматических пород (Хрянина, 1987).

Эти, а также другие признаки не оставляют у многих геологов сомнений в космогенной природе кратера. Возраст его, определенный К-Аг методом, составляет $14,8 \pm 0,7$ млн. лет.

Кратер Штейнхейм (Rief, 1977), расположенный в 40 км на запад-юго-запад от кратера Рис, имеет диаметр 3,4 км, глубину около 90 м; в центре его присутствует «центральная горка» в виде холма диаметром около 900 м и высотой 50 м. Кратер образован в пологонаклонных породах юрского и триасового возраста и частично заполнен третичными озерными осадками и четвертичным аллювием. Центральное поднятие сложено интенсивно дислоцированными юрскими известняками, мергелями, аргиллитами и песчаниками. Скважиной, пробуренной на центральном поднятии, был вскрыт блок триасовых пород мощностью 80 м, залегающий на дислоцированных аргиллитах средней юры. В кратере присутствуют аллогенные брекчии мощностью 20-70 м, в породах отмечены конусы разрушения. Абсолютный возраст импактитов – $14,8 \pm 0,7$ млн. лет, т.е. такой же, как и у кратера Рис. Это обстоятельство, в сочетании с их территориальной

близостью к друг другу, дает основание считать, что кратеры образованы осколками одного метеорного тела

Нельзя оставить без внимания и поле тектитов (молдавитов) в Чехословакии, химический состав которых указывает на их земное, а не космическое, происхождение (Burnes, 1989). В сочетании с тем обстоятельством, что в этих тектитах обнаружен коэсит, свойственный породам импактного генезиса, вывод о том, что они являются импактными продуктами закратерных выбросов (Burnes, 1989; Burnes, Glass, 1989), представляется вполне убедительным. В пользу связи их образования с событиями на плато Швабский Альб свидетельствует и близкий абсолютный возраст этих тектитов - 14,7 млн. лет (Bouska, 1989).

Многие сторонники метеоритного происхождения кратеров Рис и Штейнхейм не упоминают в своих публикациях о том, что на одной оси с ними, в 60 км к запад-юго-западу от Штейнхейма, находится диатремовое поле Урах. Здесь, в пределах округлой в плане площади диаметром около 40 км присутствует более 250 диатрем, которые в современном рельефе плато Швабский Альб выглядят как озера и известны под названием «маары». Их максимальный диаметр составляет здесь 200-300 м.

Большинство трубок заполнено обломками местных пород и тонкозернистым туффзитом с лапиллями мелилитовых оливиновых базальтов. Около 13% трубок заполнены базальтом, часто ассоциирующим с туфами. Возраст диатрем – такой же, как и возраст кратеров Штейнхейм и Рис – 14,7 млн. лет по К-Аг.

Таким образом, между этими тремя структурами существует совершенно очевидная пространственно-временная общность, которая не может рассматриваться как случайное совпадение и должна найти свое объяснение. Сторонники метеоритного происхождения кратеров обходят этот факт молчаливым, как бы не замечая его в виду отсутствия у них каких-либо соображений на этот счет. Что касается противников импактной природы этих кратеров во главе с Бухером, то они рассматривают их пространственно-временную общность с диатремовым полем Урах в качестве доказательства эндогенной природы всех 3-х образований (Bucher, 1963; Ваганов и др., 1985). Между тем, гипотеза автора позволяет объяснить космогенную природу кратеров в логической связи с эндогенным происхождением трубок Урах.

На продолжении линии Урах-Рис существует еще одна, четвертая, структура – купол Стопфейнхейн. Диаметр этого купола составляет 9 км, а приуроченность его к той же самой полосе, к которой тяготеют остальные 3 структуры, дает основание предполагать, что и она образовалась синхронно с ними, т.е. 14,8 млн. лет назад. Петрографические признаки (наличие планарного кварца) указывают на взрывной характер образования купола, но в сочетании с его морфологическими признаками (брахиантиклиналь, выраженная в рельефе) не позволяют разделить мнение его импактном генезисе, какое было высказано исследователями этой структуры (Storcer et al, 1971).

Однако, не все так просто в геологии Швабского Альба, и версия импактной природы кратера вызывает определенное недоверие по следующим причинам:

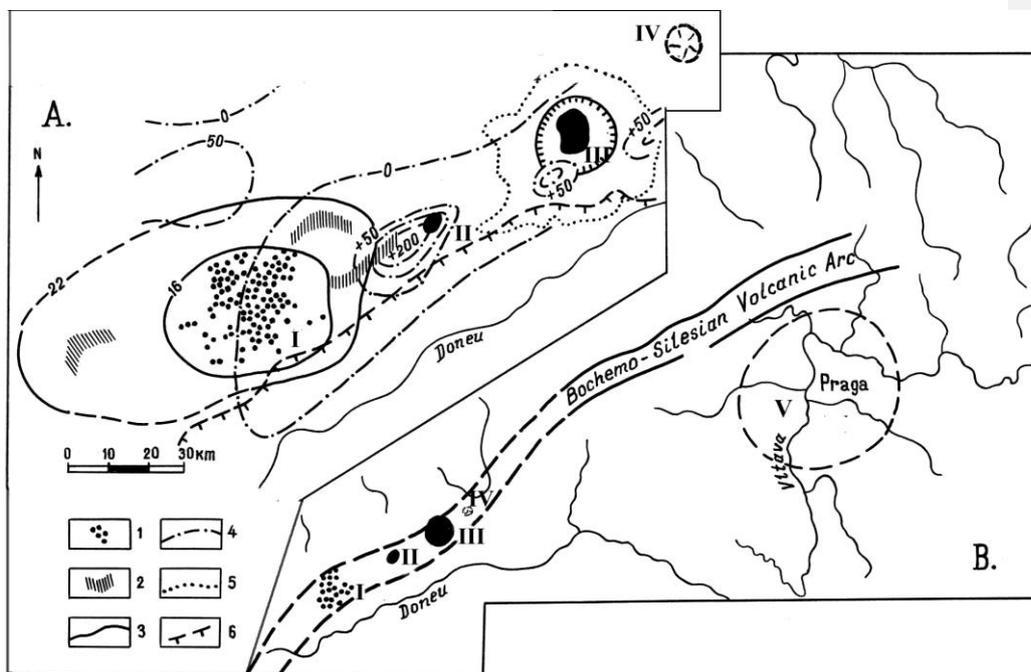


Рис. 3.17. **А.** Схема расположения диатремового поля Урах (I), кратеров Штейнхейм (II), Рис (III) и купола Стопфенхейм (IV) на плато Швабский Альб, Германия (Bucher, 1963, с дополнением автора). 1 – трубки взрыва («маары»); 2 – область распространения углекислых минеральных источников; 3 – линии равных значений геотермической ступени, в метрах на 1°C ; 4 – линии аномального магнитного поля в гаммах; 5 – границы распространения закратерных выбросов; 6 – граница распространения морских позднегерценовых отложений (морской миоценовый клифф, соответствующий Дунайской флекуре в отложениях триаса и юры). **В.** Положение тех же структур в гипотетической рифтовой зоне – «Богемско-Силезской вулканической арке» (Кореску, 1971) и проблематичная Пражская астроблема (V). По способу своего выделения эта зона очень напоминают «липный Кольский авлакоген», о котором будет говорить в 4-ой части книги.

Прежде всего, обращает на себя внимание геологическая позиция кратеров – она не является независимой от структурного плана этого района. Так, кратер Штейнхейм приурочен к самой крупной на рассматриваемой территории магнитной аномалии, связанной, по всей вероятности, с породами палеозойского кристаллического фундамента. С позиции метеоритного происхождения этого кратера объяснить наличие аномалии можно только проявлением триггерного магматизма в результате импакта, однако ни одна из скважин, пробуренных в кратере, не встретила каких-либо магматических пород (как и обломков железных метеоритов, которые так же могли быть источником аномалии).

Во-вторых, кратер Рис локализован в зоне сочленения трех валлообразных поднятий фундамента различного простирания: юго-западного, северо-западного и восток-северо-восточного, причем в пределах зоны сочленения этих поднятий фундамент имеет наивысшие абсолютные отметки (рис. 3.18). Как объяснить такую закономерность?

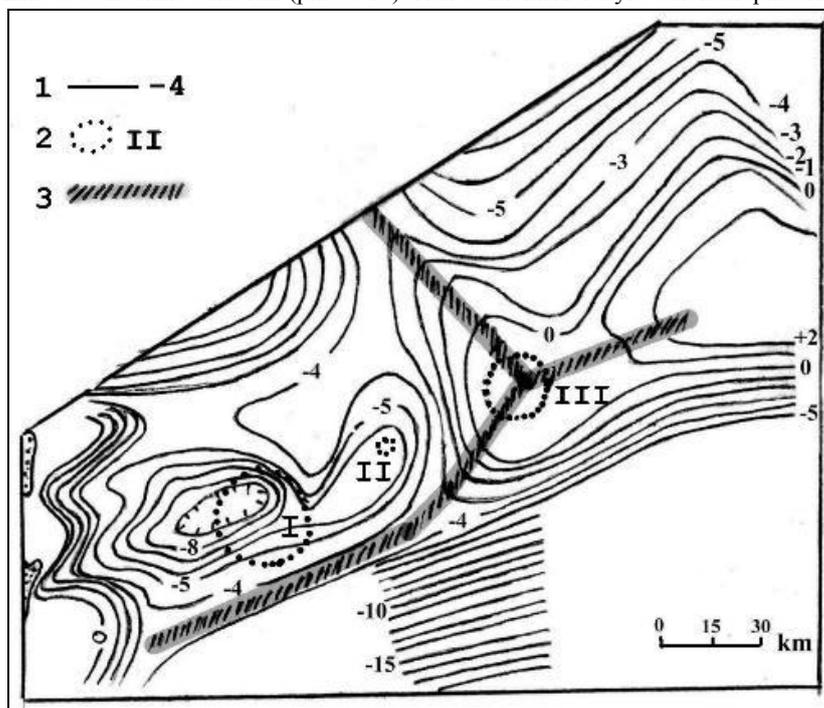


Рис. 3.18. Схема рельефа кристаллического фундамента в районе Швабского Альба, Германия (по Bucher, 1963, с дополнениями). Условные обозначения: 1 – изогипсы рельефа; 2 – положение структур в осадочном чехле: I - диатремовое поле Урах, II - кратер Штейнхейм, III – кратер Рис; 3 – структурная линия, соответствующая наиболее высоким отметкам в рельефе фундамента. На этом рисунке Бухером допущена явная ошибка: под кратером Рис им была изображена изогипса +1 км, в то время как современный рельеф этой территории имеет абсолютные отметки менее +1 км.

Бухер (Bucher, 1963) пишет следующее: «...было бы трудно подыскать более четко выраженную структурную позицию в рельефе кристаллического фундамента Южной Германии, чем та, которую выбрал для своего падения метеорит Рис. Конечно же это очень маловероятно, но все же возможно для единичного падения, но метеорит Рис имел маленького компаньона, который образовал кратер точно на линии, соединяющей Рис и Урах, более того – посередине между этими двумя структурами». Не согласиться с этими соображениями Бухера невозможно, в связи с чем нужно искать какие-то объяснения этим закономерностям.

В третьих. Еще одна закономерность заключается в том, что полоса, к которой приурочены три рассматриваемых структуры, так же не имеет независимой геологической

позиции и ориентирована параллельно трем тектоническим элементам осадочного чехла и кристаллического фундамента. Это: 1) морской миоценовый клифф, ограничивающий юрское плато Швабский Альб от миоценовой впадины, к которой приурочена долина р. Дунай, имеющая такую же северо-восточную ориентировку (см. рис. 3.17); 2) так называемая Дунайская флексура в отложениях триаса и юры, совпадающая в пространстве с клиффом; слои погружаются на юго-восток; 3) узкий вал в рельефе кристаллического фундамента с абсолютными отметками -4 км, расположенный под флексурой и клиффом (см. рис. 3.18).

В четвертых, линия Урах-Штейнхейм-Рис практически совпадает с водоразделом плато Швабский Альб. Все эти детали читатель может увидеть на вышеприведенных рисунках. Очевидна нелепость допущения, что все указанные закономерности имеют случайный характер. Они несомненно требуют своего объяснения, в связи с чем ниже мы рассмотрим несколько возможных сценариев того, что происходило на плато Швабский Альб 14,8 млн. лет тому назад.

Сценарий 1. Метеорное тело Рис при падении попало точно в выступ кристаллического фундамента. Такую версию придется сразу же отбросить как совершенно нереальную, так как размеры и формы поднятия с отметками 0 км, с одной стороны, и кратера Рис, с другой очень близки по положению в пространстве.

Сценарий 2. Поднятие фундамента образовалось В РЕЗУЛЬТАТЕ падения и взрыва метеорного тела. Такой вариант так же не представляется реальным: если бы это произошло, то вместе с кристаллическим фундаментом поднялся бы и перекрывающий его осадочный чехол, и район кратера Рис представлял бы собой горное сооружение, значительно превышающее окружающие территории. На самом деле, абсолютные отметки плато Швабский Альб в восточном направлении понижаются от 874м в районе Урах до < 600м в окрестностях города Нордлингер, расположенного внутри кратера Рис.

Сценарий 3. Болид Рис, пролетая над плато Швабский Альб, вступил в энергетические взаимодействия (гравитационные и электрические) с его недрами. Сначала образовалось поле диаметром Урах, затем болид инициировал взрывы из земных недр, которые и образовали два кратера – Штейнхейм и Рис, а затем, на подлете к будущему куполу Стопфейнхейм, взорвался и сам. С гравитационными приливообразующими силами со стороны болида, о которых неоднократно писал Б.А. Трошичев (см. Трошичев, Хазанович..., 1996) можно предположительно связать поднятие плато Швабский Альб и, как следствие этого – образование на его юго-восточном склоне Дунайской флексуры. Если морской клифф имеет позднемиоценовый возраст, т.е. образовался немного позднее 14,8 млн. лет назад (в конце раннего миоцена), то это будет хорошим подтверждением высказанных соображений.

В пользу воздушного развала метеорного тела Рис, по мнению некоторых немецких геологов, свидетельствует месторождение открытых в 1984 г. гетитовых руд вероятного метеоритного происхождения в юго-восточной Германии, в окрестностях г. Тетенвангер (Appel, Garges, 1991).

Как видим, последний сценарий наиболее логично объясняет все геологические особенности района расположения указанных аномальных структур, хотя и использует

модели (энергетическое воздействие, гравитационные и электрические факторы), которые еще не признаны официальной наукой.

3.10. Астроблема Янисъярви (Карелия) и кимберлитовые поля Куопио и Каави (Финляндия)

Астроблема Янисъярви расположена в юго-восточной части Балтийского щита, в северном Приладожье. По мнению В.Л. Масайтиса (1980), структура представляет собой древнейшую на территории бывшего СССР астроблему. Радиологический возраст импактитов (аргоновый метод) составляет 720-730 млн. лет, однако, скорей всего, он значительно завышен. Округлая впадина в протерозойских сланцах ладожской серии имеет размер 13 x 17 км и занята оз. Янисъярви. Почти в центре озера находятся три острова, на которых обнажаются импактиты и брекчии. Первоначально эти породы были описаны известным финским геологом П. Эсколой как вулканические (Масайтис, 1980). Вероятно, что так же они рассматриваются в настоящее время и в Геологическом институте Карельского филиала РАН в г. Петрозаводске⁸.

Первоначально автор полагал, что возрастными аналогами астроблемы Янисъярви являются диатремы Элисенваары Карелии, но датировки абсолютного возраста этих структур существенно различались. Более вероятно, что возрастными аналогами астроблемы являются два близкорасположенных кимберлитовых поля, открытых в 80-ых годах на территории восточной Финляндии – Куопио и Каави. Здесь к концу прошлого века обнаружено 24 кимберлитовых трубки, большинство из которых алмазоносны (здесь и далее информация из Lehtonen, 2005). Кимберлиты прорывают фундамент, сложенный гнейсами архея и аллохтонными метаосадочными породами протерозоя, и представлены всеми морфологическими разновидностями – от даек до диатрем с сохранившимися приустьевыми частями.

Представления о возрасте этих кимберлитов с годами претерпевали довольно существенные изменения. Первый радиологический анализ по К-Аг двух образцов пород из трубок №1 и №2 дал возраст 430 и 560 млн. лет соответственно. Следующая попытка была предпринята в 1999г.: гранат и клинопироксен были выделены из 4-х ксенолитов гранатовых перидотитов из трубки №7; их анализ Sm-Nd-методом показал возраст между 525±10 и 607±20 млн. лет. U-Pb-методом, были исследованы цирконы из ксеногенных включений в кимберлите трубки №7, в результате чего их возраст был определен как 2,7 и 1,8 млрд. лет. Ясно, - поясняет цитируемый автор, - что эти цирконы кристаллизовались не в кимберлитовом расплаве, а принадлежат более древнему источнику.

Вероятно, что наиболее точный возраст кимберлитов из нескольких трубок определен U-Pb-методом по перовскиту – минералу, который лучше всего подходит для этих целей, так как кристаллизуется из кимберлитового расплава, а в ксеногенных включениях не встречается; этот возраст составляет 589-625 млн. лет (т.е. он оказался древнее возраста граната и клинопироксена из ксенолитов гранатовых перидотитов - 525±10 - 607±20 млн. лет!!!)

⁸ К такому выводу я пришел после разговора с одним из зам. директора этого ин-та в 2004г.

На севере восточной части Финляндии обнаружены еще два кимберлитовых источника – площади Куусамо и Кухмо. Абсолютный возраст последних по перовскиту U-Pb-методом составляет 1250, а Ag-Ag-методом по флогопиту – 1200 млн. лет. Таким образом, нет оснований подозревать, что кимберлиты Каави-Куопио, с одной стороны, и Кусто, с другой, образуют единую разновозрастную зону.

А вот сравнение с расположенной на расстоянии всего лишь 150 км от поля Каави астроблемой Янисъярви представляется перспективным. Абсолютный возраст астроблемы по первоначальным данным составлял 700 ± 5 млн. лет, по более поздним – 698 ± 22 млн. лет. Но эти данные, конечно же, нуждаются в проверке и уточнении новыми геохронологическими исследованиями



Рис.3.19. Взаимоотношение астроблемы Янисъярви (залитый круг) и кимберлитовых полей Куопио и Каави (залитые ромбы). Пунктирная линия изображает предполагаемую зону энергетического воздействия со стороны боида Янисъярви.

3.11. Астроблема (?) Чёшская губа и кимберлитовые поля Архангельской провинции

Открытое в конце XX-го века к северо-востоку от г. Архангельска Зимнебережное поле диаметром, большинство из которых имеют кимберлитовый состав, насчитывает несколько десятков трубок. Представление о геологическом строении этого района можно получить на рис.3.20. Однако здесь необходимы некоторые комментарии.

Во-первых, диатремы не прорывают верхний палеозой, как это изображено на рисунке. Вмещающими их отложениями являются породы венда, а образования среднего карбона их перекрывают. Что касается изображенных здесь разломов, то, как уже говорилось в главе 1.2, их трассирование через поле верхнепалеозойских отложений говорит об их более молодом возрасте, не соответствующем позднедевонскому возрасту диатрем

Зимнебережного района. В равной степени это касается и «глубинных» разломов северо-западного простирания, которые также трассируются через пермо-карбоновые отложения. При этом возникают сомнения в объективности критериев, положенных в основу при выделении этих разломов, так как в других работах они имеют уже совсем другое расположение и ориентировку (например – Веричев и др., 1991).

Однако и здесь они трассируются через отложения карбона и перми, что так же дает основание полагать что эти разломы (если они действительно существуют) значительно более молодые (возможно мезозойские) и не имеют никакого отношения к образованию диатрем в позднем девоне.

Характерно, что все диатремы Зимнебережного района – кимберлитовые и щелочных базальтоидов - приурочены к положительной кольцевой морфоструктуре в отложениях венда с амплитудой около 80м. По аналогии с диатремовыми полями некоторых других районов (см. главу 1.2) есть основания полагать, что эта структура сформировалась в РЕЗУЛЬТАТЕ одновременного («залпового») образования полостей диатрем и подъема магматического расплава, который и явился причиной поднятия вмещающих отложений и образования куполовидной структуры.

Юго-западнее Зимнебережного диатремового района, на восточном берегу Онежского полуострова, имеется еще одно поле диатрем – Нёнокское - предположительно такого же возраста, насчитывающее около 20-ти трубок взрыва. Последние «контролируются» «поперечными разломами», которые так же трассируют отложения карбона и перми (рис. 3.20). Однако остается впечатление, что эти разломы проведены для создания иллюзии «структурного контроля» расположения диатремовых полей и не имеют объективного фактического материала для своего выделения.

К этой же полосе, но продолженной на юго-запад, приурочено местоположение еще одной трубки – в Северном Прионежье (Якобсон и др., 1994)), что можно видеть на рис. 3.21.

Радиологический возраст диатремового магматизма не может рассматриваться без учета тех осложняющих его определений обстоятельств, которые были изложены в главе 1.6. По данным В.А. Первова и др. (2006), наиболее достоверным является абсолютный возраст кимберлитовых силлов на р. Мела Зимнебережного района. Эти силлы сложены наименее измененными разностями пород, поэтому их абсолютный возраст $366,4 \pm 1,8$ млн. лет, определенный Rb-Sr-методом, является, с точки зрения авторов, наиболее точным. С учетом допустимых погрешностей можно уверенно говорить о том, что этот возраст соответствует глобальному катастрофическому событию на границе франского и фаменского веков (367 млн. лет по Общей геохронологической шкале), с которым связываются огромные биотические последствия – коренное обновление органического мира фамена, последовавшее за вымиранием многих групп фауны во франском веке (Соколов, 1991). С границей франского и фаменского веков связано исчезновение более 20% семейств и 50% родов организмов Земного шара. Некоторые исследователи связывают эти биотические события с падением на Землю крупного метеорного тела (McLaren, 1985). Однако читатель далее убедится в том, что биотические события на рассматриваемом уровне явились следствием космической бомбардировки нашей планеты в разных ее местах. Практически одновременно с падением и взрывом этих тел и образованием импактных кратерных

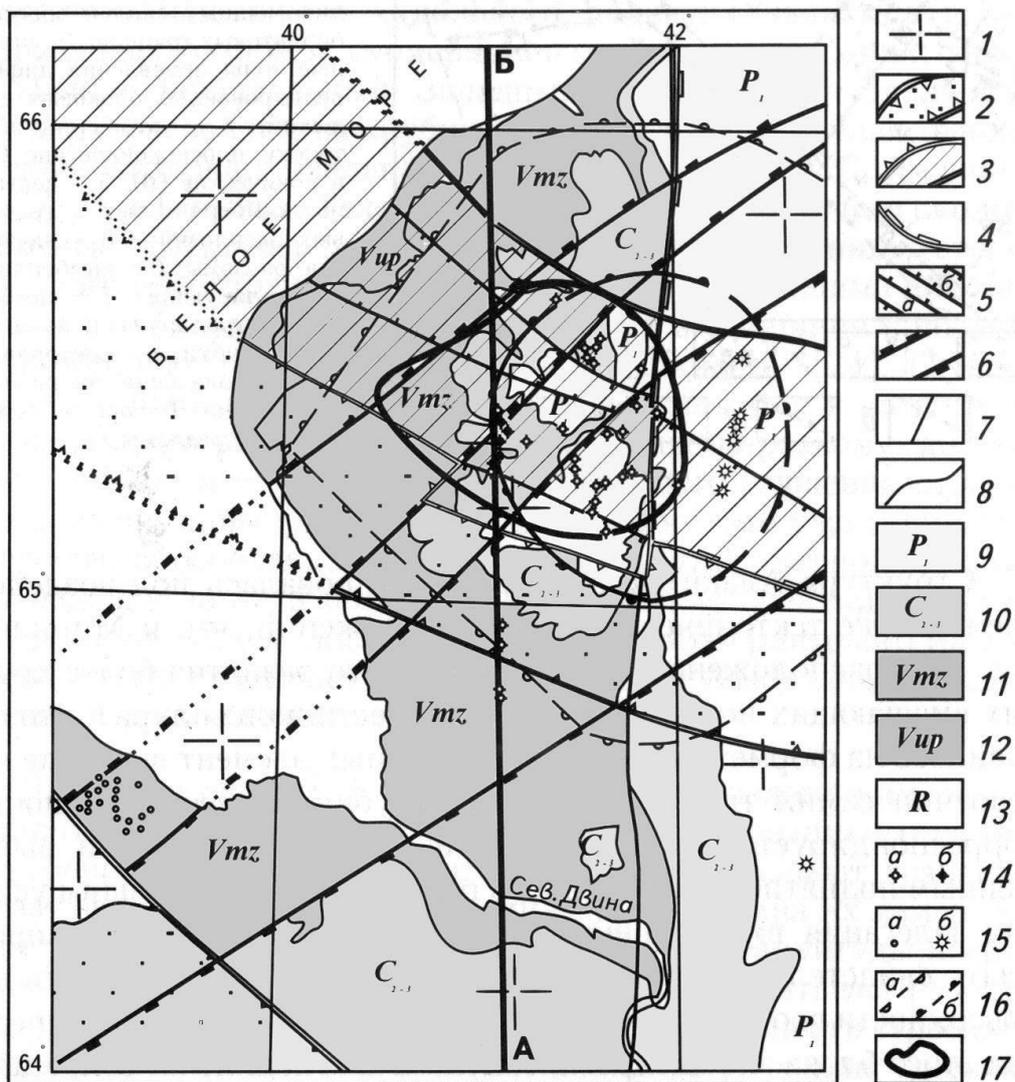


Рис. 3.20. Геолого-структурная схема Зимнебережного кимберлитового поля и примыкающих территорий (по Ваганову и др., 1995, из Ваганов и др., 2000). 1 - плитная часть кратона; 2 - рифты; 3 - область дифференцированных блоковых движений в плечевой части рифта; 4 — прогибы; 5 - грабеновые (а) и горстовые (б) структуры в области блоковых движений; 6 — поперечные разломы; 7 — прочие разломы; 8 — геологические границы; 9 - нижняя пермь - известняки, доломиты; 10 - средний-верхний карбон - песчаники, известняки; 11 - венд, мезенская свита - песчаники, алевролиты; 12 - венд, усть-пинезская свита - песчаники, алевролиты; 13- рифей - конгломераты,

песчаники, алевролиты; 14 - трубки кимберлитов неалмазоносных (а) и алмазоносных (б); 15 - трубки мелилититов (а) и щелочных базальтоидов (б); 16 - положительные морфоструктуры 1-го (а) и 2-го (б) ранга; 17 - контур поля по геологическим данным. структур, по соседству с ними происходило образование и диатремовых полей. С точки зрения автора, процесс формирования их в пределах одного поля был одноактным и мгновенным (секунды, минуты, часы) и так же сопровождался выбросом в атмосферу огромного количества газовых и пылевых компонентов.

Еще в начале 90-ых годов, изучая материалы по геологии Архангельского алмазоносного района, я, естественно искал по соседству с ним какую-либо кольцевую структуру, с образованием которой можно было бы, в соответствии с моей гипотезой, связать формирование двух полей диатремового магматизма – Ненокского и Зимнебережного. Соединяя их условной прямой полосой и продолжая последнюю далее на северо-восток, я неизменно упирался взглядом в крупную, диаметром более 100 км, кольцевую структуру, какую представляет собой залив Чёшская губа. Однако, только в 2005г. у меня появилась возможность проанализировать геологические материалы по району Чёшской губы с тем, чтобы попытаться разобраться в интересующем меня вопросе: КАК образовалась эта кольцевая структура? Обращают на себя внимание элементы концентрической и радиальной трещиноватости вокруг структуры Чёшская губа. Наличие такой трещиноватости, несомненно, указывает на структуру «центрального типа», контуры которой в общих чертах соответствуют береговой линии Чёшской губы.

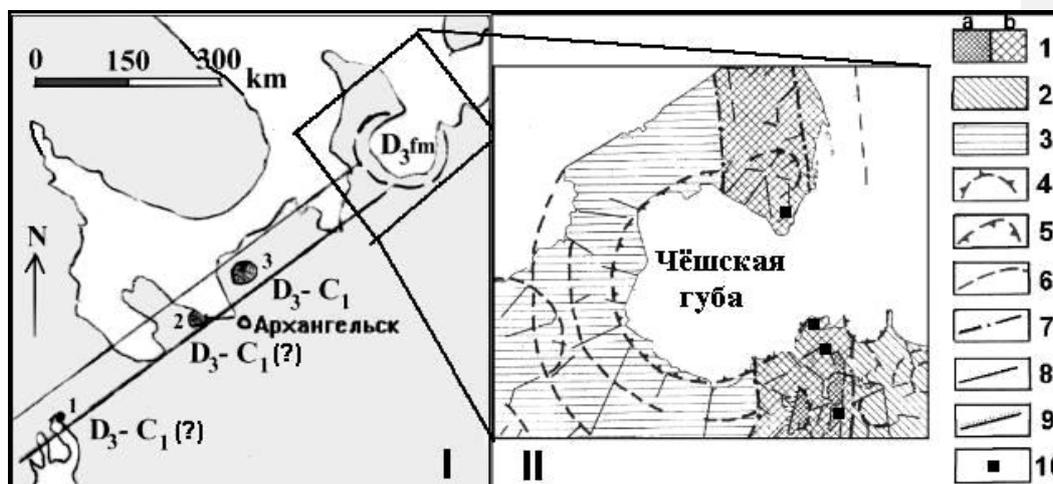


Рис. 3.21. Взаимоотношение районов диатремового магматизма (3) и кольцевой структуры Чешская Губа. 1 – туффзитовая трубка в Северном Прионежье, 2,3 – диатремовые поля: Ненокское (2) и Зимнебережное (3). II – кольцевая структура Чёшская губа по результатам дешифрирования аэро- и космических снимков (9). Мегаморфоструктуры: 1 – Тиманское

⁹ К сожалению, я не могу назвать автора статьи, в которой напечатан этот рисунок: в моем геологическом архиве он содержался отдельно от текста статьи, а последняя так и не была найдена. Обращение за

поднятия; область умеренных (а) и слабых (б) неотектонических поднятий неглубоко залегающего рифейского фундамента с маломощным платформенным чехлом. 2, 3 - области интенсивных неотектонических опусканий с мощным платформенным чехлом палеозойских и более молодых образований: Печорская (2) и Мезенская (3) впадины. Контурные кольцевых морфоструктур: 4 - купольных, 5 - депрессионных, 6 - криптоструктур. Линейные разрывные нарушения: 7 - региональные, ограничивающие мегаморфоструктуры, 8 - региональные, секущие мегаморфоструктуры, 9 - локальные, определяющие линейное расположение элементов рельефа; 10 - местоположение эндогенной минерализации.

Такая трещиноватость является весьма характерным признаком для астроблем и должна была насторожить геологов, работавших в этом регионе, с тем, чтобы предпринять какие-то меры для изучения вопроса о происхождении этой структуры. Однако, насколько мне известно, такие меры приняты не были.

Какова же история геологического развития района этой структуры?

На смятых кристаллических породах **рифейя позднего протерозоя** здесь залегает прерывистый, слабо дислоцированный, чехол мощностью до первых сотен метров. В раннем палеозое, в течение порядка 300 млн. лет здесь существовал устойчивый континентальный режим. И только в **живетский век среднего девона**, около 387 млн. лет назад, эта территория была покрыта морским бассейном, в котором отлагались конгломераты и песчаники с прослоями глин мощностью до 175м (Старицкий, 1981). Есть основания считать, что в конце живета имела место регрессия бассейна, в результате которой разрез среднего девона завершился толщей мелководных галечников и конгломератов, имеющих преимущественно кварцевый состав (надеждинская свита).

Далее, во **франском веке**, вероятно в его конце, в геологической истории рассматриваемого района произошло событие катастрофического порядка, приведшее к резкой и внезапной перестройке палеогеографической обстановки. Результатом этого события явилось излияние 4-х покровов базальтовых лав, которые вместе с межпокровными пачками туфогенных, туфогенно-осадочных и осадочных пород объединены геологами в составе кумушкинской свиты. Особый интерес представляет базальная пачка туфопесчаников, которая, несмотря на свою небольшую мощность (до 0,5 м), прослеживается под первым базальтовым покровом и на Сев. Тимане, и на п-ове Канин (Алексеевский и др., 1989).

По какому же сценарию происходило это франское событие и в результате чего? Любой геолог ответит на этот вопрос однозначно: «В результате тектоно-магматической активизации территории». А в результате чего произошла эта активизация? Геологи не очень то любят ставить перед собой подобного рода вопросы, поскольку чаще всего не представляют себе, как на них ответить.

помощью к К.Э. Якобсону (ВСЕГЕИ), редактору листов Тиманской серии, и московскому геологу В.И. Башилову успехом не увенчалось. Автор будет благодарен читателям, если они сообщат ему фамилию автора этого рисунка.

По мнению автора, образование огромной кольцевой структуры Чёшская губа, с одной стороны, и активизация магматической деятельности на Северном Тимане и п-ове Канин, с другой, имеют тесную причинно-следственную связь. В результате падения и взрыва громадного астероида, диаметром порядка 8-12 км¹⁰/ был образован не только огромный, диаметром около 125 км, кратер, но и система глубоких и протяженных трещин в земной коре северо-западной ориентации, по которым и началось излияние базальтовой магмы и выброс туфогенного материала.

Более детальный сценарий для начала этой катастрофы выглядит следующим образом:

1. Пролет болида над линией Сев. Прионежье, Ненокса, Зимнебережье в сторону места падения – Чёшской губы. Образование нескольких полей диатрем в результате энергетических воздействий со стороны болида.
2. Падение и взрыв метеорного тела, образование громадного кратера, выброс в атмосферу продуктов взрыва, образование системы глубоких трещин в земной коре.
3. Осаждение продуктов взрыва на земной поверхности.
4. 4 этапа излияний базальтовой магмы вдоль образовавшейся в результате удара трещины (трещин?) северо-западного простирания.

Такой сценарий объясняет все особенности геологического строения рассматриваемого района – наличие полей диатрем, кольцевой структуры, базальтовых излияний – и связывает их в одну, логически стройную, модель. Что может быть противопоставлено этой модели, кроме набивших оскомину штамповок о «тектонно-магматической активизации»? В опубликованной литературе по геологии Тимана я не обнаружил объяснений территориальной связи кольцевой структуры Чёшская губа и зоны базальтового вулканизма. Удивительно, но исследователи этого района обходили молчанием это обстоятельство и делали вид, что такую огромную круговую структуру они не замечают вовсе, уделяя основное внимание многочисленным более мелким деталям геологического строения Северного Тимана и п-ова Канин. К сожалению, геологи, изучавшие строение рассматриваемой территории, очень напоминают героя басни Крылова, который «слона то и не приметил», а в результате мы пока ничего не знаем о геологическом строении структуры Чёшская губа, так как на ее территории **не пробурено ни одной скважины**. Не проводились здесь и целенаправленные геофизические исследования. Между тем эта структура могла бы заинтересовать в первую очередь нефтяников как потенциальная астроблема, поскольку подобные структуры перспективны на поиски углеводородных месторождений (Масайтис, 1991; Хазанович-Вульф, 2000).

В частности, за пределами структуры следовало бы ожидать наличие полей закратерных выбросов, но за прошедшие 367 млн. лет от них вряд ли что-нибудь могло сохраниться – эрозия должна была сделать свое «черное» дело. Однако под первым базальтовым покровом должны были бы сохраниться следы таких выбросов. Где же они?

¹⁰ Предполагается, что диаметр космического тела соответствовал от 1/15 до 1/10 поперечника образованного им кратера

Здесь залегает маломощная пачка пород, которые описываются геологами как туфо-конгломераты, но вполне могут иметь импактное происхождение. Это – базальная часть кумушкинской свиты, которая отдельными выходами прослеживается на две сотни километров по юго-западному склону хребта Паэ на полуострове Канин и далее - по всему западу поднятия на Северном Тимане. В этой пачке присутствуют образования, которые по В.Л. Масайтису (1991) являются характерными минералами для астроблем: ртуть в виде киновари, металлических капель и золото-медных амальгам, сульфиды полиметаллов, знаки золота и платины, а так же – очень характерные для метеоритных кратеров **магнитные железные шарики** (точней не анализировались) (Николаева, 1970). Не исключено, что и первая покровная «базальтовая» пачка, мощностью 40-70м, представляет собой импактит. В нижней ее части изредка присутствуют: **выклинивающиеся прослой полимиктовых песчаников, линзы агломерат-туфов мощностью до 1,5 м и известковистых витрокластических туффитов, а так же - причудливо изогнутые включения стекловатых лав** (Коссовой, 1969, 1969а). Все это очень напоминает импактиты.

О взрывном происхождении впадины Чёшская губа свидетельствуют так же глыбы нижнефранских пород, выброшенные при взрыве, какие описаны в статье К.М. Алексеевского, И.С. Кудьярова, Т.Т. Николаевой (1989). Тот механизм образования отложений кумушкинской свиты, который предполагают эти авторы («...На Северном Тимане (и Канине) они (газы – К.Х.) вырвались на поверхность, вынося каменный материал, усыпавший поверхность...»), так же очень напоминает импактный процесс - взрыв космического тела с радиальным выбросом глыб каменного материала.

В геологии Северного Тимана существует еще много неясных и дискуссионных вопросов, решение которых может окончательно пролить свет на генезис кольцевой структуры. К сожалению, геологическое изучение этой территории не сопровождалось целенаправленным поиском следов космогенного происхождения структуры Чёшская губа, так как никто пока не выдвигал подобного предположения.

III. АЗИЯ

3.12. Оленекское поднятие и Мархо-Оленекская кимберлитовая зона

Мархо-Оленекская кимберлитовая зона уже известна читателю по первой части книги. Она имеет протяженность около 650 км при ширине от 75 км на северо-восточном своем окончании до 125 км на юго-западном (рис.1.1). В пределах зоны насчитывается около 150-ти кимберлитовых трубок, приуроченных к 10-ти полям. На северо-востоке она опирается в громадную антиклинальную структуру, хорошо известную под названием «Оленекское поднятие». Для того, чтобы увидеть эту структуру в виде четкого круга диаметром около 200 км, достаточно взглянуть на геологическую карту Восточной Сибири любого масштаба.

Специальные исследования Оленекского поднятия на предмет обнаружения характерных признаков импактных структур пока не проводились. Однако имеются косвенные указания на то, что поднятие может представлять собой древнюю, палеозойскую, сильно эродированную астроблему. Кроме его круговой формы в пользу этого свидетельствуют следующие факты:

- густая сеть разломной тектоники, мозаичное строение кембрия и верхнего протерозоя в ядре структуры;
- состав базальной 40-метровой терригенной толщи турнейского яруса нижнего карбона на юго-западном склоне поднятия (Битерман и др., 1969): в толще присутствуют прослои мощностью до 12 м, состоящие из гравия, гальки, **валунов и глыб** карбонатных пород верхнего протерозоя и всех отделов кембрия; присутствие этого материала в условиях залегания нижнего карбона непосредственно на верхнем кембрии, дает основание предположить механизм их транспортировки как закратерный выброс;
- наличие на южном склоне Оленекского поднятия на отложениях нижнего и среднего кембрия глинистых «кор выветривания» (Битерман, Овандер, 1967), которые благодаря присутствию в своем составе монтмориллонитовых прослоев обнаруживают сходство с глинистыми породами, образовавшимися за счет изменения пеплоподобных отложений ударного стекла за пределами некоторых импактных кратеров Земного Шара;
- характер отображения Оленекского поднятия на карте аномального магнитного поля: приуроченность его к центральному полю пониженной напряженности в пределах аномалии, имеющей кольцевой рисунок, что, согласно данным А.И. Дабижа и И.Т. Зоткина (1980) является типичным признаком для астроблем (рис.3.22).



Рис. 3.22. Фрагмент карты аномального магнитного поля (1975г.) для района Оленекского поднятия (значения шкалы в мЭ). Окружность соответствует Оленекской купольной структуре с ее четко выраженными каркасными элементами, по В.В. Соловьеву, 1982.

Исходя из геологических данных, время предполагаемого импактного события можно оценить не древнее позднедевонского, так как в противном случае трудно было бы объяснить сохранность крупнообломочного материала карбонатных пород до раннетурнейской трансгрессии. Такой же позднедевонский возраст имеют и среднепалеозойские кимберлиты Мархо-Оленекской зоны. По результатам определения абсолютного возраста по методу треков (Комаров, Илупин, 1990) этот возраст колеблется в интервале от 363 до 375 млн. лет со среднеарифметическим значением из 74-х определений – 369,3 млн. лет, что соответствует концу франского века.

Куойкское и Молодинское кимберлитовые поля. В самой северо-восточной части Мархо-Оленекской кимберлитовой зоны установлены два близко расположенных поля – Куойкское и Молодинское, в контурах которых кимберлитовые трубки частично или полностью имеют мезозойский (позднеюрский – 147-171 млн. лет) возраст (Комаров, Илупин, 1990). Первоначально я отождествлял эти поля с Беенчимо-Салаатинским метеоритным кратером, диаметром 7-9 км, в 30 км от северного края Куойкского поля. Ранее возраст кратера определялся как «послепермский и дочетвертичный» (Михайлов и др., 1979), однако его свежий вид (наличие незэродированного кратерного вала) наводил на мысль, что он имеет значительно более молодой возраст, чем позднеюрский. Такое предположение подтвердилось: абсолютный возраст кратера оказался равным 40+- 20 млн. лет. Таким образом, высказанные ранее соображения о пространственно-временной связи Беенчино-Салаатинского кратера с позднеюрскими кимберлитовыми полями (Хазанович-Вульф, 1992) следует признать ошибочными. Возрастной импактный аналог позднеюрским диатремам пока не обнаружен.

3.13. Попигайский кратер и северо-западная часть Восточно-Анабарской диатремовой зоны

Попигайская котловина, широко известная во всем мире благодаря исследованиям В.Л. Масайтиса и его коллег (1975) как громадная – диаметром около 100 км – астроблема, расположена на северо-восточном склоне Анабарского щита. Ее возраст оценивался по разному: по данным В.Л. Масайтиса (1975) он составлял 29-46 млн. лет, по его же уточненным данным – 38,9 млн. лет (Масайтис, 1983) и 35,7+/-0,2 млн. лет (Масайтис, 1998). Последняя датировка соответствует границе эоцена и олигоцена.

К юго-востоку от Попигайской астроблемы расположена Анабарская зона взрывного магматизма, имеющая протяженность около 300 км при ширине от 70 до 150 км. Эта зона «упирается» в Попигайскую структуру и по другую ее сторону продолжения не имеет. Однако возможную пространственно-временную связь с астроблемой имеют диатремы только самой северо-западной части Анабарской зоны, возраст которой оценивается как позднемеловой-палеогеновый. Диатремы такого возраста присутствуют на расстоянии от 8-10 до 100 км от юго-восточного края Попигайской структуры среди карбонатных пород среднего кембрия и представлены туфами зеленовато-серой окраски с обломками гнейсов, доломитов и кварцевых песчаников, причем в минералах гнейсов отмечаются следы ударной деформации (Поляков, Трухалев, 1974; Трухалев, 1983). Стронниками эндогенного происхождения Попигайской структуры (Поляков, Трухалев, 1974; Гроздилов и др., 1983; Ваганов и др., 1985) эти трубки принимаются за побочные каналы

извержений пирокластических пород попигайского комплекса, а сам факт развития туфовых диатрем за пределами Попигайской структуры считается решающим аргументом в пользу эндогенного происхождения последней. К сожалению, ни В.Л. Масайтис, ни его коллеги эту особенность строения территории, прилегающей с юго-востока к Попигайской астроблеме, не рассматривают.

IV. АФРИКА

3.13. Восточно-Африканская гиаблема и кимберлитовая зона Танзании

Р. Шрейтер (Schreiter, 1943) впервые высказал предположение, что оз. Виктория, имеющее округлые очертания, представляет собой огромный метеоритный кратер. Согласно данным Б.С. Зейлика (1978), озеро расположено в центре гигантской кольцевой структуры, которой он дал название «Восточно-Африканская гиаблема» (т.е. «гигантская рана»). Для подобной интерпретации данных имеются, но мой взгляд, весьма серьезные основания. Не нужно обладать большой фантазией, чтобы, посмотрев на геологическую карту этой части Африки, установить следующее: а) оз. Виктория без своей южной части, действительно, представляет собой круговую структуру или депрессию современного рельефа диаметром около 250 км; б) отрезок Восточно-Африканской рифтовой зоны к западу и северо-западу от оз. Виктория плавно огибает его по дуге на расстоянии около 350 км от геометрического центра круговой части озера; в) восточнее и юго-восточнее озера фиксируется менее выраженная в современном рельефе, но четко определяемая геологическими границами рифтовая зона, которая так же плавно огибает озеро на том же расстоянии (около 350 км) от его центра.

В интерпретации Б.С. Зейлика, использовавшего космические снимки, Восточно-Африканская гиаблема дополнительно подчеркивается и еще целым рядом деталей (рис. 3.23).



Рис.3.23. Две гиаблемы в центральной Африке (Зейлик, 1978)

Таким образом, расположение рифтовых зон по отношению к впадине озера Виктория, несомненно, указывает на генетическую и хрональную общность этих структур. Предположение об образовании гигантской кольцевой структуры в районе этого озера в результате падения метеорного тела астероидных размеров вполне логично объясняет причину внезапного формирования рифтовых зон, окаймляющих зону импактного события. Убедительные аргументы в пользу возможности образования кольцевых трещин,

окаймляющих место импакта, приведены в работе (Greeley et al., 1980) по результатам испытаний на искусственной модели (рис. 3.24).

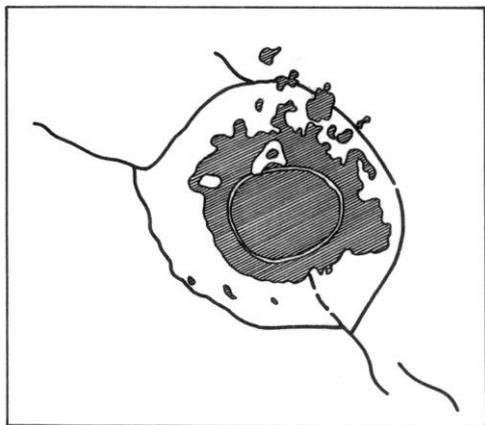


Рис.3.24. Образование кольцевых трещин в результате импакта (круг в центре) на искусственной модели (Greeley et al., 1980).

С юго-востока к озеру Виктория примыкает полоса развития кимберлитовых трубок Танзании протяженностью около 500 км при ширине от 125 до 200 км (рис. 3.25). Здесь среди пород архейского фундамента Танганьикского щита известно более 200 кимберлитовых трубок, приуроченных к 11-ти полям (Трофимов, 1980). Возраст трубок – не древнее кайнозойского, т.к. большинство из них слабо эродированы и сохранили кратерные постройки. Какая-либо связь кимберлитовых полей с глубинными разломами, в частности – с зонами рифтогенеза, здесь не установлена. По мнению Барде (Bardet, 1956) кимберлитовый магматизм проявился на рубеже верхнего мела и палеоцена или в палеоцене **синхронно** с началом формирования Восточно-Африканской рифтовой системы. Однако я, к сожалению, не располагаю данными радиологических определений возраста как кимберлитов, так и пород рифтовой зоны.

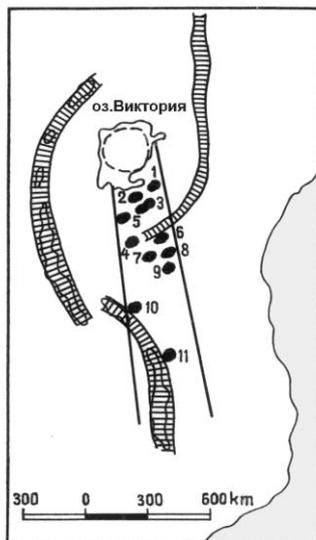


Рис.3.25. Танзанийская кимберлитовая зона (Трофимов, 1980) и ее взаимоотношение с предполагаемой астроблемой оз. Виктория. 1 - кимберлитовые поля (1 – Спик, 2 – Мабуки (Квимба), 3 – Шиньянга, 4 – Нзегга, 5 – Кахана, 6 – Сингида-Ирамба, 7 – Ньяха, 8 – Саранда, 9 – Бахи-Кизиги, 10 – Нгуэлла, 11 – Рухуху); 2 – рифтовые зоны; 3 – контур предполагаемой астроблемы.

3.15. Кимберлитовое и метеоритное поля Гибсон и кратер Бруккарос, Намибия

Структура Гросс Бруккарос (в дальнейшем тексте – ГБ) по внешнему виду больше всего похожа на вулкан (рис. 3.27), почему и рассматривалась до последнего времени почти всеми исследователями как вулканическое сооружение. Структура возвышается над окружающим плато на 600 метров, чем еще более напоминает вулкан. Но сходство это только видимое. Мы знаем, что конус вулкана образован вытекавшей из него магмой и выбросами



туфогенного материала. В структуре же ГБ ничего подобного нет.

Рис. 3.26. Гросс Бруккарос из космоса. Фото НАСА.

Согласно В. Лоренцу и его соавторам (1997), кратерная часть ГБ представляет собой кольцевой хребет диаметром 3 км, который в свою очередь расположен на вершине конуса, диаметром вверху 4,5 км и около 10 км внизу, по внешнему краю. Цитируемые авторы считают, что **глубина эрозии вокруг ГБ за прошедшее с момента его образования время составила 650 м.**

Как же образовалась эта структура? Прежде чем постараться ответить на этот вопрос, рассмотрим более детально геологическое строение ГБ и его окрестностей. Читателю понадобится набраться терпения, если он хочет вместе с автором провести анализ существующих представлений о строении ГБ и истории его развития.

ГБ представляет собой типичный **инзельберг**. Российским геологам не знаком этот термин, и в русском Геологическом словаре вы его не найдете. В Толковом словаре английских геологических терминов (1978) слово **inselberg** означает следующее: *«островная гора, останец. Выступающие, изолированные, крутосклонные, обычно сглаженные остаточный холм или небольшая гора-останец, резко возвышающиеся над обширной, почти горизонтальной низменной эрозионной поверхностью в жарком засушливом районе (как в*

пустынях Южной Африки или Аравии); обычно лишены растительности и скалистые, хотя склоны их частично закрыты каменными осыпями...». Это определение, действительно, как нельзя более подходит для горы ГБ.

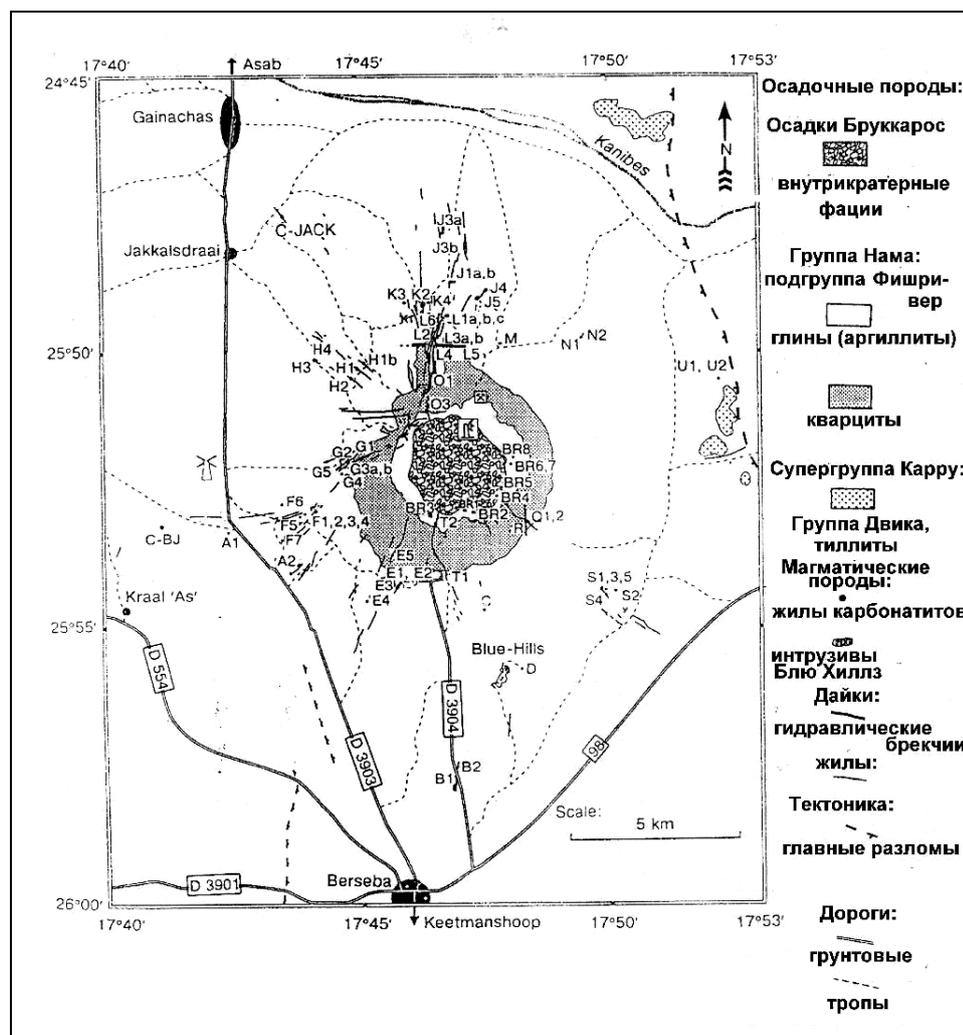


Рис.3.27. Геологическая карта района структуры Гросс Бруккарос, Намибия, по Kurszlauskis, 1994, из Лоренц и др., 1997. Диатремы отмечены буквами в соответствии с системой, введенной Янси (Janse, 1969)

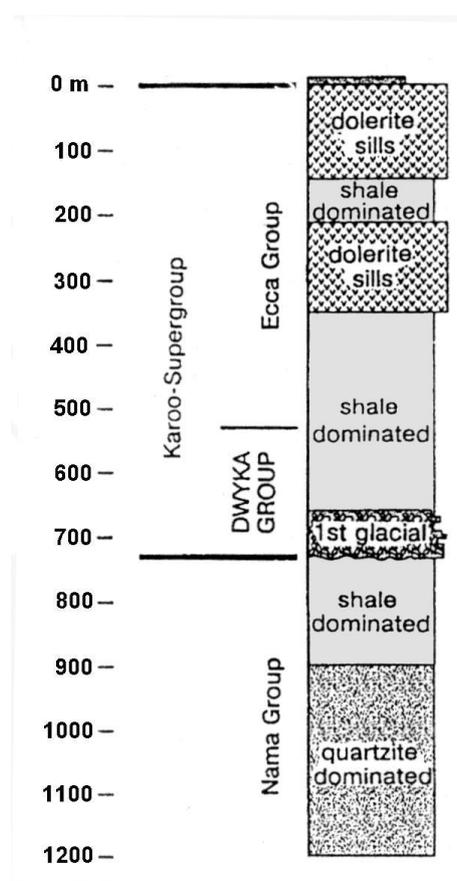
Геологическое строение района ГБ по данным В. Лоренца и его коллег (1997) следующее (сверху вниз):

1. **Группа Калахари** – эоловые отложения, юра-плейстоцен.
2. **Супергруппа Кару**, карбон-пермь:

группа Экка - глинистая толща с двумя прослоями (силлами) долеритов мощностью 150м (верхний) и 140м (нижний); общая мощность группы – 520м (т.е. на глинистую часть разреза приходится 230м, на долеритовую – 290м).

группа Двика – глинистая (вверху) и тиллитовая (внизу) толщи общей мощностью около 200м.

3. **Группа Нама**, кембрий: глинистая (вверху) и кварцитовая (внизу) толщи общей мощностью около 450 м.



4. **Кристаллический фундамент** докембрия.

Общая мощность осадочного чехла – около 1200м, в том числе долеритовых силлов – 290м.

Более наглядное представление о геологическом разрезе района ГБ можно получить на рис. 3.28.

Рис.3.28. Стратиграфическая колонка осадочного чехла района структуры Гросс Бруккарос (Лоренц и др., 1997). Надписи в колонке сверху вниз: долеритовые силлы; преобладают глины; долеритовые силлы; преобладают глины; 1-ый ледниковый (тиллиты); преобладают глины; преобладают кварциты.

Как видно на геологической карте района ГБ (рис.3.27), в настоящее время вся территория сложена кембрийскими отложениями группы Нама. Группа Карру за пределами кратера представлена только самыми нижними слоями (тиллитами) на востоке территории. В полном объеме группа Карру обнажается на расстоянии не менее 20 км восточнее ГБ. Однако Лоренц и его соавторы считают, что отложения мощностью около 650м, включая 290м крепких и устойчивых к выветриванию долеритов, выше горизонтальной жирной

черты на колонке, были эродированы за последние 75 млн. лет в процессе и после образования структуры ГБ. Основанием для такого предположения явилось открытие внутри кратера на южном и восточном его склонах крупных блоков мощностью до 19 м осадочных пород группы Двика (нижняя их часть сложена тиллитами), которые «с первичным несогласием залегают на кембрийских глинистых сланцах» (Лоренц и др., 1997, с.44). В кратере так же присутствуют **блоки долеритов** диаметром до 8 м (там же, стр. 47), что, действительно, следует объяснять былым развитием на территории ГБ супер-группы Карру с верхней ее группой Эка, содержащей прослой этих пород.

Кратерная фация. Чем же заполнена кратерная впадина ГБ? Все кратерные образования, несмотря на свой различный генезис, объединены в составе одной стратиграфической единицы – группы Бруккарос (рис.3.27). В составе группы выделяются (от молодых к древним):

1. Аллювиальные отложения
2. Озерные отложения
3. Отложения, связанные с образованием ГБ («окремненная толща микробрекчий»).

Аллювиальные и озерные фации состоят из переработанных (переотложенных) вмещающих пород и представлены осадками обломочных и грязевых потоков, переслаивающихся друг с другом. Их мощность достигает 170м

«Окремненная толща». Согласно Лоренцу и его коллегам (1997), «... кембрийские отложения (группы Нама – К.Х.) и отложения Кару на внутреннем склоне антиформы¹¹ несогласно перекрываются толщей окремненных осадков мощностью до 250м».

Образование «окремненной толщи» несомненно связано с образованием самой структуры ГБ, поскольку она слагает «внешний уступ (т.е. верхний крутой склон) и внутренний склон «вулкана» Гросс Бруккарос и его «кратера».

Более детальное ее описание приводится в работе А. Янси (Janse, 1969). Он пишет о том, что каштановые глины системы Нама перекрываются окремненными обломочными породами, которые не принадлежат формации Нама и которые образуют самые высокие части кратерного гребня. Это – слоистые кластические породы, напоминающие слоистые туфы, но состоящие из мелкоизмельченных частиц, не содержащих пирокластического материала. По этой причине они классифицируются не как вулканические туфы, а как «микробрекчий». Слои этих микробрекчий падают внутрь кратера под углом до 55° и слагают центральную депрессию. Площадь, занимаемая этими породами, имеет почти округлую форму диаметром около 3,2 км. В составе ее выделяется депрессия диаметром 2,4 км, напоминающая вулканическую кальдеру. Стены этой депрессии образованы красно-коричневыми, серыми или бурыми слоистыми микробрекчиями. Дно депрессии плоское и выстлано неслоистыми микробрекчиями и обломками пород (каких – не указывается - К.Х.). Однако в стенках прорезающего депрессию ручья опять обнажаются горизонтально слоистые микробрекчии. Их контакт с неслоистыми разностями не наблюдался. Тем не менее, контакт между слоистыми микробрекчиями и каштановыми глинами Нама, во многих местах обнаруживает четко выраженное угловое несогласие.

¹¹ Так называют эту структуру цитируемые авторы

Этот контакт местами слегка искажен внедрением **жил интрузивных микробрекчий**, как это имеет место в кратере Рис Швабского Альба. Мощность индивидуальных слоев микробрекчий составляет десятки футов. Литологический состав и облик этих слоев очень изменчив, так что только некоторые из них можно проследить в стенках депрессии на значительные расстояния. Частичный интерес представляет тот факт, что многие слои микробрекчий обладают косою слоистостью, слоистостью течения и ритмической (градационной) слоистостью. Плоскости слоистости и трещины в микробрекчиях часто заполнены **прожилками халцедона, кварца (местами аметиста) или опала**. Степень окремнения увеличивается в краевых частях выходов микробрекчий и проникает на небольшие расстояния в подстилающие глины Нама. Центральная депрессия представляет собой не только эрозионную структуру, но и структуру обрушения, следствием чего является проседание и внутреннее искривление слоистости микробрекчий. Обломочная часть представлена большим содержанием зерен долеритов. Присутствуют так же зерна плагиоклаза, пироксенов и других минералов кристаллических пород – гранитов и гнейсов докембрия. Угловатость обломков указывает на непродолжительную транспортировку и неглубокое (не более 1,3 км) положение центра взрыва (Janse, 1969). Согласно Лоренцу, после 1987г. исследователями ГБ «был осознан факт», что все обнаженные кратерные фации Бруккарос состоят из переработанных пирокластических и вмещающих пород.

Условия залегания пород. По описанию А. Янси (Janse, 1969), горизонтально залегающие кембрийские песчаники и глины формации Фиш Ривер на расстоянии около 2,5 км от кратерного вала начинают постепенно воздыматься, падая в сторону ОТ кратера. Однако на месте кратерного вала происходит перегиб слоев, которые уже круто, иногда почти вертикально, падают в сторону центра кратера. Здесь песчаники перекрываются толщей озерных (мааровых) глин мощностью порядка 170м, которые в свою очередь эродированы потоками, вытекавшими из кратера после прорыва окружающего его гребня. Поскольку коренные породы кратерного вала сильно дислоцированы и иногда имеют вертикальное залегание, все признаки взрывного механизма образования кратера налицо!

Существующие интерпретации. Традиционная точка зрения южно-африканских геологов – ГБ представляет собой «карбонатитовый вулкан». Такая интерпретация базируется на предположении, что ПОД структурой ГБ располагался магматический резервуар - очаг типа лакколита. Он то и являлся причиной как образования кратерной структуры ГБ, так и карбонатитовых даек и диатрем. Однако фактическим материалом такое предположение не подкрепляется. Напомним читателю, что многие исследователи кимберлитов, поставленные в тупик особенностями геологической обстановки их образования, вынуждены были предполагать наличие под полями диатрем «промежуточных магматических очагов», которые и являются источником внедрения кимберлитовых расплавов (см. главу 1.4). В настоящее время эта гипотеза, практически, не имеет своих сторонников, так как наличие подобных очагов не подтвердилось ни геологическими, ни геофизическими исследованиями. Не подтверждается она и в районе ГБ: «карбонатитовый вулкан» не выдал на поверхность через свое «жерло» ни капли магматического расплава. Какой же это, простите, вулкан? Однако прежде чем

анализировать существующие представления о происхождении структуры ГБ попробуем разобраться в представлениях об этапах развития этого «вулкана» на рис. 3.29.

Как видно, на **1-ом этапе** в породах фундамента, не доходя до его верхней границы, образовался магматический резервуар, который приподнял вышележащие осадочные и кристаллические образования, сформировав крупную антиклинальную складку с амплитудой поднятия около 1 км. На этом же этапе за счет выброса газов началось образование диатрем, пробивших два слоя крепчайших пород – долеритов – общей мощностью 290м!

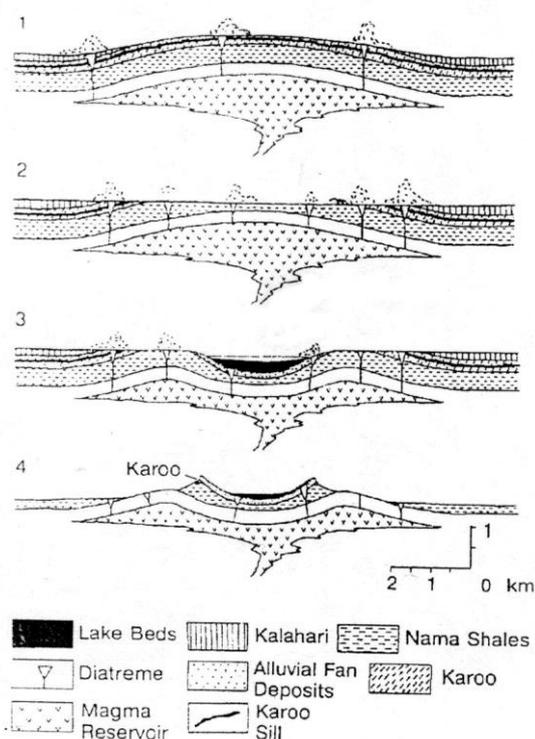


Рис. 3.29. Палеогеографическая реконструкция района кратера Гросс Бруккарос, отражающая существующие представления о его вулканическом происхождении (Лоренц и др., 1997)

2-ой этап отражает геологическую ситуацию несколько миллионов лет спустя, когда отложения на своде антиклинальной структуры, включая отложения группы Карру с двумя прослоями долеритов были полностью эродированы. Однако образование карбонатитовых диатрем все это время продолжалось, причем в некоторых случаях – в тех же самых местах. На **3-ем этапе**, по прошествии еще нескольких миллионов лет, гипотетический резервуар наконец-то закончил «спускать пары» и истощил свою деятельность, так и не пробившись наружу. Остывание «лакколита» привело к сокращению его объема, в результате чего началась

просадка вышележащих пород с образованием озерной впадины, заполнявшейся осадками. Однако в периферийных участках лакколита «выпуск паров» еще продолжался, так как эти краевые, менее мощные, его части остывали почему-то медленнее, чем корневая центральная часть.

На **4-ом этапе, который продолжался уже до наших дней**, окружающие структуру поля развития отложений Карру за несколько десятков миллионов лет оказались полностью уничтоженными эрозией. От долеритов, общей мощностью 290м, не осталось и следа (за исключением глыб внутри кратера)!

Во всех этих противоречиях необходимо разобраться. Не странно ли, что магматический расплав не дошел до границы чехол – фундамент, а остановился на всем своем протяжении на равном расстоянии от этой границы – где-то чуть меньше 1 км? Такой экранирующей поверхности в породах фундамента, сложенных кристаллическими сильнодислоцированными породами, в принципе не должно быть. Ничто не должно было мешать расплаву проникнуть в осадочный чехол по зонам разломов или трещин, как древних, так и молодых. Формирование последних несомненно должно было происходить в процессе внедрения расплава и формирования антиклинальной складки с такой большой амплитудой. Этот «слой» докембрийских кристаллических пород остается неизменным на всех четырех этапах развития структуры. А на последнем этапе даже выходит на дневную поверхность и окаймляет структуру, что на самом деле не соответствует действительности: как видно из геологической карты на рис.3.28 таких выходов докембрия нет, и вся площадь вокруг ГБ покрыта кембрийскими отложениями (группы Нама).

В связи с чем авторам этой модели понадобилось изображать «прослой фундамента» вместо того, чтобы приблизить лакколлит к границе с осадочным чехлом? Для этого у них было три причины. Во-первых, в кратерных фациях Бруккарос, в диатремах и дайках, окружающих ГБ, присутствуют фрагменты кристаллических пород фундамента. Следовательно, рассуждают авторы, корневые зоны даек и диатрем должны были находиться НИЖЕ границы чехол-фундамент. Во-вторых, в единственной буровой скважине, пробуренной в Берсеба, в 10 км южнее ГБ (см. рис. 3.28), осадочный чехол залегает непосредственно на кристаллическом основании. В третьих, гипотезу авторов о наличии лакколита трудно проверить бурением: в случае необнаружения такого тела всегда существует возможность объяснить это тем, что скважина до него была не добурена.

Местоположение кратера Гросс Бруккарос. Л. Спенсер первым обратил внимание на то, что структура ГБ располагается около геометрического центра окружности, внутри которой обнаружены остатки железного метеоритного дождя Гибсон (Spencer, 1941). Однако он считал, что это обстоятельство не может рассматриваться как серьезный довод в пользу метеоритного происхождения кратера ГБ. Отметил он и другое совпадение: между структурой ГБ и селением Гибсон находится кимберлитовое поле Гибсон, в пределах которого были сделаны наиболее крупные находки метеоритного железа. Но идея о том, что какая-то связь между метеоритами, кимберлитовыми трубками и алмазами могла существовать, - пишет Спенсер (стр.26) – представляется слишком фантастической. К тому же, отмечает он, между Аризонским кратером и ГБ существует одно важное отличие: слои пород в ГБ падают внутрь кратера, а в Аризонском – наружу (к этому вопросу мы вернемся ниже).

Все эти сведения Спенсер почерпнул из работы А. Роджерса (A.Rogers) 1915-го года, поскольку ему самому пришлось удовольствоваться только видом на ГБ из окна поезда. Несмотря на это, Спенсер первый обратил внимание на явную пространственную связь между ГБ, эллипсом рассеяния метеоритного железа и полем кимберлитовых трубок, хотя и не смог эту связь объяснить. Никто из исследователей после Спенсера на существование этой связи не обращал внимания.

Несмотря на то, что мне не пришлось созерцать эти края даже из окна вагона, знакомство с литературными данными позволило прийти к выводу о пространственно-хрональной общности метеоритного и кимберлитового полей Гибсон, с одной стороны, и кратера Бруккарос, с другой (Хазанович..., 1992). Позднее я отправил свои соображения в виде тезисов в адрес 64-ой конференции Метеоритного Общества, которая проводилась в Ватикане в сентябре 2001г. К моему удивлению эти тезисы были опубликованы (Khazanovitch..., 2001).

Для того чтобы разобраться в ситуации, я провел самостоятельное расследование. Во-первых, в результате оконтуривания мест находок метеоритного железа, которое связывается с воздушным взрывом метеорита Гибсон, я получил эллипс рассеяния размером 330x540 км (рис.3.30).

Этот эллипс и ранее считался самым крупным рассеянием метеоритного железа в мире (размером 110 x400 км), но по моим данным он оказался еще крупнее. Во-вторых, мною было оконтурено кимберлитовое поле с одноименным названием Гибсон, насчитывающее около 45 диатрем и один купол (Hatzium Dome). Это поле так же имеет форму эллипса, ориентированного, как и эллипс рассеяния метеоритов, длинной осью в том же субмеридиональном направлении, но обладает значительно меньшими размерами – 140x190 км. Как видно на рис. 3.30, внутренний эллипс согласно вписывается во внешний, что дает основание подозревать какую-то общность условий их образования. Южная часть поля, в непосредственной близости от структуры Гросс Бруккарос (ГБ), содержит дополнительно более 100 карбонатитовых даек и 74 диатремы. Таким образом, общее количество диатрем поля Гибсон составляет 119 единиц.

В третьих, кратер Бруккарос находится на южной границе кимберлитового поля, а еще немного южнее его располагается ультраосновная интрузия Блю Хиллз, абсолютный возраст которой – 75,1±0,6 млн. лет – соответствует времени образования диатрем поля Гибсон и, предположительно, структуры ГБ.

Таким образом, для расшифровки истории геологического развития района Гибсон в позднем мелу необходимо как-то увязать формирование всех 3-х элементов строения территории – эллипс рассеяния метеоритного железа, поле диатрем Гибсон кимберлитового и карбонатитового состава и саму структуру ГБ.

Особенности геологического строения территории отражены на рис. 3.30. Обратим внимание на обстоятельство, которое нам уже хорошо знакомо: местоположение трубок взрыва не контролируется какими-либо разломами или геологическими границами и имеет независимую структурную позицию.

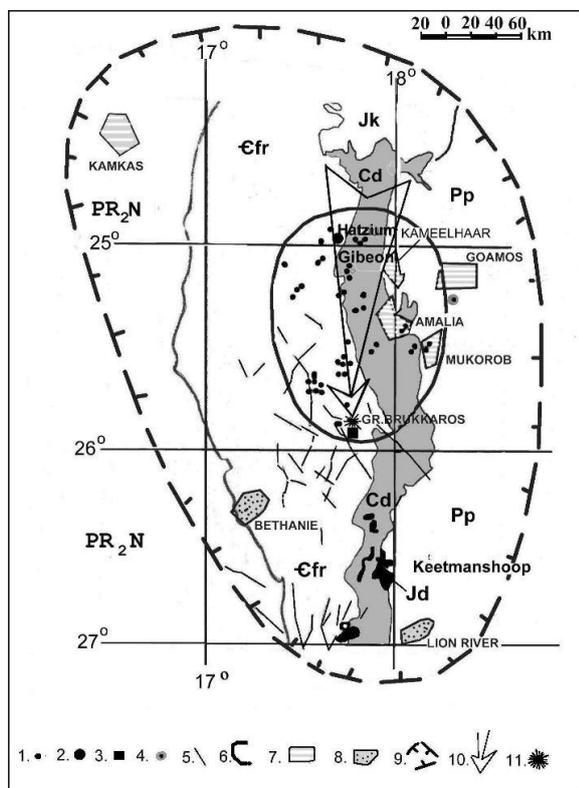


Рис.3.30. Геологическая ситуация в районе Гибен, Намибия. Составил автор (Khazanovitch..., 2001) с использованием данных: Геологической карты Намибии, м-ба 1:1000000 (Geological Map...,1980); статей: Jance, 1969; Spencer, 1941; Stachel et al, 1994. 1 – кимберлитовые трубки; 2 – купол Хатциум; 3 – интрузия Блю Хиллз; 4 – два маленьких метеоритных кратера (“craterlets”) Грундомер Флеш; 5 – разломы; 6 – граница кимберлитового поля Гибен; 7 – районы нахождения метеоритного железа и их названия; 8 – то же без точного местонахождения; 9 – границы эллипса рассеяния метеоритного железа; 10 – предполагаемая траектория полета метеорного тела Гибен к месту его

взрыва; 11 – структура Гросс Бруккарос; PR₂N – верхний протерозой, система Намибиан; € fr – кембрий, система Нама, серия Фиш Ривер; Cd (серая заливка)– карбон, система Карру, серия Двика; Pp – пермь, серия Экка, формация Принц Альберт; Jd (черная заливка) – юрские дайки и силлы; Jk – юрские базальты.

Анализ данных о геологическом строении кратера ГБ привел меня к выводу о том, что он имеет взрывное происхождение. Такой вывод был сделан ранее еще А. Янси (Jance, 1969), наиболее детально изучившим ГБ и его окрестности. Он отмечал следующее: «Угловатость фрагментов, указывающая на небольшой путь их транспортировки, обилие фрагментов пород группы Нама и малочисленность фрагментов пород фундамента (гнейсов) свидетельствуют о небольшой глубине центра взрыва, не далеко от границы Нама – фундамента, на глубине 1000 – 1300м » (с.584). Во времена, когда писалась его работа, подавляющее число геологов относилось с большим недоверием к новым идеям об импактном происхождении кольцевых структур и предпочитало придерживаться точки зрения А. Бухера об их «криптовулканическом» происхождении. Такого же мнения придерживался и А. Янси. Он совершенно правильно пришел к выводу, что ГБ и расположенное к северу от него кимберлитовое поле Гибен и купольная структура

Хатциум являются звеньями одной цепи, но объяснить их происхождение не мог. При этом Янси обратил внимание на схожесть геологической ситуации в районе Гибсон с той, какую описал Бухер для «криптовулканической» структуры Уэллс Крик, поля кимберлитовых даек и диатрем, и купола Хикс Доум (см. их описание в главе 3.2). Я думаю, что сейчас, когда импактная природа кратера Уэллс Крик может считаться доказанной, пора пересмотреть и существующие представления на природу структуры ГБ. То, что эта структура образовалась во время, когда поверхность осадочного чехла в ее районе была на 600-650м выше, чем в настоящее время, является неопровержимым фактом: среди глыб вмещающих пород в кратере ГБ обнаружена и глыба долеритов, которая может происходить только из верхней части супер-группы Карру (см. стратиграфическую колонку на рис. 3.28) (Лоренц и др., 1997). Без привлечения импактной модели объяснить ее присутствие в кратере ГБ путем опускания с гипсометрической высоты не менее 500м, **не представляется возможным.**

Интересно подсчитать, с какой скоростью шли процессы эрозии в районе ГБ. Для этого произведем следующие нехитрые расчеты:

$$600\text{м} : 75 \text{ млн. лет} = 600000\text{мм} : 75\ 000\ 000 \text{ лет} = 0,008 \text{ мм/год.}$$

Такая низкая скорость эрозии вполне допустима для районов с аридным климатом.

Почему ГБ похож на вулкан? Необходимо рассмотреть еще один вопрос: почему в настоящее время астроблема ГБ по своим морфологическим признакам, действительно, напоминает вулкан? Если мы заглянем немного вперед, в главу 4, то на рис. 4.1 увидим схему, иллюстрирующую строение импактного кратера.

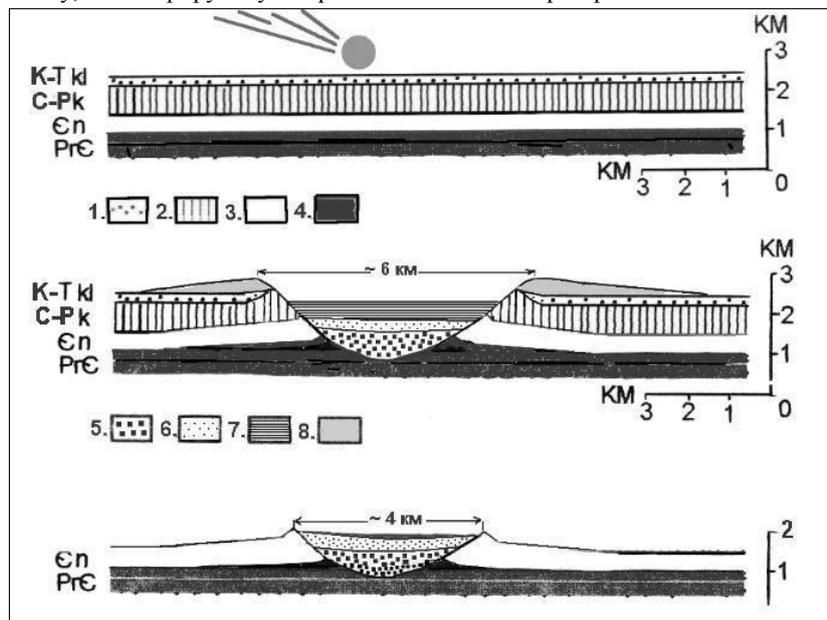


Рис. 3.31. Реконструкция геологического развития района структуры Гросс Бруккарос с привлечением модели импактного кратерообразования. 1- формация золотых песков Калахари; 2 – супер-группа

Карру (карбон-пермь); 3 – группа Нама (кембрий); 4 – кристаллический фундамент докембрия; 5 – аллохтонные брекчии с глыбами как вмещающих, так и залегающих выше по разрезу пород; 6 – зювиты (микробрекчии), состоящие из распыленных частиц и

мелких фрагментов вмещающих пород; 7 – кратерное озеро и выпавшие из него осадки; 8 – насыпной вал аллогенной брекчии.

На этом рисунке, составленном В.Л. Масайтисом, видно, что слои пород в стенках кратера как правило задраны в результате взрыва и образуют вокруг структуры брахиантиклинальную складку. Именно эта особенность строения импактных кратеров и использована мной при реконструкции этапов развития ГБ (рис. 3.31).

В принципе, структура ГБ представляет собой тектонически ослабленную зону, сложенную значительно менее стойкими к выветриванию кратерными фациями, а на склонах - кембрийскими отложениями группы Нама. Нижняя часть этой группы, мощностью около 300м, сложена окварцованными песчаниками (кварцитами) – породами, наиболее устойчивыми к выветриванию (см. рис. 3.28). Эти породы и бронируют склоны структуры, надежно предохраняя ее от уничтожения (рис. 3.27). Именно **эта особенность геологического строения структуры ГБ и делает ее похожей на вулкан.**

Еще одна особенность рассматриваемой структуры была подмечена еще Спенсором, который сравнивал ее с Аризонским кратером: в кратере ГБ слои брекчий падают внутрь кратера, а в Аризонском – наружу (Spencer, 1941, p.26). С брекчиями относительно все понятно: Аризонский кратер молодой, практически незатронутый эрозией. В его бортах пласты пород часто запрокинуты. Кратер же ГБ глубоко эродирован, так что от кратерного вала, в котором, наверняка, были и запрокинутые слои, не осталось и следа. Однако, скажу откровенно, мне пришлось поломать голову над вопросом: почему на гребне кратерного вала происходит перегиб слоев Нама в сторону центра кратера. И на этот вопрос я не нашел пока удовлетворительного ответа.

Где же остатки метеоритного вещества? Для однозначного определения импактного генезиса любой взрывной структуры, конечно же, необходимы находки остатков метеорного тела – метеоритов и метеоритного вещества. Где же они? Можно предположить, что наиболее крупные их фрагменты сохранились в составе аллохтонной брекчии, которая в настоящее время погребена под микробрекчиями-зювитами. Но в составе микробрекчий железоникелевая составляющая так же должна была сохраниться. Почему же никто из исследователей ГБ ее не обнаружил?

Аналогичная ситуация обнаруживается и в других астроблемах – метеоритное вещество в них, как правило, не найдено. Напомним, что ни в кратере Рис, ни в кратере Штейнхейм такое вещество не установлено. В то же время, в нескольких сотнях километров к юго-востоку от кратера Рис обнаружены залежи «гетитового железа», которые некоторые ученые связывают со взрывом астероида Рис (см. главу 3.9).

Причина ненахождения метеоритного вещества внутри кратеров объясняется очень просто: дно образующейся в результате взрывной экскавации впадины находится обычно значительно ниже верхних водоносных горизонтов в разрезе стенок кратера. В результате кратер сразу же после своего образования начинает заполняться водой, уровень которой постепенно растет и достигает, наконец, отметок, превышающих видимое дно структуры. Образуется озеро. В течение нескольких десятков миллионов лет осадки, заполняющие кратер, являются водонасыщенными. Могут ли в таких условиях сохраниться остатки метеоритного железа? Естественно, что нет. Они в результате окисления перейдут в другую форму железа – окисную, закисную или гидроокисную - и в следствие миграции

элементов будут относительно равномерно заполнять поровые пространства между минеральными зернами. Но в любом случае, кратерные породы – **импактиты** – **должны содержать большее количество железа, чем вмещающие их образования – «породы цоколя» кратера.** Что же наблюдается в кратере ГБ?

А наблюдается вот что: содержание железа в микробрекчиях в 3,2 раза больше, чем во вмещающих породах цоколя (см. табл. 3.1).

В предлагаемой модели импактного образования ГБ есть одно слабое место: предположение, что метеоритные обломки тела Гибсон, образовавшие при взрыве эллипсе рассеяния метеоритного железа,

Таблица 3.1.

Сравнение содержания Fe_2O_3 в породах цоколя (серия Фиш Ривер) и микробрекчиях кратерной фации. Составил автор по данным А. Янси (Janse, 1969)

Проба	Породы	Местоположение	Fe_2O_3	FeO	Fe общее
a	Неизменные песчаники серии Фиш Ривер	южный склон ГБ	0,77	1,57	2,34
b	Микробрекчии бурого цвета	Сев. склон ГБ, около водопада у «барранко»	6,10	1,77	7,87
c	Красные тонко-зернистые микробрекчии	Кратер, внутри депрессии	8,34	1,04	9,38
d	Микробрекчии тонко-зернистые бурые	Кратер, северо-западный склон депрессии	5,80	2,13	7,93
e	Микробрекчии красные	Восточная часть «барранко»	4,43	3,21	7,64
f	То же	Там же	4,77	2,97	7,74
g	Неизменные песчаные глины серии Фиш Ривер	Северный склон ГБ	1,15	1,57	2,72
Среднее содержание:					
Для микробрекчий кратерной фации (5 анализов).....8,11					
Для пород серии Фиш Ривер (2 анализа).....2,53					
Разница.....5,58					

противодействовали эрозии и химическому выветриванию на протяжении 75 млн. лет и сохранились до наших дней. Такое предположение противоречит широко существующим представлениям о том, что метеориты полностью разрушаются в результате химического выветривания в течение короткого времени (по геологическим меркам) – нескольких десятков тысяч лет.

Метеориты из поля рассеяния Гибсон принадлежат к наиболее механически устойчивой группе *октаэдритов* и обладают уникальной кристаллической структурой, которая называется Виндманштеттовой. Размер кристаллов железа составляют здесь 0,3 – 0,5 мм. Химический состав: железо – 90%, никель – 8%, кобальт – 0,4%, фосфор – 0,04%.

Несмотря на такой состав, в окислительной среде даже самые крупные фрагменты метеоритов вряд ли могли сохраниться за 75 млн. лет. Пока не понятно, могли ли они сохраниться за пределами кратера в условиях сильно засушливого климата: даже редкие дожди и перепад суточных температур за столь продолжительный срок сделали бы свое дело, и от этих фрагментов ничего бы не осталось. Тем более, что 75 млн. лет назад метеориты должны были выпасть на поверхность, находившуюся гипсометрически выше на 500 м современной, а в процессе эрозии в течение столь продолжительного времени – опуститься с этой высоты, не подвергнуться выветриванию и сохраниться. Это представляется нереальным.

Кроме того, есть еще и второе слабое место в моей модели. Конечно же, очень трудно признать, что «центральное положение» ГБ относительно эллипса рассеяния метеоритов Гибсон является не закономерностью, а случайностью. Но если такую случайность все-таки допустить, то нужно признать былое существование двух метеорных тел, одно из которых (Гибсон-1) взорвалось и образовало кратер ГБ 75 млн. лет назад, а второе (Гибсон-2) взорвалось в воздухе в каком-то неотдаленном прошлом и явилось источником рассеяния метеоритного железа. При этом место воздушного взрыва не должно было совпадать с центром эллипса рассеяния метеоритов, так как обломки взорвавшегося тела, по аналогии с Сихотэ-Алинским событием, должны были продолжать свой полет в том же направлении, в каком летел метеороид. Учитывая эти соображения, мне, вероятно, придется отказаться от своей опубликованной версии, отраженной на рис. 3.30 (Khazanovitch..., 2001).

А как же тогда расценивать закономерное положение ГБ на южном краю кимберлитового поля Гибсон? Рассмотренная выше модель Лоренца и его коллег не затрагивает этот вопрос. В отличие от нее, модель, предлагаемая автором, эту закономерность объясняет: метеорное тело Гибсон перед своим падением на Землю и образованием кратера индуцировало на поверхности планеты мощный электрический заряд, который и инициировал сквозные электрические пробой из земных недр.

Что касается проявления магматической активности вокруг ГБ (карбонатитовые дайки и диатремы), то ее вряд ли кто-нибудь будет отрицать. Однако эти проявления нужно расценивать как СЛЕДСТВИЕ импактного события, а не как причину образования структуры ГБ. О «триггерном» магматизме как о следствии импактных событий мы подробно поговорим в 4-ой части книги.

Выводы по главе 3.15.

1. Структура Гросс Бруккарос, внешне напоминающая вулкан, представляет собой эродированный метеоритный кратер, образовавшийся 75 млн. лет назад в результате падения метеорного тела диаметром не менее 0,7 км.
2. Пролет электрически заряженного метеорного тела над районом Гибсон сопровождался наведением сильных электрических полей на земной поверхности, в результате чего возникали электрические пробои земной коры с образованием кимберлитовых трубок.
3. Импактное событие послужило триггером для проявления слабой магматической деятельности в районе ГБ с образованием карбонатитовых даек и диатрем.
4. Для доказательства импактного происхождения ГБ необходимы целенаправленные поиски среди пород цоколя характерных структур и текстур типа конусов разрушения, а так же – характерных минералогических особенностей (планарного кварца, коэсита и др.; подробнее см. главу 4.2). Необходимо, чтобы структуру посетил опытный специалист по астроблемам.
5. Импактная модель происхождения структуры ГБ удовлетворительно объясняет все особенности ее геологического строения за исключением одного - падения пород цоколя на гребне структуры в направлении к центру кратера. Это обстоятельство, указывающее на просадку отложений кратерных фаций, с позиции импактной модели пока не находит объяснения.

3.16. Купол Вредефорт и кимберлитовое поле в районе г. Претория (ЮАР)

Широко известная и детально изученная южноафриканская кольцевая структура Вредефорт диаметром около 160 км до сих пор не получила однозначного объяснения своей природы. С одной стороны, структура обладает явными признаками ударного происхождения, в частности – конусами разрушения вмещающих пород (Dietz, 1961; Vantop, 1965; Albat, 1988; и многие другие). Ее возраст по результатам исследования импактных пород ранее оценивался в 1970+/-100 млн. лет, а по последним данным – 2023+/-4 млн. лет (Whitehead J., Web-site “Astroblemes”)

С другой стороны, нельзя не принимать во внимание соображения о существовании пространственных связей между этой структурой и структурами, приуроченными вместе с ней к одной прямой линии север-северо-восточного простираения (Bucher, 1963; Mc Call, 1963). В первую очередь это – огромный (39 тыс. кв. км) массив Бушвелд основных и гранитных пород, возраст которых очень близок к возрасту Вредефорта – 1950 млн. лет. Далее на север к этой линии приурочена Великая Дайка, шириной 5-11 км и протяженностью 530 км. Дайка (или рифтовая зона) ограничена сбросами, состоит из основных и ультраосновных пород и сформировалась из 4-х центров; возраст ее – значительно более древний – 2550 млн. лет по Rb-Sr и до 3500 млн. лет по K-Ar (Ярмолюк, 1977). Однако, эти данные требуют своего уточнения новыми радиологическими методами.

К югу от купола Вредефорт сторонники эндогенного его происхождения указывают на округлую в плане структуру Тромпсбург, диаметром 48 км, сложенную основными и ультраосновными породами. Структура не выходит на поверхность и выявлена бурением по результатам предварительных геофизических работ.

К этому списку образований, странным образом оказавшихся на одной линии, необходимо добавить и поле самых древних в Африке кимберлитовых даек в районе г. Претория, где самая ранняя генерация кимберлитов имеет возраст около 1700 млн. лет. Необходимо подчеркнуть, что в других районах Южной Африки кимберлиты столь древнего (среднепротерозойского) возраста не установлены. Описанная ситуация демонстрируется на рис. 3.32.

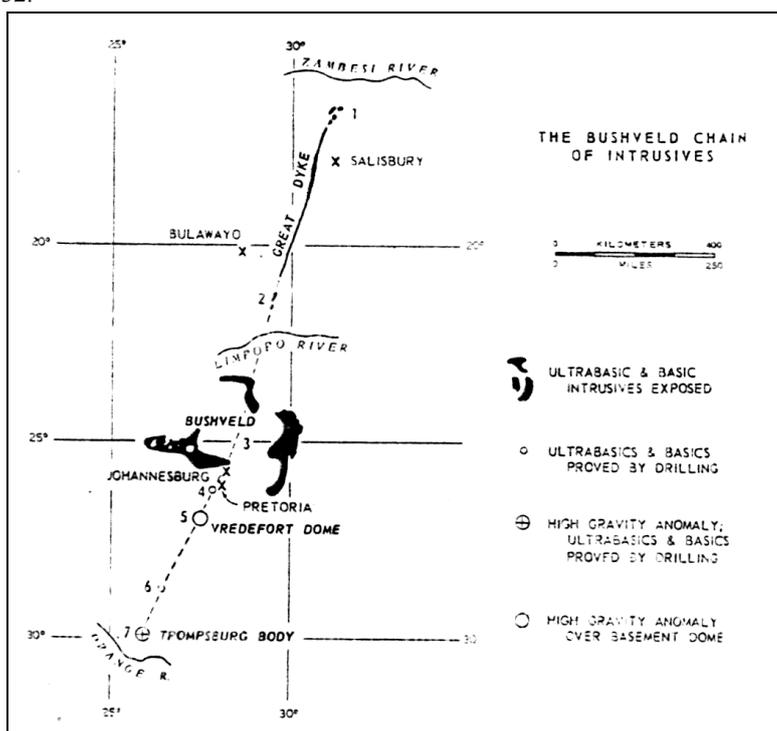


Рис. 3.32. «Цепь интрузивов Бушвельда» (Bucher, 1963).

Приверженцы эндогенной природы купола Вредефорт выставляют следующий аргумент: падение метеорита точно на линию глубинного разлома и именно в тот период, когда вдоль него происходило внедрение магмы, представляется нереальным. Однако Р. Дитц (Dietz, 1962), защищая космогенную природу купола Вредефорт, высказал предположение о том, что линейное расположение магматических структур **является следствием падения роя метеорных тел астероидных размеров**. Сейчас, по прошествию более чем 40 лет, это смелое предположение уже не кажется таким фантастическим, как ранее, тем более что космогенная природа купола Вредефорт получила новое подтверждение фактическим материалом (French and Nielsen, 1990; Grieve et al., 1990).

Необходимо отметить, что высказываемые в литературе предположения о приуроченности всех отмеченных образований к глубинному разлому, не имеют подтверждения фактическим материалом – ни по результатам геологического картирования, ни по геофизическим данным (Corner et al., 1990). Исключение составляет только разлом, к которому приурочена Великая дайка. Однако метеоритная гипотеза

привлекает к себе и тем, что дает объяснение механизму образования трещин, по которым идет внедрение магмы, в то время как противники этой гипотезы таких объяснений не дают. Поэтому, пространственно-временная связь между кимберлитовыми телами района г. Претория (1700 млн. лет) и куполом Вредефорт (1970+/-100 или 2023+/-4 млн. лет) с учетом вероятных погрешностей при определении абсолютного возраста не может быть не принята во внимание.

V. АВСТРАЛИЯ

В качестве примера пространственно-временных связей между астроблемами и диатремовыми полями Австралия представляет собой один из лучших полигонов на Земном Шаре. Посмотрите на карту этого материка (рис.3.33), на которой показаны некоторые диатремовые поля, находящиеся в тесной территориальной и возрастной близости с астроблемами. Можно ли объяснить случайностью то, что рядом с полями позднепротерозойского возраста находятся такие же по возрасту астроблемы? А кайнозойская астроблема (Гоат Педдок) тесно соседствует с полями лампроитов тоже кайнозойского возраста. Несмотря на то, что данные определений абсолютного возраста этих «танDEMов» в основном, не совпадают, мы уже хорошо знаем, что доверять им в настоящее время не представляется возможным (см. еще раз главу 1.4). Новые радиологические определения, достоверность которых уже не будет вызывать сомнений, или опровергнут гипотезу автора, или ее поддержат.

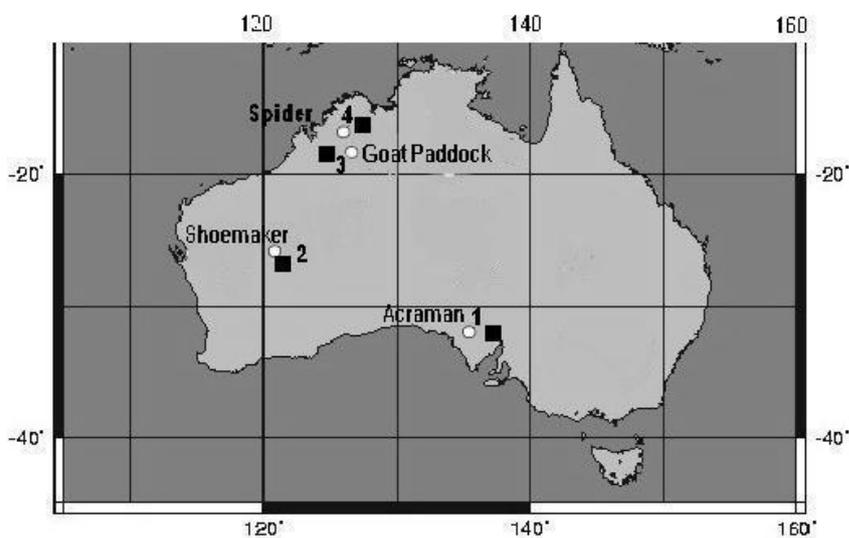


Рис.3.33. Схема размещения астроблем (белые кружки) и диатремовых полей (черные квадратики) в Австралии. 1 – астроблема Экрэмэн – кимберлитовые силлы Порт Аугуста (PR₃) ; 2 – Астроблема Шумейкер – кимберлитовое поле Леонора (PR₃); 3 – астроблема Гоат Педдок – лампроитовая провинция Западный Кимберли (KZ); 4 – астроблема Спайдер – кимберлиты провинции Восточный Кимберли (частично) (PR₃).

3.17. Астролема Экрэмэн – поле кимберлитовых силлов Порт Аугуста.

Мультиринговая структура Экрэмэн в Южной Австралии неоднократно привлекала внимание геологов как вероятная импактная структура. В настоящее время уже мало кто сомневается в ее космогенной природе, и структура украшает все каталоги импактных структур на Земле. По своим размерам она является самой крупной импактной структурой в Австралии и одной из крупнейших на нашей планете. Диаметр ее внешнего кольца составляет 150-160 км, промежуточного – около 90 км, а центральной (внутренней) депрессии – около 30 км. Соотношение диаметров внешнего и промежуточного колец равно 1,8, что характерно и для других импактных структур (для кратера Рисс, например, это соотношение равно $22 : 11 = 2$).

Внутри кратера обнаружен целый ряд признаков, характерных для импактных образований: конусы разрушения, планарные элементы в кварце, псевдотахиллиты и т.п. Кроме того, в 300 км восточнее и в 800 км севернее структуры среди красных аргиллитов верхнепротерозойской формации Биниэру (около 600 млн. лет) установлены продукты захоронения закратерных выбросов в виде брекчий с обломками пород импактного происхождения и с повышенной концентрацией ирридия (Gostin et al, 1986, 1989).

Несмотря на эти, казалось бы, убедительные доводы в пользу космогенной природы структуры, южноафриканские геологи Николайсен и Фергюссон отстаивают сценарий ее эндогенного происхождения, в пользу чего, по их мнению, свидетельствует положение центральной депрессии – озера Экрэмэн – около геометрического центра эллиптического поля развития вулканического комплекса Гоулев Ренаж нижнепротерозойского возраста (1575+-11 млн. лет), представленного кислыми вулканитами и пирокластами (Nicolaysen, Fergusson, 1990). Это обстоятельство, казалось бы, может навести на мысль, что импактное событие привело к проявлению триггерного магматизма и образованию вулканического поля, если бы ни наличие в этих вулканитах следов импакта – конусов разрушения. Естественно, что граниты уже существовали при импактном событии. Возраст структуры – 590 млн. лет (конец позднего протерозоя).

Вряд ли можно считать случайным, что в 200 км восточнее оз. Экрэмэн установлены протерозойские кимберлиты (Stracke et al, 1979). Кимберлиты обнаружены здесь в виде 3-х силлов мощностью до 2 м, выходы которых приурочены к линии северо-западного простирания протяженностью 25 км. Долгое время эти кимберлиты считались **единственными** в восточной половине Австралии кимберлитами протерозойского возраста и их территориальная связь с **единственной** известной протерозойской импактной структурой в этой же части континента не могла не настораживать и оставаться без внимания. К настоящему же времени в «коридоре» к юго-востоку от Порт Аугуста установлено еще три поля кимберлитовых даек: Эурелия, Питерборо и Джеймстаун, причем только в последнем их обнаружено более 100. То, что кимберлиты установлены здесь только в дайках, говорит о большой глубине их эрозии и о большом возрасте. Более конкретные сведения о результатах радиологических исследований этих образований обнаружить пока не удалось.

3.18. АстроBLEMA Шумейкер – ультраосновная щелочная провинция Леонора

АстроBLEMA Шумейкер (первоначальное название - Teague Ring) это – глубоко эродированная импактная структура (рис. 3.34). Названа она в честь известного американского планетолога Юджина Шумейкера, который проводил в Австралии изучение протерозойских астроBLEM. Структура, имеющая кольцевые топографические очертания, расположена на границе между палеопротерозойским бассейном Эрахиди и архейским кратоном Джилгарн. На этой площади широко распространены сезонные соляные озера, самое крупное из которых – оз. Тэагуэ. Структура имеет округлую центральную часть, диаметром 12 км, которая представляет собой центральное поднятие бывшего кратера, сложенное архейскими гранитами с конусами разрушения и планарным кварцем, подтверждающими версию импактного происхождения этой структуры (Shoemaker & Shoemaker, 1996). Центральное поднятие окружено кольцом опущенных осадочных пород диаметром около 30 км, что примерно соответствует диаметру первоначального кратера.

Возраст импактного события точно не установлен. Он должен быть моложе возраста гранитов Тэагуэ в центре структуры – 2648±8 млн. лет. Чаще всего в каталогах астроBLEM указывается возраст 1630 млн. лет, соответствующий этапу теплового воздействия на граниты (Bunting et al, 1980). Пока это связывается с импактным событием, но может быть связано на самом деле, как считают некоторые исследователи, с региональным тектоническим событием. Более современные определения возраста по K-Ar дают значение 568±20 млн. лет, т.е. – начало раннего кембрия (Pirajno, 2002.). Отметим, что данные по определению возраста астроBLEмы расходятся между собой более чем на 1 млрд. лет!

Провинция ультраосновных щелочных пород Леонора располагается в восточной части архейского кратона Джилгарн в Западной Австралии и занимает площадь 45000 км². Здесь широкое распространение имеют карбонатиты, мельноиты и кимберлиты, причем первые преобладают у края кратона, а последние – у его центральной части. Породы содержат разнообразные ксенокристы, включая оливин, ильменит, высокомагнезиальный хромит, хром-диопсид и гранат. По никелю в гранате, как по геотермометру, было установлено, что в течение магматизма литосфера имела мощность от 150 до 180 км (Graham et al, ////////////////). Определения абсолютного возраста так же производились по: а) ксенолитам (перидотит, макрокристы, хромшпинелидам; б) минералам, ксеногенное происхождение которых наиболее вероятно (например – гранат и включения магнетита в основной массе породы). Не удивительно, что полученные результаты – 2020-2060 млн. лет – явно соответствуют возрасту мантийных ксенолитов, а не возрасту кимберлитового магматизма. Таким образом, абсолютный возраст кимберлитов Леонора в настоящее время не установлен, но их территориальная близость к астроBLEме Шумейкер дает основание предполагать, что они так же являются раннекембрийскими.

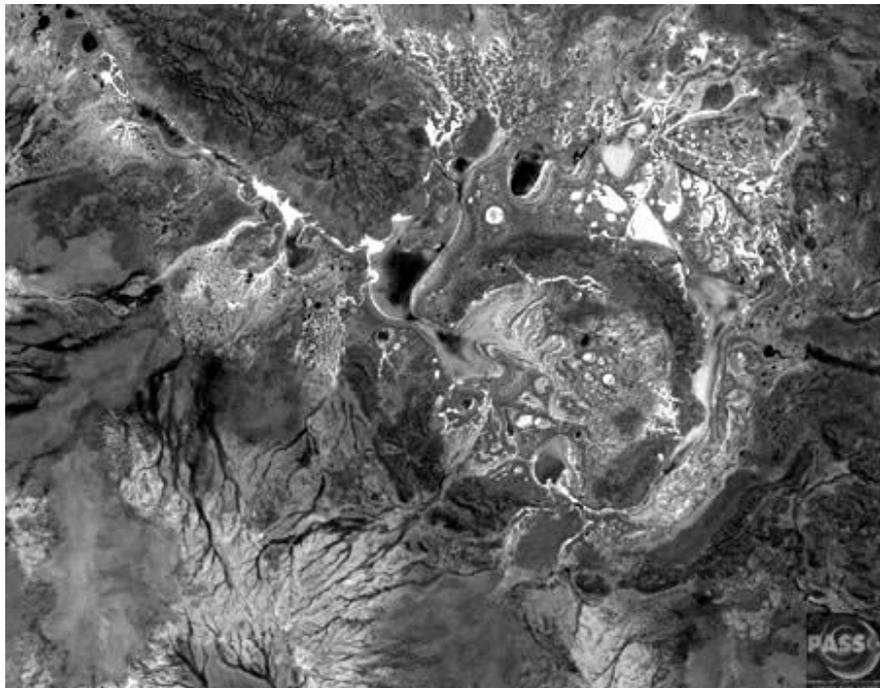


Рис. 3.34. Астроблема Шумейкер диаметром около 30 км. Белые пятна – сезонные соляные озера.

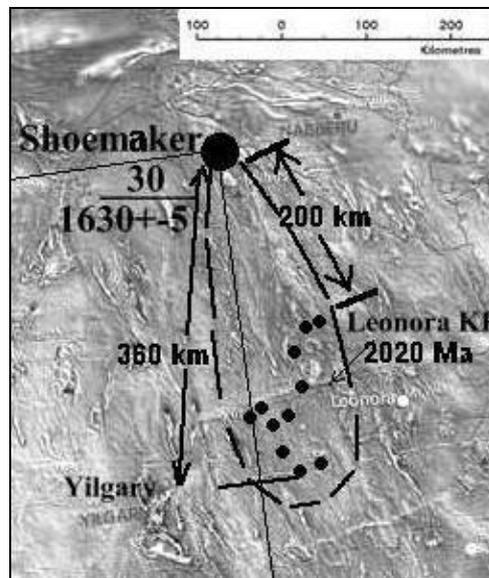


Рис. 3.35. Расположение астроблемы Шумейкер и кимберлитового поля Леонора. Пунктиром показано предполагаемая зона энергетического воздействия со стороны боида Шумейкер. Жирные точки – кимберлитовые тела.

3.19. Лампроитовая провинция Западный Кимберли – кратер Гоут Педдок

В 70-ых годах прошлого века в Западной Австралии были открыты месторождения алмазов, связанных с диатремами кимберлитового, лампроитового и щелочно-пикритового состава (Джейкс и др., 1989). В 80-ых годах общее количество выявленных трубок составило около 150. Наибольшее количество диатрем было установлено в провинции Западный Кимберли, в которой они приурочены к трем полям – Эллендейл, Калвинярдах и Нунканбах, расположенных внутри эллипса с осями, протяженностью около 200 и 140 км (рис. 3.36).

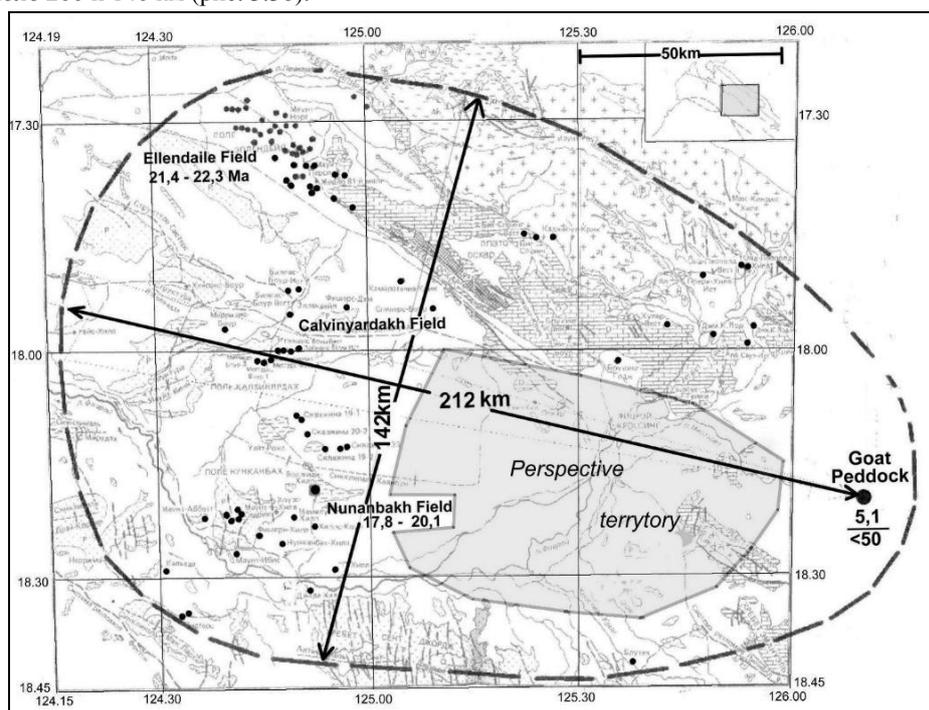


Рис.3.36. Схема расположения диатремовых полей провинции Западный Кимберли и астроблемы Гоат Педдок. Заливкой выделена территория, которая, по мнению автора, представляет интерес для поиска новых лампроитовых тел. Составил автор по материалам Джейкс и др., 1989.

На приведенной схеме (рис. 3.36) отчетливо видно, что диатремы в пределах провинции и каждого поля расположены хаотично и не образуют линейных цепочек, какие давали бы основания предполагать их приуроченность к линейным разломам. Местные геологи считают, что трубки образовались в миоцене 18-23 млн. лет назад в результате прохождения Австралии над горячей точкой, так как постепенно омолаживаются в направлении с севера на юг. Ниже мы посмотрим, насколько обосновано такое мнение.

Характерной особенностью диатрем провинции Западный Кимберли является то, что они прекрасно обнажены и выражены в современном рельефе в виде округлых возвышенностей.

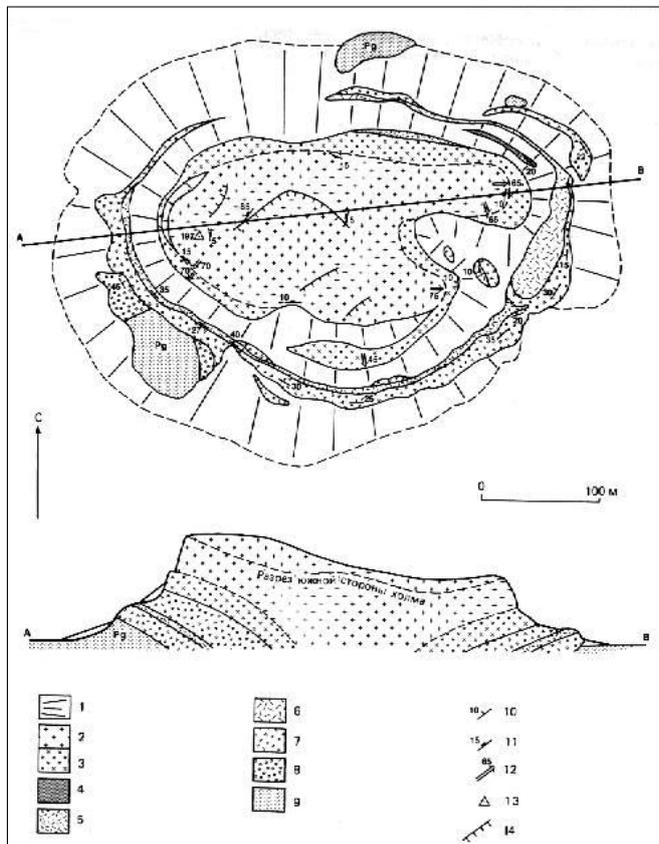


Рис. 3.37. Геологическая карта трубки Маунт-Норт (по: Джейкс и др., 1989, с упрощениями). 1 – осыпи; 2 – 6 – различные разновидности лейцитовых лампроитов; 7 - лампроитовые лапиллевые туфы; 8 – брекчированные песчаники; 9 – пермские песчаники формации Грант; 10 – падение слоистости и интрузивных контактов; 11 – трещины отдельности; 12 – столбчатая отдельность; 13 – тригонометрический пункт (высота в метрах); 14 – разломные уступы.

Несмотря на то, что природа выложила их перед геологами, «как на тарелочке», для осознания их трубочной природы и потенциальной алмазности австралий-

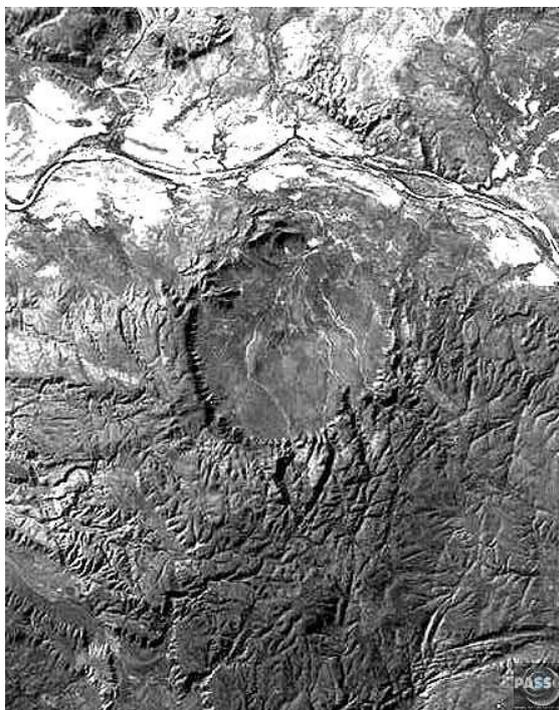
ским исследователям понадобилось более 100 лет. Пример строения одной из трубок приводится на рис. 3.37.

Что касается результатов радиологических определений, то они представляются очень ненадежными по тем же причинам, какие рассматривались мной в главе 1.4. В частности, определения возраста в 1972г. Rb-Sr-методом по флогопиту из двух проб дало резко завышенные значения - 130 и 144 млн. лет, которые в настоящее время не принимаются во внимание. Вероятно, эти данные так же связаны с присутствием в пробах флогопита ксеногенного происхождения. Во-вторых, минералы, по которым проводились более поздние определения, флогопит и диопсид, в составе отобранных проб могли частично иметь ксеногенную природу, а значит - завышали замеренные данные. Ни одного анализа по перовскиту, заведомо аутигенному минералу в заполнителях диатрем, до конца 80-ых годов проведено не было. В пределах каждого из полей диатрем - северного (Эллендейл) и южного (Нунканбах) - последовательного омоложения возраста диатрем в южном направлении не наблюдается. Вероятно, наиболее достоверным является возраст,

определенный в пробах с наименьшей примесью ксеногенных минералов. Такой возраст – 17,5 млн. лет, определен для диатремы Волжиди-Хиллс и считается местными геологами аномальным. Таким образом, предположение об одновозрастности всех диатрем рассматриваемой провинции не может иметь убедительных опровержений.

Что касается существующей гипотезы о горячей точке, над которой перемещался австралийский континент, то она, с моей точки зрения, не выдерживает критики. В первую очередь потому, что следы движения материка южнее Западного Кимберли отсутствуют. Нет их и к северу от этой провинции. В обоих случаях горячая точка никак себя не проявила и не оставила никаких следов в строении земной коры, что и ставит под сомнение реальность ее былого существования.

Астроблема Гоат Педдок (Козлиный Выпас) имеет максимальный диаметр 5,1 км и расположена на расстоянии около 50 км до ближайшей диатремы



3.38. Астроблема Гоат Педдок диаметром около 5 км. Снимок PASS.

провинции Западный Кимберли. Считается, что диаметр упавшего астероида составлял 1/10 диаметра кратера, т.е. – около 500 м. Его импактное происхождение в настоящее время не вызывает никаких сомнений благодаря находкам конусов разрушения, планарного кварца и брекчий. По результатам бурения установлено, что кратер заполнен озерными осадками мощностью 210м, содержащими пыльцу раннего эоцена, так что возраст кратера в соответствии с этими данными определяется как <50 млн. лет. Кратер имеет плоское дно без признаков центрального поднятия, отношение глубины к диаметру

составляет 0,073 (Milton, MacDonald, 2005). Данные определения абсолютного возраста отсутствуют.

3.20. Астроблема Спайдер – кимберлитовая провинция Восточный Кимберли

Глубоко эродированная импактная структура Спайдер, остаток от бывшего метеоритного кратера, расположена в восточной части региона Кимберли северной части Западной Австралии. На космических снимках изображение структуры напоминает паука, отчего



Рис.3.39. Центральная часть кратера Спайдер, действительно, похожа на паука.

она и получила такое название. Открытая в 1950г., эта структура представляла собой загадку для геологов, пока в конце 70-ых годов здесь не были найдены конусы разрушения, характерные для космогенных структур. Центральная часть астроблемы с конусами разрушения интерпретируется как остаток от центрального поднятия с внешними границами нарушений, соответствующими округлой площади диаметром 11-13 км. Первоначальный кратер имел существенно более крупные размеры. Некоторые исследователи связывают овалообразную форму астроблемы с направлением полета космического тела по пологой траектории с севера или северо-востока, но это неверно: конфигурация метеоритного кратера может быть связана с геологическими и топографическими особенностями места импакта, но никак – с направлением полета тела: взрывная волна распространяется одинаково во всех направлениях, какой бы пологой не была траектория космического пришельца.

Как и в выше рассмотренных примерах, данные о возрасте кратера очень неопределенны. Первоначально его **геологический** возраст определялся как позднепротерозойский, между 600 и 900 млн. лет. По последним данным (сайт Earth Impact Database) этот возраст

обозначается как >570 млн. лет. Радиологические исследования по определению абсолютного возраста пока не проводились.

В провинции Восточный Кимберли обнаружены кимберлитовые и лампроитовые тела двух различных возрастов. Наиболее древней здесь является крупная лампроитовая трубка Аргайл: ее возраст по радиологическим данным составляет 1048-1153 млн. лет (начало позднего протерозоя). Она характеризуется удлиненной формой (длиной 2 км при ширине от 150 до 500м) и сложена оливиновыми лампроитами. Недалеко от них находятся дайки лампроитов близкого возраста. Трубка Аргайл прорывает верхнепротерозойские породы группы Карр-Бойд, включая формацию Лиссаделл, возраст которой равен приблизительно 1100 млн. лет и определен на основании абсолютной датировки перекрывающей формации Гленхилл. Внимание, читатель! Возраст этой формации составляет 1057+-80 млн. лет, т.е. он более молодой, чем возраст прорывающей ее лампроитовой трубки Аргайл, определенный по слюде:

- Rb-Sr методом – 1231 млн. лет (1 определение) и

- K-Ar – методом –1253+- 26 млн. лет.

Ничего нет удивительного в получении недостоверных данных: ведь определение возраста проводилось не по минералам, образовавшимся из магматического расплава, а из **валовых проб**, в которых, как отмечают сами авторы, **присутствовало множество обломков вмещающих пород** (Джейкс и др., 1989, табл.20). Естественно, что полученные результаты дали искаженную информацию типа среднеарифметической температуры пациентов в больнице.

Перейдем теперь ко второй группе пород, имеющей для нас значительно больший интерес. Они имеют более молодой официальный возраст – конец позднего протерозоя. Именно с этой группой есть основания связывать энергетическое воздействие со стороны болида Спайдер. Группа представлена дайками и трубками кимберлитов, их телами неизвестной формы и трубками лампрофиров. Все эти тела прорывают протерозойские породы группы Кимберли. Абсолютный возраст даек, определенный по слюде, составляет:

- Rb-Sr- методом – 568 млн. лет и 752 - 819 млн. лет,

- K-Ar-методом – 804+-5 млн. лет и 826+-4 млн. лет.

Авторы исследования (Дрейкс и др., 1989) приходят к правильному выводу, что, в отличие от других кимберлитовых провинций Австралии, в Восточном Кимберли было **два периода кимберлито- и лампроитообразования**. Один из них, на наш взгляд, и соответствует возрасту астроблемы Спайдер (>570 млн. лет) и некоторых кимберлитов (568 млн. лет). Такую схожесть данных невозможно считать случайностью.

ВЫВОДЫ по части 3

Мы рассмотрели 20 примеров пространственно-временной общности диатремовых полей и астроблем на всех континентах Земного шара кроме Южной Америки и, естественно, Антарктиды. Приведенные примеры имеют различную степень достоверности такой общности. Главная причина этого – отсутствие правильных определений абсолютного возраста как тех, так и других образований (об этом подробно говорилось в разделе 1.4).

Вторая причина – неправильное определение геологического возраста тех астроблем, в которых датировка возраста радиологическими методами не проводилась (например, возраст астроблемы Джепта Ноб считался до сих пор раннесилурийским, в то время как проведенный автором анализ показал, что он постпалеозойский).

В цепочке структур эндогенного (диатремы) и космогенного (астроблемы) происхождения обнаруживаются удивительные закономерности, которые никак нельзя считать случайными. Эти закономерности можно сформулировать в качестве следующего правила: **если цепочка состоит из двух или более астроблем и одного диатремового поля, то самая крупная астроблема будет находиться на одном конце цепочки, а диатремовое поле – на другом, противоположном.** Эта закономерность легко объясняется тем, что при полете болида над поверхностью Земли он разряжает свой накопленный электрический заряд, инициируя механизм «пробой конденсатора» и образование диатремового поля. Само же тело в результате электровзрыва может расколоться на несколько фрагментов, продолжающих свой полет по трассе болида. При этом сначала, в результате сопротивления атмосферы, на Землю выпадают более мелкие обломки, а затем – более крупные. Такая закономерность четко фиксируется как на территории Северной Америки («38-ая параллель», Эллиот – Версаль – Джепта Ноб, Хикс Доум – Уэллс Крик), так и в Европе (Швабский Альб) и, вероятно, она присуща всем подобным цепочкам. Выявление их – дело будущих исследований.

Автор прекрасно отдает себе отчет в том, что не все эти примеры равноценны по степени достоверности фактического материала. Корреляция событий, ответственных за образование этих структур как одновременных, во многих случаях не обоснована радиологическими данными определения абсолютного возраста по причинам, о которых уже многократно говорилось выше. Однако имеющийся фактический материал не позволяет опровергнуть предположения автора о синхронности формирования как тех, так и других структур в случаях их близкого территориального расположения. Такая ситуация приводит нас к уверенности в том, что в ранге гипотезы рассматриваемая «болидная модель» является вполне корректной. Несомненно, что дальнейшие исследования увеличат количество астроблем, имеющих «диатремовые шлейфы». Особенно это касается таких их разновидностей, которые замаскированы проявлением триггерного магматизма. О них и пойдет речь в следующей части книги.

Часть 4

ИМПАКТ И МАГМАТИЗМ

4.1. Ранее высказанные соображения

Предположения о том, что результатом импакта крупных метеорных тел может явиться «триггерный» магматизм, неоднократно высказывались в научных публикациях. Одним из первых обобщил данные по этому вопросу Л.Б. Ронка (1968).

Спор о том, имеют ли кратеры (в том числе лунные) вулканическое или ударное (метеоритное) происхождение, имеет очень древние корни, отмечает он. Не состоит ли причина разногласий в том, что метеоритный удар является спусковым механизмом (= триггером) для развития вулканической деятельности в месте удара (= импакта)? Положительный ответ на этот вопрос дает вполне правдоподобное и логичное объяснение, почему многие круговые структуры на Земле обладают противоречивыми чертами, свидетельствующими одновременно и о вулканическом, и о метеоритном их происхождении. Метеоритный удар, по Ронка, может намечать место последующей вулканической активности вследствие образования глубоких разломов. К этому нужно добавить, что не только радиальные и концентрические разломы, образующиеся при формировании кратеров, но и зона дробления (= зона повышенной проницаемости) под дном кратера представляет собой легкий путь для проникновения наверх магматических расплавов.

В зависимости от количества магматического расплава, внедряющегося в уже сформированную импактную структуру, такие импактно-вулканические круговые структуры можно подразделить на две основные группы:

1-ая группа (с дефицитом магматического расплава) - типичные астроблемы, среди заполняющего («коптогенного») комплекса пород которых присутствуют инъекции вулканического расплава;

2-ая группа (астроблемы, «замаскированные» под массивы центрального типа) - инъекционный магматический расплав заполнил всю кратерную впадину, вытеснив из нее породы коптогенного комплекса и включая их в свой состав в виде ксенолитов. В конечном виде такие структуры имеют вид магматических массивов «центрального типа», метеоритное происхождение которых сильно замаскировано.

Б.С. Зейлик (1978) одним из первых в нашей стране высказал идею о проявлениях магматизма в результате космической бомбардировки Земли, обосновав это примерами из геологии Казахстана и других районов Земного шара. Встреча Земли с «облаками массивных метеоритных тел», по его мнению, должна была приводить к грандиозным тектоническим перестройкам и магматическим процессам на подвергавшихся бомбардировке участках ее поверхности

Ближних представлений придерживались Д. Соул (Saul, 1978) и И.А. Нечаева (1982). Они вполне резонно полагали, что при образовании крупных метеоритных кратеров в обязательном порядке возникают зияющие трещины, которые позволяют достаточно просто подойти к решению проблемы образования магматических расплавов и пространства для их внедрения. И. А. Нечаева при этом уточняла, что такие трещины

образуются в результате уменьшения объема пород и увеличения их плотности при воздействии на них взрывной волны с последующим мгновенным сбросом давления почти до вакуума. Когда такие трещины проникают глубоко в земную кору (при диаметре кратера 300 км – на глубину 70 км), они нарушают равновесие подкорового вещества, создают условия для образования расплавов и могут действовать как насосы, затягивая в свои полости «разжиженное» в результате быстрого спада давления вещество мантии или глубоких частей земной коры. Так возникает триггерный магматизм, а метеоритный взрыв является для него спусковым механизмом.

Трудно здесь что либо возразить как одному, так и другому из этих авторов. Их представления настолько логичны и естественны, что я принимаю их за основу при дальнейшем изложении. Эти представления выгодно отличаются от взглядов большинства геологов, которые не задумываются о причинах образования кольцевых интрузий, ограничиваясь лишь указанием на то, что они сформировались в результате *«тектоно-магматической активизации»* рассматриваемого региона. К сожалению, этот примитивный штамп имеет большое распространение в работах многих отечественных и зарубежных геологов.

К двум группам импактно-вулканических структур, выделенным А. Ронка, в настоящее время можно добавить еще одну группу, 3-юю, *с избытком расплава*. За образование таких структур ответственны очень крупные импактные события, связанные с падениями метеорных тел размером от 10 км и более. Сейчас все большее количество геологов разделяет эту точку зрения.

Так, Майкл Рампино (Rampino, 1987) писал о том, что большие импактные воздействия могут быть спусковыми механизмами для крупномасштабных тектонических движений и вулканических извержений. Огромные по масштабам импактные события в значительной степени управляют геологией и биологией Земли. Существует слишком много совпадений, чтобы отрицать связь между импактом, базальтовым вулканизмом и массовым вымиранием организмов.

Эту идею поддержали Р. Вичман и Д. Шульц (Wichman and Schultz, 1990), Д. Альт, Д. Сиарс и Д. Хиндман (Alt et al, 1990), которые вполне резонно считают, что удары астероидов или комет по Земле могли расколоть земную кору на континентах, вызвать катастрофические излияния магмы и явиться причиной массовых вымираний организмов. Излияния покровных базальтов во всех провинциях на Земле, полагают они, появились внезапно внутри плит, без каких-либо распознаваемых признаков предыдущих событий. Нет никаких доказательств того, что Земля генерировала эти процессы собственными внутренними процессами. Они проявились, скорей всего, только в результате падений астероидов или комет.

Одним из первых, кто в нашей стране поднял вопрос об образовании горячих точек в результате ударов гигантских астероидов, был красноярский ученый Ю.Д. Калинин (1992). Однако, мне не известны работы отечественных геологов, в которых его идея была бы поддержана. Отсутствуют ссылки на его работу и в статьях некоторых зарубежных геологов, в которых высказываются, несомненно, прогрессивные представления о важной роли импактных событий в развитии Земли.

По А. Гликсону (Glikson, 1999) результаты определения изотопного возраста некоторых импактных пород и траппов свидетельствуют в пользу их генетического родства.

Наиболее крупные импактные события, которые эпизодически имели место на Земле, являются причиной континентальных покровных вулканических излияний, а так же - образования рифтов и раскола древних континентов

(<http://www.tecos.org/Glikson.htm>).

Такие события должны были послужить причиной магматических излияний на большой площади, в результате чего сами астроблемы были полностью погребены под покровами излившихся магматических пород. Примером такого события, скорей всего, является Сибирское излияние траппов на границе перми и триаса - самое обширное магматическое континентальное событие в фанерозое. Возраст его, определенный U-Pb – методом по перовскиту и циркону составляет: для нижней части лав - 251.7±0.4 млн. лет, для верхней, на Маймеча-Котуйской площади, - 251.1±0.3 млн.лет, т.е. длительность этого события, в результате которого образовалась толща (траппов) произошла за период около 600 000 лет. Время излияния точно соответствует времени массовых вымираний на границе Перми и Триаса - 251.4±0,3 млн. лет - событию самого крупного биотического кризиса из всех известных на Земле (Kamo et al, 2003).

Итак, к настоящему времени накопилось уже достаточное количество публикаций, в которых с падением крупных (астероидных размеров) космических тел на Землю связывается целый ряд крупных событий: 1) образование горячих точек (плюмов) в мантии Земли; 2) как следствие этого – излияния покровных базальтов (траппов) на огромных площадях континентов и океанического дна; 3) как следствие импакта – раскол континентальной части земной коры и начало дрейфа континентов; 4) как следствие событий п.п. 1 и 2 – массовые вымирания биотических сообществ на Земле, как наземных, так и морских (Jones and Price, 2002, 2004). По модели, предложенной Джонсом и Прайсом, взрыв астероида вызывает декомпрессию¹² в литосфере, в результате чего происходят масштабные излияния лавы на земную поверхность. Следы импакта (кратер и закратерные выбросы) захораниваются под потоками лавы, образующей при остывании верхнюю часть земной коры. Таким образом, обнаружить место импакта, практически, невозможно.

В цитированных выше работах Джонс и Прайс так же обращают внимание на то обстоятельство, что на Земле, в отличие от других планет Солнечной системы, до сих пор не установлены кратеры диаметром более 200км. Чем можно объяснить такое anomальное отсутствие этих структур? Авторы объясняют это тем, что падение крупных объектов (диаметром до 20 км) должно было инициировать обширные покровные излияния в результате образования импактных плюмов («горячих точек») в верхней мантии. Именно так, по их мнению, образовались сибирские траппы на границе перми и триаса (около 250 млн. лет назад). В своих работах авторы детально обосновывают модель, согласно которой крупное импактное событие является причиной образования

¹² Это именно тот самый процесс, о котором писала И.А. Нечаева (1982), но ссылка на ее работу здесь отсутствует.

расплава в горячей литосфере. Следствием этого может быть образование двух хорошо известных геологам долгоживущих структур: 1) рифтов, с последующим их расширением в результате поступления магматического расплава¹³; 2) горячих точек или мантийных плюмов. Такие «импактные плюмы» авторы предлагают называть «И-плюмами» (I-plume).

Д. Альт, Д. Сиарс и Д. Хиндман в своей книге «Крупные метеориты в геологической истории» (Alt et al, <http://www.worldand.com/public/1990/august/ns3.cfm>) вполне резонно считают, что удары астероидов или комет по Земле могут расколоть земную кору на континентах, вызвать катастрофические излияния магмы и явиться причиной массовых вымираний организмов. Излияния покровных базальтов во всех провинциях на Земле, считают они, появились внезапно внутри плит, без каких-либо распознаваемых признаков предыдущих событий. Нет никаких доказательств того, что Земля генерировала эти процессы собственными внутренними процессами. Они проявились, скорей всего, только в результате падений астероидов или комет.

По А. Гликсону (Glikson, 1999) результаты определения изотопного возраста некоторых импактных пород и траппов свидетельствуют в пользу их генетического родства. Наиболее крупные импактные события, которые эпизодически имели место на Земле, являются причиной континентальных покровных вулканических излияний, а так же - образования рифтов и раскола древних континентов (<http://www.tecos.org/Glikson.htm>)

Точку зрения о том, что импакты инициировали излияния Сибирских траппов, высказывает и Грегори Реталлак (Retallack, 2003).

Можно ли найти следы импакта в горячих точках? Оказывается, что можно. Большое количество метеоритного материала из комет и астероидов находится в виде остатков в верхней мантии. Космогенный элемент иридий продолжает поступать наверх из глубокого мантийного материала в Гавайских вулканах в настоящее время (предполагается, что в начале триаса эта точка находилась в Сибири и была источником покровных излияний базальтов¹⁴, <http://abob.libs.uga.edu/bobk/cc021501.html>).

Таким образом, карта расположения горячих точек-плюмов, в принципе, может рассматриваться как карта громадных по масштабам импактных событий.

Среди исследователей, рассматривающих вопрос о роли импакта в проявлении последующего магматизма, есть и противники такой связи. Один из них – Г. Мелос (Melosh, 1989) - считает что нет доказательств инициации импактом вулканической активности в районе образования кратера. Однако Джонс и Прайс приводят убедительные доказательства такой инициации на примерах кратера Адамс на Венере (рис.4.1) и астроблемы Седбери в Канаде (Jones and Price, 2006, www.MantlePlumes.org/Impacts).

¹³ Такой процесс называется *апвеллингом*.

¹⁴ Сама точка, естественно, никуда не перемещалась: перемещался над ней Восточно-Сибирский континент.

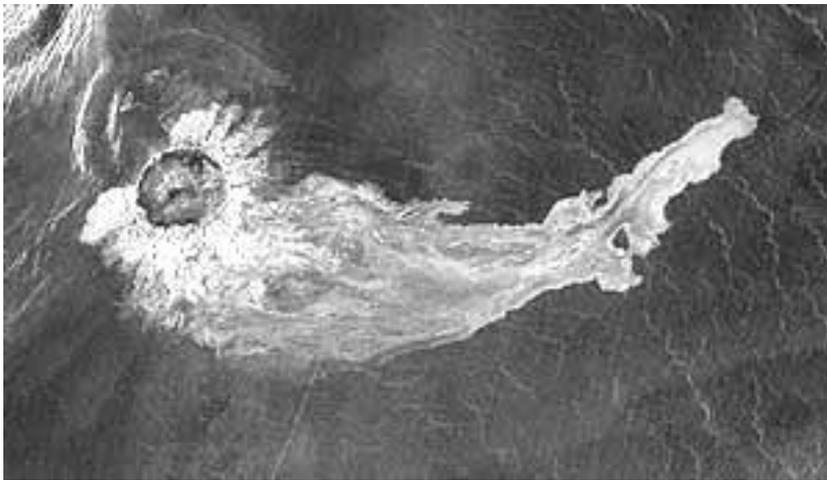


Рис.4.1. Кратер Адамс на Венере

Кратер Адамс на Венере является замечательным примером интенсивных вулканических потоков, простирающихся на расстояние до 600км от кратерного вала (Jones and Price, www.MantlePlumes.org/Impacts 2006).

Б. Иванов и Г. Мелош (Ivanov and Melosh, 2003) рассмотрели импактное событие, которое затрагивает литосферу до глубины 100 км. Такой событие, по их мнению, может вызвать подъем горячих мантийных пород к поверхности Земли. Но для этого диаметр кратера должен быть не менее 400 - 500 км как результат очень редкого случая бомбардировки Земли. Однако авторы считают, что такой случай возможен. Несмотря на такой вывод, их статья называется «Impacts do not initiate volcanic eruptions» - «Импакт не инициирует вулканические извержения».

Итак, несмотря на то, что идея о магматизме ударного происхождения продолжает вызывать возражения у отдельных геологов, их аргументы нельзя признать убедительными. И, самое главное, они не могут объяснить, почему на Земле, в отличие от других планет земной группы, отсутствуют метеоритные кратеры диаметром более 200 км.

* * *

Подытоживая изложенное в этой главе, нельзя не отметить, что новые прогрессивные геологические идеи о роли импакта в развитии вулканизма одним из первых высказал отечественный исследователь – Ю.Д. Калинин - в 1992г. Вероятно, что у него возникли трудности с публикацией своих соображений в главных отечественных журналах, которые переводятся на английский язык. В связи с этим его работа и у нас в стране, и на Западе осталась незамеченной. А в настоящее время сходные идеи о роли импакта в развитии магматизма поступают к нам в Россию опять-таки с Запада. Мы в своем Отечестве очень хорошо умеем осудить, раскритиковать, высмеять тех авторов, суждения которых идут в разрез с существующими официальными взглядами на ту или иную проблему. Так было, в частности, и с И.А. Нечаевой (1982), «посмеявшей» высказать в печати крамольную для того времени идею о множественности метеоритных взрывов как геологическом факторе. Осуждение со стороны наших ведущих метеоритчиков не заставило себя ждать (Масайтис, Фельдман, Шуколюков, 1987).

4.2. Критерии распознавания астроблем

Прежде чем перейти к рассмотрению примеров вероятных импактных структур с триггерным магматизмом, остановимся на главных признаках ударных кратерных структур: чем они характеризуются?

Выделяется 5 главных критериев, позволяющих отличить астроблемы от других круговых структур неударного происхождения: 1) морфологический, 2) структурный; 3) текстурный, 4) петрографо-минералогический, 5) геофизический.

Морфологический критерий. Астроблема, как правило, представляет собой округлую структуру, обычно окруженную приподнятой или опрокинутой кромкой вала, а иногда еще одним или несколькими кольцевыми впадинами. Однако на форму кратеров могут влиять элементы тектонического строения территории, отчего они иногда приобретают овальные или даже квадратные (как у Аризонского кратера) конфигурации. Естественно, что под влиянием эрозии и более поздних тектонических процессов сам кратер и его элементы в большинстве астроблем полностью уничтожены.

Структурный критерий. Внутри кратерного вала залегает кратерная брекчия, перекрываемая, как правило, осадками озер, образующихся внутри кратерного вала. Внутри крупных кратеров (более 3- 5 км) часто расположено «центральное поднятие» или «центральная горка», в пределах которой стратиграфически более древние слои оказываются поднятыми вверх. С некоторыми элементами строения метеоритного кратера можно ознакомиться на рис. 4.2.

Астроблемы должны занимать независимую геологическую позицию относительно структурных элементов строения территории их развития. В противном случае, например, когда такие структуры приурочены к более древним зонам глубинных разломов или, что еще хуже, к зонам пересечений подобных разломов, поднимается вопрос о «прицельном попадании» метеорных тел, что представляется нереальным или весьма маловероятным. В этом случае вопрос о генезисе таких «контролируемых» разломами взрывных структур вызывает особенно ожесточенную дискуссию среди исследователей.

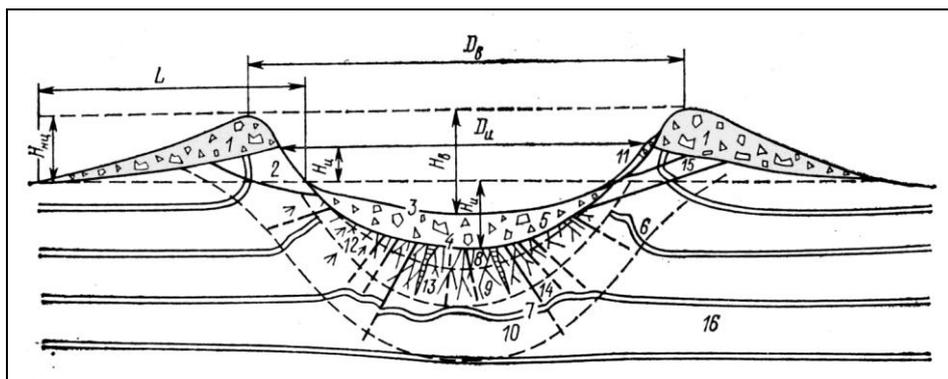


Рис. 4.2. Морфоструктурные элементы импактного кратера без центральной горки (по Масайтису и др., 1980). 1 – насыпной вал аллогенной брекчии; 2 – цокольный вал; 3 – видимое (первичное) дно; 4 – истинное (цокольное) дно; 5 – линза аллогенной брекчии и осадков

импактивов; 6 – складки в прибортовой части кратера; 7 – складки под дном кратера; 8 – зона частичного плавления; 9 – зона разрушения; 10 – зона пластических деформаций; 11 – оползни; 12 – конусы разрушения (сотрясения); 13 – жилы инъекционных брекчий; 14 – подвиги и затухающие трещины; 15 – надвиги и опрокинутые слои; 16 – внешняя деформационная зона. Морфоструктурные параметры: D_v – диаметр видимого первичного кратера; $D_{и}$ – диаметр истинного кратера; H_v – глубина видимого первичного кратера; $H_{и}$ – глубина истинного кратера; $H_{ц}$ – высота цокольного вала; $H_{нц}$ – высота вала цокольного+насыпного.

Вероятно, что анализ структурного плана территории, на которой расположена круговая структура, имеет большое, если не решающее, значение для правильной интерпретации ее генезиса. Структуры эндогенного происхождения должны иметь связь со структурными элементами района, а для истинных астроблем такая связь может иметь только случайный и редкий характер (если, конечно, такие структуры не являются СЛЕДСТВИЕМ образования астроблемы). **Отсутствие тектонического контроля размещения взрывных структур свидетельствует в пользу их импактного генезиса. И наоборот: наличие тектонического контроля взрывной структуры может оказаться решающим фактором в пользу ее эндогенного происхождения.**

Текстурный критерий. Известный американский геолог Р. Дитц, который в 1959 году предложил термин «астроблема» для древних метеоритных кратеров, впервые так же обратил внимание на отличительную текстурную особенность пород цоколя этих структур – наличие у них так называемых **конусов разрушения** (Dietz, 1959, 1963, см. Дитц, 1968). Конусы разрушения являются наиболее характерным и легко отождествляемым признаком астроблем. Они указывают на сильный удар и возникновение громадного давления, при котором происходит движение породных масс в сторону ОТ центра взрыва. В районе развития магматических и вулканических структур такие конусы не известны.

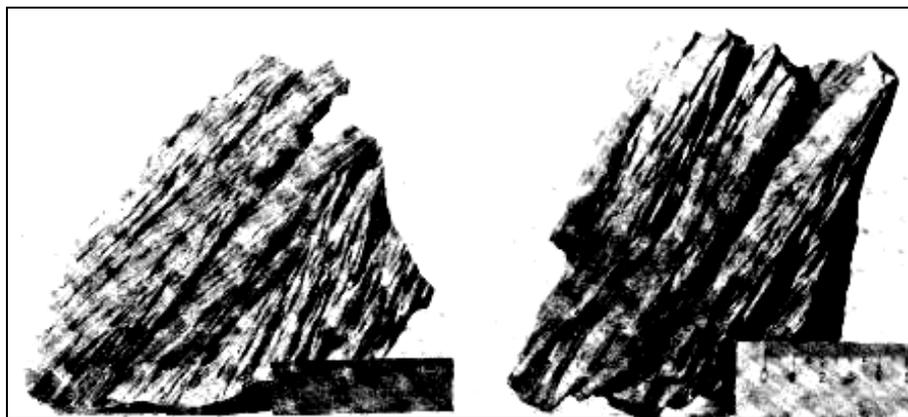


Рис. 4.3. Конусы разрушения в мелкозернистых известковых песчаниках (слева) и в алевролитах из Карского кратера (Базилевский и др., 1983).

Петрографо-минералогический критерий. Астроблемы характеризуются присутствием *псевдовулканических* пород, содержащих перемешанные стекла, обломки и даже блоки пород цоколя. Псевдовулканические породы образуются в результате взрывного плавления, причем часть расплава рассеивается в виде брызг или бомб. В результате процесса дальнейшего разложения стекол (девитрификации) импактные породы часто становятся похожими на диабазы¹⁵ или роговики¹⁶.

Для астроблем характерны высокобарические силикатные минералы, образующиеся при резком увеличении давления – *коэсит* и *штишовит*. Находки этих минералов в породах являются указанием на их импактную природу. Однако присутствие коэсита часто отмечается в составе кимберлитов и родственных им пород, что так же указывает на мгновенный рост давления при образовании кимберлитового расплава.

Другой важной минералогической особенностью импактитов является присутствие в них так называемого *планарного кварца*, в зернах которого наблюдается от одной до семи взаимопересекающихся систем «спайности» - плоскопараллельных расколов, расположенных вплотную друг к другу (рис.4.4)

Планарный кварц может образовываться и при импактных процессах искусственного происхождения – при подземных атомных взрывах. Как показали подобные эксперименты, планарные системы в кварце начинают появляться при резком (мгновенном) возникновении давления порядка 50-250 кбар.

В результате импакта претерпевают изменения и другие минералы:

- **карбонаты** – имеют «разбитый» облик благодаря наличию многочисленных пересекающихся систем расколов и мозаичному распределению участков двойного лучепреломления. Однако, дальнейшая перекристаллизация карбонатов маскирует и уничтожает следы импакта (Шорт, 1968);
- **зерна плагиоклазов, граната, авгита и, реже, слюд** могут так же нести систему планарных трещин в результате импакта (рис.4.5)

¹⁵ Диабаз – полнокристаллическая изверженная горная порода основного состава.

¹⁶ Роговик – контактово-метаморфическая порода, возникшая в результате воздействия интрузивных масс на вмещающие породы. Состав – кварц, слюда, часто полевые шпаты, гранат, андалузит и др.

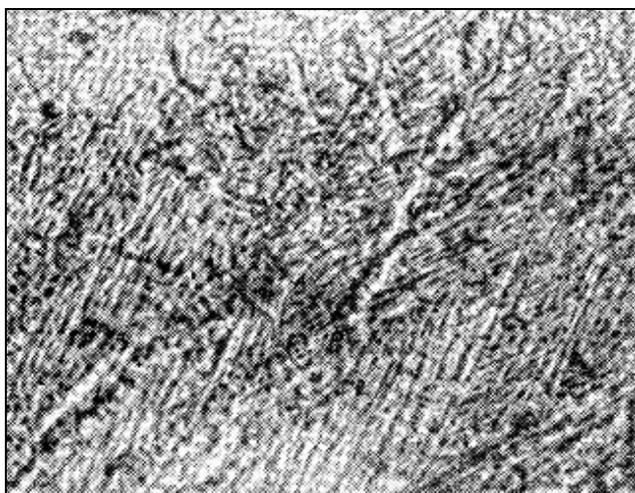


Рис.4.4. Планарный кварц из импактитов (180X).

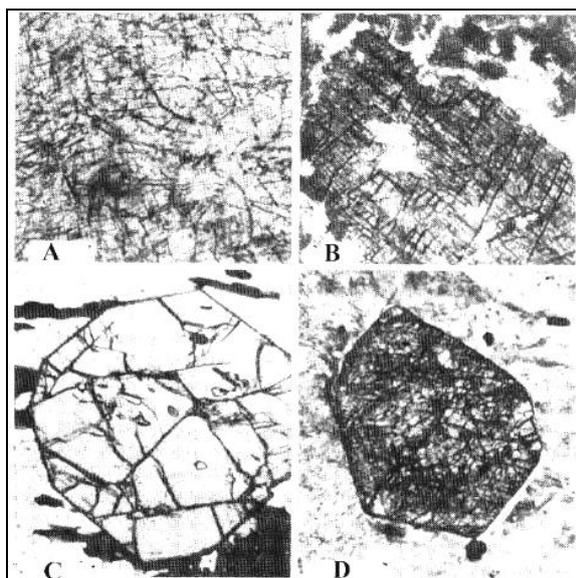


Рис. 4.5. Планарные трещины: в плагиоклазе из пегматита в астроблеме Янисьярви (А), в авгите из диабазов Карской астроблемы (В), в гранате из пород, вмещающих кратер Янисьярви (С) и из аллогенных брекчий, там же (D) (Базилевский и др., 1983)

Геофизические критерии. С астроблемами связаны отрицательные гравитационные аномалии, которые возникают в результате различия в плотности сильно трещиноватых пород цоколя и окружающих структуру пород. Отрицательные значения имеет и напряженность магнитного поля астроблем.

Анализ уровня эрозии астроблемы. Длительная эрозия территории развития астроблемы, естественно, маскирует ее, а по мере увеличения глубины эрозии следы астробле-

мы могут вообще потеряться. Однако это не касается тех астроблем, образование которых послужило основанием для проявления триггерного магматизма. Глубоко эродированная астроблема в этом случае будет фиксироваться своими «магматическими корнями», уходящими в глубь земной коры. Поскольку зона повышенной трещиноватости и проницаемости, образующаяся под дном кратера в результате импакта, должна иметь в плане изометричные – скорей всего округлые – конфигурации, такую же форму обязаны иметь и массивы магматических пород, внедрившихся в эту ослабленную зону. При большой (несколько километров) глубине эрозии характерные для астроблем текстурные и петрографо-минералогические признаки уже могут быть не выражены в разрезе вмещающих пород, что затрудняет однозначную идентификацию генезиса внедрившихся магматитов. Именно так обстоит дело со щелочными массивами «центрального типа», триггерное происхождение которых можно только предполагать, но на современном уровне исследований трудно доказать.

Ниже рассмотрим подробнее структуры одного и другого типов.

4.3. Астроблемы с дефицитом магматического расплава

Согласно данным В.Л. Масайтиса (1980), в составе заполняющего комплекса в астроблемах возможно участие вулканических пород, что иллюстрируется им схемой (рис. 4.6)

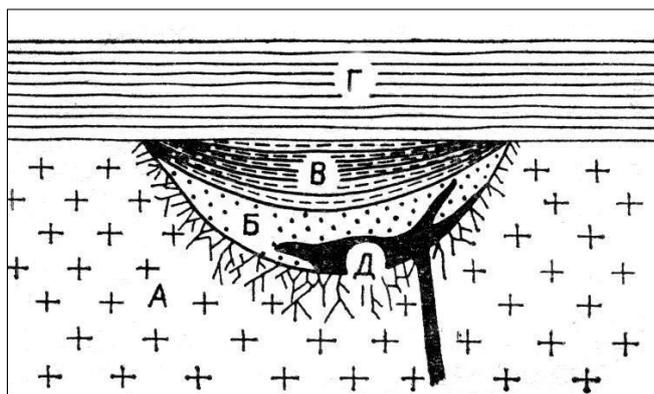


Рис. 4.6. Соотношение структурно-литологических комплексов

идеализированной астроблемы (по Масайтису, 1980). А – цокольный комплекс, частично деформированный под дном кратера; Б – коптогенный комплекс; В – заполняющий комплекс; Г – перекрывающий комплекс;

Д – инъеционный комплекс.

«Инъеционный комплекс, - отмечает Масайтис, - включает различные магматические тела, внедрившиеся с глубины в породы цокольного или коптогенного комплексов, и наложенные на породы этих комплексов гидротермально-метасоматические образования так же эндогенного происхождения» (с.19). Такой вариант в 70-80-ых годах прошлого века почти никем еще не рассматривался, так как основной задачей являлось преодоление скептицизма «по отношению к геологическому значению импактного кратерообразования», что В.Л. Масайтис совершенно справедливо связывает с консервативностью мышления исследователей и плохой их осведомленностью в этом вопросе. Как ни прискорбно, но скептическое отношение к возможности образования круговых структур в результате падения крупных метеорных тел еще до сих пор имеет место. Так, например, заместитель директора Института геологии Карельского филиала РАН, где мне

пришлось побывать летом 2004 г., выразил свое негативное отношение к возможности образования астроблем вообще и на территории Карелии, в частности. Несмотря на это, нашлись все-таки сотрудники этой организации, которые выдвинули смелую идею о метеоритном происхождении громадной круговой структуры Онего (Куликова и Куликов, 2004).

4.4. Астроблемы, «замаскированные» под массивы центрального типа

Как уже отмечалось выше, многие исследователи астроблем и триггерного магматизма игнорируют роль глубоких трещин в их воздействии на глубокие горизонты земной коры и мантии. В частности, роль окологратерных трещин как проводников для магматических расплавов явно недооценивается и отечественными исследователями, например В.Л. Масайтисом. Ими считается, что для перевода подкорового вещества в расплавленное состояние необходима разгрузка, равноценная снятию части земной коры мощностью порядка 25 км. Метеоритный кратер в этом случае должен иметь диаметр 500 км (при соотношении диаметр : глубина = 20). Поэтому в кратерах меньших размеров образование триггерного магматизма невозможно. Ниже мы увидим, насколько неверно такое утверждение. Однако уже здесь следует обратить внимание на то, что зона повышенной трещиноватости, образующаяся под дном кратера, должна уходить глубоко в земную кору. Поэтому для внедрения магматического расплава вовсе не обязательно, чтобы кратер имел столь громадные размеры, а его дно располагалось на глубине 25 км, как полагает В.Л. Масайтис. Ниже мы иллюстрируем это возражение конкретным примером.

Л.Б. Ронка (1968), отстаивая возможность проявления вулканизма при ударах крупных метеорных тел, отмечает, что интенсивность вулканизма, сопровождающего метеоритный удар, является функцией не только масштаба этого удара, но и функцией локального геотермического градиента, который меняется и со временем, и с местом. В одних случаях удар может вызвать вулканизм практически мгновенно, в других – по прошествии какого-то времени, когда геотермический градиент становится достаточно высоким, чтобы вулканизм мог воспользоваться наличием окологратерных трещин. Возникшее в конечном итоге образование будет обладать чертами и ударной, и вулканической структур.

4.4.1. Следы импакта в магматических структурах «центрального типа»

К. Билс, М. Иннес и Д. Ротенберг (1968) в статье, посвященной ископаемым метеоритным кратерам, выделили 8 их типов. К 8-му типу они отнесли кратеры со следами магматизма. Ссылаясь на результаты исследований Гаррисона (к сожалению, ссылка на его работу в статье отсутствует), авторы признают, что метеоритный удар достаточной силы может служить спусковым механизмом для скрытого вулканизма в земной коре. В этом случае, пишут авторы, интерпретация ископаемых кратеров усложняется. Комбинацией удара и вулканизма они объясняют так же ряд лунных кратеров, валы которых указывают на их ударное происхождение, а плоское и лишенное каких-либо деталей дно образовано, вероятно, истечением лавы из центральной части кратера. Если же подобный процесс происходил на Земле, то вал быстро бы разрушился эрозией, в результате чего на месте кратера осталось бы лишь лавовое пятно, на происхождение которого указывает только его круговая форма. При этом, как полагают

К. Билс и его соавторы, **вулканические явления будут столь мощными, что уничтожат все следы удара, в том числе и первоначальную круговую форму кратера.**

К этому можно добавить следующее: если образование кратера и дальнейшее заполнение его магматическим расплавом имели место в осадочном чехле небольшой мощности (первые сотни метров), то в результате последующей эрозии осадочные породы вокруг магматического тела могли быть полностью или частично уничтожены, обнажив это тело в виде эрозионного останца. Как мы увидим ниже, такими эрозионными останцами являются, в частности, массивы щелочных ультраосновных пород как на территории России (например, на Кольском п-ове), так и за рубежом.

Близкие соображения высказывает и известный исследователь астроблем Н.М. Шорт (1968), который не отвергает возможности внедрения магматического расплава по образовавшимся в результате удара гигантским разломам вокруг кратера.

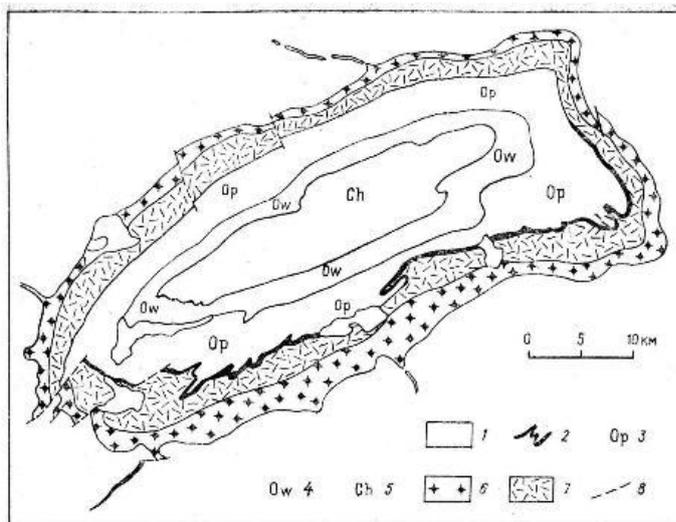
К сожалению, эти столь логичные рассуждения не принимаются во внимание подавляющим большинством исследователей при определении генезиса магматических массивов центрального типа, несмотря на то, что некоторые из них имеют косвенные признаки импактного происхождения.

Среди известных астроблем с инъекциями магматических расплавов в первую очередь следует отметить структуру Садбери на юге Канады, детально описанную Р. Дитцем (Ditz, 1964). После метеоритного удара, образования кратера с предполагаемым диаметром 140 км и брекчий с конусами разрушения здесь произошло внедрение глубинного магматического расплава с формированием мощного (от 2 до 5 км!) пласта никеленосных норитов и кварцевых диоритов (рис. 4.7). В породах дна кратера установлены многочисленные признаки ударного метаморфизма (диаплектовый кварц, биотит, конусы разрушения и др.). В кровле интрузии сохранились огромные (до 75 м) глыбы кварцитов и гранитов. Не оставляет сомнений, что образование инъекционного комплекса имело место сразу же после кратерообразования (Масайтис и др., 1980).

Вспомним теперь утверждение В.Л. Масайтиса о невозможности триггерного магматизма в кратерах, диаметром менее 500км. Астроблема Садбери, диаметром 140 км, предста-

вляет собой убедительное возражение этому утверждению. Глубина кратера в соответствии с расчетными данными В.Л. Масайтиса, должна составлять здесь всего лишь $140 : 20 = 7$ км, т.е. находиться на расстоянии более 30 км от нижней границы земной коры.

Рис.4.7. Схема астроблемы Садбери (Масайтис и др., 1980). 1 – метаморфические и



изверженные породы архея, нижнего и среднего протерозоя, частью ударнометаморфизованные; 2 – аллогенная кварцитовая брекчия; 3 – метазювиты Онейпинг; 4 – сланцы Онватин; 5 – песчаники Челмсуорд; 6 – нориты и кварцевые диориты; 7 – микропегматит; 8 – сбросы.

Следовательно, внедрение магматического расплава произошло здесь в результате образовавшейся ослабленной трещиноватой зоны в земной коре под дном кратера, достигшей границы кора-мантия.

Что касается территории бывшего СССР, то, по мнению В.Л. Масайтиса и его коллег (1980), каких-либо изверженных пород, образовавшихся в результате проявлений триггерного магматизма, пока не выявлено. Однако, есть и противоположная точка зрения – многие массивы магматических пород «центрального типа» как раз и представляют собой результат триггерного магматизма в результате импакта. И.А. Нечаева (1979, 1982) была одной из первых в нашей стране, кто отстаивал такую идею. Суть ее заключается в следующем.

Образование крупных метеоритных кратеров, вероятно, очень редко происходит в виде одиночных взрывов. Скорей всего, по И.А. Нечаевой, крупные космические тела в Солнечной системе подвергаются абляции и растрескиванию на массу разновеликих обломков, которые продолжают свой полет в виде роев. Кратеры в этом случае могут покрывать значительные площади и существенно влиять на особенности геологического строения этих площадей. Одним из таких районов, подвергшихся метеоритной бомбардировке в докембрии, И.А. Нечаева отнесла центральную часть Кольского п-ова.

4.4.2. Массивы с косвенными признаками импактного происхождения

Существует целый ряд структур центрального типа, ядра которых сложены ультраосновными щелочными массивами. На ранней стадии изучения этих структур, до 1960г., мало кто из исследователей мог предположить их импактную природу, а признаки последней были еще не известны. Основным указанием на возможное импактное происхождение таких структур является кольцевая (круговая) форма не только магматических массивов в их ядре, но и вмещающих пород. Однако до настоящего времени специальные исследования на предмет поисков надежных признаков импакта здесь не проводились. В этом нет ничего удивительного, поскольку основным объектом исследований в таких структурах являются магматические, а не вмещающие, породы. Ниже рассмотрим несколько подобных структур.

Ковдорский ультращелочной массив. По данным И.А. Нечаевой (1982), в современном рельефе массив представляет собой прекрасно выраженную отрицательную террасовидную отрицательную форму с двумя концентрическими валами. Их высоты понижаются от периферии к центру, где находится небольшое центральное поднятие. Внешний вал развит за пределами массива ультращелочных пород и сложен частично фенитизированными гранито-гнейсами. На аэрофотоснимках дешифрируются концентрические и радиальные трещины, причем первые совмещаются с концентрическими понижениями между валами. К пересечению кольцевых и радиальных трещин приурочены рудные тела магнетита, апатита и флогопита.

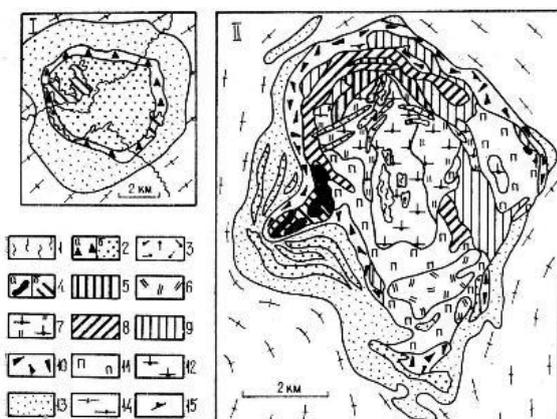


Рис.4.8. Схемы геологического строения массивов Сокли (I) и Ковдорского (II) (Щеглов и др.,1993)

Печенгская структура. В районе Печенги, по данным И.А. Нечаевой (1982), мультископическая структура сложена осадочными породами с обильной фауной не древнее ордовика. В пределах структуры на плоскостях отдельности в песчано-глинистых сланцах, залегающих моноклинально, обнаружена весьма характерная мелкая гофрировка, аналогичная гофрировке на поверхности конусов разрушения. Она могла возникнуть в процессе мгновенного образования зияющих трещин с одновременным сползанием пластичного вещества на ограничивающих ее плоскостях под действием взрывной нагрузки.

Щелочной массив Альнен. Шведский остров Альнен – главный остров прибрежного архипелага в Ботническом заливе к востоку от порта Сундсвалль. Его геологическое строение демонстрируется на рис. 4.9.

Предположение о том, что этот массив образовался в следствие триггерного магматизма как результат импактного события, было бы умозрительным, если бы ни одна существенная деталь в строении вмещающих архейских мигматитов – **следы динамического воздействия на зерна кварца** (Раген, 1972). Как мы знаем, аномально высокая трещиноватость кварца в породах мишени является одним из характерных признаков импактного события. Присутствие в архейских мигматитах о-ва Альнен зерен кварца со «сложной микротрещиноватостью» однозначно указывает то, что **внедрению магматического расплава предшествовали удар и взрыв метеорного тела.**

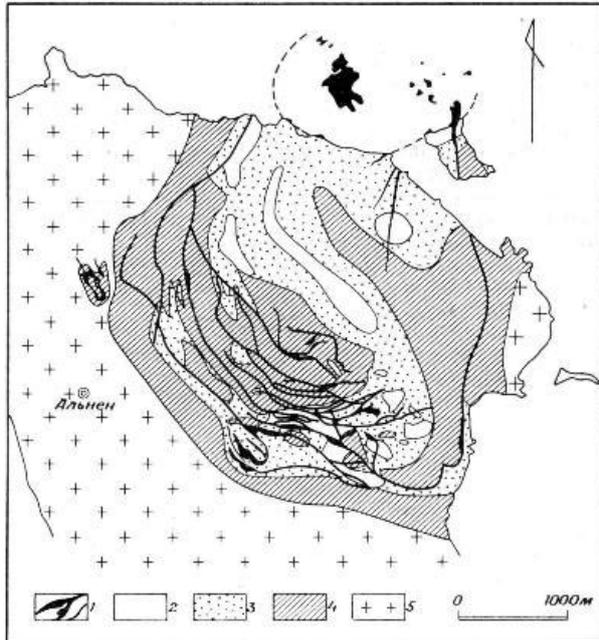


Рис. 4.9. Щелочной массив Альенен (Eskerman, 1950, из Раген, 1972). 1 – сёвиты (кальцитовые карбонатиты); 2 – нефелиновые сиениты; 3 – фениты с нефелином; 4 – фениты; 5 – архейские мигматиты.

Остров Ова, Финляндия. Остров Ова находится в северо-восточной части Аландского архипелага и образует вместе с соседними островами и рифами кольцевую структуру, обрамленную многочисленными концентрическими грядами (рис. 4.10).

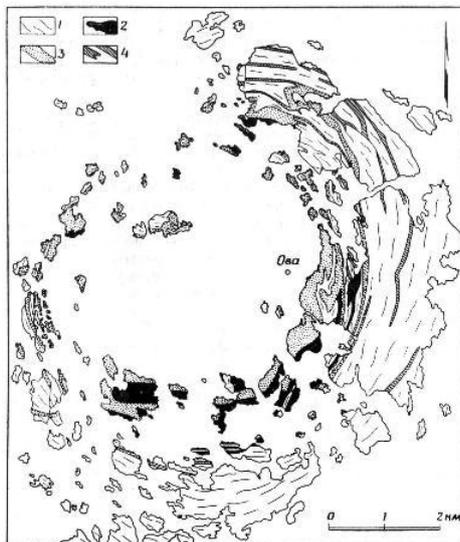


Рис. 4.10. Архипелаг Ова, Аландские острова, Финляндия (Kaitaro, 1953, из Раген, 1972). 1 – гнейсы; 2 – монзониты; 3 – порфиридные граниты; 4 – мелкозернистые граниты.

Вмещающие породы – архейские мигматитовые гнейсы – «раздвинуты как бы под воздействием вертикального напора внедрившегося тела». Естественно, что в начале 50-ых годов, когда проводилось изучение этой структуры, такое «раздвигание» могло быть связано только с внедрением какого-то маг-

матического тела, в данном случае – монзонитов¹⁷ и порфировидных гранитов. Между тем, зияющие концентрические трещины в архейских гнейсах, заполненные порфировидными или мелкозернистыми гранитами, несомненно наводят на мысль, что происхождение этих трещин имеет взрывную природу в результате импакта. Не зря Э. Рабен называет эту структуру загадочной – система кольцевых даек делает ее не похожей батолит. Однако, сходство ее с некоторыми импактными структурами налицо.

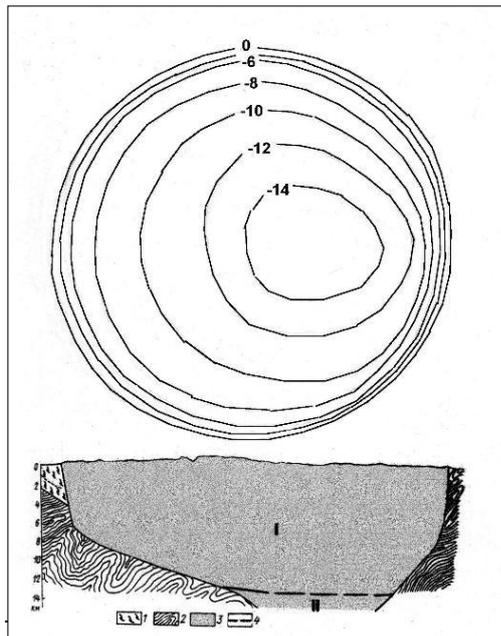
* * *

Не являются ли и другие фанерозойские массивы щелочных пород «центрального типа» так же результатом космической бомбардировки?

Прежде чем попытаться ответить на этот вопрос, необходимо выяснить некоторые особенности геологической обстановки развития этих образований, в частности – на Балтийском и Алданском щитах.

4.4.2. «Липовые» авлакогены или геологический вариант «нового наряда короля»

На Кольском п-ове Хибинская, Ловозерская и Контозерская структуры расположены на одной прямой линии северо-восточного простираения. Естественно, что эта закономерность в их размещении наталкивает на вопрос: не образовались ли они в результате падения крупных, астероидных размеров, космических тел и последующего триггерного магматизма? Однако, существующие представления о том, что эти структуры приурочены к так называемому «Хибино-Контозерскому авлакогену», категорически препятствуют подобным крамольным предположениям. Нам остается только удостовериться в



справедливости существующей версии, в связи с чем ниже она и будет рассмотрена более детально.

На примере хорошо изученного Ловозерского массива (Буссен и Сахаров, 1972) историю геологического развития этой структуры можно реконструировать следующим образом:

Рис.4.11. План и разрез гигантского котлована, образование которого предшествовало формированию Хибинского массива щелочных пород (рис. автора по данным А.В. Галахова, 1968, из работы В.Г. Лазаренкова, 1988, с.75).

В позднем девоне рассматриваемый район (а возможно и вся территория Кольского п-

¹⁷ Монзонит – глубинная магматическая порода, содержащая до 65% кали-натрового полевого шпата и плагиоклаза и до 35% - цветных минералов (авгит, амфибол, биотит). Занимает промежуточное положение между сиенитом и габбро.

ва) в результате трансгрессии морского бассейна был перекрыт осадочными образованиями ловозерской свиты – полимиктовыми песчаниками, алевролитами и сланцами с базальными конгломератами в основании (залегающими непосредственно на пенепленизированной поверхности протерозойских (?) гнейсов). В составе свиты присутствуют основные (трахиты, андезиты) и ультра-основные (порфириты) эффузивы, туфы и туфобрекчии этих пород.

В конце этого периода, где-то **на границе девона и карбона** в результате регрессии бассейна на территории Кольского п-ова установился континентальный режим.

Как же образовались Ловозерский и Хибинский массивы? На геологической схеме глубинного строения Хибинского массива видно, что щелочные магматические породы выполняют гигантскую чашу в докембрийских кристаллических породах глубиной свыше 12-ти км и диаметром, равным диаметру массива, т.е. порядка 40 км. Не трудно подсчитать, что объем этого гигантского котлована составляет более 15000 куб. км (рис. 4.11)

В результате какого геологического механизма образовалась эта отрицательная гигантская форма рельефа в кристаллических породах докембрия? Рассмотрим два возможных варианта.

Вариант 1. Котлован образовался в результате внедрения магматического расплава и выноса им массы кристаллических пород объемом свыше 15000 куб. км на дневную поверхность. Может быть такой механизм и мог бы обсуждаться в случае, если диаметр подводящего канала соответствовал бы диаметру котлована. Но по геофизическим данным у Хибинского массива подводящие пути для магмы имели существенно меньший диаметр – около 8 км (см. рис.4.11). В этом случае, разрушающая и подъемная сила расплава вряд ли могла быть достаточной для образования котлована, в три раза большего по диаметру, чем подводящий канал.

Вариант 2. Образование котлована предшествовало внедрению магматического расплава. Такая последовательность в развитии событий представляется наиболее вероятной и указывает на **взрывной механизм** образования гигантской впадины.

В пользу мощного взрыва свидетельствуют следующие факты:

- Наличие крупных обломков гнейсов, пород ловозерской свиты, а также тех и других в нормальном стратиграфическом контакте. Позднее эти обломки были захвачены магматическим расплавом и превратились в ксенолиты.

- Наличие полей эруптивных брекчий, распространенных в краевых и верхних частях массива.

- Круговая форма массивов, свидетельствующая о том, что внедрение пород формации нефелиновых сиенитов происходило по уже существующей столбообразной зоне дробления диаметром, соответствующим диаметру массива (около 40 км). При отсутствии такой предварительно подготовленной зоны внедрение магматического расплава происходило бы по зонам глубинных разломов, и магматическое тело имело бы не круговые, а линейные или неправильные конфигурации.

Возможны два способа образования взрыва:

А) **вулканический** с образованием громадной кальдеры в результате выброса мощного потока газов, с последующим заполнением впадины магматическим расплавом; Однако, и

← **Формат:** Список

← **Формат:** Список

при такой трактовке размеры подводящего канала представляются слишком незначительными по сравнению с размерами котлована, что делает этот вариант маловероятным; Б) **импактный** в результате падения метеорного тела астероидных размеров, диаметром 2 - 4 км; удар и последующий за ним взрыв образовали под дном кратера зону повышенной трещиноватости и проницаемости, а образовавшаяся зона декомпрессии, как насос, способствовала внедрению магматического расплава.

Для того чтобы выбрать из этих двух вариантов один, наиболее приемлемый, продолжим наши геологические рассуждения. Во-первых, приуроченность нескольких структур к одной прямой линии (Хибинский, Ловозерский, Контозеро) несомненно указывает на общность условий их образования – на одну генетическую причину. Во-вторых, вулканический вариант был бы наиболее вероятен в случае, если бы все эти структуры, действительно, были приурочены к глубинному разлому, рифту или авлакогену.

Наиболее привлекателен, на наш взгляд, вариант, при котором массив, а так же расположенные вместе с ним на одной линии Ловозерская и Контозерская структуры, образовались в результате одного события – падения роя крупных метеорных тел и последовавшего вслед за ним триггерного магматизма. Такое предположение делает существенную коррекцию в доминирующие представления о геологической истории Кольского полуострова, согласно которым за последние 350 млн. лет в условиях существования ситуации, вытекающей из современных представлений геологов: за 350 млн. лет континентального режима Кольского п-ова на его территорию НЕ УПАЛО НИ ОДНО КРУПНОЕ МЕТЕОРНОЕ ТЕЛО с последующим образованием структур центрального типа. Эта явно нереальная ситуация увеличивает уверенность в том, что массивы щелочных пород как раз и могли образоваться в результате крупных импактных событий. Но в этом случае их расположение не должно быть связано с какими-либо более древними линейными структурами – региональными разломами, рифтами или авлакогенами. «Прицельное попадание» 3-х метеорных тел в одну и ту же линейную зону представляется предельно маловероятным событием. А теперь обратимся к вопросу: **действительно ли упомянутые выше структуры приурочены к авлакогену?**

Напомним читателю, что авлакогенами называются линейно вытянутые впадины повышенной подвижности, ограниченные крупными разломами, пересекающими фундамент платформы. Длина этих структур достигает многих сотен километров, ширина - десятки километров. Авлакогены возникали преимущественно в ранние (докембрийские) стадии развития платформы.

Рифты – это так же линейно вытянутые на несколько сотен километров (иногда свыше 1000 км) щелевидные или ровообразные структуры глубинного происхождения – зоны растяжения, характеризующиеся вулканизмом с преобладанием основных типов щелочных пород. Различаются рифты: 1) *внутриконтинентальные*, тяготеющие к ослабленным зонам земной коры (рифты, закончившие свое развитие, заполненные вулканическими и осадочными породами и трансгрессивно перекрытые более молодыми осадками, и являются авлакогенами); 2) *межконтинентальные* в зонах отсутствия континентальной коры (например, Красное море, Аденский залив); 3) *океанического дна* с корой океанического типа. Основная причина образования рифтов – раздвижение блоков

земной коры в противоположные стороны в результате внедрения в них магматического расплава.

А теперь обратимся к геологическим картам Кольского п-ова различных годов изданий. На карте 1983 года (рис. 4.12) хорошо видно, что расположение трех структур, - Хибинского (1), Ловозерского (2) массивов и Контозерского грабена (3), хотя и приурочено к одной прямой линии, не контролируется какими-либо общими линейными элементами структуры архейских и протерозойских пород. Такое **расположение этих структур дает основание говорить об их независимой геологической позиции**. Подобная точка зрения ранее высказывалась некоторыми специалистами в области геологии щелочных массивов. Вот что, в частности, пишет по этому поводу профессор Горного института В.Г.Лазаренков (1988): «Крупнейший хибино-ловозерский комплекс агапитовых нефелиновых сиенитов... **характеризуется независимым пространственно-временным положением**» (с.192). «Из числа интрузивных комплексов, занимающих **независимое пространственное и временное положение, можно отметить карело-кольский...**» (с.189). «Анатектическое происхождение щелочных комплексов наиболее убедительно подтверждается их **независимой пространственно-временной геологической позицией** относительно других магматических комплексов. Изолированность (или дискретность) условий залегания щелочных комплексов обычно указывает на автономность (или индивидуальность) их образования... К таким дискретным комплексам принадлежат... **хибино-ловозерский комплекс Кольского п-ова** и др.» (с.12).

Первое упоминание о «Кольском авлакогене», к которому якобы приурочены Хибинский, Ловозерский массивы и Контозерская кольцевая структура мы находим в монографии «История развития и минерагения чехла Русской платформы» под редакцией Ю.Г. Старицкого (1981). Здесь, в разделе «Пятый этап. Средний девон – ранний карбон» говорится о том, что «подобная авлакогену структура образовалась, *по-видимому*, ... на Кольском полуострове». А на рис. 10 этой монографии Кольский авлакоген изображен уже как реально существующая структура (рис.4.13).



Рис.4.12. Фрагмент геологической карты центральной части Кольского полуострова (Геол. Карта 1:2 500 000, 1983). 1 – Хибинский массив, 2 – Ловозерский массив, 3 – Контозерская структура.

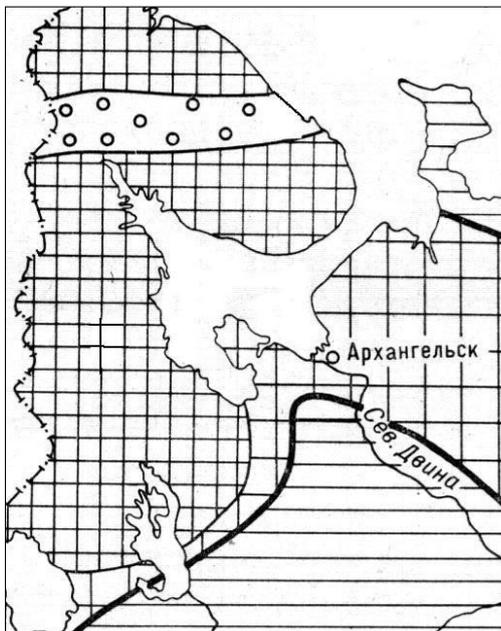


Рис.4.13. Фрагмент схемы «Структурно-формационные области пятого этапа» (Старицкий, 1981, с.64). Кольский авлаоген (поле с кружочками) изображен как структура широтного простираия, заложившаяся в конце позднего девона на Балтийском щите (мелкая клетка). Каких-либо обоснований выделения этого авлаогена цитируемая монография не содержит.

Дальнейшее развитие «учение о Кольском авлаогене» получило на металлогенической карте Русской платформы масштаба 1: 2 500 000 (Старицкий, Удалова, 1985). Упомянутый авлаоген был изображен на ней без какой-либо связи его границ с геологическим и тектоническим строе-

нием Кольского п-ова, если не считать расположения в его пределах Хибинской, Ловозерской и Контозерской структур. Под крутыми углами границы авлакогена (которые должны быть тектоническими согласно определению этих структур, приведенному выше) пересекают все более древние тектонические границы различных формаций архея и протерозоя Кольского п-ова, не имея даже намека на какую-нибудь преемственность (рис.4.14). По какому принципу проводились эти границы, остается совершенно непонятным. Однако, следует обратить внимание еще на одно обстоятельство: авлакоген подходит прямо к государственной границе с нашими финскими соседями с явным указанием на продолжение этой структуры на территории Финляндии. Интересно, нашлись ли среди наших финских коллег сторонники этой идеи?

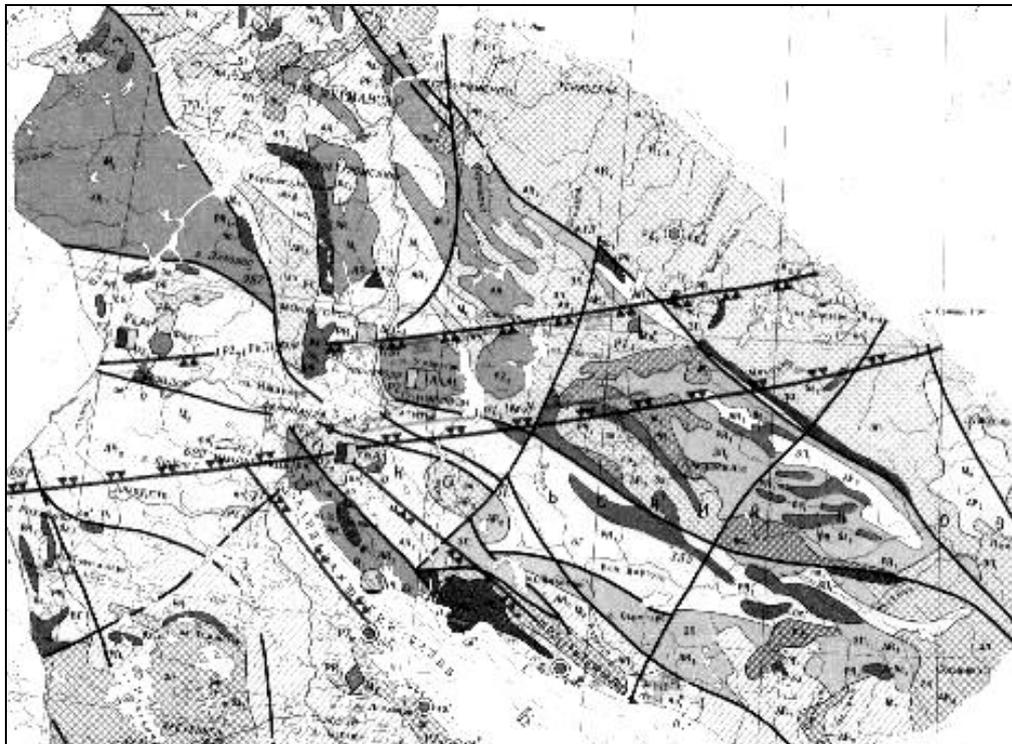


Рис. 4.14. Субширотный «Кольский авлакоген» на металлогенической карте Ю.Г. Старицкого и А.А. Удаловой (1985). Границы авлакогена изображены линиями с серией двойных треугольников.

Дальнейшее развитие идея о «палеорифтовой зоне» (так авторы переименовали авлакоген Ю.Г. Старицкого) получила в работе «Магматизм и металлогения рифтогенных систем восточной части Балтийского щита», составленной геологами ВСЕГЕИ под руководством его директора - академика А.Д. Щеглова (1993).

Какими же соображениями руководствовались составители этой карты при выделении «палеорифтовой зоны»? В главе «Среднепалеозойская рифтогенная система», написанной М.П. Орловой, говорится, что эта система «представляет собой сообщество субпаралельных рифтовых зон или разломов северо-восточного направления». Давайте сразу же взглянем на вышеприведенную карту для того, чтобы убедиться в отсутствии такого сообщества. Никаких «субпаралельных рифтовых зон» на этой карте нет! Основной упор при обосновании «рифтогенной системы» делается на... выше цитированную работу Ю.Г. Старицкого – эта система, согласно его данным, **контролирует интрузии щелочных пород и обосновывается тем, что в Контозерской структуре присутствуют осадочные и щелочно-базальтовые образования.**

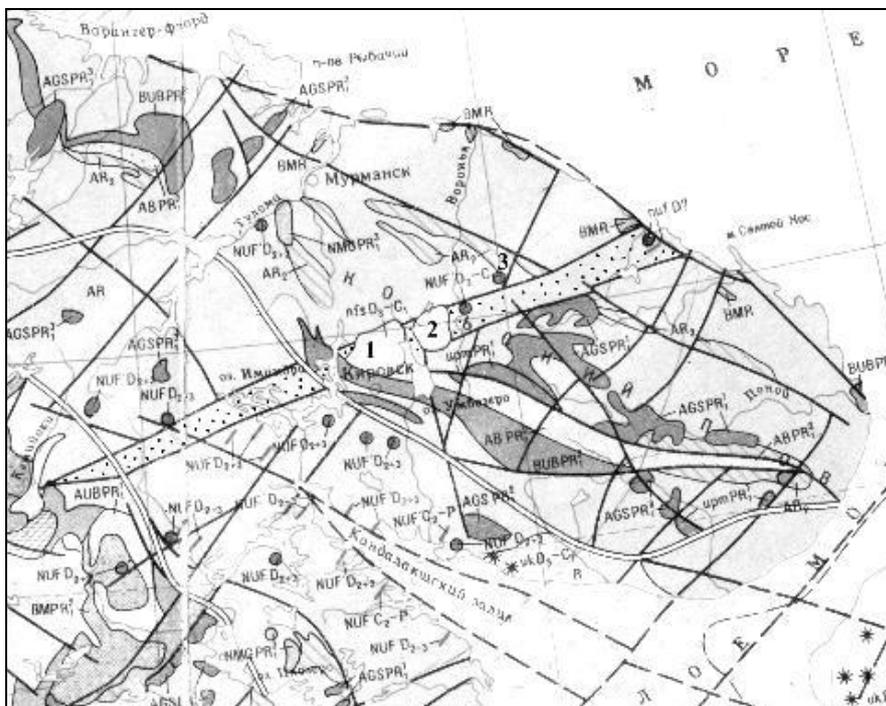


Рис.4.15. Положение Ковдор-Хибино-Ивановской рифтовой зоны (точечный крап) на Кольском п-ове (фрагмент «Схемы рядов магматических комплексов в рифтогенных системах Балтийского щита», Щеглов и др., 1993). 1 – Хибинский массив; 2 – Ловозерский массив; 3 – Контозерская структура.

Если, при всей спорности такого обоснования, допустить, что именно Контозерская структура является неопровержимым доказательством былого существования авлакогена (полностью эродированного в последевонское время), то чем же объяснить то обстоятельство, что на карте А.Д. Щеглова (рис.4.15) авторы расположили эту структуру за пределами рифтогенной зоны?

М.П. Орлова приводит и другое важное соображение: «... Хибинский и Ловозерский щелочные массивы приурочены, по мнению почти всех исследователей, к узлам пересечения глубинных разломов» (с.143). Читатель может самостоятельно убедиться в отсутствии таких узлов для обоих массивов на всех вышеприведенных картах. А если сравнить карты, которые прилагаются к рассматриваемой работе (Щеглов и др., 1993, Приложения 1 и 2), то можно убедиться и в несовпадении местоположения целого ряда нарисованных разломов. Это еще раз указывает на субъективно-фантастический принцип, который использовался при их выделении. Если же еще раз внимательно посмотреть на карту (рис.4.15), то становится совершенно очевидным произвольный характер проведения границ «рифтогенной зоны»: сравнение ее с авлакогеном Старицкого показывает, что границы этих структур пространственно не совпадают. Становятся

очевидными и грубые ошибки ее составителей при рисовке разломной тектоники: некоторые древние, докембрийские, разломы секут тектонические границы «рифтовой зоны» позднедевонского возраста с их смещением. Кроме того, Контозерский грабен, оказывается, не попадает в эту зону и, следовательно, имеет какую-то другую, не рифтогенную, природу.

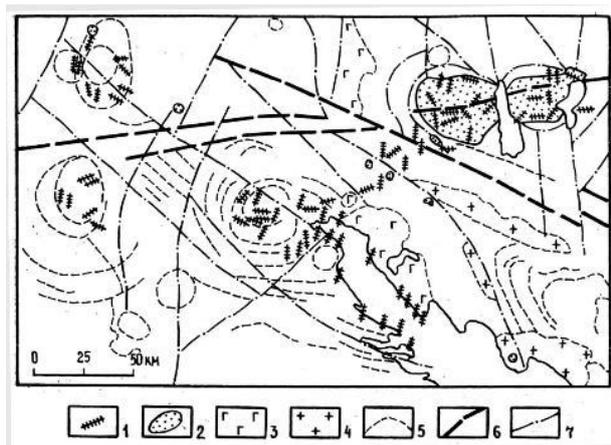


Рис. 4.16. Результаты геологического дешифрирования космического снимка района Хибин по материалам О.Л. Сняtkовой (из: Щеглов и др., 1993). 1 – дайки щелочных ультрамафитов и лампрофиров; 2 – щелочные ультрамафиты и нефелиновые сиениты; 3 – габбро, габбро-нориты, габбро-анортозиты; 4 – граниты микроклиновые и субщелочные; 5 – геологические границы,

выделенные при дешифрировании снимка; 6 – региональные тектонические нарушения; 7 – прочие тектонические нарушения.

А о чем говорят результаты дешифрирования космических снимков? Подтверждают ли они выделение Кольского авлакогена или Ковдор-Хибино-Ивановской рифтогенной зоны? Для решения этого вопроса обратимся к рис. 4.16. На этом рисунке четко видно, что: массивы щелочных пород, Кольский и Хибинский, не ограничиваются субширотными зонами разломов, как это должно было быть в случае реального существования Кольского авлакогена или рифтогенной зоны. Такие зоны разломов на космическом снимке не дешифрируются, что свидетельствует против предположения об их существовании; субширотный разлом, проходящий через эти массивы, имеет более молодой возраст, чем последние, так как в противном случае он был бы скрыт под интрузивами, а не пересекал бы их; радиальные и концентрические разломы вокруг массивов, скорей всего, связаны с процессом образования последних, то есть имеют такой же возраст, как и интрузивы. Коллектив кольских геологов под руководством акад. Ф.П. Митрофанова явно не согласен с выделением Кольского авлакогена или Ковдор-Хибино-Ивановской рифтовой зоны. На геологической карте Кольского региона (Митрофанов, 2001г.) он изобразил эту часть региона в соответствии с имеющимися геолого-геофизическими данными, не подтверждающими наличие между Ковдором, Хибинами и Контозером какого-либо авлакогена или рифтовой зоны (рис.4.17). Судя по карте, эти структуры занимают совершенно независимые геологические позиции, и их образование требует совсем другого объяснения.

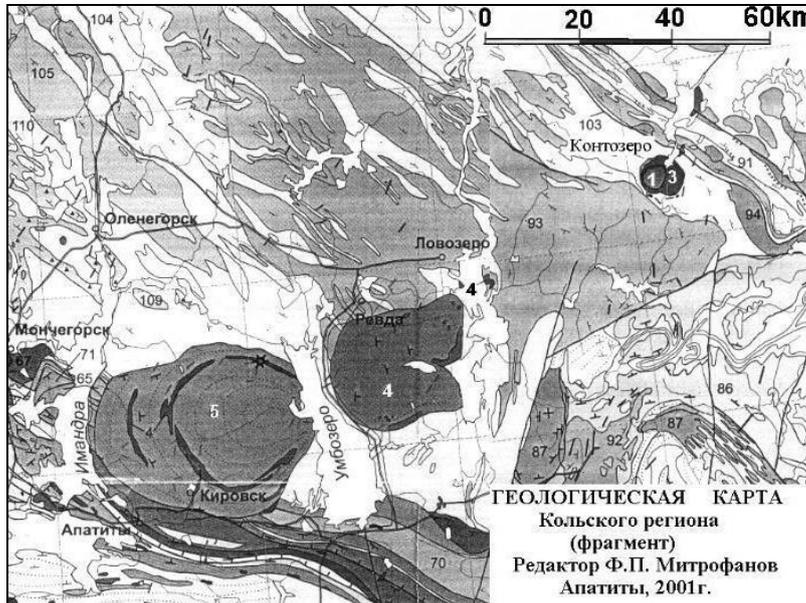


Рис.4.17. Фрагмент из Геологической карты Кольского региона под редакцией Ф.П. Митрофанова (2001). Некоторые условные обозначения (белые цифры):

1 – Контозерская структура, карбон, осадочные и вулканогенные породы: авгититы, нефелиниты, пикриты, карбонатиты, доломиты, аргиллиты, туфопесчаники; 3 – Контозерская структура, девон, осадочные и вулканогенные породы: ультраосновные щелочные вулканыты, алевролиты, туфопесчаники, туфы; 4,5,6 – девон, интрузивные породы: щелочные ультраосновные, нефелиновые сиениты, карбонатиты, дайки щелочных пород (d₄), трубки взрыва кимберлитов, щелочных пикритов, меланефелинитов.

Итак, становится совершенно очевидным, что «Кольский авлакоген» или «Ковдор-Хибино-Ивановская рифтовая зона» не имеет никаких обоснований для своего выделения и представляет собой плод фантазии ее создателей. Границы этой структуры не имеют ни малейшего выражения в геологическом строении Кольского полуострова. Структура выделена по тому же принципу, по какому на Сибирской платформе выделялись (и, к сожалению, продолжают выделяться) «магмоконтролирующие глубинные разломы» - по линейному расположению полей кимберлитовых трубок. В данном случае поводом для выделения авлакогена послужило *линейное расположение* палеозойских массивов щелочных пород и Контозерского грабена. Но основное количество подобных, хотя и менее масштабных, массивов осталось за пределами гипотетического авлакогена, что свидетельствует о какой-то другой закономерности их пространственного расположения. «Кольский авлакоген» – это своеобразный геологический вариант «нового наряда короля». Его видят те, кто не хочет самостоятельно проанализировать имеющийся материал и выступить против существующей догмы, тем более, если ее создателями являются авторитетные и влиятельные геологи. Вот – свежий пример. Преподаватель

геологического факультета СПбГУ В.В. Иваников (2005) продолжает утверждать, что вспышка карбонатитового магматизма в Фенноскандии в позднем девоне связана с **рифтингом**¹⁸ литосферы Восточно-европейского кратона. «В результате интенсивного интраконтинентального рифтинга, - пишет он, - возникла обширная система рифтов и грабенов, включая Хибино-Контозерский рифт на Кольском полуострове» (с.33). Интересно, как ему удастся убеждать своих студентов в существовании этого рифта при демонстрации геологических карт Кольского п-ова? И неужели не один из его учеников до сих пор не воскликнул: «А король то голый!».

* * *

После того, как вышеприведенный текст был мною написан, в начале 2006г. я к большому своему удовлетворению обнаружил в Интернете статью известного кольского геолога А.А. Арзамасцева и его коллег (2005) – «Возраст и ареалы развития палеозойского щелочного магматизма северо-восточной Фенноскандии». Вот, что пишут эти геологи по поводу обсуждаемого вопроса: «Нами проведено исследование области развития палеозойского магматизма геолого-структурными, изотопно-геохимическими и геофизическими методами. Установлено, что в приповерхностной части докембрийской коры в пределах указанной зоны выявляются участки локальных тектонических нарушений, трассируемые мелкими разломами и дайками палеозойских щелочных лампрофиров, часто имеющими преимущественное северо-восточное простирание. Вместе с тем, **анализ сейсмогеологической модели с учетом данных региональных съёмок гравитационного и магнитного полей территории, показывает отсутствие в составе фундамента региональных структур северо-восточного простирания, которые могли бы контролировать проявления магматизма.** Установлено, что структурные неоднородности геофизических границ имеют преобладающую субмеридиональную ориентировку, причем крупнейшие рудоносные щелочные массивы Хибин и Ловозера пространственно приурочены к области выраженного градиента кровли переходного слоя. **Таким образом, идея о наличии зоны глубинных разломов северо-восточного простирания, контролировавших проявления щелочного магматизма в Кольской щелочной провинции, не находит подтверждения».**

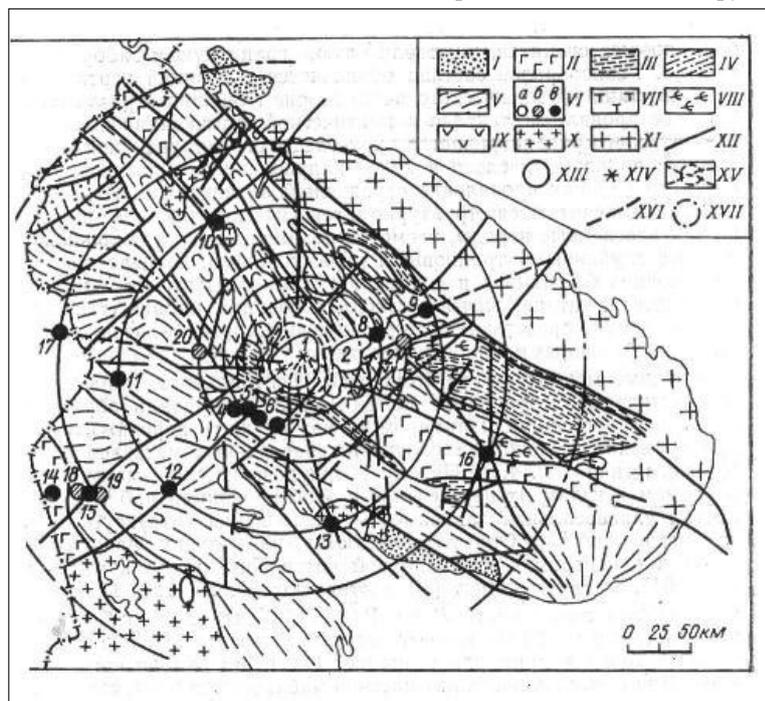
Да, «король Рифтинг», действительно, оказался голым!

4.4.3. В чем же заключается закономерность распространения щелочных массивов Кольского п-ова?

Первая попытка найти общую закономерность распространения палеозойских щелочно-ультраосновных массивов центрального типа Кольского п-ова была предпринята К.Д. Беляевым с коллегами (1976). Они установили, что эти массивы располагаются на кольцах различного радиуса с центром, расположенным в пределах Хибинского массива. При этом радиусы колец (R) составляют 60, 85, 120, 170 км и подчиняются формуле $R_n = \sqrt{2} R_{n-1}$.

¹⁸ Давайте, подобно Иваникову, займемся засорением русского языка и будем выдумывать термины или использовать уже имеющиеся за рубежом для обозначения процессов образования различных структур: рифтинг, антиклиналинг, синеклизинг, авлакогеннинг, диатремнинг и пр. и пр.

Однако здесь существует и другая, незамеченная авторами, закономерность: радиусы внешних колец (120 и 170) ровно в два раза больше внутренних (соответственно 60 и 85). Та же закономерность установлена и вокруг астроблемы Рис в Германии: радиус внешнего его кольца так же в 2 раза больше внутреннего (22:11). Соотношение диаметров внешнего и промежуточного колец астроблемы Экрэмэн равно 1,8. Несомненно, что в этом есть какая-то еще неосознанная закономерность, свойственная структурам импактного



происхождения и указывающая на возможную импактную природу и Хибинского котлована.

Согласно К.Д. Беляеву и его коллегам, местоположение массивов определяется пересечением кольцевых и радиальных разломов. Несмотря на то, что ни те, ни другие пока достоверно не установлены,

Рис.4.18. Разме-

Примечание [КХ1]: мым

щение массивов центрального типа Кольского п-ова (по Беляеву и др., 1976). I - рифейский комплекс (PR₃); II — имандра-варзугская, печенгская серии (PR₂); III — тундровая, кейвская, полмос-воронья серии (PR₁); IV — гранулитовый комплекс (AR); V — беломорская и кольская серии (AR); VI — щелочные (а) и ультраосновные-щелочные (б) интрузии центрального типа, дайки щелочного состава (в) (PZ); VII - щелочно-габброидные интрузии (PR₃); VIII - щелочные граниты (PR₃); IX - ультраосновные и основные интрузии (PR₂); X - плагиомикроклиновые, микроклиновые граниты (PR₁₊₂); XI — граниты, гранодиориты, мигматит-граниты (AR-PR1); XII — важнейшие разломы; XIII — идеализированное положение кольцевых структур, контролирующих размещение интрузий центрального типа; XIV — центры систем концентрических и радиальных разломов; XV — система кольцевых и радиальных разломов Хибинского массива и его обрамления; XVI — предполагаемые радиальные разломы; XVII — прогнозируемые кольцевые разломы. Массивы палеозойского тектоно-магматического цикла; 1-3 - щелочного состава (1-Хибинский, 2 - Ловозерский, 3 - массив Соустова); 4 - 17 - ультраосновного - щелочного состава (4 - Африкандский, 5 - Озерная варака, 6 - Лесная варака, 7 - Салма-

горский. 3 - Кургинский, 9 - Контозерский, 10 - Себляврский, 11 - Ковдозерский. 12 - массив Турьего мыса; 14 - Саланлатва, 15 - Вуориярвинский. 16 – Песочный, 17 - Со-кли); 18–21 — участки развития даек и жил щелочного и карбонатитового состава (18 — Колвикский, 19 – Намоваарский, 20 — Маврагубский, 21 — Сейяврский).

выявленная закономерность в расстояниях щелочных массивов от самого крупного Хибинского массива, подчиняющаяся математической формуле, несомненно, должна найти свое объяснение. А.И. Петров (1988) вслед за В.И. Василевским и В.В. Богацким объясняет эту закономерность «волнами напряжения, создаваемыми автоколебательной системой Земли, ее оболочек и тел, которые связаны единой зависимостью с длиной объемной волны». Какой же процесс генерирует подобные волны напряжения? По А.И. Петрову – это «энергетический очаг, расположенный под Хибинским массивом в слое повышенной пластичности астеносферы». Столь расплывчатое объяснение не способствует пониманию выявленной закономерности, а альтернативные механизмы образования колец не рассматриваются. Но «волны напряжения» несомненно имели место при падении таких гигантских метеорных тел, как Хибинское или Ловозерское. Вероятно, что с распространением этих волн и связаны закономерности размещения щелочных массивов. Однако механизм их образования представляется на настоящий день не достаточно понятным.

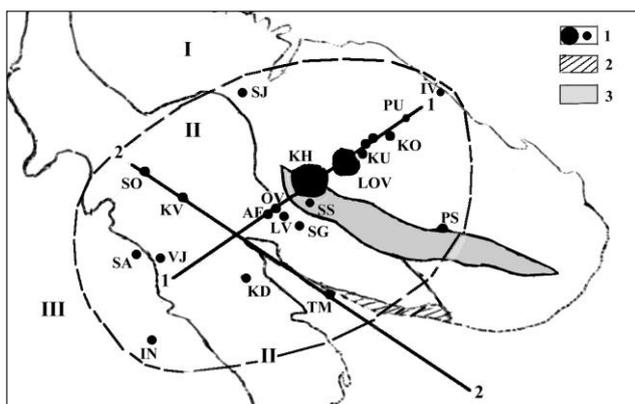


Рис. 4.19. Ареал распространения позднедевонских щелочных массивов Кольского п-ова (составил автор с использованием «Схематической геологической карты северо-восточной части Балтийского щита и Кольской щелочной провинции», по Крам и др., 1993).

Структурные мегаблоки: I – Кольский, II – Беломорский, III – Sveco-Карельский.

Линеаменты: 1-1 – положение

Контозерского грабена (иначе - линии Хибины-Ловозеро-Контозеро – К.Х.); 2 – Кандалакшская зона глубинных разломов. **Щелочные комплексы:** AF – Африканда, IN – Инвара, KD - Ковдозеро, KH - Хибины, KO – Контозеро, KU – Курга, KV – Ковдор, LOV – Ловозеро, LV – Лесная Варака, OV – Озерная Варака, PS – Песочный, PU – Пухозеро, SA – Саланлатва, SG – Салмагорский, SJ – Севлярви, SO – Сокли, SS – Соустова, TM – Турий мыс, VJ – Вуориярви. Добавлены автором: IV – Ивановский. 1 – магматизм палеозойского возраста; 2 – рифейские осадки; 3 – депрессия Имандра-Варзуга.

Чтобы попытаться выявить какую-либо закономерность, автор прибегнул к самому элементарному графическому приему, оконтурив все среднепалеозойские магматические

проявления в северо-восточной части Балтийского щита (рис.4.19). Как видно из рис. 4.19, изображенный ареал распространения позднедевонских щелочных пород имеет форму эллипса, который очень напоминает эллипс рассеяния. Длинная его ось на рисунке, практически, соответствует линии несуществующего «Контозерского грабена» (1 – 1). С чем связана эта явная закономерность? Для того чтобы попытаться ответить на этот вопрос, двинемся в юго-западном направлении, куда указывает линия 1-1.

4.4.4.Тектоническая зона А.А. Кухаренко

В своей знаменитой работе А.А. Кухаренко (1967) выделил так называемую Северо-Восточную тектоническую зону Фенноскандии, протягивающуюся от г. Осло до Кольского п-ова. Зона объединяет несколько щелочных массивов, которые на северо-восточном ее краю (Кольский п-ов и территория, прилегающая к нему с юго-запада) имеют позднедевонский возраст, а на юго-западном (Швеция и Норвегия) – пермский (грабен Осло) или кембрийский (карбонатиты Фен – 565 млн. лет, карбонатиты Альнэ - 537 млн. лет). Таким образом, геологические тела, выделяемые в пределах этой зоны, не имеют возрастной корреляции. В чем же тогда заключается геологический смысл «зоны Кухаренко» как щелочного магматического комплекса - вопрос, который одних геологов озадачивает, а других приводит к выводу о бессмысленности этой зоны.

Однако, один крупный объект, который находится точно на продолжении длинной оси «эллипса рассеяния» щелочных массивов Кольского п-ова, оставался до сих пор не замеченным. Это – астроблема Сильян, диаметром 50 км, имеющая, как и Кольские щелочные массивы, позднедевонский возраст - 365 млн. лет. Можно ли считать, что такое совпадение является случайностью?

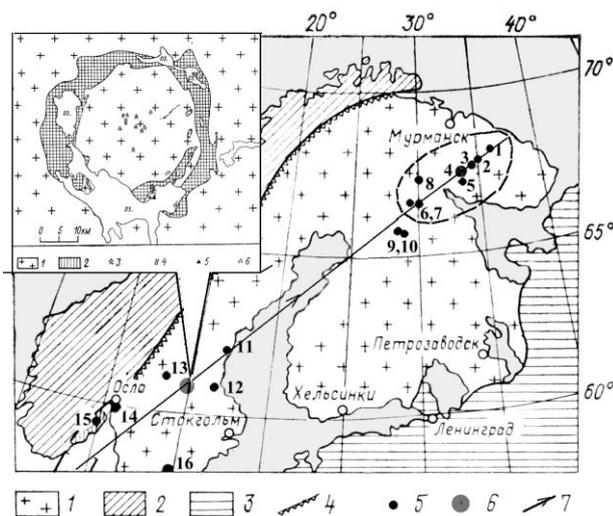


Рис.4.20. Щелочные массивы Скандинавии (по А.А. Кухаренко, 1967, с изменениями и дополнениями). 1 – архейско-протерозойский фундамент Балтийского щита; 2 – каледониды; 3 – палеозой Русской платформы; 4 – краевой шов; 5 – щелочные массивы (1 – Контозерский, 2 – Кургинский, 3 – Ловозерский, 4 – Хибинский, 5 – Хабозерский, 6 – Vuoriaarviivskiy, 7 – Салланлатвинский, 8 –

Ковдорский, 9, 10 – Куусамо-Инваара, 11 – Альнэ, 12 – Альмунге, 13 – Сёрна, 14 – район Осло, 15 – Фен, 16 – Норра-Керр); 6 – астроблема Сильян; 7 – корреляционная линия; она же, с точки зрения автора, - трасса полета роя метеорных тел. На врезке (Масайтис и др., 1980): Схема астроблемы Сильян. 1 – докембрийские граниты; 2 – палеозойские

осадочные породы; 3 – конусы разрушения; 4 – жилы и дайки брекчий; 5 – эрратические блоки импактитов; 6 – эрратические блоки брекчий.

Если на одной прямой линии находится несколько щелочных массивов и достоверная астроблема такого же возраста, то не дает ли это нам право предположить, что все эти структуры образовались в позднем девоне одновременно, в результате выпадения роя метеорных тел?

Причем на Кольском п-ове импактные события сопровождались активным триггерным магматизмом. При такой интерпретации «зона Кухаренко» приобретает совсем другой смысл: это трасса пролета роя космических тел над Скандинавией. Причем (внимание, читатель!) структуры, находящиеся в пределах одной прямой полосы, распределяются строго по своему размеру в направлении его увеличения на юго-запад: Контозеро (8 км) – Ловозеро (30 км) – Хибины (40 км) – Сильян (50 км). Эта закономерность подчиняется закономерности выпадения на Землю космических объектов: чем крупнее метеорное тело, тем легче оно преодолевает сопротивление атмосферы и тем дальше улетает по траектории падения метеорного роя. Следовательно, на примере Кольского п-ова мы можем определить и направление полета этого роя: с северо-востока на юго-запад.

Однако, остается непонятным вопрос: почему более мелкие массивы (в их числе и Ковдорский с признаками импактного происхождения), в отличие от Хибинского, Ловозерского и Контозеро, не располагаются в пределах прямолинейной трассы полета болидов, а образуют эллипс рассеяния? Для объяснения этого факта необходимо предположить, что в составе роя астероидов находился еще один крупный объект (возможно – самый крупный), который где-то у восточных границ современного Кольского п-ова взорвался в результате действия пондеромоторных сил, и развалился на несколько фрагментов, падение которых и привело к образованию «эллипса рассеяния» щелочных массивов.

Что касается проявлений щелочного магматизма в Швеции и Норвегии, то они, как более молодые или более древние образования, никакого отношения к этой зоне не имеют, если, конечно, обновленные радиологические датировки не внесут свои коррективы.

4.4.5. Алданский щит, массивы Инагли и Ингили

Огромная по площади территория к востоку от Байкала, простирающаяся до Охотского моря, известна под названием Алданский щит. Здесь кристаллические породы архея или протерозоя выходят на дневную поверхность, перекрываясь на севере карбонатными отложениями нижнего кембрия, а в центральной части – маломощным покровом юрских отложений (Билибина и др., 1967). В пределах щита широким распространением пользуются массивы центрального типа (т.е. имеющие изометричную, как правило, округлую форму), сложенные ультраосновными щелочными породами. Другой особенностью этого региона (точно такой же, как и на Кольском п-ове) является полное отсутствие здесь выявленных структур импактного (космогенного) происхождения, т.е. астроблем. Такая аномальная ситуация должна была бы насторожить исследователей: ведь огромная по площади территория представляет собой регион с наиболее длительной экспозицией пород в условиях континентального перерыва в течение более 500 млн. лет. Не странно ли, что за столь продолжительное время ни одно крупное метеорное тело «не

попало» в Алданский щит? Такая ситуация представляется совершенно не реальной и дает основания для предположения, что округлые **массивы щелочных пород** как раз и **представляют собой «замаскированные» следы падения крупных космических тел**, инициировавших внедрение магматических расплавов. Космическая бомбардировка щита, скорей всего, и является причиной той «тектонно-магматической активизации», с которой исследователи связывают образование здесь массивов щелочных пород. В пользу такого предположения свидетельствует так же и то, что **некоторые из массивов щелочных пород Алданского щита**, как и некоторые типичные астроблемы других регионов, **имеют «шлейфы» диатрем** такого же возраста. К сожалению, в настоящий момент можно привести только два примера такой пространственно-временной общности.

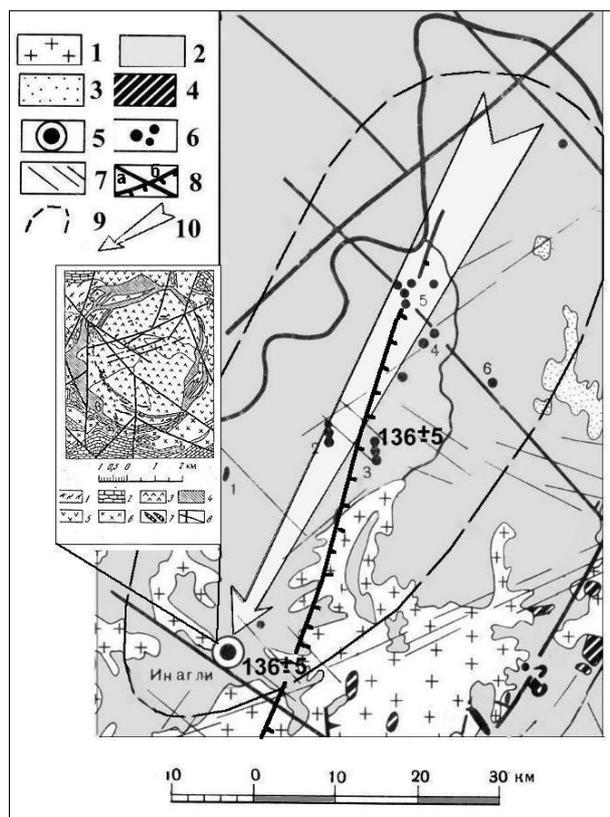


Рис. 4.21. Схема размещения щелочных пород в Тобук-Хатыстырском поле Центрального Алдана (геология по Махоткину, 1991, с упрощениями и дополнением). 1 – архейские кристаллические породы; 2 – нижнекембрийские доломиты платформенного чехла; 3 – нижнеюрские песчаники; 4 – верхнемезозойские вулканоплутонические комплексы щелочно-основной и умеренно щелочной калиево-натриевой серии; 5 – Инаглинский щелочно-ультраосновной комплекс; 6 – трубки взрыва нижнемеловых лампроитов и других эруптивных пород Тобук-Хатыстырского поля; 1, 2 – ультраосновные (1 – Алданская, 2 – Звездочка,

Ягодка, НЭТ), 3– 6 – основные (3 – Аномалия 4.А, 136,5 млн. лет, 4.Б, 4.В; 4 – Опытная, 5 – Хаапчан, 6 – Латышская); 7 – разломы; 8 – зоны сквозных тектонических нарушений, выделяемых по геофизическим данным; 9 – граница распространения щелочных пород (= граница «пятна напряженности» болида Инагли); 10 – предполагаемая трасса полета болида; цифры – абсолютный возраст пород, млн. лет. **Условные обозначения к врезке.** 1 – архейские кристаллические породы; 2 – нижнекембрийские карбонатные толщи; 3 – дуниты; 4 – ультраосновные и основные калиевые щелочные породы; 5 – раннемезозойские сиенит-порфиры; 6 – нижнемеловые сиенит-порфиры и пуласкиты; 7 –

позднемезозойские (нижнемеловые) сиенит-порфиры и пуласкиты; 7 – метасоматиты и пегматиты; 8 – разломы; 9 – линия разреза в краевой зоне массива.

Один из них – **массив Инагли** и примыкающий к нему с севера диатремовый шлейф **Тобук-Хатыстырского поля** такого же возраста (136+-5 млн. лет, К-Аг по флогопиту¹⁹) (рис.4.21). На рисунке четко видно, что несмотря на попытки геологов привязать трубки взрыва к выделяемым по геофизическим данным разломам или зонам повышенной проницаемости, большинство диатрем имеет совершенно независимую структурную позицию. Однако, это не мешает геологам говорить о том, что кусты диатрем этого поля, как правило, приурочены к одному небольшому разлому или к слабо проявленной зоне трещиноватости ВБЛИЗИ (уж если не на самом разломе, так хоть «вблизи») пересечения двух небольших разломов (Мастюлин, 1991, с.79).

Второй пример – **Ингилийский массив** щелочных пород в восточной части Алданского щита. Впервые он был обнаружен и описан Ф.В. Каминским (1969). По его данным Ингилийское куполовидное поднятие имеет диаметр около 12-ти км. В его ядре расположен массив ультраосновных щелочных пород, состоящих из нефелина (50%), граната (25-30%) и авгита (до 25%)²⁰. По данным В.А. Пахомовой с коллегами (2000) вмещающими породами для массива являются гнейсы и кристаллические сланцы архея, которые фиксируют поднятие фундамента среди осадочных отложений позднепротерозойского возраста. Это поднятие фиксируется так же в виде антиклинальной складки по элементам залегания протерозоя вокруг структуры. размером 9 x 10 км и примыкающее к нему с юго-запада кимберлитовое поле того же названия и возраста (рис.4.22). Оно состоит из диатрем диаметром от 30 до 280м и протяженных даек, ориентированных в северо-восточном направлении.

Ф.В. Каминский совершенно правильно обратил внимание на то, что линии простирания даек пересекаются около центра Ингилийской структуры, что свидетельствует о генетической общности тех и других образований. На этом основании он предполагал, что и щелочной массив, и трубки с дайками образовались в 3 этапа из одного магматического очага с глубины 35-75км.

С позиции космогенной модели автора пролет болида Ингили инициировал электрические пробой земной коры (образование диатрем), а падение тела и его взрыв послужили причиной для развития триггерного магматизма (внедрение щелочных магм) и образования куполовидной структуры.

¹⁹ Выше я уже неоднократно обращал внимание на то, что минералы, по которым определяется радиологический возраст, в частности – флогопит, могут быть представлены в диатремах ксеногенными разностями, присутствие которых в валовой пробе увеличивает значения вычисленного абсолютного возраста. Во время проведенных определений (до 1991 года) об этом еще не было известно.

²⁰ Я намеренно не привожу сложных петрографических названий пород, поскольку они не имеют принципиального значения для нашей модели.

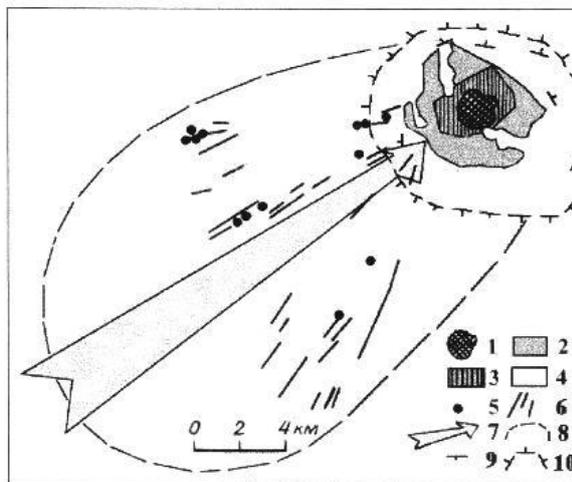


Рис. 4.22. Положение Ингилийского щелочного массива и кимберлитового поля трубок и даек. Составил автор по материалам: Каминский, 1969; Милашев, 1984; Пахомова и др., 2000. 1 - Ингилийский массив щелочных ультраосновных пород и карбонатитов площадью около 300 кв.км; 2 – кристаллосланцы и гнейсы архея; 3 – фениты; 4 - рифей-вендский осадочный чехол; 5, 6 – кимберлитовые трубки (5) и дайки (6); 7 – предполагаемая траектория падения Ингилийского метеорного тела; 8 – граница энергетического воздействия со стороны болида; 9 – элементы залегания вмещающих осадочных пород; 10 – граница зоны тектонических нарушений вокруг массива.

* * *

Пока это все, что мне удалось обнаружить в пределах Алданского щита. Однако, дальнейший анализ рассматриваемой территории с использованием крупномасштабных геологических карт, по моему глубокому убеждению, должен значительно увеличить число подобных примеров. Если во вмещающих кристаллических породах архея и протерозоя будут обнаружены петрографические следы импактных событий (конусы разрушения, планарные элементы в кварце и др.), это явится подтверждением высказанных соображений. Последние имеют право на существование, так как объясняют: а) причины пространственно-временной общности щелочных массивов и примыкающих к ним кимберлитовых полей; б) причины внедрения магматических расплавов не в результате расплывчатой «тектонно-магматической активизации» (формулировки, столь излюбленной среди геологов), а в результате вполне конкретного, допустимого и вероятного механизма - бомбардировки щита крупными метеорными телами.

4.4.7. Гулинский массив и «эллипс рассеяния» более мелких щелочных массивов и кимберлитовых трубок маймеча-котуйского комплекса

По данным Л.С. Егорова (1991) щелочно-ультраосновные интрузии маймеча-котуйского комплекса образуют зону западнее Анабарского щита (рис. 4.23). На этом же рисунке видно, что западная граница этой зоны совпадает с восточной границей Тунгусской

синеклизы, в пределах которой широко развит трапповый магматизм раннего триаса. Возраст трапповых излияний на Маймеча-Котуйской площади по результатам современных радиологических измерений U-Pb-методом по перовскиту и циркону составляет от 251.7±0.4 млн. лет (в нижней части покровов) до 251.1±0.3 млн. лет (в верхней части); общая продолжительность трапповых излияний составляет, таким образом, около 600 000 лет (Kamo et al, 2003). С началом этого события цитируемые авторы связывают начало самых крупных в истории Земли массовых вымираний организмов.

Геологическое строение рассматриваемой площади отражено на рис.4.23. Главной структурой, которая, с точки зрения автора, является ответственной за перестройку геологического строения района, является Гулинский массив ультраосновных щелочных пород. Этот массив в современном структурном плане представлен только своей южной частью. Северная его часть, более крупная по размерам, по геофизическим данным опущена вдоль регионального разлома вместе с вмещающими породами и траппами, и подстилает дно Енисейско-Хатангского мезо-кайнозойского прогиба (Егоров, 1991). Формирование этого прогиба началось, скорее всего, одновременно с формированием Гулинского массива (а не позже, в послетриасовое время, как это принято считать). Очень важной деталью строения рассматриваемой территории является присутствие вокруг массива траппов – щелочно-ультраосновных эффузивов раннетриасового возраста. В настоящее время существует точка зрения, что Гулинский массив образовался ПОСЛЕ периода траппового магматизма, а не одновременно с ним, как Норильск-Тальнах никель-содержащие интрузии, абсолютный возраст которых составляет 251.2± 0.3 млн. лет (Kamo et al, 2003). По данным цитируемых авторов вулcano-интрузивный комплекс Гули на Маймеча-Котуйской площади образовался в конце финальной стадии Сибирского события покровных вулканических излияний. В качестве доказательства такой последовательности Камо и его соавторы пишут следующее: бейделлит²¹ из карбонатита, который прорывает комплекс Гули, дает возраст 250.2±0.3 млн. лет («Baddeleyite from a carbonatite that intrudes the complex gives an age of 250.2 ± 0.3 Ma»). Нельзя не высказать свои возражения по поводу подобной трактовки: полученный возраст является возрастом не Гулинского массива, а коры выветривания карбонатитов, которые к тому же ПРОРЫВАЮТ породы массива. Естественно, что эти данные нужно рассматривать только как указания на то, что возраст пород самого массива является более древним, чем полученный для бейделлита.

Теперь целесообразно напомнить читателю, о чем писалось в главе 4.1: в современной геологии представления о роли крупных импактных событий в развитии магматизма имеют все большее количество своих сторонников. В частности, многие авторы считают, что падение крупных астероидов на Северо-Западе Сибирской платформы могло привести к образованию мантийных плюмов и, как следствию этого, к обширным покровным магматическим излияниям. Нам остается только добавить к этому, что, скорее всего,

²¹ Бейделлит – глинистый минерал, образующийся в коре выветривания ультраосновных пород, продукт изменения нефелина.

образование трапповой тощи было следствием падения не одного астероида, а нескольких. И одним из них было метеорное тело, при соударении с которым и образовался Гулинский массив. Астероид Гули при своем падении и взрыве мог инициировать следующие геологические события:

- образование зоны анатексиса и внедрение расплава в метеоритный кратер, диаметр которого, судя по размерам южной части Гулинского массива, составлял не менее 50 км (размер астероида мог составлять 4-5 км в диаметре);
- образование рифтовой трещины субширотного простирания,
- заполнение трещины магматическим расплавом и излияние его на земную поверхность; при этом кратерный вал препятствовал проникновению расплава внутрь образовавшейся структуры.
- дальнейшее расширение трещины, приведшее к образованию Хатангского прогиба и дрейфу отколовшегося блока (Таймыра) на север.

Такой сценарий логично объясняет главные особенности геологического строения района массива: и сам массив, и окружающие его трапповые излияния образовались ОДНОВРЕМЕННО, в результате крупного импактного события.

Однако, этим особенности геологического строения Маймеча-Котуйской площади не ограничиваются. Как видно из рис.4.23, территория, прилегающая к Гулинскому массиву с юга, протяженностью около 250 км и шириной около 200км, представляет собой район развития интрузивов щелочно-ультраосновного комплекса раннетриасового возраста²². Этот комплекс здесь представлен:

- дайками и трубками взрыва щелочно-ультраосновных пород, в частности – кимберлитов (по Л.С. Егорову они образовались не первом, втором и четвертом этапах развития триасового магматизма на этой площади)
- массивами центрального типа ультраосновных, щелочных и несиликатных изверженных пород второго этапа.

Представления о 4-этапном развитии раннетриасового магматизма в течение 15 млн. лет, практически, ничем не обосновываются кроме крайне ненадежных 48-ми определений абсолютного возраста К-Аг-методом по породам, флогопиту и, в одном случае, по биотиту. Если поверить этим анализам, Гулинский массив образовывался в течение 168 млн. лет – с 289 до 121 млн. лет, т.е. с позднего карбона до раннего мела (Егоров, 1991, с.18, 19). Максимум радиологических определений возраста всех изверженных пород района приходится на 220 – 240 млн. лет, что соответствует среднему и позднему триасу. Такие данные свидетельствуют о несовершенстве применявшейся методики и не могут приниматься во внимание. Тем более, что верхний возрастной предел, по аналогии с Нордикским районом, определяется по палеонтологическим остаткам в осадочных породах, перекрывающих траппы, как оленекский век раннего триаса, т.е. - в интервале 245,5 – 243 млн. лет.

²² В пределах рассматриваемой площади имеются так же и более древние – пермские и рифейские - силлы долеритов

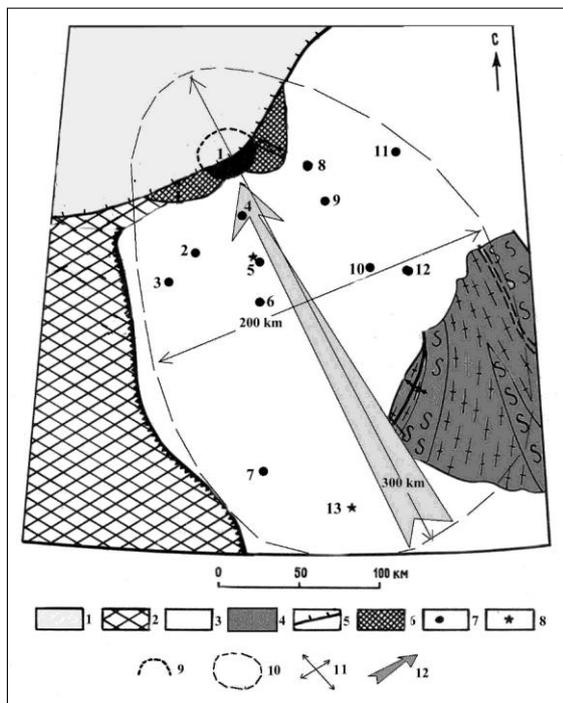


Рис. 4.23. Схема размещения щелочных пород в районе Гулинского массива (по Егорову, 1991, с упрощениями и дополнениями). 1 – мезо-кайнозойские отложения Хатангского прогиба; 2 – область интенсивного прогиба в перми и триасе (поле развития траппов); 3 – карбонатные и терригенные отложения рифея, венда и нижнего палеозоя; 4 – архейские породы Анабарского щита; 5 – граница выходов мезозойских пород; 6 – мульды, выполненные щелочно-ультраосновными эффузивами раннетриасового возраста; 7 – ийолит-карбонатитовые массивы раннетриасового возраста (1 – Гулинский, 2 – Романиха, 3 – Чангит, 4 – Седете, 5 – Далбыха, 6 – Бор-Урях, 7 – Ессей, 8 – Одихинча, 9 – Кугда, 10 – Маган, 11 – Немакит, 12 – Браас); 8 – кимберлитовые поля (5 – Далбыхское, 13 – Харамайское); 9 – предполагаемое продолжение Гулинского массива; 10 – предполагаемая трасса Гулинского метеорного тела; 10 – граница распространения щелочных пород Гулинского района (= граница «пятна напряженности» Гулинского болида); 11 – длинная и короткая оси этого района и их размеры; 12 – предполагаемая трасса полета Гулинского болида.

Далбыхское, 13 – Харамайское); 9 – предполагаемое продолжение Гулинского массива; 10 – предполагаемая трасса Гулинского метеорного тела; 10 – граница распространения щелочных пород Гулинского района (= граница «пятна напряженности» Гулинского болида); 11 – длинная и короткая оси этого района и их размеры; 12 – предполагаемая трасса полета Гулинского болида.

А по упоминавшимся выше современным определениям возраст массива Гули приближается к возрасту траппов: он немного древнее, чем возраст прорывающих его карбонатитов (250.2±0.3 млн. лет) и, скорее всего, соответствует границе перми и триаса – 251 млн. лет. Близкие значения имеют и кимберлиты Харамайского поля: по данным А.Н. Комарова и И.П. Илупина (1990) их возраст, определенный по циркону методом треков, составляет 236 – 290 млн. лет. Если отбросить крайние значения, то в 3-х трубках (Яклогит-1, Биллях-3 и Минусовая) результаты определений дают возраст 256±9, 251±11 и 250±7 млн. лет соответственно. С учетом погрешностей все эти данные можно связывать с границей перми и триаса – 251 млн. лет.

Таким образом, для принятия точки зрения Л.С. Егорова об этапности развития триасового магматизма в Маймеча-Котуйском районе нет никаких оснований. Как нет и препятствий для того, чтобы рассматривать эти образования в качестве одновозрастных, связанных одной общей генетической нитью.

На рис. 4.24 четко видно, что массивы Далбыха и Далбыха Южная пространственно тесно связаны с диатремами кимберлитов и эруптивных брекчий, что дает основание предполагать, что все эти структуры образовались одновременно и обладают какой-то генетической общностью.

Что из себя представляют массивы центрального типа, выполненные различными модификациями ультраосновных пород? В некоторых из них, с наименьшим эрозионным срезом, можно выделить две фации пород: взрывного и интрузивного этапов.

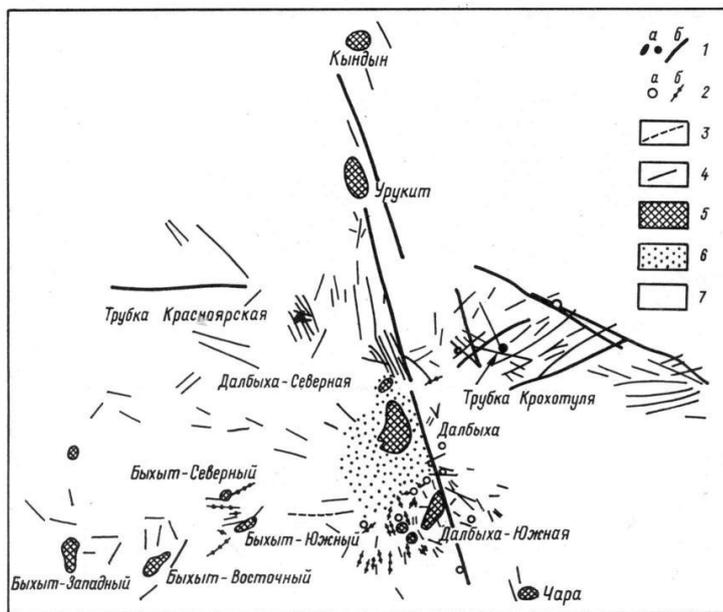


Рис.4.24. Схема размещения интрузий Далбыхской группы (Егоров, 1991). 1 – кимберлиты (а – трубки, б – дайки); 2 – эруптивные брекчии с карбонатизированным щелочно-сиенитовым цементом (а – трубки, б – дайки); 3 – дайки щелочных пород с первично магматическим кальцитом; 4 – дайки щелочно-ультраосновных пород, тингулитов и фонолитов; 5 – сложенные щелочно-ультраосновные

массивы; 6 – доломитовые мраморы, инъецированные кольцевыми дайками кальцитовых карбонатитов; 7 – доломиты среднего и верхнего кембрия.

Рассмотрим один из массивов – массив Ессей, в котором эти фации выделяются достаточно четко (рис.4.25). Развитие событий здесь могло происходить по следующему сценарию. **На первом этапе**, в толще известняков и доломитов ордовика в пределах округлой площади диаметром 4 x 4,5 км произошел мощный взрыв. В результате взрыва карбонатные породы ордовика были раздроблены, причем самые крупные их обломки были перемещены в пределах образовавшейся громадной воронки, а более мелкие, включая микроскопические, были выброшены в атмосферу, образовав взрывное облако. Часть обломков из этого облака выпала обратно в кратер, причем наиболее мелкие фрагменты оседали, естественно, последними. В дальнейшем из этой пылевой массы в результате ее уплотнения и локального метаморфизма сформировались породы, которые Л.С. Егоров называет «мелкозернистыми кальцитовыми карбонатитами» и приписывает им магматическое происхождение. С нашей точки зрения, нет никаких препятствий для предположения, что эти породы с включенными в них обломками вмещающих пород различного размера представляют собой *импактиты*, а точнее - *аллогенную брекчию*, карбонатный цемент которой образовался за счет выпавших из взрывного облака частиц доломита и известняка.

Все остальные породы, слагающие массив (разновидности щелочно-ультраосновных пород) образовались на **втором этапе** развития структуры в результате проявления триггерного магматизма.

Массив Ессей расположен в самой южной части Маймеча-Котуйской площади, наименее подверженной эрозии на протяжении последних 250 млн. лет. К югу от массива, на расстоянии всего лишь 10-15км, начинается поле развития мезо-кайнозойских отложений. Таким образом, здесь, в отличие от всех более северных щелочных массивов, существовали условия, при которых импактная фация структуры сохранилась от эрозии.

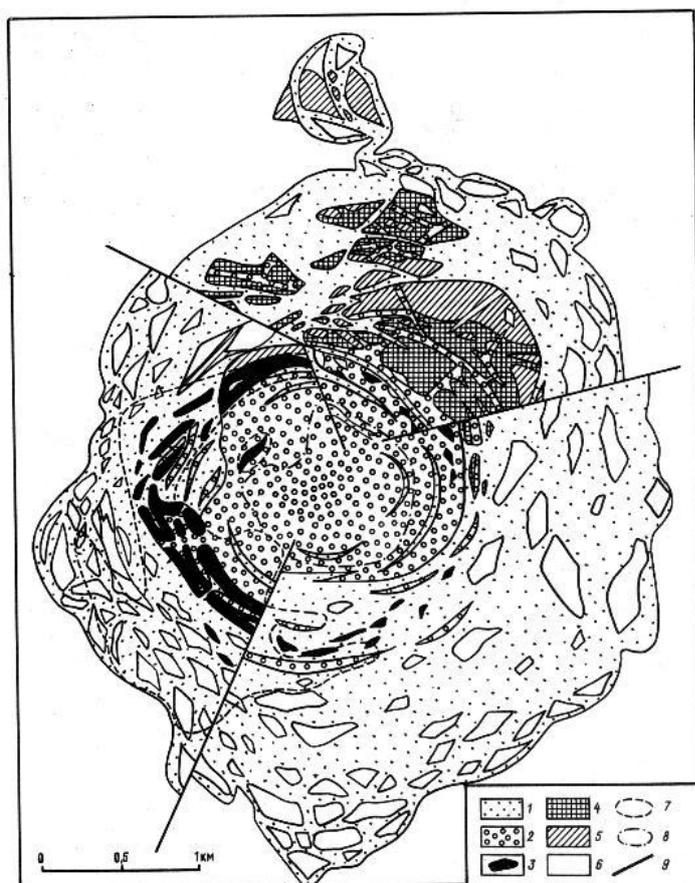


Рис. 4.25.
Схематическая геологическая карта массива Ессей (Егоров, 1991).
1 – доломитовые карбонатиты; 2 – мелкозернистые кальцитовые карбонатиты; 3 – оливиновые нельсониты; 4 – рудные форстериты, фоскориты и магнетиты; 5 – якупирангит-мельтейгиты и йиолиты; 6 – известняки и доломиты ордовика (вблизи массива – мраморизованные); 7, 8 – границы распространения коры выветривания: 7 – древней лимонит-франколитовой, и 8 – аллюмофосфатной; 9 – предполагаемые разломы.

Завершая рассмотрение этого достаточно сложного для объяснения района, необходимо сделать следующие выводы-предположения:

1. Образование Маймеча-Котуйской щелочно-ультраосновной провинции могло быть связано с крупными геологическими событиями на границе перми и триаса;
2. Эти события были инициированы падением роя астероидов на Северо-Западе Восточно-Сибирской платформы; взрывы самых крупных из них привели к образованию

мантийных плюмов и последующему площадному излиянию базальтовых лав на протяжении 600 000 лет.

3. Один из астероидов упал на месте будущего массива Гули и инициировал внедрение щелочно-ультраосновного расплава, образовавшего огромный, диаметром не менее 50 км, массив. Во время своего пролета над рассматриваемой территорией накопленный на нем электрический заряд инициировал электрические пробои земной коры, в результате чего образовались Харамайское и Далбыхское диатремовые поля.

4. Астероид Гули или другой астероид, который следовал за ним, могли взорваться в атмосфере и развалиться на серию неравновеликих обломков. Падение последних и инициировало триггерный магматизм с образованием массивов щелочно-ультраосновных пород.

5. Конфигурация оконтуренной автором территории развития ультраосновных щелочных массивов (Маймеча-Котуйской провинции), так же, как и на Кольском п-ове (рис. 4.19), напоминает «эллипс рассеяния». Вероятно, что массивы имеют и одинаковый механизм своего образования.

4.4.7. Другие примеры развития щелочного магматизма, возможно инициированного импактом

Зона щелочных пород Кубоос – Бремен и зона щелочных диатрем Гаруб, Намибия, Южная Африка.

Цепочка щелочных пород вытянута в юго-западном направлении и имеет протяженность около 250 км (рис.4.26). При этом два самых крупных массива находятся на юго-западном конце цепочки. На противоположном ее конце расположено поле щелочных диатрем Гаруб. Такое сочетание характерно для цепочек астроблем с полем диатрем в своем «хвосте» (см. главу 3.1 «38-ая параллель» и 3.4 «Еще одна 38-ая параллель».)

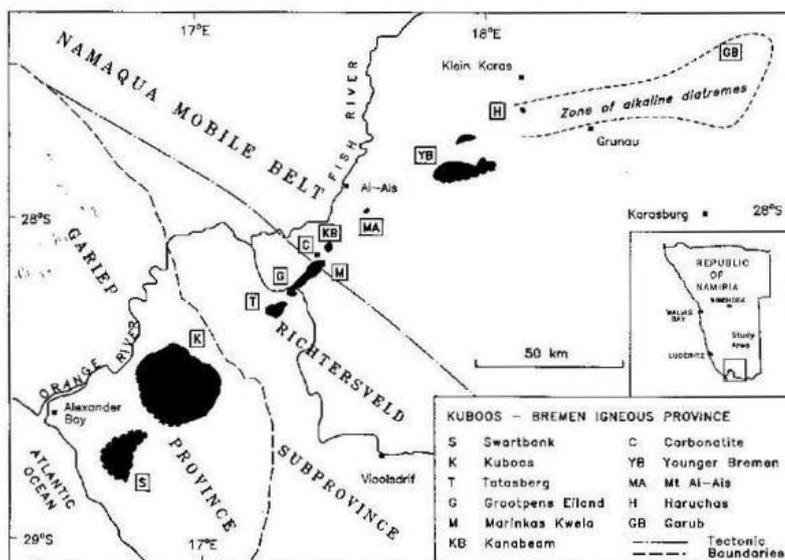


Рис. 4.26. Схематическая карта, иллюстрирующая линейное расположение интрузивных центров возраста ~520 млн. лет и поля щелочных диатрем Гаруб в провинции Кубоос-Бремен, Намибия (Reid, 1991).

ВЫВОДЫ ПО ЧАСТИ 4

1. Рассмотрение вопроса о роли импакта в инициировании магматических событий привело нас к выводу о том, что падение крупных метеорных тел может способствовать развитию триггерного магматизма как в пределах образованного метеоритного кратера, так и вдоль образовавшихся в результате удара глубоких трещин в земной коре.
2. Наиболее крупные (>10 км?) космические тела глубоко проникали в литосферу и могли инициировать образование горячих точек (плюмов), из которых в дальнейшем поступал в огромных количествах и растекался по земной поверхности магматический (базальтовый) расплав.
3. С падением астероидов могут быть связаны и щелочные массивы, занимающие определенную тектоническую позицию – на склонах кристаллических щитов, где мощность осадочного, неметаморфизованного, покрова незначительна и составляет несколько сот метров. Все щелочные массивы приурочены именно к таким структурам первого порядка, но в настоящее время, в результате размыва осадочного чехла, могут находиться в пределах щитов в окружении кристаллических пород докембрия.
4. По существующим представлениям, две рассмотренные территории развития щелочного магматизма – Кольский п-ов и Алданский щит – за последние 360 и 500 млн. лет соответственно НЕ ПОДВЕРГАЛИСЬ космической бомбардировке и характеризуются полным отсутствием астроблем. Такая картина представляется совершенно нереальной, в связи с чем, по мнению автора, есть основания считать массивы щелочных пород результатом крупных импактных событий и последующего за ними триггерного магматизма.
5. Условия образования таких массивов пока представляются неясными. Но можно сказать определенно, что они образовались в результате анатексиса – местного расплава пород земной коры или верхней части мантии. Вероятно, что само импактное событие явилось причиной анатексиса, но детали этого процесса пока выходят за границы компетенции исследователей, в том числе и автора. В то же время, представляется вероятным, что мощный электрический разряд, сопровождающий импакт любого космического тела, и является причиной образования местного расплава в условиях небольшой мощности земной коры, на ее границе с мантией. Структурное положение массивов щелочных пород (на склонах щитов или на щитах) подтверждает такую версию.
6. К сожалению, автор не имеет возможности проанализировать другие территории развития щелочных интрузий и диатремового магматизма, чтобы увеличить количество примеров генетической связи этих образований с импактными событиями. Это – дело дальнейших исследований, участие в которых, возможно, примет и кто-то из читателей этой книги.

Часть 5 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ БОЛИДОВ

*«Нет никакого сомнения в том,
что сфера динамической геофизики
вовлечет в исследования еще и такие объекты,
о которых мы пока не догадываемся»*

Ф.П. Кренделев,
(из предисловия к монографии С.Ю. Баласаняна
«Динамическая геоэлектрика», 1990)

Выявленная пространственно-временная общность структур центрального типа, образование которых автор связывает с крупными импактными событиями, с одной стороны, и их «диатремовых шлейфов», с другой, связана каким-то образом с энергетическим воздействием со стороны болида на поверхность и недра планеты. Что это за энергетическое воздействие?

С точки зрения Б.А. Трошичева (Трошичев, Хазанович..., 1996) такое воздействие может иметь гравитационную природу и быть причиной различных структурообразующих процессов. Однако к рассматриваемой нами проблеме образования диатрем на трассе пролета болидов гравитационные возмущения вряд ли имеют какое-то отношение. Во всяком случае, до настоящего времени такие предположения в научной печати не высказывались даже Б.А. Трошичевым.

Для того, чтобы установить, какой тип энергетического воздействия со стороны болида может иметь отношение к предполагаемому электроразрядному механизму образования диатрем, необходимо предварительно выяснить – а что мы знаем о воздействиях болидов на природные и техногенные объекты, на поверхность и недра планеты? Выяснению этих обстоятельств и посвящены нижеследующие главы.

5.1. О возможности накопления электрического заряда на метеорном теле (МТ)

Идея о возможности накопления на МТ мощного электрического заряда и его дальнейшего взаимодействия с поверхностью Земли впервые была высказана физиком В. Ф. Соляником в 1951 году на пленуме Комиссии по кометам и метеоритам АН СССР (Бронштэн, 1951). Об электрических воздействиях со стороны болидов в то время еще ничего не было известно, а электрофонные явления официальная наука воспринимала как крамолу. В связи с этим опубликовать свои революционные для того времени идеи Соляник смог лишь в 1959 году, да и то - в юношеском научно-популярном журнале (Соляник, 1959). И только спустя 29 (!) лет после упомянутого пленума его статья, наконец-то, была опубликована в научном издании и то - "в дискуссионном порядке" (Соляник, 1980). Вероятно, этому способствовал призыв Н.В. Васильева обратить внимание на полузабытую к тому времени гипотезу В.Ф. Соляника об электрических явлениях, сопровождающих полет и падение крупных болидов в связи с открытием резкого изменения палеомагнитных свойств в районе эпицентра Тунгусского взрыва (электровзрыв хорошо объясняет это явление).

Суть концепции В.Ф. Соляника заключалась в том, что МТ в результате взаимодействия с электромагнитными полями и атмосферой Земли накапливает на себе положительный

электрический заряд, в то время как его след в атмосфере получает заряд отрицательного знака. Накопленный положительный заряд индуцируется на поверхности Земли в виде «пятна напряженности» - электрического поля противоположного (отрицательного) знака²³. Взрыв МТ, в частности Тунгусского и Сихотэ-Алинского, произошел или в результате действия пондеромоторных сил при накоплении телом предельно допустимого заряда, или вследствие лавинного электрического разряда между МТ и «пятном напряженности» на земной поверхности. В «пятне напряженности» так же действуют гигантские пондеромоторные силы, которые могут взорвать земную поверхность и образовать кратерную структуру. (Возможно, В.Ф. Соляник занимает крайнюю позицию, полагая, что характерные метеоритные кратеры рождаются не от удара метеорита о землю и последующего взрыва, а в результате электроэрозионного механизма. Однако он допускает возможность импактного события, когда масса МТ достигает многих миллионов тонн: в этом случае оно сможет пройти всю атмосферу без предельно допустимого для него заряжения).

Идеи об электрических разрядах, сопровождающих полеты метеорных тел в атмосфере планеты, развивались и независимо от исследований В.Ф. Соляника в работах других отечественных ученых. Так, В.П. Докучаев (1960) допустил, что усиление электрополя в головной части метеорного ионизированного облака может превысить напряженность пробоя в тропосфере ($E_{\text{пробоя}} = 3 \times 10^4$ В/см), в результате чего возникает искровой разряд типа молнии между телом и поверхностью Земли.

К выводу о возможности электрического взрыва МТ в результате импульсного (разрядного) взаимодействия электрических полей вокруг них и полей, индуцированных на поверхности Земли, пришел и физик А.П. Невский (1978). Им был предложен другой физический механизм накопления заряда, но причина взрывов МТ, в том числе и Тунгусского, так же, с его точки зрения, была связана с электроразрядными процессами между МТ и поверхностью планеты.

Представления об аккумуляции на МТ сверхмощного электрического заряда было использовано Н. Л. Сергиенко и В. К. Журавлевым (1986) в более сложной модели Тунгусского взрыва, согласно которой внутри тела при торможении в атмосфере начинает действовать механизм высокоэнергетического плазменного сгущения, обеспечивающий необходимую высокую концентрацию электростатической энергии, которая и приводит к взрыву тела.

Высказанные идеи об электромагнитных свойствах болидов хорошо подтверждаются фактическим материалом, а именно – данными об электрических возмущениях в атмосфере и на поверхности Земли при пролете относительно малых (сгорающих или взрывающихся в высоких слоях атмосферы) метеорных тел.

Расчеты В.Ф. Соляника и А.П. Невского касались электроразрядных процессов, связанных со вторжением в атмосферу относительно малых метеорных тел (до 300м в диаметре). Каких же величин должно достичь электромагнитное поле и электроразряд при диаметре

²³ В.Ф. Соляник, вероятно ошибочно, полагал, что этот наведенный заряд должен быть равен заряду МТ, в то время как он должен быть меньше последнего в h^2 или $(R/h)^3$ раз, где h - высота МТ над поверхностью Земли, а R – его радиус.

космического тела один и более километров? Не достаточно ли этих величин для того, чтобы еще в процессе полета над поверхностью Земли МТ или его газовый ионно-электронный шлейф в атмосфере могли «вызвать огонь на себя» и инициировать серию мощных электрических разрядов из недр планеты? Предположение, что такой процесс возможен, и побудило автора выступить с гипотезой, объясняющей выявленную пространственно-временную связь между некоторыми астроблемами и их «диатремовыми шлейфами»

В.Ф. Соляник рассмотрел возможность образование электрического заряда на МТ в результате вхождения их в атмосферу Земли. Однако были ли электрически нейтральны эти тела ДО вхождения в атмосферу? Скорей всего, что нет. Космические странники должны были вступать в электрические взаимодействия еще задолго до того, как произошло их сближение с Землей.

Во-первых, не могли избежать они взаимодействий с солнечным ветром. Как известно, последний представляет собой поток плазмы с примерно равными объемными плотностями положительно и отрицательно заряженных частиц. Скорость этой плазмы увеличивается с ростом расстояния от Солнца, а концентрация частиц уменьшается. При расстоянии 1,6 млн. км скорость составляет 35 км/с, при расстоянии 10 млн. км – 150 км/с, на орбите Земли (149,6 млн. км) – 400 км/с. Плотность солнечного ветра составляет на орбите Земли – несколько частиц в кубическом сантиметре (Коптев, 2003). Каковы будут взаимоотношения между космическим телом, летящим в сторону Земли, и заряженными частицами в отрицательных и положительных секторах гелиомагнитного поля? Несомненно, что столкновение метеорного тела с потоком пересекающих его орбиту частиц должно отразиться и на электрическом заряде этого тела.

Однако тело приближается к Земле и входит в ее магнитосферу – дипольное поле, созданное магнитным ядром планеты. Напомним, что с солнечной стороны магнитосфера простирается от Земли на расстояние свыше 63 000 км (10 радиусов Земли), с обратной («ночной») стороны вытягивается в виде кометного хвоста длиной 630000 км (до 100 радиусов планеты). Магнитное поле препятствует проникновению к поверхности Земли частиц солнечного ветра, которые застревают во внешней магнитосфере и создают внешний радиационный пояс. Но воспрепятствовать проникновению космических тел магнитное поле, естественно, не в состоянии. Космические странники, приближаясь к Земле, так же вступают во взаимодействие с этим полем и получают от него какой-то заряд.

Далее на пути у приближающегося метеорного тела – ионосфера Земли, наиболее стабильный и глобальный пояс заряженных частиц на границах плотной атмосферы.

Следующий этап, который должно пройти МТ, связан с его вхождением в атмосферу. Что происходит на этом этапе, нам уже известно из работ В.Ф. Соляника и А.П. Невского.

5.2. Электрофонные явления

Термин "электрофонные болиды" был впервые предложен русским ученым П.Л. Дравертом в первой половине XX-го века применительно к тем метеорным телам в атмосфере Земли, полет которых сопровождается аномальными звуками - гулом, свистом, шипением, шелестом, треском, жужжанием, звуком рвущейся ткани, шумом песка, падающего на ли-

стья, и т.п. Главная загадочная особенность этих звуков заключается в том, что они могут предшествовать визуальному наблюдению болида или сопровождать его полет, что не позволяет отождествлять их с обычными акустическими волнами. Характерно, что домашние животные, а иногда и люди, начинают проявлять беспокойство до визуального появления болида, реагируя на исходящее от него энергетическое воздействие.

Полет Сихотэ-Алинского болида до того, как он взорвался в воздухе и разлетелся на тысячи фрагментов, сопровождался электрофонными явлениями, о которых ДО СИХ ПОР не упоминалось ни в одной научной публикации! Между тем очевидцы этого события одновременно с визуальным наблюдением тела слышали характерные звуки: шум летящих птиц, гудение самолета, шипящий грохот, жужжание, свист и т.п.

Известна еще одна характерная особенность электрофонных болидов: при их пролете иногда наблюдается активизация сейсмических явлений в виде слабых сотрясений земли (подземных ударов, толчков и т.п.). На этом явлении я так же подробно остановлюсь ниже.

Электрофонные явления долго не признавались официальной наукой, которая считала их порождением психологических особенностей очевидцев. Примерно такое же отношение в настоящее время имеет место при анализе сообщений, в которых говорится о звуках взрывной природы, сопровождавших пролет Тунгусского болида. Так, И.Т. Зоткин и А.Н. Чигорин (1988), анализируя характерные ошибки наблюдателей, в частности, пишут следующее (с.87): «Почти во всех случаях падений метеоритов или полетов мощных болидов находятся очевидцы, которые утверждают, что звуки и сейсмы (сейсмические возмущения - К.Х.), вызванные ударной волной (не электрофонные), услышаны раньше, чем замечены световые явления, т.е. собственно болид. Явление это относится к психологии свидетельских показаний и не должно считаться чем-то необычным».

Из этой цитаты становится ясна позиция ее авторов: они безоговорочно считают, что и взрывные звуки, и сейсмические возмущения, одновременные с пролетом болида, вызваны ударной волной. Короче говоря, очевидцы опять все перепутали и в силу "психологического эффекта" изменили нормальную последовательность явлений.

Ниже, на примерах Сихотэ-Алинского и Тунгусского болидов мы убедимся в том, что «учение о психологическом эффекте» представляет собой всего лишь антинаучный способ уйти от объяснения тех явлений, которые представлялись ученым нереальными или фантастическими.

5.2.1. Сихотэ-Алинский электрофонный болид

"В отечественной научной печати уже несколько десятилетий электрофонные явления, сопровождающие (а тем более опережающие) полет болидов, почти не упоминаются, вероятно, как не укладывающиеся в рамки современной физики"
В.С. Гребенников (1984)

Выпадение «железного дождя» 12 февраля 1947 года представляет собой главное событие в области метеоритики XX-го века. Тунгусская катастрофа, несмотря на то, что она явилась значительно более масштабным космогенным событием, не идет ни в какое сравнение с Сихотэ-Алинским. Еще бы! Исследователям Тунгусского «метеорита» не удалось найти ни одного, пусть даже самого мельчайшего, обломка космического пришельца, в то время как их коллеги по уссурийской тайге во время «метеоритной лихорадки» 1947-1950г.г. и 1967-1975г.г. собрали более **37 тонн** метеоритов!

В отличие от Тунгусской катастрофы, исследования которой начались почти через 20 лет после события, Сихотэ-Алинский метеоритный дождь начал изучаться практически сразу же после его выпадения. Это обстоятельство особо важно для такого вида информации, каким являются показания местного населения, у которого еще были свежи воспоминания о наблюдавшемся диве. Такой опрос был проведен группой исследователей во главе с казахстанским астрономом Н.Б. Дивари уже весной 1947 года. Были собраны показания около 300 очевидцев из 38 населенных пунктов.

Вот как описывает известный советский исследователь метеоритов Л.Е. Кринов (1981) общую картину падения метеоритного дождя по «своим впечатлениям», полученным в результате знакомства с показаниями свидетелей.

«В тихое и морозное, почти совершенно безоблачное утро 12 февраля 1947 г. в 10 ч 38 мин по местному декретному времени при полном солнечном освещении на небе появился болид. Сначала он имел вид яркой звезды, но затем быстро превратился в ослепительно яркий огненный шар, вскоре принявший несколько вытянутую форму. Болид стремительно пронесся по небесному своду в направлении приблизительно с севера на юг, оставляя позади себя клубящийся пылевой след из продуктов разрушения метеорного тела. Болид скрылся за сопками где-то в западных отрогах Сихотэ-Алиня. Во время движения болид дробился, в результате чего на последнем участке его видимой траектории наблюдался рой отдельных частей. Через несколько минут после исчезновения световых явлений раздались сильные удары, похожие на взрывы или стрельбу из тяжелых орудий. За ударами последовал грохот, а затем гул, далеко прокатившийся по тайге и многократно повторенный эхом в отрогах хребта. След, оставшийся на небесном своде после полета болида, в виде гигантской «дымной» полосы был виден в течение всего дня. Он постепенно искривлялся из-за сильных воздушных течений, господствующих в верхних слоях земной атмосферы. Вследствие того, что воздушные течения на разных высотах направлены в разные стороны, след принял зигзагообразную форму. Он, словно сказочный исполнинский змей, распростерся на небесном своде. Постепенно слабая и разрываясь на клочья, след исчез только к вечеру. Почти все очевидцы утверждали, что

полет болида продолжался не более 4-5 секунд. Болид наблюдался над территорией радиусом свыше 300 км, а звуковые явления были слышны на еще большем расстоянии от места падения метеоритного дождя.

Особенно интенсивные явления, сопровождавшие падение метеоритного дождя, наблюдались в селениях, расположенных приблизительно вдоль проекции траектории метеорного тела на земную поверхность. Очевидцы из этих населенных пунктов рассказывали, что при падении метеоритного дождя распахивались двери, вылетали из окон стекла, осыпалась с потолков штукатурка, выбивалось из топившихся печей пламя, вылетала зола с головешками.

Падение метеоритного дождя вызвало панический страх и у животных. Лошади ржали, коровы мычали; они срывались с привязей и в сильном испуге метались во все стороны. Собаки с визгом и лаем забивались под укрытия или убегали из селений в лес».

В приведенном описании, как и во всей книге Е.Л. Кринова «Железный дождь», ничего не говорится о звуках электрофонной природы, в результате чего у читателя создается впечатление, что полет Сихотэ-Алинского тела подобными явлениями не сопровождался. Между тем В.С. Гребенников (1984), составивший каталог электрофонных болидов Сибири, Урала и Дальнего Востока, отметил, что **«многие очевидцы пролетов Тунгусского и Сихотэ-Алинского метеоритов слышали синхронные с их движением различные звуки»**. Отметил, но... в свой каталог их почему-то не включил. А в более позднем каталоге электрофонных болидов, составленном В.А. Бронштэном, тем же В.С. Гребенниковым и Д.Д. Рабуновским (1988), об этих болидах не упомянуто даже единым словом. Ничего не сказал об электрофонных явлениях Сихотэ-Алинского болида и известный астроном В. Коваль (1989) в своей статье, посвященной этому событию.

Так были или нет электрофонные явления во время полета Сихотэ-Алинского космического пришельца? Попробуем разобраться в этом вопросе самостоятельно, используя сборник «Сихотэ-Алинский метеоритный дождь», т. I, М., 1959, где в статье казахстанского астронома Н.Б. Дивари приводятся показания очевидцев. К сожалению, как разъясняет вышеупомянутый автор, при обработке этих данных дважды вводились критерии отсева **недоброкачественных показаний**, в результате чего были использованы сообщения только 240 свидетелей. Что это были за критерии, остается неясным. Но есть основания полагать, что к недоброкачественным относились такие показания, какие не укладывались в прокрустово ложе научного кругозора исследователей этого уникального события.

Так, в работе Н.Б. Дивари даже не упомянут «самый главный свидетель» – монтер В.И. Ефтеев, который, по сообщению местного жителя И.П. Родзиевского, во время падения метеоритного дождя находился на телефонном столбе, а в момент вспышки «ощутил резкий электрический толчок от проводов, несмотря на то, что линия была выключена» (Кринов, 1981, с.62-63). Обратите внимание на то, что об этом уникальном свидетельстве мы узнаем не со слов самого Ефтеева, а от третьего лица. Никто из участников экспедиции, по-видимому, не счел необходимым снять с него персональные показания. Уж больно фантастическим (недоброкачественным!) показался им рассказ монтера! Кстати, за передачу «недоброкачественной» информации был «наказан» и сам

Родзиевский: его показания не были использованы Н.Б. Дивари при обработке свидетельств очевидцев ни в одном разделе. А между тем он был единственным, кто видел процесс зарождения болида: сначала он заметил **вспышку, похожую на молнию, ПОСЛЕ которой на небе появился блестящий огненный шар**. Далее он подробно описал процесс развития явления до заключительного взрыва тела (Кринов, 1981, с.62). Вероятно, что «вспышка, похожая на молнию» была расценена Н.Б. Дивари как результат большого воображения свидетеля, и его показания были заключены в папку с надписью «Недоброкачественные». Между тем, это ценное свидетельство подтверждает гипотезу В.Ф. Соляника (1959, 1980) и А.П. Невского (1978) о возможности электроразрядных взаимодействий между метеорным телом и поверхностью земли.

Обратимся теперь к статье Н.Б. Дивари. В главе "Звуковые явления" он приводит показания всех очевидцев, в том числе и тех, кто слышал какие-то звуки одновременно с пролетом болида. Показания последних я свел в нижеследующей таблице.

Табл. 5.1

Показания очевидцев электрофонных явлений, сопровождавших полет и воздушный взрыв Сихотэ-Алинского космического тела

№№ пп	Населенный пункт	Очевидец	Электрофонное явление	Наблюдатели электрофонных явлений к общему кол-ву наблюдателей в данном насел. пункте
1	Большой Силан	Глазова И.Г.	Одновременно со вспышкой света услышала взрыв	5/15
2	Там же	Петров	После блеска последовал пулеметный треск	
3	Там же	Хоменко Г.	Через некоторое время после блеска услышал треск , как из автомата	
4	Там же	Алексеенко М.К.	Находясь на маре (редколесье), услышал глухой тихий звук . Думал, что самолет, но, посмотрев, ничего не увидел. После этого – сильный блеск за спиной.	
5	Там же	Рабенко П.	Во время падения шаров был слышан шум . ПОСЛЕ их падения на землю сразу же услышал сильный взрыв, и по той же полосе, оставшейся в небе, звук пошел снизу вверх. Гремело около минуты.	
6	Там же	Москаленко И.	Выйдя на улицу, услышала грохот. ПОСЛЕ взрыва в воздухе шуршало ,	

			как вошенная бумага	
7	Дмитре - Васильевская	Ланге М.	При пролете, начиная с середины траектории, было слышно шипение	1/4
8	Благовещенка	Иващенко	Работая во дворе, неожиданно услышал резкий звук, напоминающий шипение контрпарящего паровоза. Затем последовал гул. Казалось, что загорелась изба.	2/6
9	Там же	Соломенник Ф.Е.	Находясь на улице, услышала шипение и гул и ЗАТЕМ увидела падающее тело.	
10	Виноградовка	Андреев	По полосе спускался красный клубок все ниже и ниже, и при этом были слышны разрывы . Казалось, что они происходят в том месте, куда в данный момент опустился клубок.	2/6
11	Там же	Гоголев Л.Д.	При падении болида были слышны шипение и свист . После падения – громоподобный звук	
12	Харьковка	Шаталов А.М.	Во время падения был слышен гул	1/1
13	Пасека "Дубовая сопка"	Касьянов Ф.	Еще до падения на землю был слышен гул , который, казалось, исходил из места разрыва болида.	1/1
14	Богуславец	Костенко М.	При пролете огня по небу слышал шипение .	1/3
15	Иман	Сито Н.Л.	Услышал гул , а потом посмотрел и увидел огонь	1/7
16	Муровка	Лещенко А.М.	Во время пролета был слышан шум	1/3
17	Графская	Соколовский М.С.	Когда летел, был слышан звук со свистом	2/5
18	Там же	Антонов М.С.	Услышал гул , ЗАТЕМ был взрыв (один)	
19	Туманная	Бердышев В.Т.	Когда летел, был шум . С приближением к земле шум увеличивался. Услышал несколько тресков, а затем глухой взрыв.	2/2
20	Там же	Ильченко А.А.	Летел с шумом . Когда упал, произошел большой взрыв.	

21	Княжевка	Нечайло Т.Н.	Был звук, напоминающий шум летящих птиц	2/3
22	Там же	Иванова М.В.	Метеорит летел с шумом	
23	Гоголевка	Фитак З.С.	Неожиданно услышал гул . Подумал – самолет. Вышел из дома и увидел дым, а впереди огонь красного цвета.	3/8
24	Там же	Белоцкая М.Е.	Когда метеорит летел, было слышно шипение	
25	Там же	Шкиринда Г.В.	Во время полета слышала шипение	
26	Звенигородка	Заблодский Д.И.	Когда падал, был слышен звук .	3/6
27	Там же	Кудрявцев А.М.	Неожиданно услышал шум , ПОТОМ в глазах стало светло. Когда упал, услышал один глухой звук, а затем несколько.	
28	Там же	Тутуевский Е.Ф.	Когда метеорит летел, был слышен звук наподобие гудения самолета . Когда он рассыпался, звук усилился . После падения слышал очень сильный взрыв.	
29	Имано-Вакская	Ткаченко А.Е.	Вдруг послышался гул самолета . Когда упало, слышал несколько взрывов.	2/8
30	Там же	Залозная М.Н.	Стояла в конюшне. Услышала какой-то звук . Посмотрела и увидела огонь красного цвета.	
31	Вербовка	Новаковский И.А.	Неожиданно услышал сильный гул , что и заставило обратить внимание. Во время падения было слышно жужжание . ПОСЛЕ падения услышал несколько глухих взрывов.	2/7
32	Там же	Лукачева Е.Г.	Метеорит падал с шипящим грохотом . Когда метеорит засветился, сразу же начало жужжать (шипеть) . После падения – сильный звук.	

Данные табл.5.1 бесспорно свидетельствуют о том, что электрофонные явления в процессе полета болида имели место. Очевидцы указывают именно те звуки, какие характерны для электрофонных явлений в процессе полета космического тела в атмосфере Земли – жужжание, свист, гул, шипение, шум летящих птиц... Предположение о том, что свидетели могли быть осведомлены об этих электрофонных особенностях болидов и применили свои знания к данному случаю, выглядит абсолютно абсурдным и невероятным.

Представляет интерес и сообщение И. Москаленко (№6) из дер. Большой Силан: выйдя на улицу, она услышала грохот; а уже ПОСЛЕ взрыва в воздухе **шуршало**, как воцеленная бумага. Если она не перепутала последовательность событий, то электрозвуковые явления имели место не только в процессе полета тела, но и после прихода его баллистической волны. Впрочем, достоверность ее показания подтверждается аналогичными свидетельствами при пролете Чулымского болида (см. ниже).

Почему об электрофонных явлениях Сихотэ-Алинского болида ничего не было сказано?

*"Ученый, сверстник Галилея,
Был Галилея не глупее:
Он знал, что вертится Земля,
Но у него была... семья"*

Е. Евтушенко

Как же объясняют эти звуки составители вышеотмеченной монографии, специалисты по метеорным явлениям – редакторы (академик В.Г. Фесенков и Е.Л. Кринов) и Н.Б. Дивари, составитель главы «Явления, сопровождавшие падение метеоритного дождя...». Вот, что по этому поводу написано на стр.76:

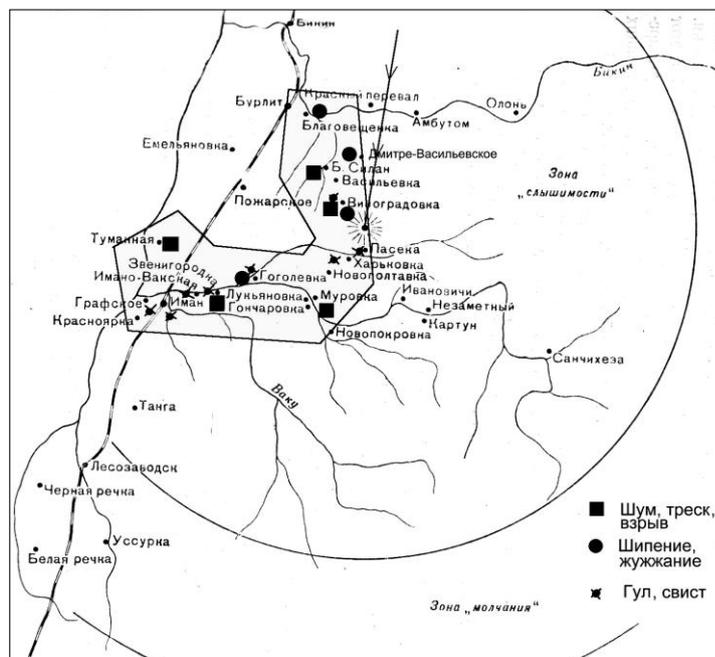


Рис. 5.1. Карта звуковых (по Н.Б. Дивари, 1959) и электрофонных (по автору) явлений. Стрелкой показана траектория полета болида. Территория, где наблюдались электрофонные явления, выделена заливкой. К сожалению, деревни Вербовка и Богуславец, где так же слышались "звуки с неба", на карте не обозначены. Местоположение и название населенного пункта, в котором монтер Ефтеев

получил удар тока, выяснить не удалось.

"Было ли что-либо слышно одновременно с падением метеорита? На этот вопрос утвердительно ответили 25 человек (не 25, а 31! - К.Х.). Однако всюду имеются и очевидцы, которые подчеркивали, что во время движения никаких звуков не было слышно... Учитывая все это, сейчас трудно сделать положительный вывод о реальности звуков, слышавшихся одно-временно с движением метеорита. Тот факт, что только небольшое число очевидцев указывает на это явление, а остальные (большинство) его не отмечали или даже прямо отрицают, заставляет сомневаться в его физической реальности. Возможно, что такие показания о звуках, слышавшихся одновременно с полетом метеорита, связаны чисто с психологическими факторами...".

Такое объяснение не впервые придумано автором этой цитаты. Некоторые ученые, например, К. Уайли в 1929г., Ч. Оливье в 1931г. и Б.Ю. Левин в 1944г., широко использовали термин «психологические эффекты», не допуская реальности звуков, о которых сообщали очевидцы. Они объясняли этот эффект следующим образом: **наблюдателю КАЖЕТСЯ, что он слышит звук, которого в действительности не существует** (Бронштэн и др., 1988). Говоря о «психологических факторах», по этому же пути пошли и составители монографии «Сихотэ-Алинский метеоритный дождь». А ведь ко времени выхода рассматриваемой работы уже было опубликовано несколько каталогов электрофонных болидов, в том числе каталог И.С. Астаповича (1951) со 163-мя объектами. Обобщая данные этого каталога, наш известный ученый пишет уже вполне определенно, что «наличие своеобразных шипящих, свистящих шорохов и тресков, *одновременных* с полетом ярких болидов, а иногда и предшествующих за 1-2с их интенсивному свечению, *является объективным наблюдательным фактом*». А омский профессор П.Л. Драверт, автор термина «электрофонные болиды», в 1940 г. полагал, что **«все болиды, из которых падают метеориты, должны производить описанные... звуки, только не все их слышат... то же вероятно и для болидов, не давших метеоритов, но распылившихся достаточно низко»** (Астапович, 1951). В настоящее время уже не остается сомнений в том, насколько был прав профессор в том далеком 1940-ом году.

Могли ли не знать об этих выводах авторы рассматриваемого фолианта, когда подготавливали его к изданию? На этот вопрос можно ответить только отрицательно – не могли! Знали! Но кое-кто из влиятельного руководства КМЕТа и Академии Наук, по-видимому, НЕ ВЕРИЛ в существование электрофонных явлений, руководствуясь известным научным принципом «этого не может быть...»²⁴. И поэтому замалчивание явных фактов, свидетельствующих о реальности электрофонных явлений, представляло собой своеобразный тактический реверанс со стороны подчиненных ему коллег.

В наиболее сложном положении оказался сам Е.Л. Кринов, который в возрасте 13-ти лет наблюдал электрофонный болид. Вот, как он описывает это явление (Бронштэн и др., 1988, с.164): «1919г., 7 апреля, под утро. Тамбовская обл., Моршанский уезд... Болид зе-

²⁴ Подозреваю, что это был академик В.Г. Фесенков.

леновато-желтого цвета летел с юга на восток... на высоте 15-20° под углом 10-15° к горизонту. **Синхронно с искрением болида слышался сухой треск, как горящая лучина или сухое еловое дерево.** Через 30-45с раздался два-три удара».

Свою «тайну» Е.Л. Кринов хранил целых 63 года и рассказал о ней лишь в 1982г. Это означает, что во время знакомства с показаниями очевидцев об аномальных звуках Сихотэ-Алинского болида он прекрасно понимал, о чем идет речь. Но молчал, поскольку... «у него была семья». Таковы пути новых идей и открытий в науке!

О поведении животных с приближением болида

*"Проснулся от того, что
завыли собаки и заплакали дети...
затем кто-то стал стучать
в землю под чумом и качать его...
кто-то сильно начал стрелять из ружей...
затем сильный толчок свалил нас с ног..."*

Из рассказа У. Шанягиря
И.М. Суслову о Тунгусской катастрофе

Выше я уже приводил выдержку из книги Е.Л. Кринова, где он описывает необычное поведение животных во время события. Однако авторы монографии не снизили до рассмотрения «показаний» братьев наших меньших и не уделили им ни строчки в своем научном труде. Между тем, как пишет В.Ю. Казнев (1991), человек слышит звук в диапазоне частот от 20 Гц до 20 кГц, но в действительности эти стандартные границы для различных наблюдателей могут быть как сужены, так и расширены. Порог восприятия зависит так же от возраста наблюдателя. Если у детей верхний предел по частоте выше, чем у взрослых, то у пожилых людей чувствительность уха к звукам высокой частоты снижена во много раз. Вот почему не все очевидцы слышат звуки электрофонной природы.

В отличие от человека, частотный диапазон слышимости звука животными выходит далеко за пределы вышеуказанного диапазона. Верхняя граница частоты у них много больше 20 кГц. Так, с помощью свистка Гальтона можно извлекать ультразвуковые волны, которые собаки слышат, а человек нет. Поэтому нет ничего удивительного в том, что домашние животные первыми беспокойно реагируют на приближение электрофонного болида, хотя его визуально может быть еще и не видно.

Прочтите еще раз эпиграф к этой главе, и вы убедитесь, что дети и домашние животные (в данном случае – собаки) – самые надежные «регистраторы» предвестников болидов: они раньше других чувствуют приближение опасности!

В заключение остается только сделать уверенный вывод, касающийся беспокойного поведения животных при появлении Сихотэ-Алинского болида. Наши «братья меньшие» в очередной раз предупреждали нас своим поведением о надвигающейся опасности. К сожалению, ни их хозяева, ни приехавшие на место происшествия ученые из Академии Наук не смогли этого понять.

5.2.2. Тунгусский электрофонный болид

Несмотря на многочисленные публикации, посвященные Тунгусскому событию, статьи с описанием электрофонных явлений, сопровождавших полет Тунгусского Космического Тела (ТКТ), мне неизвестны. Так, например, в книге В.А. Бронштэна (2000) об этих явлениях не говорится ни единым словом. Отсутствуют эти данные и в каталогах электрофонных болидов (Гребенников, 1984; Бронштэн и др., 1988). Не найдете вы соответствующей информации и в более ранней книге В.А. Бронштэна (1987), в которой одна глава посвящена электрофонным явлениям, а другая - Тунгусскому событию.

Упомянуты электрофонные явления Тунгусского болида лишь в статье Д.В. Демина, А.Н. Дмитриева и В.К. Журавлева (1984). Однако авторы рассмотрели в одном информационном блоке все звуки, какие слышали очевидцы, вне зависимости от того, откуда они исходили: от летящего болида или от места взрыва ТКТ. Аналогичным образом они смешали и все сейсмические явления, хотя и отметили, что последние сопровождали, с одной стороны, ПРОЛЕТ ТКТ, а с другой - его РАЗРУШЕНИЕ.

Таким образом, приводимые ниже данные существенно конкретизируют информацию об электрофонных и сейсмических явлениях, связанных с пролетом ТКТ.

При отборе свидетельских показаний я пользовался трудом Н.В. Васильева, А.Ф. Ковалевского, С.А. Разина и Л.Е. Эпиктетовой «Показания очевидцев Тунгусского падения» (Томск, 1981), а вернее - его электронным вариантом на сайте www.tunguska.ru. При этом, во избежание грубых ошибок, я провел разбраковку данных и изъясил из общего массива показаний те из них, которые связаны с пролетом какого-то вечернего болида. Поэтому ниже приводится только та информация, принадлежность которой к Тунгусскому событию как будто не должна вызывать каких-либо сомнений.

* * *

Звуки, которые слышали очевидцы одновременно с пролетом ТКТ, можно подразделить на две группы:

а) звуки, типичные для электрофонных явлений:

шипение, как раскаленное железо в воду опускают, как дом горит;

шум, как от крыльев испуганной птицы, как при полете птиц;

шум, как от сильного ветра, как ветра в лесу, "как дождь идет";

треск, треск "как из пулемета", "как по штaketнику палкой";

звуки пх-пх, пух

гул, гул как эхо.

свист.

б) звуки явно взрывной, но не акустической, природы:

гром, грохот,

сильные взрывы или стрельба,

звуки "бух-бух".

Несколько десятков показаний очевидцев (точнее – 63) бесспорно свидетельствуют в пользу того, что схема "сначала слышу звук (в том числе и взрыв), а затем вижу болид" надежно обоснована. Такого нельзя придумать, и никаким "психологическим эффектом" объяснить невозможно. Просто мы имеем дело с явлениями, недостаточно еще нам понятными. Взрывные звуки, которые слышат очевидцы ДО визуального наблюдения

болида, несомненно, представляют собой одну из разновидностей звуков электрофонной природы. Для иллюстрации приведем одно из самых достоверных описаний этих явлений в показаниях наиболее образованного жителя тех мест, политического ссыльного Т.Н. Науменко, находившегося во время события в селе Кежма. "Точно не помню, 17-го или 18-го июня 1908 г. около 8 часов утра мы с тов. Грабовским строгали "двуручником" доски. И вот около 8 часов утра (Солнце уже поднялось довольно высоко) **вдруг чуть-чуть послышался отдаленнейший, еле слышный звук грома**; это заставило нас невольно оглянуться во все стороны: при этом - звук послышался как будто из-за р. Ангары, так что мне сразу же пришлось круто обернуться в ту сторону, куда я сидел спиной, но так как до горизонта на небе вокруг нас нигде не было видно ни одной тучки ..., то мы, полагая, что гроза еще где-то далеко от нас, снова принялись было строгать доски. **Но звук грома начал так быстро усиливаться**, что мы не успели строгануть больше трех-четырех раз, и нам пришлось бросить свой рубанок и уже не сидеть, а встать с досок, так как звук грома нам казался уже чем-то необыкновенным, поскольку туч на горизонте не было видно; при этом в момент, когда я встал с досок, среди **быстро усиливающегося звука грома раздался первый, сравнительно небольшой удар**; это заставило меня быстро повернуться полуоборотом направо, т.е. к юго-востоку, откуда на меня падали лучи яркого Солнца, и мне пришлось поднять глаза несколько вверх в направлении послышавшегося **удара грома, в том именно направлении, откуда на меня смотрели лучи Солнца**... Когда я быстро повернулся в направлении удара, то лучи Солнца пересекались (наперерез) широкой огненно-белой полосой с правой стороны лучей, а с левой по направлению к северу (или, если взять от Ангары так - за Кежемское поле) в тайгу летела неправильной формы, еще более огненно-белая (бледнее Солнца, но почти одинаковая с лучами Солнца) несколько продолговатая масса в виде облачка, диаметром гораздо больше луны ..., без правильных очертаний краев".

Итак, согласно показаниям Науменко, во время полета ТКТ было слышно **несколько ударов явно неакустической природы** - акустические волны должны были достичь наблюдателя только спустя несколько десятков секунд, уже после того, как произошел взрыв тела. Если бы показания Науменко были бы единственными, им можно было бы и не поверить. Но подобных ему - несколько десятков. Вот - только некоторые из них:

1. Житель с. КЕЖМА Кокорин К.А по записи Е.Л.Кринова: «... дня за три-четыре до Петрова дня, часов в 8-9 утра, не позже. Он вошел в баню (во дворе), успел снять верхнюю рубашку, как вдруг **услышал звуки наподобие пушечных выстрелов. Звуки были слышны во время полета шара**, но они сразу прекратились, когда шар скрылся за лесом.

2. Житель д. МОЗГОВАЯ Кежемского района, Канского округа: "Боронил я с товарищем Тимошкой на острове. Легли мы отдыхать. Только заснули, слышим челядь рвет. Мы соскочили, а где-то далеко так и грохает: "гро - гро - гро! ..." Ну, мы крестимся, на небо глядим. А **"это" под-сивер идет: тук, тук, тук, да как разорвется и светлая полоса родится, а потом опять тук, тук, гр-р-р-ах! и снова свет доспеется.**

3. Привалихин С.И., опрошенный Е.Л. Криновым в 1930 г., житель д. КОВА (на Ангаре): «...было это во время бороньбы паров перед Петровым днем в совершенно ясный день утром после чая. Солнце поднялось уже довольно высоко. Мне было в то время лет 15. Я находился в 10 верстах от деревни Ковы, на пашне... Вдруг **услышал как бы несильный выстрел из ружья (один удар)** вправо от себя. Я тотчас же **повернулся и увидел летящее как бы воспламененное, вытянутое**: лоб шире, к хвосту - уже, цветом, как огонь днем (белый) ...».

4. Е.С. Даонова и Д. Пикунова, как и Шигильдичины, находились 30 июня 1908 годы на эвенкийском стойбище в районе ТЭТЭРЭ. **Их разбудили сильные звуки, напоминающие винтовочные выстрелы**, а затем раздался невероятный грохот.

5. Быков Пудован Андрианович, 1884 г. рождения. Пункт наблюдения - с. НЕДОКУРА, где и опрошен. "Назем возили. Время - пораньше 10 часов, в июне. У брата конь упал на колени. Гремело может, четверть часа. Метеор долговатый, более солнца раза 2-3. Цвета - как синий, как огонь. Как самолет летел. Звук страшный от него, гораздо страшнее грома. **Как летел, так и гремел, дрожали окошки.**

6. Колпаков Василий Леонович, 1891 г. рождения, с. ПРОСПИХИНО. "Часов в 7 утра, в завтрак, начало восьмого. На поле пахали. **Летело, звук громадный был.** Как упал, то земля задрожала и чашки полетели с полки. **Вначале звук большой.** Не как гром, а один раз: "**Бух!**". **На гром не похоже.** Летел с огнем. Как радуга-дуга, полосой шёл. Полоса розовая, скрасна. Спереди почти той же толщиной. Цвет везде одинаков. ... **Первый раз акнуло, когда тело было в начале траектории.** Когда упало, тоже раз ударило...»

7. Скуризин Егор Титович, 1889 г. рождения, с. БЕДОБА (на притоке Ангары реке Иркинеево): «Пахал, после посевной, часов в 10 утра. Пришел я заменить отца, вдруг **слышу: ток-ток-ток. Стрельба, как из пулемета. Потом смотрю - красная полоса летит...**»

8. Ступин Иван Калинович, 1901 г. рождения, дер. СТУПИНО (вниз от Нижнеилимска около 8 км.): «Весной - летом (май), утром, часов 8-9. Дом перекладывали, были наверху, хотели идти пить чай. Был теплый солнечный день, Солнце недавно взошло. **Услышали странный звук**, небо разошлось, пронеслась огненная полоса... **Звук появился раньше, чем появилось...**».

9. Сизых Анисим Алексеевич, 1896 г. рождения, с. ЗАЙМКА на Ангаре, в 40 км ниже Кежмы. По его словам, болид летел низко, с незначительным уклоном к горизонту. Думал, что упадет за рекой. Летел почти над Заимкой, немного ниже по течению. Тело показалось черным, с огненным хвостом. **Звуки были, как взрывы.** После того, как он пролетел, был сильный взрыв. Конь упал на колени. В деревне вылетели стекла. В хвосте был огонь и летели искры. Взрывов было 3-4. Погода была ясная.

10. Брюханов Иван Гаврилович, 1891 г. рождения, с. КЕЖМА, река Ангара: "В год падения метеорита было лет 18. Утро было ясное и солнечное. Ехал на коне по острову (3 км выше Кежмы). Это произошло не позднее 10 часов утра (точное время не помнит). **Сначала раздался треск как будто из пулемета, та-та-та. ЗАТЕМ** появилась радуга-дуга. Было несколько полос различного цвета, красный, синий... Когда дуга опустилась, сильно грохотало, как будто гром гремел".

11. Фарков Феофан Самуилович, 1897 года рождения. В 1908 году жил в поселке ЕРБОГАЧЕН. «**Услышал грохот** и посмотрел на юг. Увидел - по небу летит огненный снап. Заметил его, когда он был уже юго-западнее ЕРБОГАЧЕНА. Огненный снап летел слева направо, т.е. на запад... Окна дребезжали».

12. Из письма Алкснис Дарьи Ивановны, 1892 г. рождения: «В селе ПРЕОБРАЖЕНКЕ в июне 1908 г. всем семейством мы окучивали картофель. Погода была тихая, ясная, теплая. **Вдруг слышим сильный гул и грохот.** Смотрим - над лесом в сторону амбарчиков (азимут 285°) летят большие раскаленные камни, и то место покрылось огненной полосой. После этого долгое время пахло гарью».

13. Фарков Иван Васильевич, 1887 г. рождения. «В Подволошино шитики тянули. Подходили к НЕПЕ. Вдруг смотрим, летит по небу, как огонь, большая куча... **От неё только шум вроде грома.** Летело высоко. Летело по левой стороне по течению напересечку. Видно хорошо было пламя, как будто горит Непа. Прямо пламя настоящее, большое, как снап, длиннее, больше снопа».

14. Инёшина Катерина Васильевна, 1890 г. рождения, наблюдала в деревне НЕПА, там же и опрошена: "Была в поле. Косили осоку. **Слышали сначала не гром, а "Пх", "пх". Начинает сильнее греметь. Потом все потемнело и явился снап огненный...**"

15. Новосельцев Константин Гермогенович, 1896 г. рождения: «Жил в ДАНИЛОВО. Возили навоз. **Стук ударил. Вверху - вроде снопа с искрами.** Был красный - впереди белое, а за ним, как огонь. Были большие удары...».

16. Верхотурова Евдокия Ивановна, 1883 г. рождения. Жила в НИЖНЕ-КАЛИНИНО. "...**Начало стрелять, бухать. Скот кинулся к выходам. Вылетело, то ли снап, то ли бревно, а от него искры. Трясение было сильное, стекла брякали, посуда падала.** Увидела сразу. Полетел как будто на Хахалину (был поселок). Не снижался. Ушел туда, где Солнце на закате. После падения все сильно тряслось. Летел не быстро, медленнее самолета. Было перед обедом".

Не будем более утомлять читателей. Из этих показаний уже достаточно четко видно, что электрофонные «звуки с неба» имели место во время полета Тунгусского болида. Анализируя характер распределения наблюдений электрофонных явлений на площади, можно сделать уверенный вывод: никаких закономерностей в распределении этих явлений

относительно трассы пролета ТКТ не устанавливается. Вероятно, что одна из причин этого – отсутствие очевидцев в районах, расположенных севернее места взрыва. Электрофонные явления фиксировались даже теми наблюдателями, которые находились на расстоянии до 400 км и более от траектории ТКТ и места его взрыва.

5.2.3. Другие болиды

Желающих познакомиться с электрофонными явлениями болидов я еще раз отсылаю к их описанию в Каталоге электрофонных болидов (Бронштэн и др., 1988) Описание двух главных событий метеоритики XX-го века – Тунгусского и Сихотэ-Алинского, сопровождавшихся электрофонными явлениями, но почему-то не попавших в этот Каталог, достаточно подробно описано выше. Вывод профессора П.Л. Драверта о том, что **все болиды, из которых падают метеориты, должны производить описанные [электрофонные]... звуки, только не все их слышат...** нашел свое подтверждение в результате двух крупных космогенных событий на рубеже тысячелетий на территории России - Чулымского и Витимского.

Чулымский болид. 26 февраля 1984 года в 20 часов 40 минут по местному времени жители Южной Сибири явились свидетелями необычного зрелища: на небе внезапно появилась яркая звезда, похожая на осветительную ракету, которая стала быстро увеличиваться в своих размерах и превратилась в огненный шар с длинным оранжевым хвостом. Первоначальный голубой цвет звезды постепенно сменился на оранжевый и красный. Затем произошли 2-3 особенно ярких вспышки голубого с зеленоватым отливом света, в результате чего местность под трассой полета болида была освещена, как днем. В стороне, противоположной болиду, было отмечено появление яркой движущейся радуги. Метеорное тело оставило свой яркий огненный след над Красноярским краем, Кемеровской, Новосибирской и Томской областями, постепенно снижаясь к реке Чулым. Там, находясь на высоте около 10-12 км, оно внезапно ослепительно вспыхнуло голубым светом и взорвалось, распавшись сначала на два, а затем на три фрагмента. Вместе с потоком красных искр они устремились к земле, но быстро рассыпались и погасли, так и не долетев до земли. Образовавшаяся при взрыве воздушная волна в радиусе более 150 км воспринималась свидетелями как сильный раскат грома.

В Томском университете сразу же после события был организован поисковый отряд во главе с Д.Ф. Анфиногеновым с целью опроса населения "по свежим следам" события. Институтом геологии и геофизики Сибирского отделения АН СССР была организована экспедиция в бассейн реки Чулым с целью найти и собрать остатки метеорита. Их обнаружить так и не удалось, но зато общее количество опрошенных в 157-ми населенных пунктах очевидцев события составило 623 человека! Их показания позволили не только надежно реконструировать вышеописанную картину пролета болида, но выявили и еще целый ряд очень ценных новых характеристик. Остановимся на них подробнее.

Прежде всего, 275 свидетелей отметили, что **пролет огненного шара сопровождался характерными электрофонными звуками**, которые долетали до них иногда прежде, чем болид наблюдался визуально. Странные звуки напоминали очевидцам уже знакомые нам шелест листьев, жужжание работающего двигателя, гул, шипение, треск, свист, слабое дребезжание под ветром металлического листа на крыше и т.п.

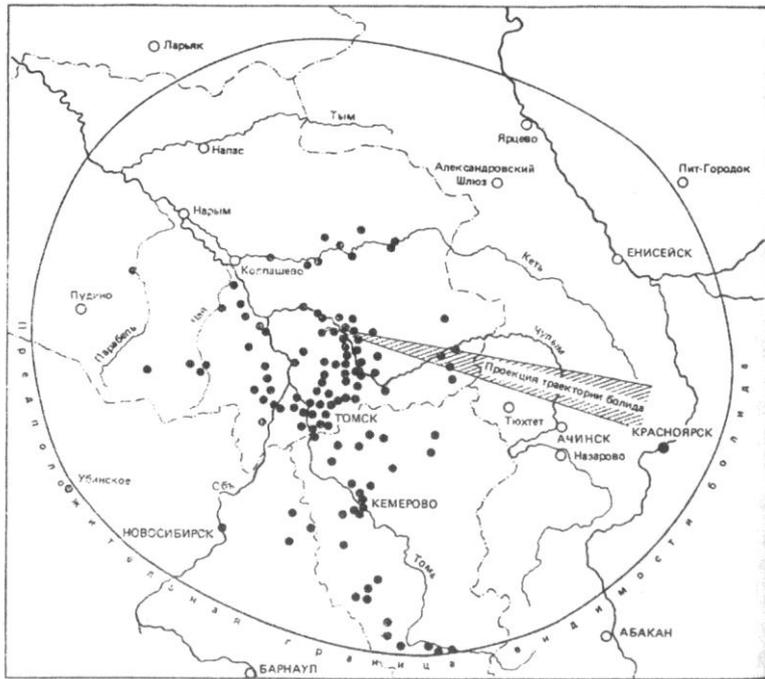


Рис.5.2. Схема пролета Чулымского болида. Черными кружочками отмечены пункты, откуда получены показания очевидцев (по Анфиногенову и др., 1987)

Звуки с неба сопровождали весь пролет болида и даже продолжались 1-2 секунды после его исчезновения (вспомним, что одна из свидетельниц электрофонных явлений Сихотэ-Алинского болида - И. Москаленко из дер. Большой Силан - так же отметила звуки явно электрофонной природы: уже ПОСЛЕ взрыва в воздухе **шуршало, как вощеная бумага**). Несмотря на то, что Чулымский болид по своим размерам и масштабам явления значительно уступал Тунгусскому событию, он по праву может называться его "двойником" на следующих основаниях.

Во-первых, место проявления болида - Сибирь, и направление траектории его полета - с восток-юго-востока на запад-северо-запад - совпадают с таковыми у ТКТ. То, что эта траектория смещена несколько в южном направлении, представляется несущественным. Во-вторых, что самое поразительное, Чулымский болид так же, как и Тунгусский, явился предтечей кометы Галлея: и тот, и другой появились на 2 года раньше нее. Это обстоятельство позволяет сделать вывод, что оба космических тела находились на той же орбите, что и комета, которая движется в космическом пространстве в сопровождении целого роя тел-спутников, рассредоточенных вокруг нее на значительных расстояниях. Такие тела, в частности, и бомбардируют нашу планету с интервалом в 76 лет (по материалам Анфиногенова и др., 1987).

Витимский болид. В начале нового тысячелетия, 26 сентября 2002 года, космос приподнес нам еще один сюрприз. В этот день в 1 час 50 минут ночи по местному времени между золотопромышленным поселком Бодайбо и пос. Мама (Иркутская область)

пролетел космический объект, который взорвался примерно в 80-ти км севернее пос. Бодайбо (см. рис. 5.3). До сих пор неизвестно, произошел ли взрыв в воздухе или в результате удара тела о землю, так как иркутские исследователи никак не могут найти место взрыва космического пришельца (поскольку, с точки зрения автора, ищут его намного южнее). Громкий пронизывающий свист, который описывает один из жителей г. Бодайбо, несомненно, представляет собой одну из разновидностей электрофонных явлений.

Необходимо прокомментировать этот рисунок. Место взрыва тела изображено на нем на расстоянии 80 км от г. Бодайбо, то есть там, где его еще никто не искал. Для определения местонахождения этой точки я



Рис. 5.3. Схема трассы пролета Витимского болида и местонахождения связанных с ним аномальных явлений. Составил автор по материалам опроса очевидцев. а-б – точки трассы полета болида, зафиксированные с американского спутника: появление (а) и исчезновение в облачности (б); место взрыва тела по расчетам автора (с). В

пос. Мама наблюдались наведенные болидом электрические токи; в пос. Луговской (Луговка) зафиксированы сейсмические явления во время пролета болида. Стрелка с цифрой 80км – расстояние до места взрыва по данным А. Дорошка.

воспользовался показаниями Александра Дорошка, жителя г. Бодайбо. В момент яркой вспышки где-то на севере от города он догадался **засечь время по часам**: звук взрыва дошел до него через 4 минуты, а значит он прошел за это время расстояние $240с \times 330м/с = 79,2$ км. Таким образом, продолжив линию трассы болида до места, в котором расстояние до Бодайбо будет равно 80 км, мы получаем местонахождение точки взрыва болида. Конечно же, более точное ее расположение должно вычисляться на топографической карте, а не на административной 1988г. (которую использовал автор), содержащей большие искажения. Но факт остается фактом: искать место взрыва нужно значительно севернее тех районов, где безуспешно пока иркутские ученые и московские уфологи, руководимые В.А. Чернобровом, пытались его обнаружить.

5.3. Бесспорные свидетельства электрических воздействий со стороны болидов

В последние десятилетия отмечено, что многие электрофонные болиды являются источниками электромагнитных возмущений в атмосфере и на поверхности Земли и создают помехи в работе электро-, радио- и телеаппаратуры.

Электрофонные явления несомненно связаны с электромагнитным излучением, исходящим от летящего космического тела и значительно (до нескольких сотен километров) опережающим его положение на трассе полета. То, что метеорные тела (МТ) в атмосфере Земли являются источниками электрических возмущений, в настоящее время можно считать бесспорным фактом, на который уже давно обращено внимание в научной литературе (Астапович, 1958; Докучаев, 1960; Иванов и Медведев, 1965; и др.).

Давайте еще раз отдадим должное единственному человеку в мировой истории, который стал широко известен в научных кругах в результате того, что его ударило током. Это был уже упоминавшийся выше монтер А. В. Ефтеев, который при взрыве СИХОТЭ-АЛИНСКОГО ТЕЛА получил сильный удар тока от проводов отключенной телефонной линии (Кринов, 1981). Однако этот случай получил огласку лишь 22 года спустя после выхода знаменитой монографии о Сихотэ-Алинском метеорите: официальная академическая наука СССР не сочла возможным зафиксировать данные, объяснение которых требовало пересмотра существующих знаний о свойствах болидов.

Более поразительные факты были выявлены в результате опроса свидетелей пролета над Сибирью ЧУЛЫМСКОГО БОЛИДА в феврале 1984г. Помимо электрофонных явлений удалось установить, что болид индуцировал на земные техногенные объекты сильные электрические поля. В результате этого в населенных пунктах, над которым пролетало метеорное тело, отмечались **устойчивые телевизионные помехи, перегорали электрические лампочки (в одной квартире их перегорело сразу четыре), мигало и отключалось уличное освещение...** Но особенно ценным является факт **перегорания фотоэлементов автоматического отключения уличного освещения** в г. Томске, что возможно при напряжении электрического тока более 10^4 В/м. Следовательно, напряжение наведенного болида электрического тока на поверхность Земли превышало эту величину! Никогда еще в истории метеоритики электромагнитные характеристики МТ не изучались на столь обширном фактическом материале, не позволяющем усомниться в достоверности электрических воздействий со стороны болида на земные объекты (Анфиногенов и др., 1987)

ВИТИМСКИЙ БОЛИД, как и Чулымский, явился генератором электрического тока. Так, в пос. Мама, расположенном **в 70 км (!)** от трассы пролета болида, в ту ночь произошли замечательные события. Рассказывает Георгий Константинович Каурцев, сотрудник службы безопасности местного аэропорта: «Ночью электричества не было, поселок был обесточен. Я проснулся - вижу, вспышка на улице. Выключенная люстра засветилась вполне накала. Через 15 - 20 секунд пошел земной гул. Назавтра пришел в диспетчерскую аэропорта, стрелки охраны Семенова В. И. и Березан Л. Н. рассказали следующее. Они вышли на обход, и увидели, что на столбиках ограды метеоплощадки аэропорта "горят лампочки". Очень испугались. Огни горели 1 - 2 секунды по периметру ограждения. Высота деревянных столбиков примерно 1,5 метра». Подобные огни – «огни Святого Эльма» - часто наблюдают моряки над мачтами своих кораблей, особенно во время шторма. Но при пролете болида такие случаи ранее нигде не описывались.

Вероятно, что наиболее сильным электромагнитное излучение могло быть во время взрыва тела, когда оно и навело электрический ток в проводах.

Как объяснили иркутские физики, полет болида вызвал сильное возмущение магнитного поля Земли, а его изменение привело к появлению электрического тока в замкнутой сети.

Подводя итоги вышеизложенным данным, можно констатировать, что электромагнитные излучения, исходящие от болидов во время их пролетов и взрывов являются их хорошо задокументированным свойством, не нуждающимся в каких-либо дополнительных доказательствах.

5.4. Сейсмические возмущения, инициированные болидами

В конце прошлого века в печати появились публикации, посвященные проблеме взаимосвязи между тектоническими и метеорными явлениями. Постановка этой проблемы представляется чрезвычайно актуальной, так как сейсмические явления, связанные с пролетами в атмосфере Земли метеорных тел (МТ), уже давно являются бесспорным фактом и нуждаются в научном объяснении.

А.Ю. Ольховатов (1990,1991) привел убедительные примеры сейсмических возмущений, которые не только сопровождают полеты болидов, но даже и предшествуют их визуальному обнаружению на небе. При этом совершенно справедливо отмечается связь между этими возмущениями и электрофонными явлениями, представляющими, по мнению А. Ю. Ольховатова, генерацию болидом переменного электрического поля с амплитудой не менее нескольких сот В/м или воздействие электромагнитного излучения радиочастот с интенсивностью порядка нескольких В/м².

Самый большой фактический материал по сейсмическим возмущениям был собран автором в результате анализа показаний очевидцев Тунгусского события (Хазанович..., 2005). На нем мы специально и остановимся ниже.

5.4.1. Тунгусский болид

Свидетельств о сейсмических возмущениях в процессе полета Тунгусского болида не так уж и много - всего лишь 15. Это объясняется целым рядом обстоятельств.

Во-первых, слабые возмущения в первую очередь ощущались теми очевидцами, которые в то памятное утро еще находились в своих избах или рядом с ними, в то время как основная масса сельских жителей уже трудилась на полевых работах. "Домочадцы" (так мы назовем первую категорию очевидцев) ощущали проявление сейсмичности благодаря таким "сейсмографам", как стекла в окнах, посуда на столе или на полках и прочие предметы домашнего обихода. Именно их необычное поведение (дрожание, звон, бряцанье, падение) и обратило внимание свидетелей и хорошо им запомнилось. Более сильные толчки продуцировали дрожание стен построек.

Те же свидетели, которые уже находились на полевых работах, сейсмических возмущений при пролете болида или не почувствовали, или более сильные впечатления о последующих событиях, когда их лошади падали на колени от сильного подземного толчка, заслонили в их памяти столь "несущественные" детали как слабое сотрясение почвы. Исключение здесь составляет показание тех очевидцев, которые в это время находились в лесу и валили сосны на избу: роль "сейсмографов" здесь выполнили сухие сучки и ветки деревьев, падавшие на землю при пролете ТКТ (см. свидетельство №14).

Вторая причина малочисленности показаний заключается в том, что представители как самодеятельных, так и профессиональных опросных групп, не были ориентированы на сбор подобной информации. В опросных анкетах, которые предлагались им руководством КСЭ, подразделение сейсмических возмущений на две категории - в процессе полета и после Главного взрыва - проведено не было. Это касается и одной из самых последних анкет, составленных руководством КСЭ в 1970г. Вот как предлагали ее авторы собирать сведения о сейсмических явлениях:

"XIII. Сейсмические явления и воздушная волна

1. Наблюдалось ли дрожание земля, построек, посуды в избах, раскачивание подвешенных предметов, ломались ли постройки, падали ли предметы и т.д.

2. Падали ли животные и люди?

3. Возникла ли воздушная волна, ощущаемая как ветер (гнулись деревья, вылетали стекла, подымало пыль на дороге, вал на реке и т.д.)".

Как видим, анкетой не предусматривалось уточнять, КОГДА очевидцы ощущали сейсмические возмущения - при пролете тела или после его взрыва. Несмотря на это, некоторым свидетелям удалось доказать членам опросных групп, что **они ощущали слабые колебания почвы еще во время пролета тела...** И слава Богу, что эти показания не были забракованы и не расценены как недоброкачественные, что имело место с подобными показаниями свидетелей полета Сихотэ-Алинского болида. В конечном итоге члены КСЭ продемонстрировали настоящий научный подход к проблеме – *«не понимаю (этого не может быть!), но фиксирую»*. Хотя, возможно, были и исключения. При отборе показаний, свидетельствующих в пользу проявления сейсмической активности при пролете тела, я внимательно следил за тем, чтобы не перепутать подобные явления с теми, какие должны были иметь место ПОСЛЕ главного взрыва, когда взрывная волна дошла до населенных пунктов и вызвала более сильные сейсмические возмущения. С этой целью я отобрал в настоящий раздел только те показания, в которых указывается временная последовательность развития событий по схеме: **"сначала затрясло, а потом увидели тело в полете"**.

Учитывая большую важность собранной информации, приводим ниже показания всех очевидцев этих явлений. Номера в скобках соответствуют нумерации свидетелей по главам книги "Показания очевидцев..."

1. (6) Сизых Фекла Ивановна, 1884 г. рождения. Пункт наблюдения УСТЬ-ОСКОБА.
«Около Петрова дня, утром, сели пить чай. **Вдруг звук пошел, чашки забрякали, и на столе все затряслось. Выбежали на крыльцо.** Снизу вверх, высоко, вдоль реки летит, как будто самовар. Большой, желто-медный, яркий. Летел быстрее самолета. Пошел вал по реке. Раздались выстрелы, как из большого ружья 3-5 раз. Не успели выбежать на угор, а он в лес своротил в сторону Кежмы. Дыма не было».

2. (103) Колпакова Прасковья Никифоровна, 1893 года рождения. Пункт наблюдения: с. ПАШИНО. **«Затрясло. Видели - полетела длинная с хвостом.** Сначала толстая, потом поуже. Ширина поболее Солнца. Цвет желтоватый, потемнее Солнца. Летело быстро, как звездочка катится. **Окна затряслись, а потом увидели».**

3. (106) Колпаков Демид Микитич, 1888 года рождения, с. ПРОСПИХИНО. «Был в поле. Летел метеорит. Размером побольше Солнца. Сголуба, как облако. **Когда летел, было сотрясение земли. С полки посуда упала.** С полден под сивер летел, шум был».

4. (107) Кузнецов Николай Михайлович, 1888 г. рождения. Пункт наблюдения - с. ПРОСПИХИНО. «Видал, как **летел. С громом, сотрясением.** Широкой полосой. Цвет - огонь. Шире Солнца в 2 или в 1,5 раза. Летело с 3 на В (показывает траекторию прямо над головой). За ним осталась полоса, как пыль».

5. (225) Куропаткина Варвара Ивановна, 1889 г. рождения. Пункт наблюдения – дер. ФАНАЧЕТ, 40 км от Тасеево на восток. «В этот год вышла замуж, 19 лет. Перед сенокосом, до обеда. Была на улице села. Летела огненная метла. Можно было различить продолговатое тело и хвост. В хвосте искры в разные стороны. По длине хвоста плотность неодинакова. По яркости, как Солнце, можно смотреть невооруженным глазом. Местность осветило. Само тело было значительно ярче хвоста. Скорость, как у самолета». **Запомнила гул, дрожание стекол в окне. Дрожание земли и построек. Воздушная волна не ощущалась.**

6. (78) Быков Пудован Андрианович, 1884 г. рождения. Пункт наблюдения - с. НЕДОКУРА, где и опрошен. «Назем возили. Время - пораньше 10 часов, в июне. У брата конь упал на колени. Гремело может, четверть часа. Метеор долговатый, более Солнца раза 2-3. Цвета - как синий, как огонь. Как самолет летел. Звук страшный от него, гораздо страшнее грома. **Как летел, так и гремел, дрожали окошки.** Звук сплошной обетонно (?) Сзади вроде как огонь по цвету. Шел наклонно ...».

7. (53). Зарукин Степан Васильевич, 1879 г. рождения, наблюдал в дер. НЕПА, опрошен в Гаженке. "Лет 35 было, в Непе (уже женился). Перевозил куда-то груз. В 10-12 **часов услышал сперва стук, затем увидел огонь по небу, вся земля затряслась.** Опускался прямо по закату, что-то вроде снопа. Пролетело быстро. Сильно - слышали люди, которые там жили. **Было трясение во время полета.** Это было больше чем 50 лет назад, до японской войны, летом. **Трясение было, подходящее дрожание.** Летом было, до Петровки, пожалуй. Быстро это получилось. Растянулось подходяще, вроде снопа".

8. (79). Коненкина Надежда Алексеевна, 1890 г. рождения. Жила в деревне ПРЕОБРАЖЕНКА, там же и опрошена. «Была больна. Вышла на крыльцо. **Избы тряслись. Летел сноп,** потом небо потемнело, зазвенели стекла. Сноп был красный, как огонь. Так и упал. Пошел дым. Морок стал. Упал пряником». Азимут точки падения 310°.

9. (135). Каплин Петр Алексеевич, 1895 г. рождения. Село ЖДАНОВО, Иркутской области, р. Н. Тунгуска. «Погода была хорошая. Дело было к вечеру²⁵ (? - К.Х.). Тогда мы как раз кормили лошадей. Раздался сильный гул (как гром), и Солнце скрылось, его не было несколько минут (время явно завышено – К.Х.). Затем оно появилось. А по небу летело тело. От него в разные стороны отходили полосы разного цвета... Уклон полос к телу около 40°. Тело было намного больше Солнца. Смотреть на него можно было. **Полет тела сопровождался ударами, похожими на выстрелы из пушки. Ударов было много и по мере удаления тела они становились слабее.** Тело летело на север, попутно ему дул сильный ветер. Когда тело скрылось (за горизонт), то не было ничего слышно, то ли ударилось, то ли нет. Никакого облака тоже не было. **Когда тело летело, то дрожали стекла, сени.** Старухи все молились...»

10. В июне 1908 года чум Акулины Лючеткан стоял на устье реки Дилюшмо при впадении её в р. Хушма (река Дилюшма впадает не в реку Хушму, а в реку Чамбэ, недалеко от устья Хушмы - Авт.). Она так рассказала И.М. Суслову об этом событии: «В чуме нас было трое - я с мужем Иваном и старик Василий, сын Охчена. **Вдруг кто-то сильно толкнул наш чум.** Я испугалась, закричала, разбудила Ивана, мы стали вылезать из спального мешка. Видим, вылезает и Василий. Не успели мы с Иваном вылезти и встать на ноги, как **кто-то опять сильно толкнул наш чум, и мы упали на землю.** Свалился на нас и старик Василий, будто кто-то его бросил. Кругом был слышен шум, кто-то шумел и стучал в эллон (замшевая покрывка чума – К.Х.). **Вдруг стало очень светло,** на нас светило яркое Солнце, дул сильный ветер. Потом кто-то сильно стрелял, как будто зимой лед лопнул на Катанге, и сразу налетел Учир-плясун, схватил эллон, закрутил, завертел и утащил куда-то. Остался только дюкча (остов чума из 30 шестов). Я испугалась совсем и стала бучо (потеряла сознание), вижу пляшет учир (смерч). Я закричала и сразу живой опять стала (очнулась)».

11. Братья Чучанча и Чекарен из рода Шанягирь рассказали И.М. Сулову следующее: «Наш чум тогда стоял на берегу Аваркитты. Перед восходом Солнца мы с Чекареном пришли с речки Дилюшма, там мы гостили у Ивана и Акулины. Мы крепко уснули. Вдруг проснулись оба сразу: **кто-то нас толкал.** Услышали мы свист и почували сильный ветер. Чекарен ещё крикнул мне: «Слышишь как много гоголей летает или крохалей?» (несомненные электрофонные явления - К.Х.). Мы оба были ведь ещё в чуме и нам не видно было, что делается в лесу. Вдруг меня кто-то опять толкнул, да так сильно, что я ударился о чумовой шест и упал потом на горячие угли в очаге. Я испугался. Чекарен тоже испугался, схватился за шест. Мы стали кричать отца, мать, брата, но никто не отвечал. За чумом был какой-то шум, слышно было, как лесины падали. Вылезли мы с Чекареном из мешков и уже хотели выскочить из чума, но вдруг очень сильно ударил гром. Это был первый удар. Земля стала дергаться и качаться, сильный ветер ударил в наш

²⁵ Это – единственное показание, включенное нами в список, в котором время события указывается как вечернее. Однако описанные подробности полета болида очень похожи на Тунгусское событие.

чум и повалил его. Меня крепко придавило шестами, но голова моя не была покрыта, потому, что эллон задрался. Тут я увидел страшное диво: Лесины падают, хвоя на них горит, сушняк на земле горит, мох олений горит. Дым кругом, глазам больно, очень жарко, сгореть можно».

12. Старик Улькиго - сын Люрбумана из рода Шанягирь: «Чум моего отца Люрбумана стоял на берегу реки Чамба, недалеко от её устья. В чуме жили мой отец с женой и четверо наших детей. **Вдруг рано утром собаки завыли, дети заплакали. Жена, я и старик проснулись и диво увидели, слушать стали, кто-то стал стучать в землю под нами, качать чум. Выскочил я из мешка и одеваться стал, вдруг кто-то сильно толкнул землю. Я упал и закричал, ребята закричали, заплакали, выскочили из спальных мешков. Маленько ранее кто-то шибко стрелял из ружей. ... Вдруг опять кто-то будто в землю ударил, стукнул шибко, в чуме с места медный чайник упал, и кто-то ангарский гром сделал.** Оделся я скоро и выбежал из чума. Утро было солнечное, безоблачное, жарко! Стал смотреть я вверх, на гору Лакуру. Вдруг на небе шибко сверкнуло и ударил гром. Я испугался и упал. Гляжу, ветер лесины роняет, на земле огонь сушняк палит».

Наш комментарий к показаниям №10-12. И так, в показаниях всех трех эвенков фигурирует одна и та же деталь, которая, наверняка, показалась И.М. Суслову маловероятной. Но, будучи настоящим ученым, он тщательно зафиксировал ее в своем дневнике: все обитатели 3-х чумов ощущали подземные толчки ДО ТОГО, как произошел главный взрыв (вспышка, освещение местности, громовые удары, падение леса и т.п.).

13. (250) Рукосуева Степанида Терентьевна, 1887 г. рождения, с. ГОЛЬТЯВИНО, р. Ангара, Богучанский район. «**Вначале звук был.** В полдень. Все побежали на речку. Тело летело, как шука. Цветом, как огонь. Летело против течения на рассвет. Пролетело через Ангару. Летело не быстро, как стрела. **В деревне дрожали рамы в окнах.** Летело высоко" (50° к горизонту). "**Звук был прерывистый, дрожала земля.** Погода весь день была ясная и тихая»

14. Житель дер. БЕРЕЗОВО Нижне-Илимского района Иркутской области (1888 г. рождения) Егор Николаевич [Анкудинов] в это время с отцом и дядей в лесу сосны на избу валили. «День был красный, - рассказал он. - Мы только позавтракали и лес валить начали. **Вдруг: Бах! - где-то близко раздалось. Земля задрожала, и сухие сучки с деревьев посыпались.** Потом, немного погодя, опять такой же гром раздался, но только далеко-далеко, к северу где-то».

15. (218) Скурихин Мефодий Григорьевич, 1892 г. рождения. Пункт наблюдения и опроса - с. ПАШИНО, 7 км от Мотыгино. «Было летом, перед сенокосом, утром. Было лет 16. Видел продолговатое тело, как звезда по яркости. Сильно осветило местность. За телом

оставалась дымка. Летело в 5 раз быстрее самолета. **Было сильное дрожание земли, со стола падали предметы».**

Итак, имеющиеся показания очевидцев, несомненно, свидетельствуют в пользу существования сейсмических возмущений во время пролета Тунгусского болида. К сожалению, никто из многочисленных исследователей события пока не обратил на это внимание.

5.4.2. Другие болиды

Я глубоко убежден, что сейсмические процессы сопровождали полет и СИХОТЭ-АЛИНСКОГО ТЕЛА. Показания свидетелей о том, что они чувствовали сотрясение земли во время пролета болида, наверняка сильно озадачили исследователей и, возможно, были отнесены к разряду "недоброкачественных". Во всяком случае, среди показаний очевидцев, приводимых Н.Б. Дивари в главе "Сотрясения", чудом сохранилось от «научной цензуры» только одно, которое уверенно можно расценивать как проявление сейсмических возмущений в связи с пролетом болида. Так, телефонистка Ф.П. Сологубова из дер. Федосьевка сообщила, что **она, находясь в конторе связи на дежурстве, почувствовала сильное сотрясение дома. Зазвенели окна, и с потолка посыпалась штукатурка. ПОСЛЕ сотрясения, минуты через 4, услышала сильный взрыв (один).** К сожалению, в большинстве других показаний не указывается, когда имели место сотрясения – до или после взрыва. С чем связано это обстоятельство – с намеренной маскировкой момента события или с уверенностью, что сейсмические возмущения могли иметь место только вследствие взрыва или прихода баллистической волны – остается неясным.

Сейсмические возмущения зафиксированы и в процессе полета ВИТИМСКОГО БОЛИДА. Вот что засвидетельствовала опять-таки дежурная по связи на АТС в пос. Луговка О.А. Пономарева: «Только прилегла. **Сперва был гул, затрещали все окна.** Я подумала - кто-то стучится ко мне на коммутатор. Я говорю: да-да. Никого нет. Спрашиваю, кто там? Потом появилось освещение, как днем. Раз - и потухло. А **окна продолжали дребезжать.** Я подумала, что это землетрясение, но почему светло? Когда началось дребезжание, было без пяти два. Освещение продолжалось секунды, а дребезжание - как мне показалось, еще минут пять было. Я еще ходила на улицу посмотреть, кто стучится. А все еще дребезжало. Гул был, "как самолет реактивный летит».

К сожалению, члены опросных групп, среди которых был и директор Иркутской обсерватории Сергей Язев, при снятии свидетельских показаний не акцентировали внимание на этом явлении, полагая, вероятно, что оно нереально. Преемственность методики опроса, заимствованной от своих коллег, проводивших исследования Сихотэ-Алинского события, налицо. А между тем ценная информация о сейсмических возмущениях при пролете болида была упущена.

Физик А.Ю. Ольховатов (1990), собрал большой фактический материал о связи метеорных и тектонических (точнее - сейсмических) явлений и опубликовал его. Однако в подборке данных, которые он приводит, перемешаны два совершенно различных по генезису информационных блока: 1) светящиеся образования ("огни землетрясений"), порожденные тектонической активностью, и 2) тектоническая активность, порожденная

светящимися образованиями (т.е. болидами). Из примеров, которые приводит А.Ю. Ольховатов, я выбрал только те, какие относятся ко второму блоку данных и которые можно объединить под заголовком "Пролеты болидов инициируют сейсмические возмущения".

СПИСОК

случаев, когда болиды инициировали сейсмические возмущения.
По А.Ю. Ольховатову (1990), с дополнениями и комментариями

1761г., 13 ноября, Женева, Швейцария. Во время землетрясения появился огромный шар, который затем превратился в светящийся шлейф и исчез со взрывом. (Этот случай можно интерпретировать так: болид инициировал землетрясение еще на подлете к Женеве - К.Х.).

1766г., 13 октября, Кумана, Перу. Необычный метеорный дождь был виден на большой территории ПЕРЕД землетрясением.

1795г., 18 ноября, Англия. Когда в Дерби произошел толчок, над ним пролетел огненный шар. На небе происходили вспышки. Некоторые люди ощущали электрические удары. (Это же можно описать другими словами: С приближением к Дерби огненного шара, произошел толчок. Следствием этого землетрясения могли быть вспышки на небе - К.Х.)

1797г., 4 февраля, Риобамба, Эквадор. ПЕРЕД основным толчком здесь наблюдался необычный метеорный дождь.

1816г., 13 августа, Данкелд, Шотландия. ВО ВРЕМЯ подземного толчка с востока на запад пролетел метеор...

1822г., 20 ноября, Чили. Наблюдались метеоры, летевшие в том же направлении, в каком двигались подземные толчки (= пролетевшие метеоры последовательно вызывали подземные толчки - К.Х.).

1873г., 9 февраля, Кола, Кольский п-ов. В 4 часа ночи на востоке появился огромный шар темно-багрового цвета и скрылся на западе. В этот момент раздался подземный удар, и началось землетрясение, продолжавшееся 5 минут.

1886г., 4 января, Чембар, Пензенской губ. В первом часу ночи при внезапно поднявшемся сильном ветре над городом "весьма низко" пролетел метеор, который с треском, напоминающим сильный удар грома, взорвался за городом...Десять минут спустя раздался звук, похожий на взрыв. Спустя еще небольшое время - еще более сильный звук, сопровождаемый колебаниями почвы... Землетрясение ощущалось и в 20-ти км от Чембара на Спициных хуторах.

1925г., 16 марта, провинция Юньнань, Китай. Непосредственно ПЕРЕД каждым мощным толчком землетрясения... в небе появлялось огненное свечение, которое перемещалось с севера на юг.

1925г., 23 мая, Тазима, Япония. ВО ВРЕМЯ одного из самых сильных ночных афтершоков наблюдался светящийся шар, который быстро пролетел по небу наподобие метеора.

1952г., 29 сентября, Франция. Непосредственно ПЕРЕД землетрясением в 50 км к северу от Страсбурга, в г.Виссамбур (недалеко от эпицентра) был замечен светящийся шар, пролетевший на восток.

1952г., 8 октября, Франция. ПЕРЕД очередным землетрясением в том же месте в Виссамбуре опять видели летевший светящийся шар, очень быстро пролетевший с запада на восток, произведя звук, подобный пушечному выстрелу.

1974г., 22 апреля, провинция Цзянсу, Китай. ПЕРЕД землетрясением наблюдалась блестящая полоса света, которая, сверкая и переливаясь от перерезавших ее молний, прошла с юго-запада на северо-восток. Продолжалось это явление 3-4 с, потом стал слышен звук и сразу началось землетрясение.

А вот еще один хорошо известный пример сейсмических возмущений до визуального обнаружения болида на небе: 1950г., середина мая, 13-14ч., Эвенкийский нац. округ, пос. Полигус. Учительница Н.С. Лазуткина сообщила: "Послышался раздражающий уши гул, в школе задрезжали окна, сотрясались стены; думали, низко летит реактивный самолет, выскочили из классов на улицу, но кроме гула - ничего. Что-то приближалось со страшным шумом. Минуты через 3 (здесь время, несомненно, резко завышено; возможно, речь идет о 3с - К.Х.) показался огромный яркий объект цвета пламени костра, летящий над лесом с востока на запад со снижением, оставив черный дымный след в форме шпалы» (Гребенников, 1984).

Логическим продолжением высказанных соображений является вопрос: не могут ли крупные техногенные объекты в атмосфере планеты так же вызывать сейсмическую активизацию земных недр на трассе их полета?

5.4.3. Техногенные болиды

То, что летательные аппараты заряжаются в атмосфере до высоких значений потенциала (самолеты - до 10^6 В и более, ракеты - до 10^4 В) является хорошо известным фактом (Качурин, 1990). Именно с электрическим зарядом, скорей всего, связан огромный огненный шар, который 16 ноября 1984 года возник на высоте 59 км вокруг космического корабля "Спэйс-Шатл" (СШ) при его возвращении на Землю, когда его скорость в 16 раз превышала звуковую. Однако о возможности инициирования летательными аппаратами сейсмических возмущений стало известно лишь в декабре 1992 года, когда очередное возвращение СШ в атмосферу Земли вызвало с высоты 60-70 км легкие толчки в штате Вашингтон на Северо-Западе США, что было четко зафиксировано региональной

сейсмической станцией (Qamar, 1993). Объяснение этого обстоятельства не может быть дано без учета всех имеющихся данных о связи метеорных и сейсмических явлений, свидетельствующих против интерпретации этой связи как результата действия акустической волны.

Таким образом, становится очевидным, что и техногенные объекты типа СШ или отработанных космических аппаратов в начале своего вхождения в верхние слои атмосферы накапливают на себе, подобно МТ, электрический заряд и индуцируют его на поверхности Земли. По мере снижения СШ и уменьшения его скорости этот заряд, по-видимому, полностью теряется. Наведенное же электрическое поле в свою очередь инициирует "слабые" электроразрядные процессы в «чувствительных» зонах земных недр. В случае если космический аппарат пролетал бы над тектонически пассивной территорией, какой является Северо-Американская платформа, таких взаимодействий наверняка бы не было. Но спуск и торможение СШ в рассматриваемом случае проходили над тектонически активным сооружением - Кордильерами, где периодически имеют место вулканические и сейсмические процессы. Вероятно, что здесь даже самые слабые наведенные электрические поля достаточны, чтобы исполнить роль "спускового крючка" для активизации сейсмических возмущений.

А если снижение СШ имело бы место над активным тектоническим разломом, каким, например, является разлом Сан-Андреас у берегов Калифорнии? Последствия подобных электрических взаимодействий в этом случае может иметь катастрофический характер. Очевидно, что с помощью СШ, как бы моделирующего метеорные явления, можно было бы детально изучить все сопутствующие его спуску геофизические процессы на поверхности Земли: ведь, в отличие от МТ, время и трасса его пролета над определенной местностью должны быть хорошо известны, что дает возможность обстоятельно подготовиться к сбору важнейшей информации. В первую очередь, по-видимому, необходима установка электроизмерительной и сейсмоулавливающей аппаратуры в различных тектонических зонах и снятие с нее показаний во время пролета СШ.

5.4.4. Вероятный механизм сейсмических возмущений

Совершенно справедливо отмечая связь между метеорными и сейсмическими процессами, А. Ю. Ольховатов пишет, что физический механизм этого явления остается для него не ясным. Он разделяет точку зрения других исследователей, согласно которым этот механизм может быть связан «с каким-то взаимодействием между генератором геоэлектрического поля и тектоническими (в широком смысле слова) процессами» (1990, с.102), с «тектоническим» электричеством (1991, с.110) или «с таким малоизученным явлением, которое часто называют земным излучением ("earth radiation")» (1993, с.18). Что же это за «земное излучение», физическая природа которого остается для исследователей загадкой?

Б. С. Светов (1995) обратил внимание на то, что «малые в энергетическом отношении воздействия внешних сил **естественного или искусственного происхождения** (выделено мной - К.Х.) могут вывести из равновесия области с локальным состоянием неустойчивого равновесия и привести к резким изменениям в строении среды и ее энергетического состояния (землетрясения, вулканические извержения и др.)». К числу внешних

воздействий Б. С. Светов относит солнечную и космическую радиацию, гравитационное взаимодействие с Луной и Солнцем, атмосферное давление, внешние электромагнитные поля, связанные с токами в ионосфере и магнитосфере, атмосферное электричество, грозовые разряды. Из данных, изложенных ниже, читатель поймет, каких важных и наиболее мощных внешних сил не хватает в этом списке.

Для того чтобы понять, какова **физическая природа сейсмических** возмущений при пролетах МТ, еще раз обратимся к концепции Воробьева-Баласаняна о возможности электроразрядных процессов в недрах Земли. При этом важно акцентировать внимание на одном существенно важном обстоятельстве: и Воробьев, и Баласанян отмечали, что **необходимым условием для возникновения импульсных пробоев в недрах Земли является наличие триггера в виде внезапного и значительного повышения отрицательного заряда на земной поверхности в результате каких-то катаклизмов в атмосфере планеты.**

Автором настоящей работы впервые было высказано предположение, что **вторжения в атмосферу Земли крупных космических тел как раз и является причиной таких событий** (Хазанович..., 1991, 1993). Именно эти тела, не учтенные Б. С. Световым в его вышеприведенном списке «внешних сил», и могли создавать наиболее крупные геоэлектрические возмущения, выполняя функции мощного «спускового механизма» и инициируя электроразрядные импульсы в недрах планеты.

Малые космические тела в атмосфере Земли так же индуцируют свои электрические поля на поверхности планеты и вызывают геоэлектрические возмущения в ее недрах. Однако эти возмущения становятся причиной "слабых" электроразрядных процессов на глубине, не достигающих поверхности Земли. Выражением их и являются лишь слабые сейсмические возмущения, как это, в частности, и имеет место при пролете электрофонных болидов.

Становится понятным, почему эти возмущения проявляются не повсеместно в зоне энергетического воздействия болида, а только в отдельных, «чувствительных», зонах или участках. Скорей всего, это связано с неоднородностью геологического строения территории, над которой пролетает болид. «Чувствительные» участки представляют собой зоны повышенного значения подземного электромагнитного поля (например - зоны разломов), с которыми и взаимодействуют электрические токи, индуцированные МТ. Согласно О.А. Степанову (1989), жерловые геологические тела типа древних вулканов или диатрем представляют собой каналы из земных недр, по которым при определенных критических условиях может происходить мгновенное перераспределение подземного электричества к поверхности Земли. Под этим углом зрения становится понятной необъяснимая до сих пор, но явно закономерная, геологическая позиция места взрыва Тунгусского космического тела (ТКТ), приуроченного к триасовому палеовулкану: электроразрядные взаимодействия между ТКТ и поверхностью Земли, начавшиеся согласно данным Н.В. Васильева (1975) за 15 - 20 км от эпицентра катастрофы, то есть на восточной границе вулкана, и выраженные в виде области ожогов, закончились мощным электроразрядным взрывом после пересечения трассой полета ТКТ главного жерла вулкана - горы Стойковича (Сапронов и др., 1975). Именно здесь, по мнению автора, а не

во впадинах рельефа, следовало бы поискать вещественные свидетельства электроразрядных взаимодействий между ТКТ и Землей.

Выводы по части 5

Мы детально рассмотрели 4 болида, генерировавших на земную поверхность электромагнитное излучение (+14 по данным А.Ю. Ольховатова). Их всех объединяет одно общее качество: ни один из них не достиг поверхности Земли и не образовал метеоритный кратер; все они взорвались или рассыпались на мелкие фрагменты в воздухе. Это свидетельствует о том, что размеры этих тел по диаметру были незначительными и вряд ли превышали 100 метров.

Рассмотренный материал позволяет сделать следующие выводы:

Электромагнитные излучения являются характерным свойством ВСЕХ метеорных тел, входящих в земную атмосферу, вне зависимости от их вещественного состава – будь то ледяной обломок кометы (Тунгусское МТ) или метеороид железо-никелевого состава (Сихотэ-Алин).

Результатом электромагнитного излучения на Землю является генерация электрических токов в приповерхностном слое атмосферы планеты и находящихся в **нем природных и техногенных объектах**, вследствие чего: а) развиваются электрофонные явления, б) нарушается работа электро-, радио- и телеаппаратуры с возможным выходом ее из строя (Томский аэропорт); в) возбуждается электрический ток в отключенной сети (пос. Мама); г) происходит генерация сейсмической активности (район Тунгусского события).

Ну, а если бы это были ТЕЛА АСТЕРОИДНЫХ РАЗМЕРОВ, оставившие на теле Земли после своего падения «звездные раны» - астроблемы, широко развитые на всех континентах Земного Шара? Первоначально астроблемы представляли собой гигантские метеоритные кратеры диаметром до 300 км! Их образование могло иметь место при диаметрах падающих космических тел от одного до первых десятков километров. До своего падения такие астероиды должны были точно так же, как и их мелкие «собратья», воздействовать своим электромагнитным полем на поверхность Земли и ее недра. Только масштабы этого воздействия были на несколько порядков больше. Имеются ли в геологической летописи какие-либо следы таких воздействий? Поставив перед читателем этот вопрос, я надеюсь, что он уже сам сможет на него ответить.

А мне остается лишь напомнить, что следы таких воздействий описаны в 3-ей и 4-ой частях этой книги.

Часть 6

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ВХОЖДЕНИЯ КРУПНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ТЕЛ В АТМОСФЕРУ ПЛАНЕТЫ: ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Введение

Выше мы уже неоднократно затрагивали вопрос о взаимоотношениях электрически заряженного метеорного тела (МТ) с поверхностью Земли и ее недрами. Но пора рассмотреть этот вопрос более детально, поскольку он имеет решающее значение для оценки реальности тех предполагаемых процессов в недрах Земли, с которыми связано образование диатрем.

6.1. Модель образования диатрем в результате взаимодействия МТ с недрами Земли

«Диатремовые шлейфы» астроблем, независимая («индифферентная») геологическая позиция этих «шлейфов» относительно глубинных структур земной коры и некоторые другие факты привели автора к гипотезе космогенного фактора становления и образования диатрем, которая впервые была высказана мной в научной печати в начале 90-ых годов прошлого века (Хазанович..., 1991, 1992). Суть выдвинутой гипотезы заключается в следующем.

Вхождение в атмосферу крупных, астероидных размеров, МТ сопровождается накоплением на них электрических зарядов столь большой мощности, что они являются источниками электрических возмущений в недрах Земли и инициируют электрические пробои коры в направлении снизу вверх – от верхней границы слоев с высокой электропроводимостью до поверхности планеты. Протяженность «диатремовых шлейфов» астроблем, количество в них диатремовых полей и количество самих диатрем зависят от: а) размеров МТ; б) его состава; в) скорости и азимута вхождения МТ в атмосферу Земли; г) угла этого вхождения. Очевидно, что у железного МТ электрические взаимодействия с Землей и ее недрами будут намного сильнее, чем у каменного или ледово-каменного (ядро кометы) таких же размеров. Очевидно, что и длина «диатремового шлейфа» будет тем больше, чем меньше угол вхождения тела в атмосферу и длительней его полет. Если же падение происходит под крутым или прямым углом к поверхности Земли, то электрические разряды, опережающие момент импактного события, вероятно, и являются причиной площадного совмещения некоторых астроблем и трубок взрыва.

В результате взаимодействия электрического поля, наведенного болидом на поверхности Земли, с одной стороны, и высоких электрических полей в земных недрах, с другой, происходят электропробои и образуются трубчатые каналы, которые на ПЕРВОМ ЭТАПЕ заполняются высокоэнергетической плазмой (Воробьев, 1975). На ВТОРОМ ЭТАПЕ эта плазма с большой скоростью вырывается наверх, расширяет пробойный канал и производит разрушение в приповерхностной части пробоя, образуя кратерную воронку или устье трубки. Временной промежуток между 1-ым этапом и началом 2-го составляет малые доли секунды.

Одновременно в недрах Земли, на уровне концентрации высоких электрических полей в результате разряда происходит процесс **анатексиса** – образования локального магматического очага с расплавом горных пород земной коры.

На ТРЕТЬЕМ ЭТАПЕ этот расплав поднимается по сформированному электроразрядом и плазмой каналу, расширяя его и поднимая вверх обломки вмещающих пород (ксенолиты). Несмотря на большое давление со стороны очага анатексиса, скорость поднимающегося расплава ограничена, что связано с незначительными поперечными размерами трубки, в результате чего часть расплава проникает в горизонтальные и вертикальные трещины, образуя, соответственно, **силлы** и **дайки** пород близкого петрографического состава. Образовавшийся в результате анатексиса расплав имеет незначительный объем (в сравнении с магматическим очагом, питающим вулкан), и его, как правило, не хватает даже для того, чтобы заполнить трубку до ее устья. В этом и заключается одна из главных особенностей диатрем, отличающая их от вулканов. Вероятная длительность 3-го этапа – от первых часов до первых суток.

С позиции предлагаемой гипотезы хорошо объясняются многие геологические особенности трубок взрыва.

Во-первых, становится понятной причина структурной независимости (индифферентности) кимберлитовых полей и зон: ведь они представляют собой отражение трассы полета болида над поверхностью Земли, которая (трасса), естественно, не должна соответствовать каким-либо крупным тектоническим элементам земной коры, в частности – магмоконтролирующим разломам. Совпадение трассы болида с такими элементами может иметь только случайный характер.

Во-вторых, вытекающее из гипотезы представление о том, что каждая трубка (=диатрема) имеет свой индивидуальный магматический очаг, образовавшийся в результате анатексиса как следствия электроразряда, прекрасно соответствует данным о непостоянстве геохимического состава пород, выполняющих диатремы даже в пределах одного куста или поля. На эту узкую локальность, обособленность и незначительный размер магматических камер указывает так же дефицит магматического расплава, выполняющего диатремы.

В третьих, электроразряд является тем механизмом, который может, как и в искусственных условиях (см. гл. 1.4.6), продуцировать алмазы из углеродных соединений в породах земной коры. Наличие или отсутствие алмазов в кимберлитах может быть объяснено как различной концентрацией углерода в зоне расплава, так и различной мощностью разрядных процессов, при которых необходимые *PT*-условия достигаются не всегда. То, что образование алмазов и формирование кимберлитовых трубок представляют собой следствие одной причины, является наиболее вероятным. Однако при этом необходимо учитывать возможность нахождения в кимберлитах ксеногенных алмазов, присутствующих в породах мантийного происхождения в разрезе земной коры и попадающих в зону кимберлитового анатексиса.

В четвертых, становится понятной приуроченность образования диатрем к эпохам континентальных перерывов: только при таких условиях наведенный болидом электрический заряд на поверхности Земли способен инициировать электрические пробои из земных недр. Если «пятно напряженности» наводится болидом на поверхности морского бассейна, то электрический заряд не способен сконцентрироваться на ограниченной площади даже в течение долей секунды: он, в силу высокой

электропроводности морских вод, мгновенно распределится по акватории бассейна и не сможет стимулировать высокие электрические поля в недрах планеты к взаимодействию. Модель электрических взаимодействий между космическим телом, поверхностью и недрами Земли, предложенная физиком В.Ю. Казневым, демонстрируется на рис. 6.1. Согласно его данным, тело железного состава, с радиусом 1 км может индуцировать на поверхности Земли электрическое поле напряженностью более 10^4 В/см, в то время как среднее значение электрополя, при котором могут начаться электроразряды в горных породах земной коры, составляют по данным А.А. Воробьева (1975) 10^4 В/см.

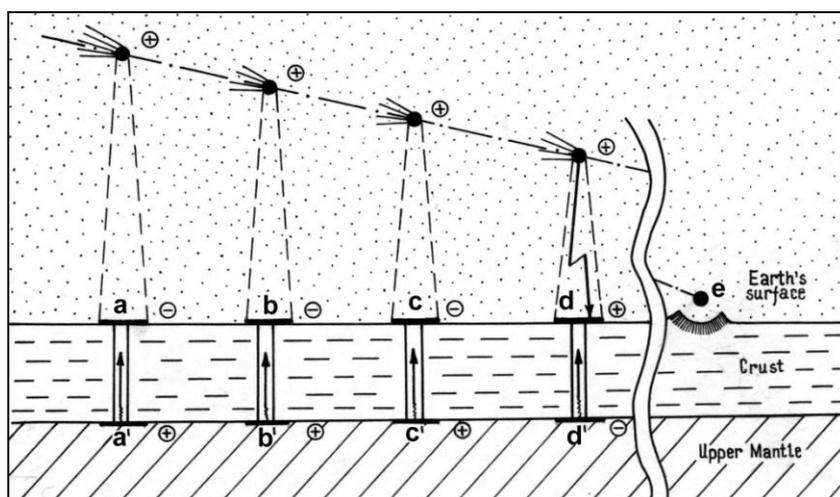


Рис. 6.1. Графическое изображение модели электрических взаимодействий метеорного тела с поверхностью и недрами Земли. По В.Ю. Казневу, 1991г.

Дальнейшие события, по В. Ю. Казневу, развиваются следующим образом. По мере падения болида наступает момент, когда он достигает критической высоты, которая в приведенном им примере составляет 81 км. Здесь в позиции D начинается лавинный разряд, в результате которого весь заряд перемещается из тела на участок поверхности Земли. Этот участок («пятно напряженности») получает положительный заряд, а на границе коры и мантии – индуцированный отрицательный. Это – вариант перезарядки пластин конденсатора. После этого электрически нейтральное тело падает на поверхность Земли, образуя метеоритный кратер.

Однако, возможны и различные варианты этой модели. Так, после потери своего заряда МТ продолжает свой полет по пологой траектории и снова успевает накопить на себе такой заряд, какой индуцирует на поверхности Земли электрополе с напряженностью более 10^4 В/см; это поле снова вступает во взаимодействие с электрическими полями в недрах Земли (рис.6.2).

Другой вариант (рис. 6.3) предусматривает, что в результате лавинного разряда МТ может расколоться на два или более фрагмента, которые при падении на Землю образуют цепочку кратеров; при этом более крупный фрагмент улетает по траектории дальше более мелких своих «собратьев».

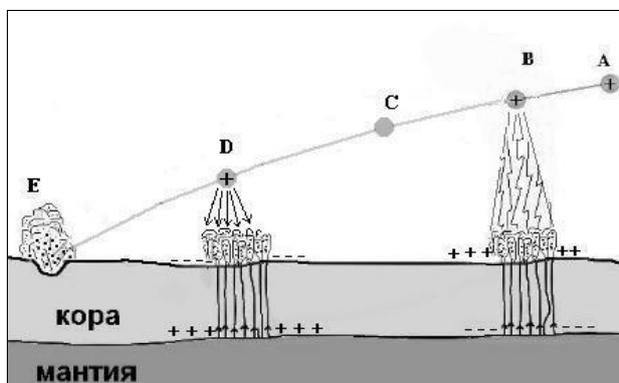


Рис. 6.2. После лавинного разряда МТ успевает накопить на себе новый заряд и инициирует новые пробои земной коры.

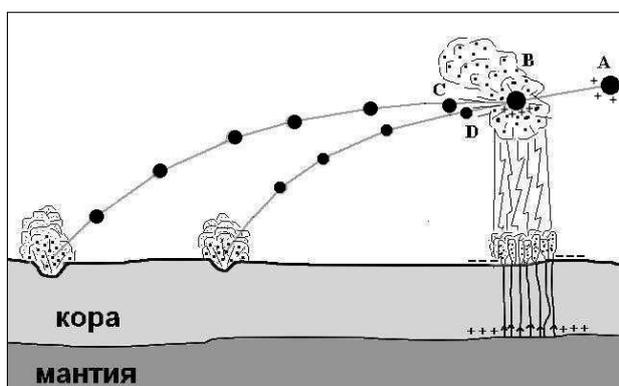


Рис. 6.3. Дробление МТ на фрагменты в результате лавинного электроразряда.

Мощные электрические разряды, возникающие при вхождении крупных МТ, можно рассматривать как защитный механизм планеты, своеобразную природную систему СОИ, направленную на уменьшение масштаба катастрофических последствий столкновения малых космических тел с Землей. Имеющиеся данные позволяют уже сейчас наметить различные варианты подобной электроразрядной системы защиты:

- А) Полное разрушение МТ в атмосфере (Тунгусский, Чулымский, Витимский и др. МТ); Разрушение тела на несколько частей, выпадение последних с образованием кратерных структур (МТ Рис, Крукед Крик, Сихотэ-Алин и др.);
- Б) Крупные МТ, несмотря на их электроразрядные контакты с Землей, преодолевают эту «оборонную защиту» без разрушения, производят мощные взрывы при контакте с Землей и глобальные катастрофы.

6.2. Электровзрыв как альтернатива импакту

Сторонники концепции эндогенного происхождения круговых структур и противники астроблем как таковых вынуждены допускать образование в земных недрах резервуаров газа гигантских объемов. Так, при образовании Попигайского кратера, по расчетам В.Л.

Масайтиса (1987), должен был бы произойти взрыв газа объемом 2000 - 2500 км³. Если эти расчеты верны, то тогда, действительно, они не поддаются воображению. В связи с этим сами сторонники эндогенных взрывов вынуждены предполагать, что источником глубинных существенно водородных флюидов является расплавленное ядро Земли и что флюиды поднимаются в земную кору в **«крайне уплотненном состоянии»**; именно эти «крайне уплотненные флюиды» и являются источниками взрывов, мощность которых достаточна для развития рассматриваемого типа структур (А.А. Маракушев и др., 1991г.). Не знаю, получила ли эта идея поддержку со стороны геологической общественности, но лично мне она представляется маловероятной.

По непонятным причинам сторонники эндогенной концепции не используют в своих моделях электроразрядный механизм взрывного процесса. Создается впечатление, что разработки отечественных исследователей в области электрогеологии им просто неизвестны. Между тем механизм взрывного процесса как результат взаимодействия сильных электрических полей в недрах Земли представляет собой, с точки зрения автора, достаточно надежный фундамент для теоретических построений в области генезиса взрывных структур, чему способствовали, в первую очередь, основополагающие исследования А.А. Воробьева и его "томской школы" в области сильных электрических полей и пробоя диэлектрических материалов и горных пород (1975, 1980). Согласно его соображениям, следствием разрядов в литосфере являются два геологических процесса - землетрясения и образование кольцевых взрывных структур. А.А. Воробьев отмечал, что «электрические процессы и электровзрыв в сильном электрическом поле в недрах небесного тела является одним из энергетически возможных вариантов образования кольцевых структур на поверхности небесного тела» (1975, с. 249 – 250). При этом, с его точки зрения, структуры как импактной, так и электроразрядной природы должны иметь одни и те же признаки, а именно: а) продукты взрывного метаморфизма - брекчии, диаплектовые стекла и минералы, специфические модификации кварца (коэзит и стишовит), конусы разрушения и др.; б) резкое понижение в пределах структуры плотности, магнитной восприимчивости и остаточной намагниченности пород, что приводит к отрицательным магнитным и гравитационным аномалиям; в) морфологическое строение.

Несмотря на то, что первоначально я являлся противником идей о криптовулканической природе кольцевых взрывных структур и думал, что все они имеют импактное происхождение, анализ геологического строения некоторых из них привел меня к выводу, что они имеют явно не импактную природу. О двух таких структурах – Штейнхейм и Рис, говорилось в главе 3.9. Кроме них существуют и другие структуры, центры которых четко приурочены к глубинным разломам или линейным геологическим телам (например, железорудным). Допущение, что они образовались в результате «прицельного попадания» МТ и последующего взрыва, представляется, действительно, очень маловероятным. В связи с этим, автор (1994) высказал предположение, что эти структуры имеют электровзрывное происхождение и образовались в результате взаимодействия токов, наведенных болидом на поверхности Земли, и высокими электрическими полями в ее недрах, в частности – в зонах глубинных разломов. Этим я, в

частности, подтвердил предположение А.А. Воробьева (1975) о возможном электровзрывном механизме образования некоторых круговых структур (рис. 6.4).

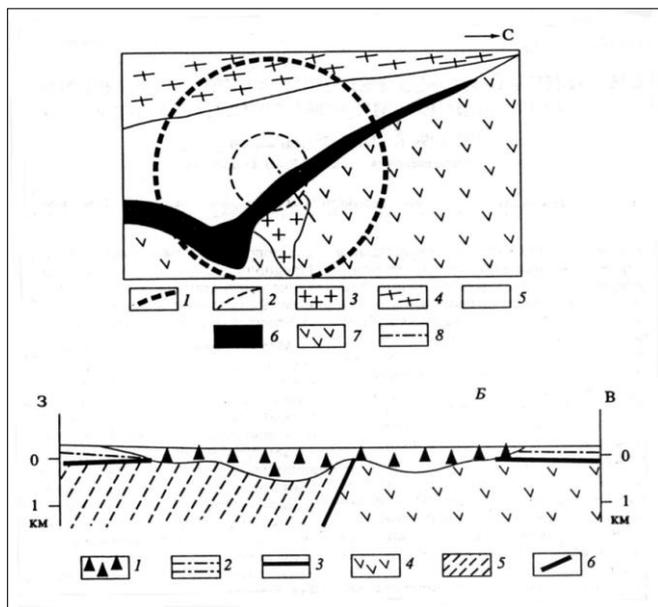


Рис. 6.4. Дополнительные примеры «прицельных попаданий» метеорных тел в линейные геологические тела: железорудную зону (А) и зону разлома фундамента (Б). А. Схема геологического строения Первомайского железорудного месторождения и Терновской "астроблемы" (по А.П. Никольскому, 1991 г., с некоторым упрощением). 1 - предполагаемая граница распространения изменений в породах, связанных с образованием "астроблемы"; 2 - срединное поднятие (по каким признакам оно выделено А.П. Никольским, остается неясным - К.Х.); 3 - дробленые микроклиновые гранитоиды; 4 -

биотитно-плагноклазовые парагнейсы ингулецкой серии; 5 - породы верхней свиты криворожской серии; 6 - средняя и нижняя (железородные) свиты криворожской серии; 7 - амфиболиты конкско-верховцевской серии; 8 - разломы. Диаметр "астроблемы" 7-8 км. Б. Геологический разрез кратера Жаманшин (по В. Л. Масайтису (1991) с некоторыми упрощениями). 1 - аллогенная брекчия, выполняющая кратер; 2 - палеогеновые преимущественно терригенные отложения; 3 — меловые терригенные и карбонатные отложения; 4 — нижнекаменноугольные андезиты, их туфы, туфопесчаники, туфоконгломаты; 5 - силурийские углистые и слюдистые кварцито-сланцы, кварциты, известняки; 6 — разлом между разновозрастными блоками фундамента. Породы фундамента под кратером деформированы на глубину более 1 км. Диаметр кратера на разрезе 9.3 км.

По А.А. Воробьеву крупные тектонические контакты являются генераторами высоких электрических полей. Чем больше площадь контактирующих поверхностей, тем большую величину тока в разряде они смогут инициировать. При площади свежей поверхности разлома 60 км^2 образовавшийся заряд соизмерим с электрическим зарядом Земли - $5.7 \cdot 10^5$ Кл. Представляется вполне корректным допущение, что результатом взаимодействия этих токов с токами, наведенными на поверхности Земли метеорным телом, может быть мощный электрический взрыв, который и приведет к образованию структуры на пересечении проекции траектории боида и зоны разлома (кратер Жаманшин на рис.6.4). С позиций электровзрыва необходимо рассмотреть и возможность образования тектитоподобных образований в кратере Жаманшин.

Подобная же картина наиболее вероятна и в случае, если носителем высоких электрических полей являются железорудные тела, как это, по-видимому, имело место при образовании Терновской астроблемы (рис.6.4).

Таким образом, метеорное тело, накопившее на себе мощный, но еще не предельно допустимый электрический заряд, может взорваться вследствие электроразряда над зоной электрически заряженного геологического тела, электрическое поле которого также вступает во взаимодействие с полем болида и является источником мощного взрыва. При этом становится понятным наличие метеоритного вещества в породах взрывной структуры.

С позиции электрических взаимодействий болида и недр Земли находят себе объяснение и сейсмические явления на проекции траектории болида, сопровождающие его полет. Токи, наведенные небольшим (сгорающим в атмосфере) метеороидом, недостаточны по своей силе для того, чтобы инициировать сквозные электроразряды между "зоной напряженности" и участками накопления электрических зарядов в недрах Земли. Вероятно, что такие болиды вызывают электроразрядные процессы в земной коре, не достигающие поверхности планеты. Геологическим выражением таких процессов могут оказаться слепые трубчатые тела с признаками взрывной природы.

Все возможные варианты электрических взаимодействий МТ и планеты изображены на сводной модели, составленной автором (рис. 6.5).

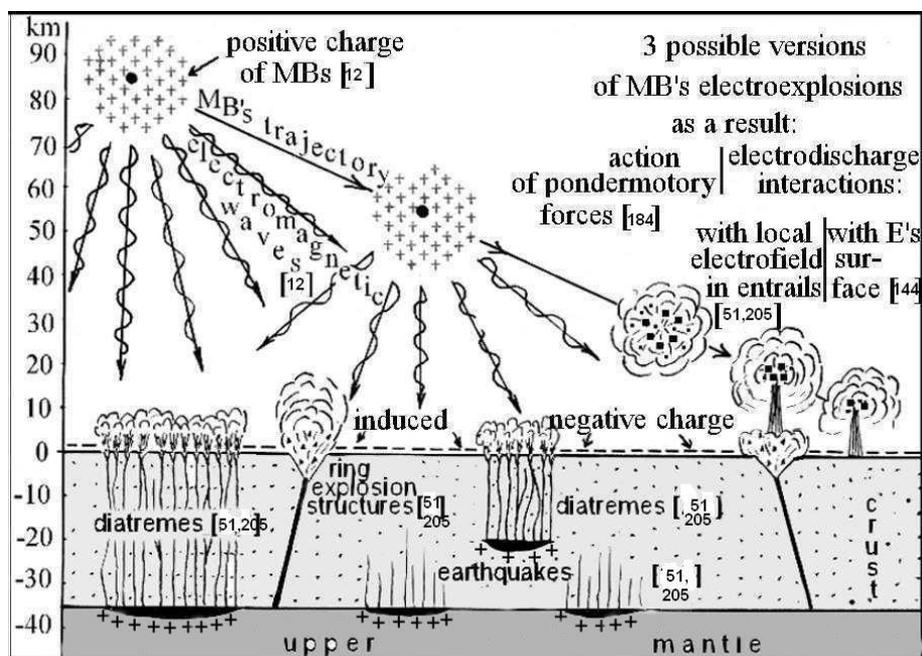


Рис. 6.5. Модель электрических взаимодействий между крупным метеорным телом (МТ) радиусом 1 км и недрами Земли (Khazanovitch..., 2007). Upper mantle - верхняя мантия, crust – земная кора. Изображение положительного электрического заряда (positive charge) вокруг МТ и электромагнитных волн (electromagnetic waves) - по И.С. Астаповичу, 1958 (на рис. – [12]). В результате взаимодействия наведенного болидом отрицательного электрического заряда (induced negative charge) на поверхности Земли с электрическими зарядами на различных уровнях земной коры (черные линзы) происходят электрические пробой коры с образованием диатрем (diatremes) или кольцевых взрывных структур (ring explosive structures) (Хазанович, 1994) [205]. Без связи с болидами такие процессы ранее предполагались К.М. Алексеевским и Т.Т. Николаевой (1971) [2] и А.А. Воробьевым (1975) [51]. Сейсмические возмущения (earthquakes) как результат электроразрядных процессов в недрах Земли, не доходящих до ее поверхности, предполагались D. Finkelshtein and J. Powell (1971) [251] и А.А. Воробьевым (1975) [51]. Модель так же отражает три возможных варианта электровзрыва МТ в результате: а) действия пондеромоторных сил при накоплении на МТ максимально возможного заряда (actions of ponderomotive forces) (В.Ф. Соляник, 1959, 1980) [183, 184]; б) электроразрядных взаимодействий (electrodischarge interactions) с локальными электрополями в недрах Земли (with local electrofields in entrails) (Хазанович..., 1994) [205] или с поверхностью Земли (with E's surface) (Невский, 1978) [144].

6.3. Недостатки «бolidной модели»

Приведенные примеры взаимоотношений кольцевых взрывных структур и полей диатремового вулканизма указывают на космогенные причины этих взаимодействий с различной степенью достоверности. Одним из главных доказательств правильности предлагаемой модели должна быть одновозрастность импактного события, с одной стороны, и образования «шлейфов диатрем», с другой. Ранее я уже неоднократно обращал внимание читателя на несовершенство существующих методик определения абсолютного возраста горных пород. Одной из причин искажения радиологических данных является присутствие в отобранных пробах ксеногенных аналогов тех минералов, по которым ведется определение возраста. Поскольку эти минералы, вынесенные магматическим расплавом из земной коры, имеют значительно более древний возраст, чем их аналоги, образовавшиеся в процессе формирования диатрем, суммарный результат возраста оказывается значительно завышенным. Таким образом, при использовании результатов геохронологических исследований XX-го века рассчитывать на получение бесспорных доказательств одновозрастности формирования астроблем, с одной стороны, и их диатремовых шлейфов, с другой, не приходится. Перспективным представляется метод определения абсолютного возраста по перовскиту – минералу, который встречается только в щелочно-ультраосновных породах и контактовых месторождениях. В последнее время этот минерал стал использоваться геохимиками для более достоверного определения возраста кимберлитов.

Существует еще целый ряд дополнительных препятствий, которые осложнили бы доказательство одновременности двух рассматриваемых типов геологических событий даже при условии существования самых совершенных радиологических методик. Образовавшиеся структуры, как импактные, так и диатремовые, не всегда на этом заканчивают свое геологическое развитие. Во-первых, как уже говорилось в этой книге, сформированная под метеоритным кратером зона повышенной проницаемости в земной коре может служить каналом для последующего триггерного магматизма, причем это событие может иметь место не сразу, а спустя какое-то время после образования структуры. Во-вторых, как справедливо отмечает О.А. Степанов (1989), на протяжении дальнейшей геологической истории образовавшиеся магматические каналы могут играть роль проводников для перераспределения электрического тока в недрах Земли, способствуя выводу его на поверхность. Этот процесс может сопровождаться переносом рудных элементов – ионов металлов – из образовавшихся под астроблемами магматических очагов и способствовать формированию различных месторождений (в частности – медно-никелевых, медно-порфириновых и др.). В диатремовых каналах перераспределение тока может явиться причиной более поздних электрических разрядов, приводящих к образованию брекчий различных генераций (наличие таких брекчий – хорошо известный факт в геологии диатрем). В любом случае, проявление указанных процессов затушевывает первичный процесс образования и тех, и других структур, значительно усложняет правильное определение их возраста, а так же может существенно исказить реальную картину их хрональной общности.

Из сказанного вполне логично следует допущение, что чем моложе процесс образования кратерно-диатремовых «тандемов», тем больше вероятность, что он не замаскирован бо-

лее поздними геологическими процессами и тем точнее являются данные радиологического определения абсолютного возраста. Это допущение не плохо подтверждается примером самых молодых из всех рассмотренных выше кратерно-диатремовых связей, расположенных на плато Швабский Альб в Германии. Здесь, на линии Урах-Штейнхейм-Рис, признаки проявления каких-либо более молодых эндогенных процессов отсутствуют, а возраст импактных событий, образовавших кратеры Штейнхейм и Рис, с одной стороны, и диатремового поля Урах, с другой, совпадает с удивительной точностью (14,8 млн. лет по К-Аг). Этот пример, на мой взгляд, является убедительным подтверждением реальности механизма образования «диатремовых шлейфов» диатрем, который предлагает автор.

К сожалению, большинство других примеров существования пространственно-временной общности астроблем и их «шлейфов» не имеют пока столь убедительных подтверждений фактическим материалом, и это я, как автор рассматриваемой модели, прекрасно сознаю. Причиной этого являются различные обстоятельства.

Во-первых - несовершенство методики определения абсолютного возраста, о которой мы только что говорили. В результате - структуры, на импактное происхождение которых указывает целый ряд характерных особенностей вещественного состава пород, а так же их структурные и текстурные характеристики, не имеют пока точных датировок. К сожалению, таких структур большинство.

Во-вторых, принадлежность некоторых структур к астроблемам является пока сугубо гипотетичной, так как основывается преимущественно на их круговой форме и некоторых соображениях о геологической истории этих образований. Конкретные вещественные доказательства импактного происхождения этих структур (наличие конусов разрушения, планарных элементов в кварце и т.п.) здесь пока не установлены, что скорей всего связано с тем, что их там просто еще никто не искал. К этой группе предполагаемых астроблем относятся рассмотренные выше структуры Чёшская губа, Оленекская, Хибинская, Ловозерская, Контозеро, оз. Виктория и другие.

6.4. Мнение физика

Любая гипотеза должна базироваться на каком-то физико-математическом обосновании. Еще в 1989 году, когда моя, не известно как появившаяся, идея о космогенном факторе становления и размещения диатрем еще только начинала формироваться в гипотезу, я прекрасно начал понимать, что без участия специалиста-физика моя дальнейшая работа не получит убедительной аргументации. Я тщетно пытался заинтересовать своей проблемой некоторых моих знакомых физиков – идея об инициации болидом электрических пробоев из земных недр почему-то не вызывала у них никакого интереса. И вдруг в июле 1989г. я получаю почтовую открытку от специалиста по электрофонным болидам, кемеровского физика Вадима Юрьевича Казнева, в которой он предлагает мне обменяться опытом в изучении природных аномальных явлений.

Я отправил В.Ю. Казневу машинописный текст моей статьи, подготовленной к печати в Докладах АН СССР, и попросил его высказать свое мнение по поводу моей «космогенной модели». Через некоторое время я получил от него ответ. Вот, что написал Вадим Юрьевич:

«ГЕОЛОГИЯ И КОСМОС. Комментарий к статье К.К. Хазановича-Вульфа «Диатремовые шлейфы астроблем»

В статье выдвигается интересная и многообещающая гипотеза происхождения трубок взрыва (диатрем). Не в первый раз исследователи в своих поисках закономерностей на Земле обращаются к помощи космоса. И часто такой подход дает важные результаты.

Систематическое изучение электромагнитных явлений, связанных с полетом метеоров и болидов, как пишет В.А. Бронштэн в своей книге «Метеоры, метеориты, метеороиды» (М.: Наука, 1987), только начинается. Но справедливости ради следует сказать, что вопрос о существовании и роли электрического заряда на поверхности метеорных тел был поставлен еще в 50-ых годах. По-видимому, одним из первых это сделал В.Ф. Соляник на пленуме Комиссии по метеоритам в 1951г.²⁶ В последующие годы в научной печати были опубликованы статьи В.П. Докучаева (1960), В.В. Иванова и Ю.А. Медведева (1965), А.П. Невского (1978)²⁷ и других специалистов, посвященные разработке электрической теории метеорных явлений.

Особенно остро создание такой теории стоит в связи с феноменом электрофонных болидов (см. «ТМ» №2 за 1988г., а также²⁸).

Ну, а может ли крупное метеорное тело, летящее в атмосфере Земли, спровоцировать мощные электрические разряды из недр планеты? Расчеты, сделанные автором этих строк, показали: да, может. Тело километровых размеров в состоянии накопить на поверхности столь большой заряд, что это вызывает электрические возмущения не только на поверхности Земли, но и на значительной глубине; под летящим болидом образуется зона, в которой до глубины 30-40 км напряженность поля достигает величины электрической прочности горных пород. По данным томского ученого А.А. Воробьева, в неоднородных полях разряды в горных породах могут начаться уже при напряженности поля порядка 10^4 В/см (см. «ТМ» №12 за 1978г.)

«Болидный механизм» образования трубок взрыва дает естественное объяснение некоторым загадочным фактам. Так, например, подмечено, что зоны трубок взрыва имеют вытянутые пространственные формы: длина их значительно превышает ширину. Вероятно, что причина этого связана с так называемым «пятном напряженности» - областью на земной поверхности, где летящий болид индуцирует электрические заряды. По сути, «пятно» есть не что иное, как «материализованная» проекция на земную поверхность атмосферной траектории болида. Но только эта проекция не полная – не хватает начального участка пути, на котором метеорное тело еще не обзавелось собственным зарядом. Если траектория – пологая кривая, то скорость перемещения «пятна» по поверхности Земли мало отличается от скорости самого болида. Естественно, серия разрядов из недр планеты движется вслед за «пятном». Отсюда – вытянутая форма диатремовых зон.

²⁶ Бронштэн В.А. Пленум комиссии по кометам и метеорам //Природа, 1951, №11, с.87-88.

²⁷ См. работы всех этих авторов в Списке литературы в конце книги.

²⁸ Казнев В.Ю. Электрофонные болиды. Астрономический календарь. Вып. 94, 1991. С.253-264.

Становится понятным также и то обстоятельство, что «диатремовый шлейф» упирается в астроблему, не переходя на ее противоположную сторону и не продолжаясь далее. Дело в том, что «пятно напряженности» существует, пока на небе виден болид. Оно сопровождает метеорное тело до самого падения на землю и исчезает рядом с образовавшимся кратером.

Гипотеза К.К. Хазановича-Вульфа, на мой взгляд, слишком красива, чтобы в итоге оказаться неверной. *В.Ю. Казнев*»

Столь лестная оценка моей модели, конечно же, воодушевила меня на продолжение самостоятельных исследований в условиях отсутствия какой-либо финансовой поддержки с чьей-либо стороны. Это было начало 90-ых – время тяжелое для всей страны.

Часть 7.
ПРОГНОЗ ПРОИСКОВ
ДИАТРЕМОВЫХ ПОЛЕЙ
С ПОЗИЦИИ
«БОЛИДНОЙ МОДЕЛИ»

Введение

В главе 1.2 «Существует ли тектонический контроль размещения диатрем?» мы пришли к важному выводу о том, что поля и зоны диатрем имеют независимую позицию относительно всех разновидностей структур земной коры – разломов, рифтов, авлакогенов и т.п. Выявленная закономерность конечно же не означает, что поля диатрем НЕ МОГУТ БЫТЬ иногда территориально связаны с какими-либо из этих структур, но эта связь имеет не закономерный, а скорее случайный характер и не является универсальной для других регионов и провинций. Сделанный автором вывод – «Главная закономерность в размещении диатремовых полей и зон заключается в отсутствии у них закономерной связи с более древними структурами земной коры» - звучит хоть и парадоксально, но отражает истинное положение вещей.

Правда, установлено, что некоторые диатремовые поля, например – Зимнебережное в Архангельской области, Чадобецкое в Сибири, Хикс Доум и Эйвон в США, приурочены к брахиантиклинальным складкам. Однако, по глубокому убеждению автора последние образовались ВСЛЕДСТВИЕ одновременного («залпового») процесса формирования всех трубок в пределах одного поля и являются НЕ ПРИЧИНОЙ локализации диатрем, а СЛЕДСТВИЕМ их образования.

Выявленное правило «Закономерность размещения – в отсутствии закономерности», а так же пространственно-временная связь диатремовых полей и астроблем, логично приводят к предположению, что образование этих структур связано с движением (абсолютным или относительным) каких-то объектов и приурочено к проекции траектории последних на земную поверхность. На первых порах своих исследований я полагал, что такими объектами могут быть только крупные метеорные тела. Однако уже в новом веке убедился в существовании данных, свидетельствующих в пользу возможностей образования кимберлитовых полей за счет движения (относительного) горячих точек. Естественно, что в обоих случаях эти проекции не должны совпадать с какими-либо линейными геологическими структурами и по отношению к последним будут иметь независимую (индифферентную) позицию (хотя и не исключено, что в отдельных случаях могут быть и совпадения).

Вариант горячих точек еще совсем не разработан, в связи с чем ниже я буду рассматривать методику прогноза новых диатремовых полей только с позиции «болидной модели». Эта методика не имеет ничего общего с существующими методиками, авторы которых определяют структурное положение этих полей в соответствии с геологическим строением своего района и пытаются возвести это положение в ранг выявленной закономерности. Остановимся на существующих методиках прогноза более подробно.

7.1. Существующие методики прогноза.

В 1952г. во ВСЕГЕИ под руководством И.И. Краснова была составлена первая карта прогноза алмазонасности Сибирской платформы масштаба 1:2500000 с предпо-лагаемыми зонами глубинных разломов, к которым могли быть приурочены «небольшие тела ультра-

основных пород, в том числе алмазоносные кимберлиты» (Масайтис и др., 2004). Как оказалось в дальнейшем, эта установка на роль глубинных разломов в размещении кимберлитовых полей оказалась неверной, хотя геологи ВСЕГЕИ до сих пор не акцентируют на этом внимание и продолжают эту установку широко пропагандировать. Поэтому не удивительно, что «учение о тектоническом контроле» продолжает иметь своих многочисленных сторонников среди геологов-алмазников других геологических организаций и в наши дни. Так, в 2004г. во ВСЕГЕИ была проведена научно-практическая конференция «Эффективность прогнозирования и поисков месторождений алмазов...», в которой участвовали представители 86 организаций, сделавшие более 150 докладов. К сожалению, соображения ведущих геологов-алмазников о структурной независимости кимберлитовых полей (см. главу 1.2) почти никем не были приняты во внимание, а основной упор в прогнозе поисков, ТАК ЖЕ КАК И 52 ГОДА НАЗАД, делался на поиски глубинных разломов и прочих разрывных структур в кристаллическом фундаменте и осадочном чехле. В настоящей работе нет никакой возможности вступить в дискуссии с каждым из авторов подобных прогнозов. Можно сказать лишь одно: ни в одном из сообщений на конференции «Алмаз-50» убедительных данных о тектоническом контроле кимберлитовых полей и зон не приводится. В то же время, сотрудник ВСЕГЕИ А.С. Гринсон еще в 1994г. совершенно справедливо отмечал, что, несмотря на признание большинством исследователей роли глубинных разломов как одного из рудоконтролирующих факторов, при прогнозировании независимые тектонические критерии, позволяющие наметить перспективные площади, где кимберлиты еще не известны, не приводятся. Таких общепринятых тектонических критериев не существует и до сих пор. То, что выдается геологами за методику прогноза, на самом деле представляет собой констатацию структурной обстановки территории уже известных кимберлитовых полей с попыткой придать этой обстановке ореол закономерности.

Ниже мы рассмотрим только некоторые из прогнозных моделей, предлагаемых представителями «Алмазной школы ВСЕГЕИ», которую представляют М.В. Михайлов и Ю.М. Эринчек. В течение многих лет они пропагандируют одну и ту же методику, суть которой заключается в следующем.

Кимберлитовая формация, утверждают они, является закономерным членом формационного ряда магматических пород, свойственного, якобы, определенному классу тектонических структур, становление которых имеет место в блоках со специфической историей геологического развития и глубинного строения (Михайлов, Эринчек, 1995, с.63; 2004, с.237). Наиболее яркими представителями таких (специфических – К.Х.) структур, по их мнению, являются авлакогены (палеорифты)... и связанные с ними поднятия. Авторы выводят следующее Правило: *Магматизм, генетически связанный с континентальным рифтогенезом, проявляется как в пределах рифтовых впадин, так и за их пределами – на прилегающих поднятиях, называемых плечами авлакогенов.* Вот вам и закономерность! Столь хитроумно выведенное правило позволяет любое кимберлитовое поле привязать к ближайшему авлакогену и утверждать, что, в соответствии с прогнозом авторов, оно расположено «на плече» этой погребенной структуры. Естественно, что «ширина плеч» при этом ничем не ограничивается. На прогнозной карте для Сибирской платформы эти плечи превышают 210 км (см. рис. 7.1).

Какой же геологический смысл имеет утверждение, что образование кимберлитовых полей связано с авлакогенами, если они расположены на таких столь значительных расстояниях друг от друга и, в некоторых случаях (Архангельская провинция), отделены сотнями миллионов лет по возрасту своего образования? Да, НИКАКОГО! Даже авторы рассматриваемой «Методики прогноза» не высказывают по этому поводу каких-либо соображений. Поэтому утверждение, что кимберлитовый магматизм генетически связан с континентальным рифтогенезом не имеет под собой никаких оснований. Аналогия с «новым нарядом короля» напрашивается и в этом случае.

Выявленную Михайловым и Эринчеком «закономерность», с моей точки зрения, можно выразить другими словами: **строгой связи кимберлитового магматизма с авлакогенами (палеорифтами) не существует: его проявления могут иметь место как в пределах этих структур, так и за их пределами.** Эта «закономерность», в частности, хорошо выражена на Ижмозерском кимберлитовом поле Зимнебережного района. Анализ позиции трубочных тел свидетельствует здесь о независимости их положения относительно горст-грабеновых докембрийских структур фундамента (Калмыков и др., 2004). «Данное обстоятельство, - пишут цитируемые авторы²⁹, - вполне естественно, так как рифтогенные структуры развивались в рифее и к началу вендского времени закончили свое формирование, о чем свидетельствует практически ровная подошва перекрывающих их вендских отложений. Период же проявления ультраосновного-щелочного магматизма приходится на поздний девон - ранний карбон».

Таким образом, предположение о том, что докембрийские структуры каким-то образом «контролировали» размещение позднедевонских кимберлитовых трубок, представляется совершенно фантастическим и надуманным, так как, во-первых, абсолютно не подтверждается фактическим материалом и, во-вторых, не имеет теоретического обоснования.

Об индифферентности кимберлитовых полей относительно глубинных разломов в разные годы писали представители других «Алмазных школ» - НИИГА - Океангеология (Л.С. Егоров, В.А. Милашев, М.И. Рабкин, С.М. Табунов и др.), Сибирской (Ф.Ф. Брахфогель, Б.М. Владимиров, В.В. Ковальский, К.Н. Никишов, О.С. Егоров и др.) и отдельные крупные геологи-алмазники за рубежом (Доусон, Скиннер, Митчел и др.)³⁰. Однако «Алмазная школа ВСЕГЕИ», не замечая этих выводов, упорно продолжала придерживаться своих первоначальных взглядов и способствовала их широкому распространению.

С этих позиций и составлена «Методика прогнозирования», которую предлагают М.В. Михайлов и Ю.М. Эринчек (1995, 2004). Авторы прекрасно понимают, что кимберлиты могут формироваться далеко за пределами авлакогенов, поэтому предлагают искать их и в других структурно-тектонических ситуациях. В каких? *«На поднятиях, сочленяющихся с крупными палеозойскими прогибами, длительное время унаследованно развивающимися*

²⁹ Б.А. Калмыков, «АЛРОСА», Москва, П.С. Бабаянц «Аэрогеофизика», Москва, В.А. Медведев, А.М. Машкара, В.З. Березовский, ЗАО «Кратон», Архангельск

³⁰ См. главу 1.2.

над древними рифейскими авлакогенами». Короче говоря: если не над авлакогенами, так на прилегающих территориях.

В качестве примера авторы приводят палеотектоническую схему восточной части Сибирской платформы для среднего девона – раннего карбона (1995, рис.2). На этой схеме (рис. 7.1) неоднократно упоминавшаяся нами Мархо-Оленекская кимберлитовая зона, протяженностью порядка 700 км, посажена авторами на несуществующий в природе разлом. Несмотря на то, что обнаружить этот разлом тщетно пытались в разные годы многие группы геологов и геофизиков (см. гл. 1.2), «Алмазная школа ВСЕГЕИ», а вместе с ними и представители других геологических организаций, продолжают отстаивать эти явно устаревшие представления и в наши дни, изображая этот предполагаемый разлом как шампур с насаженными на него кимберлитовыми полями (рис. 7.1).

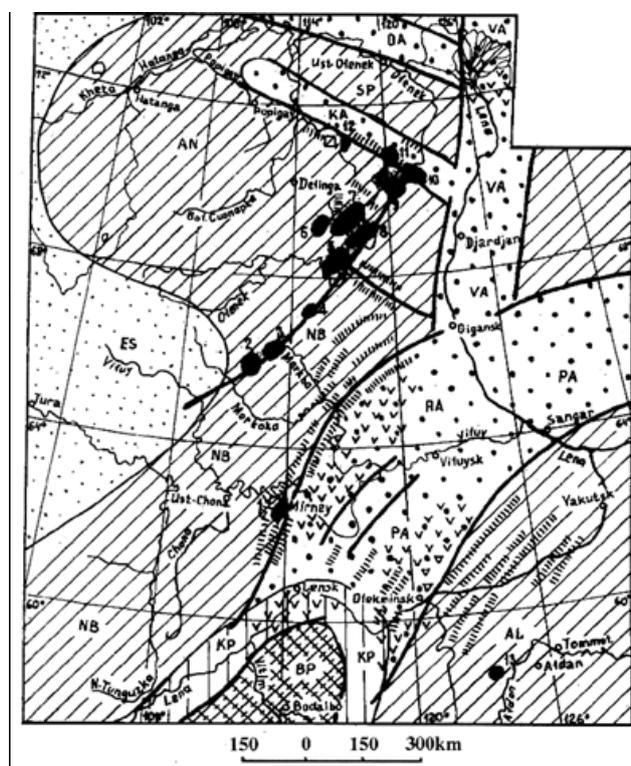


Рис. 7.1. Палеотектоническая схема восточной части Сибирской платформы. Средний девон – ранний карбон, турне (Михайлов, Эринчек, 1995). Условные обозначения. Тонкий крап – синеклизы (ES – Эвенкийская); косая штриховка – антеклизы (AN – Анабарская, AL – Алданская, NB – Непско-Ботубобинская); жирный крап – авлакогены (PA – Патомско-Вилуйский, KA – Кютингдинский, VA – Верхоянский); залитые овалы – кимберлитовые поля; жирные линии – разломы.

На рис. 7.1 изображен Патомско-Вилуйский авлакоген, в пределах которого не установлено НИ ОДНОГО кимберлитового поля. В непосредственной близости от западной границы авлакогена (на его «западном плече») находится только одно поле – Мирнинское. Все остальные расположены на расстоянии от этой границы от 210 км и более – «на плече авлакогена»

По этому же принципу цитируемыми авторами выделяется Западно-Русская кимберлитовая субпровинция, которая, в частности, захватывает территорию Южного склона Балтийского щита, где, как мы хорошо знаем, породы моноклинально падают под небольшим углом на юго-восток. Однако прогнозисты называют этот склон почему-то «антекли-

зой, примыкающей к авлакогену» (там же, рис.1). В принципе, эта территория, действительно, представляется перспективной на обнаружение трубок взрыва, но не потому что в ее пределах находится Пашский авлакоген рифейского возраста, более 0,5 млрд. лет назад закончивший свое развитие и трансгрессивно перекрывающийся отложениями венда, а потому, что на поверхность здесь выходят наиболее древние отложения палеозоя – кембрия, ордовика, силура и девона. Благодаря этому обстоятельству этот регион обладает большой длительностью континентальной экспозиции - от 360 млн. лет и более, и существование здесь трубок девонского и последевонского возраста наиболее вероятно. Еще более перспективными в этом плане являются районы, где осадочный чехол вообще отсутствует, т.е. – на Балтийском щите. Таким образом, для разбраковки территорий по степени их перспективности на обнаружение диатрем достаточно использовать столь несложный критерий, как время их экспозиции в континентальных условиях, не прибегая к надуманным и невероятным соображениям о роли погребенных и давно прекративших свое развитие докембрийских авлакогенов.

Однако другой представитель сотрудник ВСЕГЕИ, Н.А. Кухаренко (2004), почему-то считает указанные территории Ленинградской области и северного Приладожья Карелии неперспективными для поисков коренных источников алмазов. При этом северная граница этой неперспективной территории направлена на его схеме как раз туда, где на территории Финляндии недавно были открыты два кимберлитовых поля – Куопио и Каави.

Что касается той части методики, которая связана с прогнозированием кимберлитовых полей и отдельных тел по результатам изучения продуктов их дезинтеграции, то это уже совершенно другой этап прогнозирования, в основу которого положены не теоретические, а вполне конкретные фактические данные о составе шлиховых проб и о наличии в них спутников алмазов. По этой методике, разработанной впервые А.А. Кухаренко (пиропы – спутники алмазов) в начале 50-ых годов, на Сибирской платформе было открыто несколько десятков кимберлитовых трубок.

7.2. Методика прогноза, основанная на «Болидной модели»

В отличие от существующих методик, отражающих необоснованную уверенность их составителей в том, что какие-то структуры земной коры должны обязательно «контролировать» размещение диатремовых полей, Методика прогноза, основанная на «Болидной модели», является предельно простой (если бы не природная скромность автора, он назвал бы ее «гениально простой»). Действительно, достаточно знать направление пролета болида, чтобы проекцию его трассы на расстоянии до 300-400 км от образовавшейся астроблемы считать перспективной на обнаружение диатремовых полей. Однако, в этой «до гениальности простой» схеме существует свой «камень преткновения». Он сводится к вопросу: КАК определить направление прилета Метеорного Тела (МТ) на место образованной им астроблемы?

Другое дело, когда имело место падение роя МТ, состоящего, как минимум, из двух космических пришельцев. Направление прилета МТ в этом случае определяется исходя из известной в метеоритике закономерности: **чем больший размер имеет МТ, тем легче оно преодолевает сопротивление воздуха и тем дальше улетает по траектории**

вхождения в атмосферу Земли. Результатом этого правила является и закономерное распределение по размерам цепочки метеоритных кратеров, образованных в результате падений и взрывов МТ: направление от кратера (астроблемы) наибольшего размера в сторону меньшего и будет указывать направление, ОТКУДА прилетел метеорный рой³¹. Зная это направление, можно считать перспективной для обнаружения диатрем полосы энергетических воздействий («полосу напряженности») со стороны болидов. Ширина этой полосы зависит от размеров МТ и угла вхождения его в атмосферу Земли. Полет крупного МТ по пологой траектории НЕОДНОКРАТНО инициирует образование диатремовых полей (как это имело место, например, в Мархо-Оленекской кимберлитовой зоне). При более крутых траекториях образуются одиночные поля диатрем.

Проиллюстрируем предлагаемую методику поисков конкретными примерами. В каждом из них существует цепочка, состоящая из астроблем и диатремовых полей одного возраста (доказанного или предполагаемого). Предположим, что мы ничего не знаем о существовании последних и даем прогноз их обнаружения, пользуясь вышеизложенными соображениями.

Пример 1. США, «38-ая параллель», астроблемы D₃-C₁ возраста: Вааблу (диаметром 19 км), Декейтурвилл (6 км), Крукед Крик (7 км)³² (см. главу 5.1.1). Структура Вааблу является самой крупной в сравнении с остальными двумя, что позволяет определить направление полета этого роя: метеороид Вааблу должен был лететь первым; следовательно, полет происходил в направлении с востока на запад, а не наоборот. Таким образом, узкая полоса, представляющая собой продолжение линии Вааблу – Крукед Крик на восток и представляется перспективной для постановки поисков кимберлитовых полей. После того, как это было выяснено:

- А) Даем рекомендации на постановку в пределах этой полосы воздушной магнитометрической съемки.
- Б) На выявленной магнитной аномалии на расстоянии 91 км от ближайшего кратера (Крукед Крик) рекомендуем постановку наземной магнитометрической и геологической съемки.
- В) На выявленных аномалиях проектируем постановку поисково-разведочного бурения.
- Г) В результате – «открываем» новое кимберлитовое поле Эйвон, насчитывающее около 80-ти кимберлитовых трубок и даек.

³¹ Конечно же, и в этой идеализированной схеме могут иметь место осложняющие моменты. Так, в случае если одно или несколько МТ из роя взорвутся в воздухе, их обломки, выпавшие на землю и образовавшие мелкие кратеры, исказят закономерность последовательности распределения размеров МТ в полете.

³² Здесь мы сталкиваемся с несоответствием тому, о чем было сказано выше: астроблема большего диаметра (Крукед Крик, 7 км) находится в хвосте роя МТ, в то время как меньшая по диаметру (Декейтурвилл, 6 км) располагается ближе к голове роя. Однако, при этом нужно не забывать, что здесь мы имеем дело не с размерами метеоритных кратеров, которые отражают размеры образовавших их МТ, а с размерами астроблем. Размеры же этих структур зависят во многом от глубины их эрозии и подчиняются закономерности: чем глубже эрозия, тем меньшие размеры имеет астроблема. Таким образом, первоначальный кратер Декейтурвилл мог быть по размерам больше, чем кратер Крукед Крик.

Пример 2. США, штат Кентукки. Здесь мы обнаруживаем ориентированную субширотно цепочку из 2-х астроблем, меньшая из которых (Версаль, диаметром 1,7 км) находится на востоке, а большая (Джепта Ноб, диаметром около 5 км) – на западе, с расстоянием между ними около 50 км (подробнее – в главе 3.4). Для того, чтобы выявить поле диатремового магматизма - Эллиот Каунти – в 150 км восточнее астроблемы Версаль, достаточно применить ту же нехитрую методику, что и в предыдущем случае.

Пример 3. США, астроблема Уэллс Крик (см. главу 3.2). По расположению этой астроблемы и ее более мелких спутников легко определяется направление, откуда прилетел метеорный рой – с север-северо-запада. Здесь проявляется та же самая закономерность - поля диатремового магматизма занимают позицию в хвостовой части проекции траектории полета болида, где они и должны находиться в результате энергетического воздействия со стороны летящего метеорного тела. Двигаясь в направлении, противоположном прилету МТ, т.е. - на ССЗ, с комплексом геофизических и геологических работ, мы, несомненно, не пропустим два диатремовых поля: через 80 км - поле щелочных ультраосновных даек и диатрем, а еще через 80 км – антиклинальную структуру (купол) Хикс Доум с кимберлитовыми трубками.

Пример 4. Плато Швабский Альб, Германия. Астроблемы (с запада на восток) Штейнхейм (диаметром 3 км) и Рис (26 км). Ничего не зная о существовании огромного диатремового поля Урах, мы, несомненно, обнаружим его, если будем руководствоваться вышеизложенными критериями и выделим в качестве перспективной полосу для поисков диатрем на западном продолжении линии Рис-Штейнхейм. Наши рекомендации так же удачно, как и в вышерассмотренных случаях, приведут к открытию этого диатремового поля.

* * *

Обобщая вышеприведенные примеры, попробуем выразить выявленную закономерность распределения астроблем и диатремовых полей, расположенных в пределах одной прямой полосы, в виде формулы:

$$BA \rightarrow MA \rightarrow (MA) \rightarrow ДП,$$

где БА – Большая (с ударением на *о*) Астроблема; МА – Меньшая Астроблема; (МА) – возможные дополнительные Малые Астроблемы, образовавшиеся из того же роя МТ; ДП – Диатремовое Поле. Стрелки указывают на направление поисков ДП (это направление противоположно направлению пролета МТ). Во всех приведенных примерах с известными ДП формула $BA \rightarrow MA \rightarrow ДП$ строго выдерживается, а БА и МА ни разу не меняются местами по отношению к ДП. В этом заключается одна из важных закономерностей размещения этих структур.

Однако, возможны и более сложные варианты, один из которых нам демонстрирует следующий пример.

Пример 5. США – Канада. Астроблема Гловер Блафф, диаметром 8 км, возраст <450 млн.лет \rightarrow 235 км \rightarrow Кимберлитовое поле Лэйк Эллен, <450 млн. лет \rightarrow 275 км \rightarrow Астроблема Слэйт Айлендс, диаметром 30 км, возраст <500 млн. лет. Здесь стрелки показывают направление полета МТ. Своеобразие этой ситуации заключается в том, что ДП находится МЕЖДУ двух астроблем, а не позади их. Следовательно, образование ДП связано здесь с воздействием только болида Слэйт Айлендс. Если изобразить эту

ситуацию в виде формулы, где стрелки показывают направление поисков, то она будет выглядеть следующим образом:

БА → ДП → МА → ДП?

где ДП? обозначает прогноз на обнаружение Диатремового Поля, которое могло быть образовано энергетическим воздействием со стороны меньшего спутника в рое МТ - астероида Гловер Блафф. Пока такое поле не установлено.

Одиночные астроблемы. Вернемся опять к поставленному выше вопросу: как определить направление прилета МТ, образовавшего одиночную астроблему? К сожалению, форма образовавшегося в результате падения и взрыва МТ кратера не отражает ни угла падения тела, ни направления его прилета. Круговые очертания кратеров обязаны своему происхождению только мощному взрыву и равномерному, во всех направлениях, выбросу раздробленного каменного материала. Имеющиеся исключения, когда метеоритный кратер имеет не идеально кольцевую форму, может быть результатом тектонического строения территории, а не направления падения МТ. Например, Аризонский кратер имеет форму квадрата с закругленными углами, что объясняется структурными особенностями территории.

Для того, чтобы определить направление прилета МТ и провести прогнозную оценку близлежащих к астроблемам территорий на предмет обнаружения одновозрастных с ними полей диатрем, необходимо провести следующий анализ.

Во-первых, необходимо убедиться в том, что рассматриваемая астроблема является, действительно, одиночной, а не имеет в радиусе до 1000 км от нее следы падения других ее спутников по рою. Цепочка таких спутников может растянуться иногда на расстояние в несколько тысяч километров. В качестве примера можно привести цепочку одновозрастных импактных структур (около 65 млн. лет), образование которых привело к глобальной катастрофе на границе мезозоя и кайнозоя. Начинается эта цепочка на Украине - кратеры Гусевский (диаметром 3 км) и расположенный севернее его Болтышский (25 км). В северном Приуралье эта цепочка имеет свое продолжение в виде астроблем Карская (62 км) и Усть-Карская (>20 км); далее трасса пролета болидов проходила вдоль побережья Сев. Ледовитого океана (где следы падения МТ пока не установлены), затем - над Беринговым морем (где предположительно имело место падение крупного астероида) и, наконец, завершилась образованием самой крупной в цепочке астроблемы Чиксулуб (180км) на п-ове Юкатан и Мексиканском заливе.

Если в результате проведенного анализа будет обнаружена хотя бы одна астроблема такого же (или близкого, с учетом погрешностей радиологических данных) возраста, то полоса, соединяющая обе астроблемы и будет являться перспективной на обнаружение диатремовых полей.

Во-вторых, необходимо руководствоваться данными о том, что диатремовые поля на плитах часто приурочены к брахиантиклинальным складкам, о чем неоднократно уже говорилось выше как о результате одновременных («залповых») электропробоев земной коры и последующего за ними внедрения магматического расплава по трубочным каналам. По результатам геологических съемок такие структуры могли быть закартированы, а приуроченные к ним диатремы – не обнаружены. Установление хотя бы одной из таких структур в непосредственной близости от астроблемы (50-300км) дает

основание более тщательно провести геологический анализ территории в пределах полосы, соединяющей эти структуры и на ее продолжении в сторону ОТ астроблемы.

В третьих, необходимо провести анализ данных шлихового опробования: не имеют ли перспективные точки опробования линейной связи с астроблемой? Если такая связь будет установлена, необходимо переходить на постановку крупномасштабных геофизических исследований. Так, например, к юго-востоку от астроблемы Мишина Гора шлиховые пробы содержат высокую концентрацию спутников алмаза. Таким образом, полоса юго-восточного простирания, соединяющая астроблему и выявленную зону и представляется перспективной для постановки аэромагнитных поисков трубок взрыва (Хазанович, 2003).

7.3. Рекомендации

На основании выявленных закономерностей, у нас есть все основания считать перспективными для поисков новых диатремовых полей те площади, которые примыкают к цепочке астроблем в направлении ОТ их большей разновидности в сторону хвоста роя. Приведенные выше 5 примеров инсценированных поисков уже известных диатремовых полей дают определенную уверенность в практической целесообразности таких рекомендаций.

1. «Зона Д.В. Рундквиста». В течение 10 минут, что я в 1990 году беседовал с академиком Д.В. Рундквистом, излагая ему суть своей «космогенной модели», он не только дал ей положительную оценку и рекомендовал мою статью к публикации в Докладах АН, но и высказал свои соображения по поводу прогноза на обнаружение диатремовых полей к юго-западу от цепочки из двух астроблем – Карской и Усть-Карской. Действительно, энергетическое воздействие со стороны таких крупных МТ обязано было привести к образованию диатремовых полей в направлении на юго-запад от них. До настоящего времени диатремы с возрастом около 65 млн. лет здесь не обнаружены. Однако, «зона Рундквиста», несомненно, представляет собой зону с высоким перспективами на обнаружение новых диатремовых (возможно – кимберлитовых) полей.

2. «Зона А.А. Кухаренко». Протягивающаяся через весь Балтийский щит от восточного побережья Кольского п-ова до южной Швеции (см. гл. 4.4), эта зона, несомненно, является очень перспективной на обнаружение диатрем позднедевонского возраста как на территории Мурманской области, так и в Финляндии и Швеции.

3. На территории европейской России одной из крупнейших астроблем в мире является **Пучеж-Катунская астроблема** диаметром около 80 км, образование которой связано с падением астероида диаметром не менее 5 км. Такой огромный объект при вхождении в атмосферу Земли должен был создать сильнейшее энергетическое (электрическое) воздействие на поверхность и недра планеты, в результате чего должны были формироваться «диатремовые шлейфы». Поэтому, территория вокруг этой астроблемы представляет особый интерес для поисков новых алмазных месторождений и нуждается в тщательном анализе.

4. То же касается потенциальной **астроблемы Белое озеро** в Вологодской области. Автор (2000, 2003) неоднократно уже обращал внимание на то, что это округлое озеро диаметром около 40 км, образовалось, скорей всего, в результате крупного импактного события в мезозое. В пользу этого свидетельствует разрез верхнепалеозойских отложений,

вскрытых картировочными скважинами в 70-ых годах по берегам озера: пермские и каменноугольные отложения в верхней части разреза оказались здесь перемешанными друг с другом. Не найдя объяснения этому странному обстоятельству, геолог Ленинградской комплексной геологической экспедиции, ответственный исполнитель съемочных работ, не нашел ничего лучшего, как «восстановить порядок» в керновых ящиках и разложить керн «правильно» - в соответствии с геохронологической последовательностью пород (Хазанович..., 2000). Так, в результате невежества исполнителя, ценная информация о генезисе котловины Белого озера, была утрачена.

5. Из других стран наибольший интерес представляет **Северная Африка**, подвергнувшаяся сильной бомбардировке в позднем кайнозое. Здесь, по территории Мавритании и, частично, Марокко, протянулась на 1000 км полоса-цепочка метеоритных кратеров, самый крупный из которых (Ришат, 38 или 50 км в диаметре) находится на юго-западном ее конце. Это позволяет предполагать направление полета метеорного роя с север-северо-востока на юг-юго-запад (рис. 7.2, табл. 7.1). Эта зона представляется очень перспективной на поиски «диатремовых шлейфов» и может быть рекомендована для постановки аэрогеофизических исследований.

Кроме того, в Северной Африке установлено несколько парных кратеров одинакового возраста, что позволяет определить направления прилета МТ и постановки поисковых работ на диатремы. Это:

- 1) Оазис (18 км) и В.Р.С. (2 км), Ливия, <120 млн. лет;
- 2) Аркену-1 (6,8 км) и Аркену-2 (10 км), Ливия, < 140 млн. лет.

В Ливии, кроме того, обнаружено поле метеоритных кратеров Кебира, количество которых пока точно не определено (их от 7 до 100). Рядом с ними находится структура ЛГД (???). Однако более полная информация об этом районе автору пока не известна.

Табл. 7.1. Список кратеров Марокко-Мавританской зоны, перспективной на обнаружение диатрем

№№ на рис. 7.2	Кратер	Страна	Диаметр км	Представления о возрасте, млн. лет	Координаты	
					С.Ш.	З.Д.
1	Тиндуф	Марокко	3 - 4	?	27°40'	8°06'
2	Темимшат	Мавритания	0,5	35? 2-6?	24°15'	9°39'
3	Тенумер	„	1,8	108? 2-5?	22°55'	10°24'
4	Ришат	„	38-40	<300	21°09'	11°24'
5	Семсият	„	5,0	5?	21°01'	11°50'
6	Аозлул	„	0,25-0,37	3,1 или 0,46	20°15'	12°41'
7	Агейр	„	?	?	19°25'	11°30'

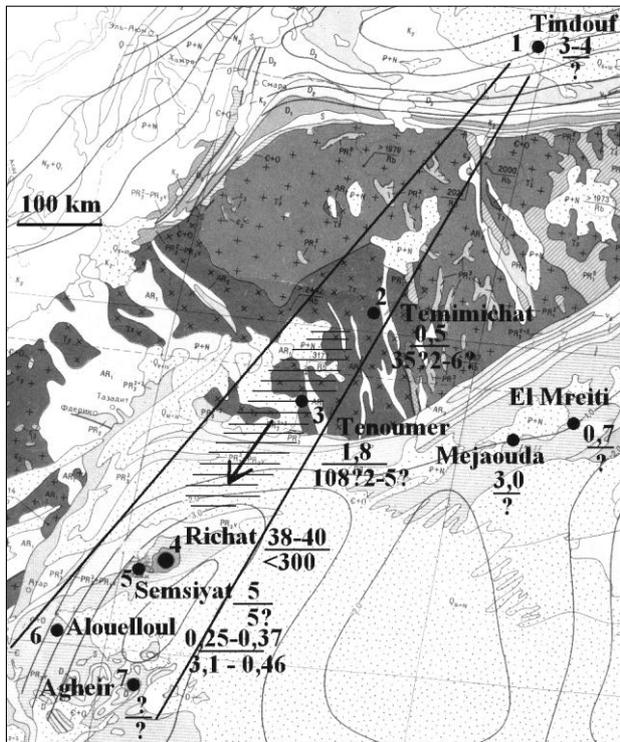


Рис.7.2. Марокко-Мавританская цепочка астроблем как перспективная зона на обнаружение полей диатрем (поле штриховки). В числителях – диаметр в км, в знаменателях – возраст млн. лет.

6. **Платформенная часть Китая.** Не правда ли, странно, что на этой огромной по площади территории до сих пор не обнаружено ни одной астроблемы? Об этом свидетельствуют Каталоги астроблем всего Земного шара, в которых китайские астроблемы не значатся. Может быть они у них засекречены?

Проведение детального анализа геологического строения этой территории, особенно в районах развития закартированных «круговых структур», которые, наверняка, имеются на геологических картах, могло бы содействовать открытию новых алмазных месторождений в этой стране.

* * *

Чтобы добавить «ложку дегтя» в вышеизложенные оптимистические соображения автора, напомним читателю, что НЕ ВСЕ ДИАТРЕМОВЫЕ ПОЛЯ МОГУТ ИМЕТЬ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ СВЯЗИ С АСТРОБЛЕМАМИ И НАОБОРОТ (об этом подробно изложено в главе 6). Такие связи имеют место только в случае, когда МТ имеет пологую траекторию ($< 45^\circ$). При крутой траектории МТ может не успеть накопить на себе электрический заряд, необходимый для инициирования электроразрядных процессов в недрах Земли. В этом случае образовавшаяся при ударе астроблема не будет иметь «диатремовых шлейфов». Кроме того, космическое тело должно иметь астероидные размеры, более 1км в диаметре, чтобы накопить на себе достаточно сильный электрический заряд для энергетического воздействия на недра Земли.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Значение импактных событий в геологических процессах, в размещении магматических образований и связанных с ними полезных ископаемых отражено в многочисленных публикациях. В настоящее время метеоритные взрывы уже рассматриваются как важный геологический фактор, который, в частности, может представлять собой и энергетическую основу глобальной тектоники, первопричину для образования мантийных плюмов, рифтовых зон, дальнейшего дрейфа континентов и пр.

В настоящей работе автор предпринял попытку расширить сферу воздействия крупных метеорных тел на геологическую историю Земли и высказал идею, что такие тела в атмосфере планеты могут инициировать мощные электрические разряды из земных недр. Проведенный анализ фактического материала показывает, что эта идея не является фантастической и может быть использована для объяснения тех геологических загадок, которые до последнего времени не имели своего решения.

В первую очередь к таким загадкам относилась территориальная и хрональная общность некоторых взрывных круговых (= кольцевых) структур, с одной стороны, и диатремовых полей или даже зон, с другой. Рассматривая последние под обобщающим названием «диатремовые шлейфы астроблем», автор полагает, что они имеют не только пространственную, но и хронально-генетическую общность со структурами метеоритного происхождения. Согласно предлагаемой модели, и те, и другие: а) сформировались в один и тот же короткий (часы, сутки) промежуток времени; б) имеют одну и ту же – космогенную – причину своего пространственного размещения.

Предлагаемая гипотеза развивает идеи некоторых отечественных исследователей о том, что причиной образования многокилометровых узких каналов в земной коре, по которым из недр Земли поднимался магматический расплав, являются мощные электрические разряды. Согласно простейшим физико-математическим расчетам (Прил.2), электрический заряд, который образуется вокруг крупного метеорного тела в атмосфере Земли, наводит на поверхности планеты мощное электрическое поле. Последнее, в свою очередь, инициирует электрические пробои из недр Земли по принципу «пробоя конденсатора».

Космогенная природа становления и размещения диатрем хорошо согласуется с данными, согласно которым:

Поля и зоны диатрем не имеют ни универсальной пространственной, ни генетической связи с тектоническим строением земной коры на платформах. В связи с этим, механизм образования диатрем не имел до сих пор убедительных конструктивных объяснений и неоправданно связывался с гипотетическими глубинными магмоконтролирующими разломами, рифтовыми зонами или авлакогенами. В диатремовой геологии возникла и существует до последнего времени парадоксальная ситуация, которую автор назвал «геологический вариант нового наряда короля»: в этой ситуации исследователи видят то, чего на самом деле не существует, будь то Кольский авлакоген или зона глубинных разломов вдоль Мархо-Оленекской кимберлитовой зоны.

Структурное положение диатремовых полей подчиняется следующему парадоксальному Правилу (№1): «Главная закономерность в размещении диатремовых полей и зон заключается в отсутствии у них универсальных пространственных связей с более древними структурами земной коры, в их независимой (=индифферентной) геологической позиции относительно этих структур».

Дефицит магматического расплава в диатремах однозначно указывает на какой-то триггерный анатексис, а различия геохимического состава пород даже в соседних диатремах позволяют предполагать узколокальный характер этого процесса, присущего каждой диатреме в отдельности.

Существующие представления как о глубинах зарождения и дифференциации кимберлитовых расплавов, так и о механизме формирования алмазов допускают их немантийную природу. Приведенный пример с ситуацией в районе Крушне Горы, бесспорно, доказывает, что:

- бывшие мантийные породы могут входить в состав нижней части земной коры и присутствовать среди кислых пород кристаллического фундамента в виде силлов;
- пиропы в диатремах могут иметь ксеногенное происхождение и не являться генетическими спутниками алмаза.

Из этого следует второе важное заключение (Правило №2): **присутствие мантийных пород в составе диатрем не является однозначным указанием на их мантийное происхождение.**

Установленная опытным путем возможность синтеза алмаза в условиях электрического разряда, то есть в течение очень коротких, практически мгновенных, промежутков времени, неизбежно дает основание для вывода, что подобный механизм может иметь место и в природных условиях, являясь следствием электроразрядных пробоев земной коры или отдельных ее участков при формировании диатрем.

Материалы геохронологических определений абсолютного возраста как пород диатремового магматизма, так и импактного происхождения, в настоящее время могут быть использованы для корреляции времени их формирования только при условии, что они выполнены по минералам, не имеющим аналогов в мантийных породах. Одним из таких минералов является перовскит. В отличие от него, циркон, флогопит и биотит, использовавшиеся геохронологами для определения абсолютного возраста кимберлитов, в отобранных для анализа пробах могли быть представлены и ксеногенными (мантийными), и аутигенными (диатремовыми) разностями, что в конечном итоге искажало полученные результаты. Последние, в основном, были резко завышены, а иногда превышали истинные значения в несколько раз. В связи с этим, приводимые примеры территориально-временной общности астроблем и их «диатремовых шлейфов» за небольшим исключением не имеют надежных доказательств их одновременного образования, как этого требует «болидная модель» автора. В то же время, отсутствуют и данные, которые могли быть продемонстрированы несостоятельность этой гипотетической модели.

Вероятно, что все катастрофические геологические события на границе франского и фаменского веков позднего девона произошли одновременно 367 млн. лет назад, в противном случае они не привели бы к глобальной биотической катастрофе, которая имела место на границе этих веков. Причиной этого события была бомбардировка Земли телами астероидных размеров, в результате чего помимо образования астроблем (Сильян, Оленекская, Чешская губа, Контозеро и др.) и активного проявления триггерного щелочного магматизма в результате импакта (Кольский п-ов) на проекции траекторий МТ в атмосфере Земли в результате электрических воздействий со стороны болидов происходили электрические пробои земной коры с образованием полей диатрем, в

частности – кимберлитовых (Архангельская кимберлитовая провинция, Мархо-Оленекская кимберлитовая зона).

Обзор имеющихся сведений об энергетических воздействиях болидов, зафиксированных в течение нескольких веков человеческой истории, убедительно свидетельствует в пользу того, что исходящие от метеорных тел электрические (электромагнитные) флуктуации могут инициировать сейсмические возмущения, которые автор расценивает как результат слабых электроразрядных процессов в недрах Земли, не достигающих ее поверхности. На протяжении своей геологической истории наша планета сотни раз подвергалась «тяжелой бомбардировке» электрически заряженными метеорными телами астероидных размеров (от 1 до 10 км в диаметре и более). Согласно «болидной модели» такие тела НЕ МОГЛИ НЕ ИНДУЦИРОВАТЬ на поверхности Земли сильные электрические поля, которые, согласно данным А.А. Воробьева и С.Ю. Баласаняна, являются необходимым компонентом для инициации мощных электроразрядов из недр планеты и дальнейшего формирования диатрем.

Падение таких крупных космических объектов на территории щитов или их склонов с сокращенной мощностью осадочного чехла приводили к процессам триггерного магматизма, в результате которого формировались массивы щелочных пород и (или) покровы излившихся по трещинам базальтов (траппов). Отсутствие астроблем на территории двух проанализированных регионов (Кольский п-ов и Алданский щит) в сочетании с развитием здесь большого количества массивов щелочных пород свидетельствует в пользу версии, что эти массивы и являются результатом триггерного магматизма как следствия импакта. Их сходство с астроблемами подчеркивается присутствием у некоторых из них тех же самых «диатремовых шлейфов».

Совершенно очевидно, что ориентация поисковых работ на зоны разломов, рифты, авлакогены и прилегающие к ним территории, получившая в последнее время особенно широкое развитие на Восточно-Сибирской и Русской платформах, а так же – в Канаде, является ошибочной и бесперспективной. Кимберлитовые поля и зоны МОГУТ БЫТЬ территориально связаны с этими структурами, но уже совершенно очевидно, что эта связь не является всеобъемлющей, обязательной и универсальной в глобальном масштабе.

Дальнейшая разработка гипотезы электроразрядного происхождения диатрем, с точки зрения автора, не исключает возможности решения целого ряда проблем, связанных с геохимическими особенностями кимберлитов и родственных им пород, в частности – проблемы образования алмазов. Перспективным представляется и направление по прогнозированию и поискам новых диатремовых полей в результате анализа геологической обстановки в районах развития доказанных или потенциальных астроблем. Автор дает рекомендации о постановке поисковых работ в нескольких перспективных районах Земного шара. Наиболее перспективной, на его взгляд, является Марокканская зона.

Время покажет, имеет ли предложенная модель-гипотеза право на дальнейшее существование и развитие, будет ли она подтверждена новым фактическим материалом или будет отвергнута, поскольку не будет ему соответствовать. В любом случае, автор надеется, что его работа не останется без внимания и заставит геологов задуматься над способами вывести геологию диатрем из того тупика, в котором она находится в настоящее время.

Все замечания, комментарии и возражения я буду рад получить по адресу: ojb37@mail.ru

Санкт-Петербург – дер. Систо-Палкино,
2005-2007

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеевский К., Николаева Т. Загадки кимберлитов // Знание – Сила, 1972, №4, с.30-31.
2. Алексеевский К.М., Боткунов А.И., Николаева Т.Т. и др. О химических изменениях среды алмазогенеза. – В сб.: Вопросы оруденения в ультрамафитах. М.: Наука, 1985, с.105-117.
3. Алексеевский К.М., Николаева Т.Т. Роль взрыва в кимберлитовой трубке // Бюлл. МОИП, отд. геол. 1988, т.63, вып.5, с.131.
4. Алексеевский К.М., Николаева Т.Т. Взрывы ли образуют трубки взрыва? – Тез. Докл. IV Дальневост. Регион. Петрограф. Совещания: проблемы магматизма, метаморфизма и оруденения Дальнего Востока. Ю.-Сахалинск, 1988а, с.20-22.
5. Алексеевский К.М., Кудьяров И.с., Николаева Т.Т. Раннефранская кора выветривания на базальтах Северного Тимана // ДАН СССР, 1989, т. 304, №2, с. 405-408.
6. Андросов Е.А., Вержак В.В., Ларченко В.А. и др. О структурном контроле размещения кимберлитовых тел на примере Архангельской алмазоносной провинции. – В сб.: «Алмазы-50», ВСЕГЕИ, 2004, с. 24-28.
7. Анфиногенов Д.Ф., Будаева Л.И., Фаст В.Г. и др. Чулымский болид. - Тез.ХХ-ой метеор. конф. М., 1987, с.163-165.
8. Арзамасцев А.А., Глазнев В.Н., Беляцкий Б.В., Травин А.В., Арзамасцева Л.В., Царев С.Е. Возраст и ареалы развития палеозойского щелочного магматизма северо-восточной Фенноскандии. Труды Всероссийского семинара с участием стран СНГ. Щелочной магматизм Земли. 26-27 апреля 2005 года.
9. Арсеньев А.А. // Докл.АН СССР, 1961,т.31, №5, с.1170-1173.
10. Артюшков Е.В., Соболев С.В. Механизм подъема с глубины кимберлитовых магм //ДАН СССР, т.236, №3, 1977, с.692-695.
11. Астапович И.С. Звуковые явления, одновременные с полетом болидов // Метеоритика, вып. 9, 1951, с.71-101.
12. Астапович И.С. Метеорные явления в атмосфере Земли. - М.: Физматгиз.1958. 640с.
13. Базилевский А.Т., Иванов Б.А., Флоренский К.П. и др. Ударные кратеры на Луне и других планетах. – М.: Наука, 1983, 200с.
14. Баласаян С.Ю. Динамическая геоэлектрика. - Новосибирск: Наука. 1990, 232с.
15. Барашков Ю.П., Алтухова З.А. Распределение алмазов в вертикальном разрезе кимберлитовых трубок Удачная-Западная и Удачная-Восточная (Якутия) // Отечеств. Геол., 2003, №6, с.44-47.
16. Барышев А.С. Критерии прогнозирования коренных источников алмазов на юге Сибирской платформы. – В сб.: «Алмазы-50», ВСЕГЕИ, 2004, с. 46-49.
17. Башилов В.И. и Каминский Ф.В. Вопросы тектоники и магматизма Тимана // Сов. Геология, 1975, №6
18. Беляев К.Д., Увадьев Л.И., Шульга Г.Ф. Закономерности размещения массивов центрального типа Кольского п-ова // Докл.АН СССР,1976, т.226, №1, с.163-165.

19. Билибина Т.В., Дашкова А.Д., Донаков В.И. и др. Петрология щелочного вулканогенно-интрузивного комплекса Алданского щита (мезозой). Л.:Недра, 1967, 264с.
20. Билс К.С., Иннес М.Д., Роттенберг Д.А. Ископаемые метеоритные кратеры. - В кн.: «Взрывные кратеры на Земле и планетах». М.: Мир, 1968, с.11-29.
21. Битерман И.М., Овандер М.Г. Среднепалеозойские коры выветривания на Северо-Востоке Сибирской платформы // Сов. геол, 1967, №5, с. 57-66.
22. Битерман И.М., Кутейников Е.С., Леонов Б.Н., Натапов Л.М. Новые данные о нижнекаменноугольных отложениях Северо-Востока Сибирской платформы //Мат-лы по геол. и пол. ископ. ЯАССР,1969, вып.13, с. 398-401.
23. Благовещенская М.Н. Некоторые черты геологического и геоморфологического строения Чадобецкого поднятия и его бокситоносность. – Тр. ВСЕГЕИ, нов. сер., 1967, т. 112.
24. Богданов А.А., Калинин Д.Ф., Овсов М.К. Прогноз кимберлитовых полей в пределах восточной части Балтийского щита с использованием компьютерных технологий. – В сб.: «Алмазы-50», ВСЕГЕИ, 2004, с.50-61.
25. Брахфогель Ф.Ф., Ковальский В.В., Кривонос Б.Ф., Зайцев А.И. Возраст кимберлитопоявлений района Оленекского поднятия // Кимберлитовый и базитовый магматизм района Оленекского поднятия. – Якутск, 1980, с. 6-36.
26. Брахфогель Ф.Ф., Ковальский В.В. Возраст кимберлитовых тел Сибирской платформы // Сов. Геол., 1978, №4, с.133-139.
27. Брахфогель Ф.Ф. Геологические аспекты кимберлитового магматизма Северо-востока Сибирской платформы.-Якутск, ЯФ СО АН СССР, 1984, 128с.
28. Бронштэн В.А. Пленум комиссии по кометам и метеоритам // Природа, 1951. №11, с.87-88.
29. Бронштэн В.А. Метеоры, метеориты, метеороиды. - М.:Наука.,1987, 176с.
30. Бронштэн В.А. Тунгусский метеорит. - М.: Изд-во "Сельянов", 2000. 310с.
31. Бронштэн В.А., Гребенников В.С., Рабунский Д.Д. Каталог электрофонных болидов. В сб.: Актуальные вопросы метеоритики в Сибири. Новосибирск: Наука,1988, с.158-204.
32. Буланова Г.П., Специус З.В., Лескова Н.В. Сульфиды в алмазах и ксенолитах из кимберлитовых трубок Якутии. – Новосибирск: Наука, 1990, 118с.
33. Буланова Г.П., Барашков Ю.П., Тальникова С.Б., Смелова Г.Б. Природный алмаз – генетические аспекты. – Новосибирск: Наука, 1993, 166с.
34. Ваганов В.И., Иванкин П.Ф., Кропоткин П.Н. и др. Взрывные кольцевые структуры щитов и платформ. - М.: Недра, 1985, 200с.
35. Буланова Г.П., Специус З.В., Лескова Н.В. Сульфиды в алмазах и ксенолитах из кимберлитовых трубок Якутии. – Новосибирск: Наука, 1990, 118с.
36. Ваганов В.И., Иванкин П.Ф., Кропоткин П.Н. и др. Взрывные кольцевые структуры щитов и платформ. – М.: Недра, 1985, 200с.
37. Ваганов В.И. Алмазные месторождения России и мира. М.: Геоинформмарк, 2000, 372с.

38. Варлаков А.С. К вопросу о происхождении кимберлитов.- В сб. «Минералогия и петрография Южного Урала», Тр. Ильмен. Заповед.,1978, вып.20, с.92 – 105
39. Варшавский А.В. Аномальное двупреломление и внутренняя морфология алмаза. – М.: Наука, 1968, 92с.
40. Васильев В.Г., Ковальский В.В., Черский Н.В. Проблема происхождения алмаза. – Якутск, 1961, 152с.
41. Васильев Н.В. Состояние проблемы Тунгусского метеорита на начало 1974г. – В кн.: Проблемы метеоритики. Новосибирск: Наука, 1975, с.3-12.
42. Васильев Н.В., Ковалевский А.Ф., Разин С.А и Эпиктетова Л.Е. Показания очевидцев Тунгусского падения". Томск, 1981. Электронный вариант - на сайте www.tunguska.ru.
43. Верещагин Л.Ф. Избранные труды. Синтетические алмазы и гидроэкструзия. – М.: Наука, 1982, 328с.
44. Веричев Е.М., Волкова Н.А., Пискун Л.В. и др. Акритархи ордовика Севера Русской плиты // Изв.АН СССР, сер. геол.,1990, №7, с. 152-154.
45. Веричев Е.М., Гаранин В.К., Гриб В.П., Кудрявцева Г.П. Геологическое строение, минералогические и петрологические особенности кимберлитов Архангельской провинции // Геол. и разведка, №4, 1991, с.88-94.
46. Владимиров Б.М., Костровицкий с.И., Соловьева Л.В. и др. Классификация кимберлитов и внутреннее строение кимберлитовых трубок. М.: Наука, 1981, 136с.
47. Владимиров Б.М., Соловьева Л. В., Киселев А.И., Егоров К.Н. и др. Кимберлиты и кимберлитоподобные породы: Кимберлиты – ультраосновная формация древних платформ. – Новосибирск: Наука, 1990, 264с.
48. Воробьев А.А. Нарушение электрической прочности диэлектриков и их пробой. – Изд-во ТГУ, Томск, 1962, 108с.
49. Воробьев А.А. О возможности электрических разрядов в недрах Земли // Геол. и геофиз., 1970, №12, с.3-13.
50. Воробьев А.А. К вопросу об иницировании землетрясений грозowymi разрядами в недрах Земли. – В сб. «Электрофизическая аппаратура и электрическая изоляция», Изд-во «Энергия», 1970.
51. Воробьев А.А. Физические условия залегания и свойства глубинного вещества. (Высокие электрические поля в земных недрах). - Томск: Изд-во ТГУ, 1975, 296с.
52. Воробьев А.А. Равновесие и преобразование видов энергии в недрах. - Томск: Изд-во ТГУ, 1980, 211с.
53. Галимов Э.М. Модель кимберлитового магматизма и алмазообразования // Всесоюзное совещание по геохимии углерода, М., 1981, с.226-228.
54. Гаранин В.К., Кудрявцева Г.П., Марфунин А.С. и др. Включения в алмазе и алмазоносные породы. – М.: Изд-во МГУ, 1991, 240с.
55. Геологическая карта СССР и прилегающих акваторий м-ба 1:2 500 000. Под редакцией Д.В. Наливкина, А.И. Жамойдо, С.А. Музылева и Р.И. Соколова. Л.: ВСЕГЕИ, 1983.

56. Гохберг М.Б., Гуфельд И.Х., Добровольский И.П. Источники электромагнитных предвестников землетрясений // Докл.АН СССР, 1980, Т.250, №2, с.323-326.
57. Голубев Ю.К., Ваганов В.И., Прусакова Н.А. Принципы выделения алмазоперспективных площадей на различных стадиях прогнозно-поисковых работ. – В сб.: «Алмазы-50», ВСЕГЕИ, 2004, с. 84-96.
58. Гребенников В.С. Электрофонные болиды Сибири, Урала и Дальнего Востока. – Метеоритные исследования в Сибири. Новосибирск: Наука, 1984, с.191-203.
59. Гринсон А.С., Гриневицкий Г.З., Вольнин А.Ф. и др. Глубинные тектонические критерии размещения кимберлитов юго-восточного Беломорья // Докл.АН СССР, 1991, т.317, №5, с.1172-1177.
60. Гринсон А.С. Модель кимберлитообразования по геолого-геофизическим данным // Геофизика, 1997, №5.
61. Гроздилов А.Л., Борщева Н.А., Егоров Л.с. и др. История геологического развития // Объяснит. зап. к листу Р-48-/50/-Оленек. ВСЕГЕИ,1983, с.160-174.
62. Гусев Г.С., Никишов К.Н., Петров А.Ф. Новые представления о закономерностях размещения кимберлитовых тел на СВ Сибирской платформы. – В сб.: Корреляция эндогенных процессов Сиб. платформы и ее обрамления. Новосибирск: Наука, 1982, с. 37-42.
63. Дабижа А.И., Зоткин И.Т. Отображение метеоритных кратеров в геофизических полях. – Космогенные структуры Земли. М.:Наука, 1980, с. 45-48.
64. Дари, Жорж. Электричество во всех его применениях. - СПб, 1903, 448 с.
65. Дашкевич Н.Н., Стародубцев Г.С., Германов Е.К. О кимберлитовых трубках и структуре Чадобецкого поднятия. – Мат-лы по геол. и пол. иск. Красноярского края, вып. 3, 1962..
66. Деменицкая Р.М. Кора и мантия Земли. М.: Недра, 1967.
67. Демин Д.В., Дмитриев А.Н. и Журавлев В.К. Информационный аспект исследований Тунгусского феномена. В сб.: Метеоритные исследования в Сибири. Новосибирск: Наука, 1984., с.30-48.
68. Джейкс А., Луис Дж. и Смит К. Кимберлиты и лампроиты Западной Австралии. М.: Мир, 1989, 430с.
69. Дивари Н.Б. Явления, сопровождавшие падение метеоритного дождя, и его атмосферная траектория. В кн.: Сихотэ-Алинский железный метеоритный дождь. Том I. . М.: Изд-во АН СССР, 1959, с. 28-98.
70. Дигонский В.В., Дигонский С.В. Закономерности образования алмаза. – СПб: Недра, 1992, 223с.
71. Дитц Р.С. Астроблемы: древние структуры на Земле, образованные ударами метеоритов. – В сб.: Взрывные кратеры на Земле и планетах. М.: Мир, 1968, с.153-173.
72. Докучаев В.П. Электрический разряд при пролете метеоров в атмосфере Земли // Докл.АН СССР. 1960, т.131, №1, с.78-81.
73. Доусон Д. Кимберлиты и ксенолиты в них. – М.: Мир, 1983, 300с.

74. Духовский А.А., Артамонова Н.А., Дудко Е.А. и др. Глубинное строение кимберлитовых полей Сибирской платформы // Докл.АНСССР, 1986, т.290, №4, с.920-924.
75. Евдокимов А.Н., Ткаченко В.И. Новые технологии прогнозирования и поисков кимберлитовых месторождений алмазов. – В сб.: «Алмазы-50», ВСЕГЕИ, 2004, с.112-114.
76. Егоров Л.С. Ийолит-карбонатитовый плутонизм. Л.: Недра, 1991, 260 с.
77. Житков А.Н. Прогноз возраста кимберлитов Сибирской платформы на основе гипотезы горячей точки. - В сб. «Геология промежуточных коллекторов алмазов» (тезисы докладов). Иркутск, 1991, с. 53-55.
78. Зайцев А.И. Специфика К-Аг систем кимберлитовых пород. 2004³³
79. Зейлик Б.С. О происхождении дугообразных и кольцевых структур на Земле и других планетах.- М.: ВИЭМС, 1978, 56 с.
80. Зейлик Б.С. Ударно-взрывная тектоника и краткий очерк тектоники плит. – Алма-Ата: Гылым, 1991, 118с.
81. Зоткин И.Т. и Чигорин А.Н. Определение радианта Тунгусского метеорита по визуальным наблюдениям очевидцев. В сб.: Актуальные вопросы метеоритики в Сибири. Новосибирск: Наука, 1988, с.85-95.
82. Иваников В.В. Карбонатиты Фенноскандии как предвестники раскола суперконтинентов. – Мат-лы 1-ой межд. научн. конф. «Геология, геохимия и экология Северо-Запада России», СПб, 2005. с.31-33.
83. Иванов В.В., Медведев Ю.А. Об электрическом эффекте крупных метеорных тел // Геомагнетизм и аэрономия. 1965. Т.5, №2. с.284-288.
84. Илупин И.П., Ваганов В.И., Прокопчук Б.И. Кимберлиты. – М.:Недра, 1990, 248с.
85. Илупин И.Н., Франценсон Е.В., Каминский Ф.В. Геохимия кимберлитов. – М.: Недра, 1984, 352с.
86. Казнев В.Ю. Электрофонные болиды // Астрономический календарь. - М.: Наука, 1990, вып. 94, с. 253-264.
87. Калинин Ю.Д. Удары гигантских астероидов как причина горячих точек и геомагнитных инверсий. – Красноярск: ИФ, 1992, 7с.
88. Калмыков Б.А., Бабаянц П.С., Медведев В.А., Машкара А.М., Березовский В.В. Особенности структурной позиции и условий локализации трубок взрыва Ижмозерского поля. В сб.: «Алмазы-50», СПб, 2004, с.157-159.
89. Каминский Ф.В. Дайки и трубки Ингилийского р-на (вост. часть Алданского щита). – Автореф. Канд. дисс, М., 1969, 20с.
90. Караев Н.А., Биезайс Я.Я., Лебедкин П.А. Связь кимберлитовых полей с транскоровыми и коро-мантийными структурами, отображаемыми в сейсмических аномалиях гетерогенных систем. В сб.: «Алмазы-50», СПб, 2004, с.160-163.
91. Качурин Л. Г. Физические основы воздействия на атмосферные процессы. - Л.: Гидрометеоиздат, 1990, 463с.

³³ Автор приносит извинения за то, что не может указать журнал, в котором напечатана эта статья.

92. Кинг Э. Космическая геология. – М.: Мир, 1979, 380с.
93. Клименко Н.Ф. Особенности глубинного строения среднепалеозойских кимберлитовых полей по геофизическим данным. Автореф. канд. дисс., Иркутск, 1991.
94. Коваль В. Приморские чудеса // Техника- Молодежи, №4, 1979, с. 44-46.
95. Ковальский В.В., Никишов К.Н., Егоров О.С. Кимберлитовые и карбонатитовые образования восточного и юго-восточного склонов Анабарской антеклизы. – М.: Наука, 1969, 288с.
96. Комаров А.Н., Илупин И. П. Геохронология кимберлитов Сибирской платформы по данным методов треков // Геохимия, 1990, №3, с.365-372.
97. Коптев Н.И. Тайны Ойкумены. Земля до и после потопа. М.: Вече, 2003, 478с.
98. Коробков И.Г., Вафин Т.Р., Бессмертный с.Р. Структурно-тектонические факторы кимберлитоносности Моркокинского алмазоносного района (Зап. Якутия). - В сб.: «Алмазы-50», СПб, 2004, с. 178-180.
99. Костровицкий С.И. Физические условия, гидравлика и кинематика заполнения кимберлитовых трубок. – Новосибирск: Наука, 1976, 96с.
100. Костровицкий С.И., Владимиров Б.М. Энергетические расчеты к механизму образования кимберлитовых трубок // Геол. и геофиз, 1971, №6.
101. Корреляция эндогенных процессов Сибирской платформы и ее обрамления. - Новосибирск: Наука, 1982, с.37-42.
102. Коссовой Л.С. Геологическая карта СССР масштаба 1:200000. Тиманская серия, лист О-39-VII, М., Госгеолгиздат, 1960.
103. Крамм У., Огарко Л.Н., Кононова В.А. Средний-поздний девон – краткий период магматической активности в палеозойской Кольской щелочной провинции (Россия и Финляндия): Rb-Sr исследования. – В кн. «Магматизм рифтов и складчатых поясов», М.: Наука, 1993, с. 148-168.
104. Кривошлык И.Н., Бобриевич А.П. О возможном способе формирования кимберлитовых трубок // Минер. Сборник, 1985, №39, вып.1, с.3-7.
105. Кривошлык И.Н., Бобриевич А.П. Некоторые дополнения к гипотезе гидравлического удара в кимберлитовых трубках // Минер. Сборник, 1987, №41, вып.2, с.48-54.
106. Кринов Е.Л. Железный дождь. - М.: Наука., 1981, 190с.
107. Куликова В.В., Куликов В.С. Психофизические свойства человека в геоактивных зонах. – «Философские и науковедческие аспекты развития естествознания», Якутск, 2004.
108. Кухаренко А.А. Щелочной магматизм восточной части Балтийского щита // Зап. Всес. Минер. Об-ва, 1967, ч.96, вып.5, с.547-567.
109. Кухаренко Н.А. Предпосылки эффективного прогнозирования коренных месторождений алмазов на Восточно-Европейской платформе. – В сб.: «Алмазы-50». СПб: ВСЕГЕИ, 2004, с.190-193.
110. Лазаренков В.Г. Формационный анализ щелочных пород континентов и океанов. – Л.: Недра., 1988, 236с.
111. Лебедева Л.И. Кимберлитовый магматизм и алмазоносность.- В сб.: «Проблемы кимберлитового магматизма». Новосибирск: Наука, 1989, с. 28-37.

112. Левченко О.А., Гайдамако И.М., Левский Л.К. и др. U-Pb возраст циркона из кимберлитовых трубок «Мир» и «325 лет Якутии». В сб. «Алмазы-50», СПб, 2004, с.196-197.
113. Левченко О.А., Гайдамако И.М., Левский Л.К. и др. U-Pb возраст циркона из кимберлитовых трубок «Мир» и «325 лет Якутии»// ДАН, 2005, том 400, №2, с.233-235.
114. Лелюх М.И., Крючков А.И., Устинов В.И. О закономерностях пространственного размещения кимберлитов в Айхальском районе. В кн.: Проблемы кимберлитового магматизма. Новосибирск: Наука, 1989, с.88 – 96.
115. Лоренц В., Курсцлаукис С., Стахел Т., Станистрит И. Геология карбонатитового вулканического поля Гросс Бруккарос (Намибия) // Геол. и геофиз., т.38, №1, 1997, сс.42-50.
116. Малеев В.Н., Новиков Л.С. Физико-математическая модель электризации ИСЗ на геостационарной и высокоэллиптической орбитах // Исследования по геомагнетизму, аэронауке и физике Солнца. Вып.86, М.: Наука, 1989. с.64-98.
117. Мальков Б.А. Геология и петрология кимберлитов. - СПб: Наука, 1997. 280с.
118. Малых А.В. Основные особенности строения околотрубочного пространства туфовых железорудных и кимберлитовых трубок взрыва Сибирской платформы. - В сб.: «Проблемы кимберлитового магматизма». Новосибирск: Наука, 1989, с. 244-250.
119. Масайтис В.Л. "Криповулканизм" - истина или иллюзии? // Изв.АН СССР, сер.геол.,1987, №10, с.130-135.
120. Масайтис В.Л. (ред.) Алмазоносные импактиты Попигайской астроблемы. СПб: Изд-во ВСЕГЕИ, 1998, 178с.
121. Масайтис В.Л., Михайлов М.В., Селивановская Т.В. Попигайский метеоритный кратер.- М.:Наука.-1975.-124 с.
122. Масайтис В.Л., Данилин А.Н., Машак М.С. и др. Геология астроблем. Л.: Недра, 1980, 231 с.
123. Масайтис В.Л., Машак М.С., Селивановская Т.В. и др. Новые данные о строении и происхождении Попигайской котловины // Объяснит, зап. к листу R-48-/50/-Оленек. ВСЕГЕИ, 1983, с.180-190.
124. Масайтис В.Л., Фельдман В.Н., Шуколюков Ю.А. О работах И.А. Нечаевой в области метеоритики // Изв. АН СССР, сер. геол., 1987, №3, с. 132-135.
125. Масайтис В.Л., Морозов А.Ф., Петров О.В., Эринчек Ю.М. Геолком - ВСЕГЕИ: вклад в региональное прогнозирование, поиски и открытия месторождений алмазов. В сб.: «Алмазы-50». ВСЕГЕИ, 2004, с..9-18.
126. Мастюлин Л.А. Талтыкин Ю.В. Предварительные результаты изучения глубинной электропроводности в современных тектонически активных зонах юга Дальнего Востока СССР // Тихоокеанская геология.-1983,№12, с.97-101.
127. Махоткин И.Л. Лампроиты Алданской провинции. В кн. «Лампроиты», М.: Наука, 1991, с.46-113.
128. Милашев В.А. Факторы локализации кимберлитов. – Кимберлитовый вулканизм и перспективы коренной алмазоносности северо-востока Сибирской платформы. Л.: НИИГА, 1971, с.48-56.

129. Милашев В.А. Физико-химические условия образования кимберлитов. Л.: Недра, 1972, 176с.
130. Милашев В.А. Структура кимберлитовых полей. – Л.: Недра, 1979, 183 с.
131. Милашев В.А. Трубки взрыва. - Л.: Недра, 1984, 268с.
132. Милашев В.А. Кимберлиты и глубинная геология. – Л.: Недра, 1990, 168с.
133. Милашев В.А. Сравнительный анализ кимберлитовых полей Якутской и Русской провинций. СПб: ВНИИОкеангеология, 2000, 130с.
134. Милашев В.А. Энергетические аспекты образования кимберлитов // Тр. НИИГА-ВНИИОкеангеология, т. 202, СПб, 2004.
135. Митрофанов Ф.П. (ред.). Геологическая карта Кольского региона. Апатиты, 2001. В кн. «Геология рудных районов Мурманской области», Апатиты, 2002.
136. Михайлов М.В., Шурыгин А.Г., Харьюзов Л.С. Беенчима-Салаатинский кратер // Докл.АН СССР,1979, т.245, №4, с.911-914.
137. Михайлов М.В., Эринчек Ю.М. Прогнозирование коренных месторождений алмазов. – В сб.: Минерально-сырьевые ресурсы России: алмазы и золото. ВСЕГЕИ, 1995, с.63-64.
138. Михайлов М.В., Эринчек Ю.М. Методика прогнозирования месторождений алмазов. В сб.: «Алмазы-50». ВСЕГЕИ, 2004, с.237-239.
139. Михеенко В.И. Механизм образования кимберлитовых трубок // Докл. АН СССР, т.205, №2, 1972, с.428-430.
140. Михеенко В.И. О механизме образования кимберлитовых трубок (критические замечания) // Изв. АН СССР, сер. Геол., 1976, №11.
141. Михеенко В.И. О признаках первично-осадочной природы кимберлита //Докл. АН СССР, 1977, т.237, №5, с.1179-1182.
142. Молчанов Ю.Д. Границы кимберлитовых полей. В кн.: Геология промежуточных коллекторов алмазов. – Новосибирск: Наука, 1994, с. 52-55.
143. Моралев В.М., Ельянов А.А. Эволюция тектонических обстановок щелочно-базитового магматизма в истории Земли. – В кн.: «Эволюция магматизма в истории Земли», М., 1974, с.263-268
144. Невский А. П. Явление положительного стабилизирующего электрического разряда и эффект электроразрядного взрыва крупных метеоритных тел при полете в атмосфере планет //Астроном.вестник,1978, т.ХII, №4, с.206-215.
145. Нечаева И.А. Признаки ударного метаморфизма на Селигдарском месторождении апатита // Докл.АН СССР,1979, т.247, №2., с. 434-437.
146. Нечаева И.А. Множественные метеоритные взрывы как геологический фактор. - М.: Недра, 1982, 120с.
147. Никитин Б.М. Деформация вмещающих пород при формировании кимберлитовых трубок // Изв. АН СССР, сер. геол., 1980, №11, с. 41-49.
148. Никишов К.Н. Петролого-минералогическая модель кимберлитового процесса. – М.:Наука, 1984, 212с.
149. Никишов К.Н., Ковальский В.В., Корнилова В.П. Вещественный состав и структурный контроль кимберлитовых и кимберлитоподобных пород. В кн.: Проблемы кимберлитового магматизма. Новосибирск: Наука, 1989, с.13-16.

150. Николаева Т.Т. О проявлении ртути на Северном Тимане // Матер. VIII конференции молодых ученых. М., ВИМС. 1970, ч. 1, с. 117-118
151. Никольский А.П. Геология Первомайского железорудного месторождения и преобразование его структуры метеоритным ударом. –М.:Недра, 1991, 70с.
152. Никулин В.И. Геотермодинамические и формационные особенности кимберлитоконтролирующих структур. - В кн.: Проблемы кимберлитового магматизма. Новосибирск: Наука, 1989, с.59-65.
153. Одинцов М.М. Проблемы геологии и природные ресурсы Восточной Сибири (избранные труды). Новосибирск: Наука, 1986, 240с.
154. Ольховатов А.Ю. О вероятной природе взаимосвязи между метеорными и тектоническими явлениями // Изв.АН СССР., сер. Физика Земли, 1990, №12, с.101-103.
155. Ольховатов А.Ю. О вероятной роли сеймотектонических процессов в Тунгусском феномене 1908 года // Изв.АН СССР. Физика Земли. 1991. №7. с.105-111.
156. Ольховатов А.Ю. Об электрофонных явлениях // Изв.АН СССР, Физика Земли, 1993, №12, с.17-21.
157. Пахомова В.А., Залищак Б.Л., Коржинская В.С. и др. Генетические особенности формирования гельциркон – бадделитовых руд по данным термобарогеохимии (на примере месторождения Алгама, Хабаровский край). Рудные месторождения континентальной окраины. Владивосток, Дальнаука, 2000, 276с. Сайт в Интернете: www.fegi.ru/FEGI/sbornik2.
158. Пейве А.В., Перфильев А.С., Савельева Г.М. Глубинные ксенолиты, кимберлиты и проблема континентального дрейфа // Сов.геол.,1976, №5, с. 18-31.
159. Первов В.А., Ларченко В.А., Минченко Г.В. и др. Время проявления и длительность кимберлитового магматизма в Зимнебережном алмазоносном районе: Rb-Sr-данные по возрасту кимберлитовых силлов по р. Мела // Докл.АН, 2006, т.407, №1, с.88-91.
160. Перри В.Д. Генезис трубообразных брекчиевых рудных тел. М., 1962, 26с.
161. Петров А.И. Импульсно-очаговые структуры и проблемы их рудоносности. Л.: Недра, 1988, 232с.
162. Поляков М.М., Трухалев А.И. Попигайская вулкано-тектоническая кольцевая структура // Изв. АН СССР, сер.геол., №4, 1974, с.85-94.
163. Попов А.М., Акулов В.М., Климов Н.Н., Башкуев Ю.Б., Дембелов М.Г., Максимович А.Н., Машанов А.В. Электромагнитный мониторинг в Байкальской рифтовой зоне, триггерная сейсмичность и предвестники землетрясений // Геология и геофизика, т.43, №10, 2002, с.951-959.
164. Пospelов Г.Л.// Изв. АН СССР, геол., 1959, №3..
165. Пospelов Г.Л. Проблемы эндогенной динамической флюидитологии // Геол. и геофиз., 1969, №11, с.9-20; №12, с.3-18.
166. Прокопчук Б.И., Франценсон Е.В. и Каминский Ф.В. Актуальные вопросы геологии алмазных месторождений // Сов. Геол., №11,1973, с.24-31.
167. Псаломщиков В.Ф. Тайный советник президента Назарбаева // Терминатор, №4, 1997, с.12-13.

168. Раген Э. Плутонические породы. – М.: Мир, 1972, 254с.
169. Рикитаки Т. Электромагнетизм и внутреннее строение Земли. Л.: Недра, 1968, 332с.
170. Ронка Л.Б. Метеоритный удар и вулканизм. – В кн.: Взрывные кратеры на Земле и планетах. М.: Мир, 1968, с.174-183.
171. Русинов Б.Ш. Геологическое отражение электромагнитных взаимодействий оболочек Земли. – В кн.: «Оболочки Земли и их взаимодействие», Л., 1988, с.54-55.
172. Сапронов Н.Н., Соболенко В.М. Некоторые черты геологического строения палеовулкана нижнетриасового возраста (район падения Тунгусского метеорита в 1908г.). В кн. Проблемы метеоритики. – Новосибирск: Наука, 1975, с.13-19.
173. Сарсадских Н.Н. Региональные и локальные закономерности размещения эндогенных месторождений алмаза. - Л.: Недра, 1973, 68с.
174. Светов Б.С. Неклассическая геоэлектрика // Физика Земли. 1995, №8, с.3-12.
175. Сергиенко Н.А., Журавлева В.К. Роль электронной компоненты внутренней энергии при торможении метеорных тел. - В сб.: Космическое вещество и Земля. Новосибирск: Наука. 1986. с.207-212.
176. Серокуров Ю.Н., Калмыков В.Д., Корчуганова Н.И. Геолого-тектоническая позиция кимберлитов Далдыно-Алакитского района в материалах обработки зональных космических снимков. В сб.: «Алмазы-50». ВСЕГЕИ, 2004, с.321-323.
177. Скиннер Э.М., Клемент К.Р., Герни Д.Д. и др. Пространственное распределение и структурная позиция кимберлитов Южной Африки // Геол. и геофиз., 1992, №10, с. 33-40.
178. Слободской Р.М. Элементоорганические соединения в магматогенных и рудообразующих процессах. – Новосибирск: Наука, 1981, 134с.
179. Соболев В.С. Введение в минералогию силикатов. – Львов: Изд-во Львовск. Ун-та, 1949.
180. Соболев В.С. Условия образования месторождений алмазов // Геология и геофизика. 1960, №1, с.7-22.
181. Соболев В.С. Петрология верхней мантии и происхождение алмазов (избранные труды). – Новосибирск: Наука, 1989, 250с.
182. Соловьев В.В. Карта морфоструктур центрального типа территории СССР. 1981.
183. Соляник В.Ф. Метеорит и электрическое поле // Юный техник. 1959, №3, с.64-65.
184. Соляник В.Ф. Тунгусская катастрофа 1908 года в свете электрической теории метеорных явлений. В сб.: Взаимодействие метеорного вещества с Землей. Новосибирск: Наука. 1980. с.178-188.
185. Сорохтин О.Г., Митрофанов Ф.П., Сорохтин Н.О. Происхождение алмазов и перспективы алмазоносности Восточной части Балтийского щита. – Апатиты, 1996, 144с.
186. Сорохтин О.Г., Митрофанов Ф.П., Сорохтин Н.О. Глобальная эволюция земли и происхождение алмазов. М.: Наука, 2004, 270с.
187. Старицкий Ю.Г. (ред.). История развития и минерагения чехла Русской платформы. Тр. ВСЕГЕИ, нов. сер., т. 308, Л.: Недра, 1981, 224 с.
188. Старицкий Ю.Г., Удалова А.А. (ред.). Металлогеническая карта Русской платформы м-ба 1: 2 500 000, 1985.

189. Степанов О.А. Взрывной механизм формирования структур центрального типа // Сов. геол., 1989, №12, с.95-104.
190. Степанов О.А. О возможной роли электромагнетизма в формировании месторождений // Сов. геол., 1988, №5, с.115-123.
191. Табунов С.М. К вопросу о связи кимберлитового вулканизма с разрывными нарушениями в земной коре // Кимберлитовый вулканизм и перспективы коренной алмазности Северо-Востока Сиб. платф. - Л., 1971, с. 62-64.
192. Трофимов В.С. Условия образования и закономерности распространения алмазов в кимберлитах // Геология рудных месторождений, 1963, №2.
193. Трофимов В.С. О «кимберлитах» Чешского Среднегорья // Изв. АН СССР, сер. геол., 1966, №11, с.143-146.
194. Трофимов В.С. Основные закономерности размещения и образования алмазных месторождений на древних платформах и геосинклинальных областях. – М.: Изд-во Недр, 1967.
195. Трофимов В.С. Роль промежуточных магматических камер в образовании кимберлитов и алмазов // Геология рудных месторождений, 1978, №5, с.16-24.
196. Трофимов В.С. Геология месторождений природных алмазов. - М.: Недр, 1980, 304с.
197. Трошичев Б.А., Хазанович-Вульф. Геологические последствия сближения крупных метеорных тел с планетой: гравитационные и электрические факторы. – Серия «Проблемы исследования Вселенной», вып.19 – «Новые идеи в естествознании», СПб, 1996, с. 218-227.
198. Трухалев А.И. Позднемиоценовые-палеогеновые взрывные брекчии. Эоцен-олигоценные дайки // Объяснит. зап. к листу R-48-50-Оленек. – ВСЕГЕИ, 1983, с.120-121.
199. Феоктистов Г.Л. К условиям формирования трапповых трубок взрыва на Юге Сибирской платформы. - В сб.: «Проблемы палеовулканизма Сибирской платформы», Иркутск, 1986, с.14 – 22.
200. Францесон Е.В. Петрология кимберлитов. М.: Недр, 1968, 198с.
201. Френкель Я.И. Собрание избранных трудов, т.2, М.-Л.:АН СССР, 1958,с.515-584.
202. Хазанович-Вульф К.К. О вероятном космогенном факторе образования диатрем. – Тез. Докл. IV-ых юбилейных чтений памяти М.М. Одинцова – «Геология промежуточных коллекторов алмазов», Иркутск, 1991, с.112-115.
203. Хазанович-Вульф К.К. Космогенная модель становления и размещения диатрем и вопросы металлогении кимберлитов // ДАН СССР, 1991, т.319, №6, с.1409-1412.
204. Хазанович-Вульф К.К. Космогенный фактор образования диатрем // Зап. СПб Горного ин-та, 1992, т.134: «Концептуальные основы геологии», с. 141-152.
205. Хазанович-Вульф К.К. Космогенный и эндогенный факторы образования взрывных геологических структур // Докл. РАН, 1994, т.337, №1, с.83-87.
206. Хазанович-Вульф К.К. Вхождение в атмосферу Земли крупных метеорных тел: 1. Геологические последствия. - Тез. докл. Всероссийской конф. «Астероидная опасность-95», т.2, СПб, 1995, с.122-123.

207. Хазанович-Вульф К.К. Вхождение в атмосферу Земли крупных метеорных тел: 2. Попытка прогноза последствий, катастрофических для цивилизации. - Тез. докл. Всероссийской конф. «Астероидная опасность-95», т.2, СПб, 1995, с.124-125.
- 208.** Хазанович-Вульф К.К. Кольцевые взрывные структуры как металлогенические объекты и причины их необнаружения на Северо-Западе Русской платформы. – В сб.: Нетрадиционные методы поисков месторождений полезных ископаемых. СПб, 2000, с. 90-98.
209. Хазанович [-Вульф] К.К. Гипотеза космогенного фактора образования диатрем и ее возможная проверка на аномальных геологических объектах Северо-Запада. – Тез. докл. научн. конф.: «Геолого-геоморфологические аномалии на Северо-Западе Русской платформы в связи с выяснением перспектив территории на обнаружение трубок взрыва», СПб, 2003, с. 20-22.
210. Хазанович [-Вульф] К.К. Электрофонные болиды: Бразильская Тунгуска и другие. В кн.: «НЛО – в поисках истины», Изд-во «Весь», СПб, 2002, с.161-176.
211. Хазанович [-Вульф] К.К. Раскрытые и нераскрытые тайны Тунгусского метеорита. - В кн.: «НЛО – в поисках истины», Изд-во «Весь», СПб, 2002а, с.137-160.
212. Хазанович-Вульф К.К. Сейсмические возмущения при пролете болидов и их природа.- Мат-лы конф. «Астероидно-кометная опасность-2005», СПб, 2005, с.320-323.
213. Хазанович-Вульф К.К. О вероятной физической природе сейсмических возмущений при пролетах природных и техногенных болидов. Возможные пути решения проблемы. – Межакадемический информационный бюллетень «Международная Академия», №21, СПб, 2005, с.81-85.
214. Хаин В.Е. Основные проблемы современной геологии (Геология на пороге XXI-го века). М.: Наука, 1994, с. 138.
215. Харрис П., Кеннеди У., Скарф К. Соотношение вулканизма и плутонизма в свете вариаций химического состава горных пород. – В кн.: Механизм интрузии магмы. М.: Мир, 1972, с.160-173.
216. Харьков А.Д., Зуенко В.В., Зинчук Н.Н. и др. Петрохимия кимберлитов. М.: Недра, 1991, 304 с.
217. Хрянина Л.П. Метеоритные кратеры на Земле. – М.: Недра, 1987, 112с.
218. Чигорин А.Н. Определение радианта Тунгусского метеорита по визуальным наблюдениям очевидцев. В сб.: Актуальные вопросы метеоритики в Сибири. Новосибирск: Наука, 1988, с.85-95.
219. Шаров Г.Н. О некоторых аспектах проблемы кимберлитового магматизма // Сов. геол., 1988, №5, с.84-89.
220. Шорт Н. М. Ударные процессы в геологии. – В сб. «Взрывные кратеры на Земле и планетах», М.: Мир, 1968, с.30-67.
221. Щеглов А.Д., Москалева В.Н., Марковский Б.А. и др. Магматизм и металлогения рифтогенных систем Восточной части Балтийского щита. СПб: Недра, 1993, 244с.

222. Юдахин Ф.Н. Геодинамические процессы в земной коре и сейсмичность континентальной части Европейского Севера // Литосфера, №2, 2002, с. 3-23.
223. Юткин Л.А. Электрогидравлический эффект. М.-Л., 1955
224. Якобсон К.Э., Ахмедов А.М., Преображенский М.Б., Рубцов С.Е. Следы фанерозойского вулканизма в Онежской структуре Балтийского щита // ДАН, 1994, т.337, №1, с.92-94.
225. Albat H.M. Shatter cone/bedding interrelationship in Vredefort structure: evidence for meteorite impact? // S.Afr. J.Geol., 1988, Vol.91, N 1, pp.106-113.
226. Alt D., Sears J.W., Hyndman D. W. Massive Meteorites in Geological History. 1990. <http://www.worldandl.com/public/1990/august/ns3.cfm>
227. Appel M., Garges J. Neue Beweise für die Theorie der meteoritischen Abkunft des Tettengewanger Eisenerzes. – Z. Dtsch. Geol. Ges., 1991, vol. 142, No 1, pp.29-35.
228. Bardet M.G. Geologie du diamant. - Paris, Edit. B.R.G.M., 1971.
229. Becker L., Poreda R.J, Hunt A.G , Bunch T.E., Rampino M.. Impact event at the Permian-Triassic boundary evidence from extraterrestrial noble gases in fullerenes, Science, 291, 2001, pp. 1530-1533.
230. Bottomley R.J., Jork D. The dating of impact melt rocks using the $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ method // LPS, Houston, 1989, vol. 20, pp.101-102.
231. Bouska V. Distribution of moldavites and their stratigraphic position. - Abstr. For 52nd Ann.Meet. of the Meter. Soc., 1989, p.21.
232. Bucher, W.H. Cryptovolcanic structures in the United States. 16th International Geological Congress, Report, vol. 2, 1936, pp. 1055-1084.
233. Bucher W.H. Cryptoexplosion structure caused from within or without the Earth (Astroblemes or geoblemes) // Am. J. Sci. , 1963, vol. 261, N 7, pp.567-649.
234. Bundy F.P. Получение кубического и гексагонального алмаза без применения катализаторов. Пат. США №3488153. Заявл. 1.12.1966г. Опубл. 6.01.1970.
235. Bunting J.A., De Laeter J.R., Libby W.G. Evidence for the age and cryptoexplosive origin of the Teague Ring structure, Western Australia. Geological Survey of Western Australia, Annual Review 1980, pp.81–85.
236. Burnes V.E. Origin of tektites. – Abstr. For 52nd Ann.Meet. of the Meter. Soc., 1989, p.9.
237. Cannon W.F. and Mudrey, M.G., Jr. The potential for diamond-bearing kimberlite in Northern Michigan and Wisconsin // Geol. Survey, Circular 842, Wash., 1981, 15 p.
238. Classen J. Catalogue of 230 certain, probably and doubtful impact structures// Meteoritics, 1977 vol. 12, No 1, pp.61-78.
239. Cressman E.R. Surface geology of the Jephtha Knob cryptoexplosion structure. U.S. Geological Survey Professional Paper 1151-B, 1981, 16 p.
240. Dence M.R. The nature and significance of terrestrial impact structures // Earth. Phys. Branch Contr., 1972, N 393.
241. Dennis J.G. Ries Structure, Southern Germany. A review // J.Geophys. Res., 1971, vol. 76, pp. 5394-5406.
242. Dietz R.S. Meteorite impact suggested by orientation of shatter cones at the Kentland, Indiana disturbance // Science, 105, 1947, pp. 42-43.

243. Dietz R.S. Shatter cones in cryptoexplosion structures (meteorite impact?) // *J. Geol.*, 1959, Vol. 67, pp. 502-503.
244. Dietz R.S. Cryptoexplosive Structures: a Discussion // *Amer. Journ. Sci.* 1963, vol. 261, N 7, pp. 650-664.
245. Dietz R.S. *J. Geol.*, vol. 72, N 412, 1964.
246. Duhamel I., Genest S., Robert F. and Tremblay A. A re-evaluation of the size of the Carswell astrobleme, Saskatchewan, Canada.- Abstracts of 67-th Annual Meteoritical Society Meeting, 2004, N 5071.
247. Eckerman H., von. The genesis of the Alno alkaline rocks. XVIII Intern. Geol. Congress, Londres, 1948, v. III, pp. 94-121, 1950.
248. Engelhardt W. Impact structures in Europe // *Intern. Geol. Congr.*, 24th, Proc. 15, 1972, pp. 90-111.
249. Engelhardt W. Distribution, petrography and shock metamorphism of the ejecta of the Ries Crater in Germany - a review // *Tectonophysics*, 1990, vol. 171, pp. 229-273.
250. Fergusson J., Martin H., Nicolaysen L.O., Danchin R.V. Gross Brukkaros: a kimberlite-carbonatite volcano // *Phys. Chem. Earth*, 1975, No 9, pp. 219-334.
251. Finkelstein D., Powell J. Lightning production in earthquakes. XV Gen. Assembly Int. Union of Geodesy and Geophysics, Moscow, 1971. - Paris, 1971, Part 8, pp. 35.
252. French B.M. and Nielsen R.L. Vredefort bronzite granophyre: chemical evidence for origin as a meteorite impact melt // *Tectonophysics*, 1990, 171, ¼, p. 119-138.
253. Gay S.P., Jr. "Graniteville-type" Proterozoic igneous intrusions mapped in south-east Kansas // *Geophysics in Kansas. Kansas Geol. Surv. Bull.*, 1989, No 226, pp. 229-243.
254. Glikson, A.Y. Oceanic mega-impacts and crustal evolution // *Geology*, v. 27, 1999, pp. 387-390
255. Gostin, V. A., Keays R.R. and Wallace M.W. The Acraman impact and its widespread ejecta, South Australia (abstract). International Conference on Large Meteorite Impacts and Planetary Evolution, LPI Contrib., 1992, No. 746, pp. 30-31.
256. Graham S, Lambert D.D. and Shee S.R. Geochemical and isotopic evidence of kimberlite-melnoite-carbonatite genetic link. *Abstr. of 8 IKC*, 2003, № 79.
257. Greeley R., Fink J., Gault D.E. Impact basins: Implications for formation from experiments // *LPI Contrib.*, 1980, No 414, pp. 18.
258. Grieve R.A.F., Robertson P.B. Variations in shock deformation at the Slate Islands impact structure, Lake Superior, Canada // *Contrib. Miner. Petrol.*, 1976, vol. 58, pp. 37-49.
259. Grieve R.A.F. Terrestrial impact structures // *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.*, 1987, No 15, pp. 245-270.
260. Grieve R.A.F., Coderre J.M., Robertson P.B. et al. Microscopic planar deformation features in quartz of the Vredefort structure: anomalous but still suggestive of an impact origin // *Tectonophysics*, 1990, 171, ¼, pp. 185-200.
261. Hartmann W.K., Wood C.A. Origin and evolution of multiring basins // *Moon*. - 1971, 3, No 1, pp. 3-78.
262. Hartung J.B. The Southern Gulf of St. Lawrence as an impact structure: A preliminary investigation // *LPI Contrib.*, 1981, No 449, p 17.

263. Harvey S.E., Kjarsgaard B.A. and Kelley L.I. Kimberlites of central Saskatchewan: compilation and significans of indicator mineral geochemistry with respect to diamond potential. Abstr. of 8 IKC, 2003, No 8.P5.
264. Heaman L.M., Kjarsgaard B.A. Timing of eastern North American kimberlite magmatism: continental extension of the Great Meteor hotspot track? // *EPSL*, 178, 2000, p.p.253-268.
265. Helmstaed H.H., Garney J.J. Kimberlites: why, when, and where? A hierarchy of geotectonic controls. – Abstr. 6-th Int.Kimb. Conf., Russia, 1995, pp. 233-235.
266. Higgins, M., Tait, L. A possible new impact structure near Lac de la Presqu'île, Quebec, Canada. *Meteoritics*, v. 25, 1990, pp. 235-236.
267. Horz F. Ejecta of the Ries Crater, Germany // *Geol.Soc.of America, Spec.Paper* 190, 1982, pp.39-55.
268. Ivanov B. A. and Melosh H. J. Impacts do not initiate volcanic eruptions. *Lunar and Planetary Science*, vol. XXXIV, 2003, abstracts PDF 1338.
269. Jance A.J. Gross Brukkaros: a probable carbonatite volcano in the Nama Plateau of South Africa // *Geol. Soc. Am.Bull.*, 1969, vol. 90, No.4, pp. 573-586.
270. Jarger H.L. Major magnetic features in Kansas and their possible geologic significance // *Geophysics in Kansas. Kansas Geol. Surv. Bull.*, 1989, No 226, pp. 197-207.
271. Jones A.P., Price G.D., Price N.J et al. Impact induced melting and the development of large igneous provinces. *Earth and Planetary Science Letters* 202, 2002, pp. 551-561.
272. Jones A.P., Price G.D. Impact-induced decompression melting a possible trigger for volcanism and mantle hotspots? // www.MantlePlumes.org/Impacts, 2004.
273. Kaitaro S. Geologic structure of the late Precambrian intrusives in the Ava area, Aland Islands. - *Bull.Comm. Geol. Finlande*, N 162, 1953.
274. Kamo S. L., Czamanske G. K., Amelin Y., Fedorenko V.A., Davis D.W., Trofimov V.R. Rapid eruption of Siberian flood-volcanic rocks and evidence for coincidence with the Permian-Triassic boundary and mass extinction at 251Ma. // *Earth and Planetary Science Letters* 214, 2003, pp.75-91.
275. Kenkmann T. and Scherler D. New Structural constrains on the Upheaval Dome Impact crater. *LPS*, sess.33, N 1037, 2002
276. Khazanovich-Vul'f K.K. Meteorite Generated Electrical Discharges as a Possible Factor Governing the Occurrence of Diatremes and the Metallogeny of Kimberlites // *Transactions of the USSR Academy of Sciences, Earth science sections*, vol. 320, No 7, 1991, p.p.127-131.
277. Khazanovitch-Wulff K.K. Some geological processes resulting from the Entry of large Meteoric Bodies into the Earth's Atmosphere and potential hazards for civilizations. –Тез. Докл. Междунар. Конф. «Астероидная опасность-96», СПб, 1996, с. 134-138.
278. Khazanovitch-Wulff K.K. A consistent spatial position of the kimberlite and meteorite fields Gibeon and Gross Brukkaros structure (GB), Namibia: random or regular pattern? – Abstr. of 64-th Annual Meteoritical Society Meeting, 2001, N 5078.
279. Khazanovitch-Wulff K.K. Geological consequences of large meteoric bodies rapprochement with the Earth. Electrical factor. // *AIG News (Australian Institute of Geoscientists)*, 2007 (in publish).

280. Kopecky L. Relationship between phenitization alkaline magmatism, barite-fluorite mineralization and deep-fault tectonics in the Bohemian Massif // Upper Mantle Project Program in Czechoslovakia, 1962-1970. Geology Final Report. , Praha, 1971, pp. 73-96.
281. Kopecky L. Pirope-bearing diatremes of the Bohemian massif // Upper Mantle Project Program in Czechoslovakia, 1962-1970. Geology Final Report. , Praha, 1971, pp.18-24/
282. Kopecky L., Satran V. Buried occurrences of pirope-peridotite and the structure of the crystalline basement in the extreme SW of the Ceske srednohori Mts. - Krystalinikum 4, Praha, 1986, pp.65-86.
283. Lehtonen M. Kimberlites in Finland: information about the mantle of the Karelian Craton and implications for diamond explorations. Academic Dissertation. University of Helsinki, Finland. Geological Survey of Finland, Espoo, 2005, 31p.
284. Manton W.J. The orientation and origin of the shatter cones in the Vredefort ring. //New York Acad. Sci. Annals, 1965, 123, pp.1017-1-49.
285. McCall G.J.H. Are cryptovolcanic structures due to meteoritic impact? // Nature, 1963, vol. 201, pp. 251-254.
286. McCall G.J.H. Editor's Comments: «Astroblemes - Cryptoexplosion Structures». Benchmark Papers in Geology, 50, 1979, pp.1-25.
287. Melosh H. J. Impact cratering, a geological process. – Oxford Monograph Geol. Geophys., 1989, 11, 245pp.
288. Meyer H.O. Kimberlites of the Continental United States: Review. // J.Geol., 1976, vol. 84, No 4, pp, 377-403.
289. Mitchell R.H. Kimberlites: mineralogy, geochemistry, and petrology. – New York: Plenum Press, 1986, 442pp.
290. Mitchel R.H. and Bergman S.C. Petrology of lamproites. – NY: Plenum Press, London, 1991, 447pp.
291. Moorhead J., Beaumier M., Girard R. and Heaman I. Distribution, structural controls and ages of kimberlite fields in the Superior province of Quebec. – Abstr. of 8-th IKS, 2003, N 8., p.10.
292. Muehlberger W.R. Tectonic map of North America. Scale 1:5 000 000. AAPG Foundation, 1992.
293. Nicolaysen L.O., Fergusson J. Cryptoexplosion structures, shock deformation and siderophile concentration related to explosive venting of fluids associated with alkaline ultramafic magmas // Tectonophysics, 1990, vol. 171, No ¼, pp. 303-335.
294. Papagiannis M.D. Photographs from geostationary satellites indicate the possible existence of a huge 300 km impact crater in the Bohemian Region of Czechoslovakia // 52-nd Annu. Meet. of the Meteor. Soc.: Vienna, 1989, pp. 189.
295. Pirajno F. Geology of the Shoemaker impact structure. Geological Survey of Western Australia Report 82, 2002.
296. Qamar A. Seismic excitation by atmospheric disturbances: the Dec 1992 Space Shuttle and in Jan 1989 a fireball // Seism. Research Lett., 1993, vol.64, N1, p.46.
297. Rampino M.R. (1987). Impact cratering and flood-basalt volcanism // Nature, 327, p.468.
298. Reid D.L. Alkaline rocks in the Kuboos-Bremen igneous province, southern Namibia: The Kanabean multiple ring complex..

Примечание [КК2]:

299. Retallack G. <http://www.nature.com/nsu/020603/020603-6.html>.
300. Rief V. The Steinheim Basin - an impact structure. - Impact and explosion cratering. N.Y., 1977, pp. 309-320.
301. Rovey Ch., Evans K., Mickus K. et al. Impact origin of the Weaubleau-Osceola structure in Southwestern Missouri.. 2003 Seattle Annual Meeting. Paper No. 156-6.
302. Saul J.M. Circular structures of large scale and great age on the Earth's surface // Nature, 1978, vol. 271, N 5643, pp. 345.
303. Schreiter R. Die Meteoriten von Afrika, 70. Freiberg (Sachsen), 1943.
304. Shoemaker E.M., Shoemaker C.S. 1996. The Proterozoic impact record of Australia. AGSO Journal of Australian Geology and Geophysics, vol.16, pp.379-398.
305. Snyder F.G., Gerdeman P.E. Explosive igneous activity along an Illinois-Missouri-Kansas axis // Am. J. Sci., 1965, vol.26, pp. 465-493.
306. Spencer L.J. The Gibeon shower of meteoritic irons in South-West Africa // The Miner. Magazin and Journ. of the Miner. Soc., 1941, vol. XXVI, No 173, pp 19-35.
307. Storcer D., Gentner W., Steinbrunn F. Stopfeinheim Kuppel, Ries Kessel and Steinheim Basin. A triplet cratering event. Earth planet. Sci. Letters, 1971, vol.13, No 1.
308. Thompson M. The Jephtha Knob cryptoexplosion structure, Shelby County, Kentucky: highlights of geological investigation, 1887-2002. [GSA Joint Annual Meeting \(March 12–14, 2003\)](#) Paper No. 5-8.
309. Wilson C.W., Jr. Wilcox deposit in explosion craters, Stewart County, Tennessee, and their relations to origin and age of Wells Creek Basin Structure // Bull. Geol. Soc. Amer., 1953, vol. 64, N 7-8, pp.753-768
310. Zartman R.E., Brock M.R., Heyl A.V., Thomas H.H. K-Ar and Rb-Sr ages of some alcalic intrusive rocks from central and eastern United States // Am. J. Sci., 1967, vol. 265 pp.848-870.
311. Zhitkov A.N. Paleokinematics and pattern of kimberlite fields location on the Siberian platform based on the hypothesis of hot spot. – Extended Abstracts of 6-th International Kimberlite Conference, Russia, 1995, pp 692-694.

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Биография идеи

Какова же реакция геологов на несомненно прогрессивные идеи об электроразрядном механизме образования трубок взрыва?

В устных беседах со многими геологами и физиками я часто находил понимание с их стороны. Наиболее приятно было услышать еще в 1990г. положительную оценку идей проф. А.А. Воробьева с незначительными моими дополнениями со стороны акад. Д.В. Рундквиста (в то время – директора Института геологии и геохронологии докембрия АН СССР в Ленинграде). Не читая моей статьи, подготовленной для публикации в Докладах АН, он попросил меня кратко изложить суть моей проблемы. Минуты за три я изложил основные положения статьи. Они ему понравились и показались вполне правдоподобными. В результате в Докладах АН появилась моя первая публикация на эту тему – «Космогенная модель становления и размещения диатрем...» (1991).

Столь же благожелательно отнесся к моим идеям и акад. В.Е. Хаин, давший рекомендацию к публикации второй моей статьи в Докладах АН – «Космогенный и эндогенный факторы образования взрывных геологических структур» (1994). Более того, В.Е. Хаин (1994) счел возможным рассказать о моих исследованиях в своей книге «Основные проблемы современной геологии. Геология на пороге XXI века...».

Понравились мои идеи и профессору Горного института А.Н. Павлову, включившему мою статью «Космогенный фактор образования диатрем» в редактируемый им сборник «Концептуальные основы геологии» (1992).

Положительную оценку моя гипотеза получила так же:

- у председателя Отделения планетологии Русского Географического Общества, ведущего научного сотрудника ВСЕГЕИ В.И. Драгунова;

- у известного сибирского геолога Б.М. Владимирова, давшего свое «добро» на мое участие в конференции «Геология промежуточных коллекторов алмазов» в Иркутске в 1991г.;

- у научных сотрудников ВСЕГЕИ В.К. Головенка и А.М. Ахмедова после моего выступления на семинаре Отдела геологии докембрия в марте 1992г.

Всех этих людей объединяют общие качества – талант и масштабность мышления, способность анализировать и воспринимать новые научные идеи без опасения, что они подорвут классические устои геологии. Они не боятся и того, что положительная оценка этих идей подорвет их научный авторитет. Всем этим коллегам я безмерно благодарен, так как их положительная реакция позволила мне избавиться от комплекса неполноценности и способствовала приобретению уверенности в себе и в правильности пути, по которому я иду.

К сожалению, большинство геологов, в первую очередь геологов-алмазников, восприняли мою «космогенную модель» чуть ли не как оскорбление в адрес «советской школы кимберлитовой геологии» и в свой лично. Показательна в этом отношении реакция бывшего зав. Отделом алмазной геологии ВСЕГЕИ, кандидата г.- м. наук М.В. Михайлова. В 1990г., когда моя гипотеза еще нигде не была опубликована, я подошел к

нему и сказал, что хотел бы поговорить с ним, так как у меня есть новые идеи об «экзогенных факторах образования трубок взрыва». Вероятно, пары секунд хватило ему для того, чтобы сформулировать в голове примерно такую фразу: «Что за бред! Экзогенных факторов образования трубок взрыва нет и быть не может!». Странно посмотрев на меня, он ответил: «Вы знаете, я сейчас очень занят, извините!». Более установить с ним «научный контакт» я не пытался, но после опубликования моих первых статей часто ловил на себе его недоброжелательные взгляды. Естественно, что в этой ситуации рассчитывать на понимание со стороны сотрудников Михайлова (Ю.М. Эринчека, О. Г. Салтыкова и др.) было бы наивным.

Когда в 1995-96г.г. я четыре месяца жил в США, в г. Сиэтле штата Вашингтон в гостях у моей кузины Мани Дробнак, я с ее помощью работал над английской версией изложения «космогенной модели». Наконец, когда работа над текстом была завершена, я разослал его наиболее известным мне геологам в области кимберлитовой геологии, с одной стороны, и геологии астроблем, с другой. Вот имена этих геологов:

Dr. Richard A.F. Grieve, Canada

Dr. R.V. Danchin, Australia

Dr. Donald E. Browlee, Seattle, USA

Dr. Bevan M. French, Washington, D.C.

Dr. Clark Chapman, Tucson, USA

Dr. Eugene Shoemaker, Flagstaff, USA

Dr. A.N. Lecheminant, Canada

Dr. C. Fipke, Canada

Dr. Robert H. Mitchell, Canada

Dr. Roy McG. Miller, Namibia

Dr. Wolf U. Reimold, Republic of South Africa

Dr. C. Harper, Canada

Dr. David Harrison, NASA, USA.

В первую очередь я надеялся на ответ ведущего геолога в области геологии кимберлитов и родственных им пород Роберта Митчела, поскольку в библиотеке Вашингтонского университета, в Сиэтле, обнаружил одну из его последних книг (Mitchel and Bergman, 1991), в которой в списке использованной литературы к своей радости нашел свою работу (Khazanovitch-Vul'ff, 1991). Однако тщетно я пытался обнаружить в тексте ссылку на эту работу – ссылки не было. Это меня очень озадачило, так как подобное не принято в научном мире, и до сих пор я не нахожу этому объяснения.

После того, как я послал свои тезисы на 8-ую Международную Кимберлитовую Конференцию 2002г., я через некоторое время получил ответ от одного из членов оргкомитета, в котором он извещал меня о том, что мои тезисы к публикации не приняты по «бюджетным и логистическим» (?) ограничениям ("budgetary and logistical constraints"). Тогда я отправил сопредседателям Оргкомитета конференции Роберту Митчелу и Барбаре Скотт Смит письмо следующего содержания:

«Дорогие коллеги,

Я получил письмо от 12 ноября, в котором меня известили о том, что мои тезисы не приняты для презентации на Конференции of "budgetary and logistical constraints".

Между тем мои тезисы отражают новый подход к решению проблемы образования кимберлитовых трубок в результате электрических взаимодействий между крупными метеорными телами и недрами Земли. Предположение, что диатремы могут быть результатом электрических разрядов из недр Земли, является разработкой известных российских ученых – физиков и геологов, среди которых, в первую очередь, нужно отметить выдающегося физика из Томска – А.А. Воробьева. Я думаю, что вряд ли среди участников Конференции найдется кто-либо, знающий работы этих исследователей. У меня сложилось впечатление, что члены Организационного Комитета, отбирающие полученные тезисы, далеки от понимания этой проблемы и руководствуются принципом «конец моего кругозора - конец мира». Между тем, у меня нет уверенности в том, что кто-либо из них имеет собственное мнение по вопросу механизма образования диатрем. В настоящее время уже очевидно, что диатремы на первом этапе формировались как полости, которые уже потом заполнялись расплавом. Какой же механизм ответственен за образование этих полостей? Этот вопрос имеет первостепенную важность, но, к сожалению, не рассматривается на кимберлитовых конференциях и в большинстве научных работ. В то же время, гипотеза электроразряда легко объясняет эту проблему. Хорошо известно выражение «Этого не может быть, потому что не может быть никогда». Мне кажется, к сожалению, что этот «научный» принцип и был использован членами Оргкомитета 8-ой кимберлитовой конференции при браковке моих тезисов. Я обращаюсь к Вам с просьбой пересмотреть решение Оргкомитета, касающееся тезисов «Космогенный фактор образования диатрем» (№46), чтобы дать возможность участникам Конференции познакомиться с моим вариантом решения одной из кимберлитовых проблем.

Искренне Ваш,

Константин К. Хазанович-Вульф, председатель Отделения планетологии Русского Географического Общества»

Как, наверное, уже догадался читатель, Митчел остался верен своей «эпистолярной традиции», и никакого ответа от него на это письмо (как и от Барбары Скотт Смит) я не получил.

Однако вернемся к нашим адресатам, которым я разослал письма из Сиэтла. Из 14 человек мне ответили только двое, оба – из Канады и оба специалисты в области геологии астроблем. Это – д-р Ч. Харпер и д-р Р. Грив. Что касается геологов-алмазников, то никто из них не снизошел до ответа на мое письмо.

В письмах Харпера и Грива содержался один и тот же вопрос: если моя модель верна, то почему далеко не все астроблемы имеют «диатремовые шлейфы» и наоборот. Мне пришлось призадуматься над этим непростым, но очень важным, вопросом и составить дополнение к своей Модели. Приведенное мной объяснение и теперь представляется мне вполне убедительным: диатремы, с одной стороны, и астроблемы, с другой, имеют различную глубину проникновения в земную кору; если первые пронизывают ее насквозь, то следы вторых теряются с глубиной; при поднятии территории эрозия может полностью уничтожить астроблему или сделать ее трудно диагностируемой, в то время как

одновозрастные с ней диатремовые поля, несмотря на глубокий эрозионный срез, сохраняются.

Не знаю, убедил ли я своих зарубежных оппонентов, но ответов от них я тоже более не получил. Однако я благодарен им за то, что они заставили меня задуматься над некоторыми деталями моей Модели.

Как не прискорбно, но среди представителей официальной науки «неответствие» на письма, содержащие, по их мнению, оскорбительную для официальной науки информацию, распространено очень широко. В моем случае причина молчания связана, скорее всего, с тем, что оппонент не может найти весомых аргументов для того, чтобы забраковать «космогенную модель». Если он специалист в области алмазной геологии, то, вероятно, не очень сведущ в вопросах метеоритики и геологии астроблем, и наоборот. Не может же он честно признаться в ответе на мое письмо: извините, мол, но я не компетентен в таких-то и таких-то вопросах и не могу объективно оценить предлагаемую вами модель. Ни одного подобного ответа на мои письма не поступало.

Предпочитали отмалчиваться не только зарубежные ученые, которым я слал свои депеши, но и некоторые отечественные. К ним относятся: А.П. Невский, физик, автор работ об электроразрядном взрыве Тунгусского метеорита (эти работы я постоянно рекламировал, а их автор не удосужился даже ответить на мое письмо); Л.П. Хрянина (автор книги «Метеоритные кратеры на Земле», 1987); профессор Львовского университета (где я когда-то учился на Геолфаке) А.П. Бобриевич; мой старый коллега по Северодвинской геологической партии, один из первооткрывателей Архангельской алмазоносной провинции Е.М. Веричев; и многие другие (всех уже и не припомнишь!).

А киевские геологи Е.П. Гуров и Е.П. Гурова все-таки ответили мне, но при этом сообщили, что никак не могут со мной согласиться (в чем и почему они, конечно же, не объяснили) и при этом демонстративно вернули мне посланный им текст моей первой статьи, который вскоре, в том же 1991г., был опубликован в Докладах АН. Такой жест следует понимать так: возьмите, мол, обратно вашу галиматью и больше нас не беспокойте. А того, что вы предлагаете, не может быть, потому что не может быть...

Одним из первых, с кем я поделился своим «гениальным открытием», был лидер отечественной геологии астроблем В.Л. Масайтис. Ему, как и Д.В. Рундквисту, оказалось достаточным 3-х минут для знакомства с моей моделью, но не для того, чтобы ее одобрить, а для того, чтобы беспощадно забраковать. - Ваша гипотеза не объясняет образование слепых кимберлитовых трубок, - сказал мне Виктор Людвигович. И я с виноватым видом ретировался из его кабинета. В то время мне еще не приходилось сталкиваться с таким сложным вопросом кимберлитовой геологии, как «слепые трубки». Я ступешивался перед всемирно известным ученым и не знал, что ему возразить. Это уже некоторое время спустя я нашел объяснение этому кимберлитовому феномену: когда напряжение между «пластинами конденсатора» (поверхностью Земли и границей корамантия) недостаточно для сквозного пробоя коры, электрический импульс не доходит до земной поверхности и затухает на глубине. Именно с этим процессом, скорее всего, и связано образование небольших (диаметром первые км) куполовидных структур, подобных тем, какие формируются вокруг кимберлитовых трубок. Такие загадочные для геологов купола часто встречаются среди диатремовых зон или по-соседству с ними:

например, купол Хатциум на краю кимберлитового поля Гибсон в Намибии; купол Стопфейнхейм – на продолжении линии Урах-Штейнхейм-Рисс в Германии; и др.

Итак, визит к В.Л. Масайтису не принес мне ожидаемого взаимопонимания с его стороны и лишь увеличил число моих противников. Впрочем, как я подумал уже позже, заявление о том, что «модель не объясняет происхождения слепых трубок» можно расценивать как признание того, что происхождение «нормальных» трубок взрыва она все-таки объясняет! Кстати, вопрос о существовании «слепых трубок» как самостоятельных геологических тел, а не как отростков от главной кимберлитовой трубки, дебатировался в литературе.

Получили ли какой-нибудь отголосок мои статьи с изложением крамольной «космогенной модели» за прошедший период времени после опубликования ее первого варианта в 1991г.? Практически нет. Главная причина этого заключается в существовании еще одного широко распространенного хитрого «научного» приема: делать вид, что ты не знаком с публикациями, которые противоречат твоим устоявшимся и залежалым представлениям по изучаемому вопросу. Для примера вернемся еще раз к нашему уважаемому Мэтру кимберлитовой геологии – В.А. Милашеву. Пожалуй, он – единственный из отечественных исследователей кимберлитов, который не мог бы объяснить отсутствие ссылок на мои работы тем, что он с ними не знаком (не попадались!): одна из его статей была опубликована в том же сборнике («Новые идеи в естествознании», 1996), в который была включена и наша статья с Б.А. Трошичевым «Геологические последствия сближения крупных метеорных тел с планетой...». А из этой статьи Мэтр мог узнать о существовании серьезных научных разработок в области электрического пробоя диэлектриков, проводившихся на протяжении нескольких десятилетий А.А. Воробьевым и его учениками. Результаты именно этих исследований и привели последнего к выводу о возможности образования трубок взрыва в результате электрических пробоев земной коры.

В своей последней работе В.А. Милашев (2004) перебрал все известные ему по работам других исследователей энергетические источники преобразования геосфер и магматизма, но об электрических факторах преобразования вещества в земных недрах не обмолвился ни словом. Впрочем, эти факторы, скорей всего, он имел ввиду под названием «и некоторые другие, подчас весьма экзотические факторы» (с.31).

В связи с этим напрашивается вполне закономерный вопрос: имеет ли право ученый, который всю свою жизнь занимается изучением одного и того же геологического объекта – кимберлитов – не использовать и даже не обсуждать имеющиеся новые разработки по вопросу механизма их образования?! Существующие научные разработки выдающегося исследователя, каким был А.А. Воробьев, и его «томской школы» о возможности электрических пробоев земной коры на основании многолетних лабораторных исследований в области электрических пробоев диэлектриков считаются ведущим специалистом в области алмазной геологии, не обладающим профессиональными знаниями в сфере электрофизики, «экзотическими». Наклеивание такого ярлыка является не только оскорбительным, но и чрезвычайно непредусмотрительным актом: ведь время все расставит по своим местам, и авторы ярлыков будут рассматриваться новым поколением геологов в качестве символов консервативного мышления.

* * *

В ноябре 2005г. я обнаружил в Интернете сайт под названием «Электрическая Вселенная». На всякий случай я послал туда несколько своих статей на английском языке, не очень-то рассчитывая на успех. Прошло полгода, я уже забыл о посланных статьях, как вдруг в мае 2006г. я получаю письмо:

*«Я встревожен, обнаружив, что ваша электронная почта от 4 ноября не была послана мне до сегодняшнего дня. Пока я только успел прочитать маленькую часть из того, что Вы прислали: статью о Тунгусском событии. Но Вашу работу о диатремах я рассматриваю как очень важную. Я передам ваши файлы коллеге, алмазному геологу, который так же как и Вы думает, что кимберлитовые трубки имеют электрическое происхождение... С Вашего разрешения я хотел бы в ближайшем будущем поместить Вашу превосходную работу на наших двух вебсайтах.
Уол Торнхилл»*

С этой же почтой пришло и второе письмо – от «алмазного геолога» Луиса Хиссинка (оба единомышленника оказались австралийцами из г. Перта):

«Я только что получил Ваши статьи с изложением Вашей гипотезы об образовании кимберлитов с помощью электрических спусковых механизмов и в результате наложения больших отрицательных электрических полей из атмосферы Земли [на ее поверхность – К.Х.]. Я - алмазный геолог и полностью соглашаюсь с Вашей гипотезой электрического возбуждения верхней мантии для образования диатрем кимберлитового типа. Да! Да! Да! Превосходно! Вы решили много проблем! Bravo! Ваши статьи должны быть изданы!»

Нужно ли объяснять, что для меня значили эти письма!

Австралийские коллеги сдержали свое обещание и содействовали публикации моей главной проблемной статьи на английском языке, которая была отвергнута ранее Митчелом и Смит (Khazanovitch..., 2007). Уверен, что наше сотрудничество в дальнейшем будет успешно развиваться.

* * *

На этом «Биография» не заканчивается. Впереди, после издания книги, - реакция геологического сообщества, которая вряд ли будет единодушно доброжелательной. Об этом мы узнаем во втором издании книги, которое будет, несомненно, «дополненным и исправленным». В качестве дополнения в нее войдут новые примеры пространственно-временных связей между астроблемами и полями диатрем. Надеюсь, что и физико-математическое обоснование «болидной модели» получит новую серьезную аргументацию.

2. Некоторые расчеты

Напряженность электрического поля

По Я.И. Френкелю (1958, с.545) напряженность электрического поля, создаваемого шаровым облаком на земной поверхности (E_0) в гипоцентре, т.е. в точке, расположенной под его центром, равна:

$$E_0 = 4 E_i \left(\frac{R}{H}\right)^3 \quad (1)$$

где E_i – напряженность электрополя, существующая внутри облака, R – радиус облака, H – его высота над поверхностью земли.

Заменим шаровое облако **сферическим метеорным телом железного состава, радиусом 1 км**, летящим в атмосфере Земли. Когда оно достигнет высоты 120 км на нем, в результате трения о воздух, начнет накапливаться электрический заряд. Согласно В.Ф. Солянику (1980) электрически заряженное тело индуцирует на поверхности Земли так называемое «пятно напряженности»³⁴. Согласно А.А. Воробьеву (1975, с.150) среднее значение напряженности наведенного электрического поля, при котором в горных породах земной коры могут начаться электроразрядные процессы, составляет 10^4 в/см.

Максимально допустимая напряженность электрического поля на поверхности твердого тела не зависит от его размеров, определяется только пределом прочности вещества метеорного тела на разрыв σ_n и рассчитывается по формуле:

$$E_m = 1,49 \times 10^6 \times \sqrt{\sigma_n}, \quad (2)$$

где σ_n – предел прочности вещества, равный для тел железного состава 4500 кг/см^2 . Из формулы (2), получаем, что $E_m = 10^8$ в/см. Когда напряженность электрического поля на поверхности летящего в атмосфере метеорного тела любого состава достигнет этой величины, пондеромоторные силы электрического поля, действуя по внешней нормали к поверхности тела, разорвут его в результате взрыва на части (см. литературу в работе Соляника, 1980). Нечто подобное, скорей всего, произошло на последней стадии развития Тунгусского события, когда лавинный электроразряд оставил свои следы на сотнях деревьев и произошел взрыв космического тела. Тот же процесс, вероятно, имел место и с Сихотэ-Алинским МТ, которое взорвалось в верхних слоях атмосферы после того, как между ним и поверхностью Земли произошел электроразряд в виде протяженной молнии (см. гл. 5.2.1).

Перед нами стоит задача: выяснить, с каких высот метеорное тело железного состава, радиусом 1 км, обладающее меньшей напряженностью своего поля, чем предельно допустимая, может индуцировать на поверхности Земли напряженность $E_0 = 10^4$ в/см, необходимую для генерации электроразрядов из недр Земли:

³⁴ Как уже отмечалось ранее, В.Ф. Соляник ошибочно полагал, что напряженность метеорного тела индуцируется на поверхности Земли в виде «пятна напряженности» с теми же значениями напряженности, в то время как последняя зависит от высоты полета тела и его радиуса (см. формулу 1).

Воспользуемся формулой (1) для того, чтобы вычислить напряженность электрополя на метеорном теле $E_i = E_0 : 4 (R/H)^3$:

1) Для высоты $H = 100$ км: $E_i = 10^4 \text{ в/см} : 4 (10^{15} \text{ см}^3 / 10^{21} \text{ см}^3) = 2,5 \times 10^9 \text{ в/см}$. Значение этой напряженности существенно превышает максимально допустимую напряженность, что невозможно. Поэтому с высоты 100 км метеорное тело железного состава, радиусом 1 км при значениях $E_i < 10^8 \text{ в/см}$ не сможет индуцировать на поверхности Земли электрическое поле напряженностью более 10^4 в/см и способствовать образованию электропробоев земной коры. Спустимся немного ниже.

2) Для высоты 50 км: $E_i = 10^4 : 4 (10^{15} / 125 \times 10^{18}) = 3,1 \times 10^8 \text{ в/см}$. Полученное значение превышает максимально возможную напряженность в 3 раза. Вариант невозможен.

3) Для высоты 20 км: $E_i = 10^4 : 4 (10^{15} / 8 \times 10^{18}) = 8 \times 10^7 / 4 = 2 \times 10^7 \text{ в/см}$. Это значение уже меньше максимальной напряженности в 5 раз. Значит, с высоты примерно 25 км наведение пятна напряженности со значением 10^4 в/см и более уже возможно. Летящее МТ заданных параметров может инициировать электроразряды из земных недр.

4) Для высоты 15 км ($1,5 \times 10^6 \text{ см}$): $E_i = 10^4 : 4 (10^{15} / 3,37 \times 10^{18}) = 10^4 \times 3,36 \times 10^{18} / 4 \times 10^{15} = 0,8 \times 10^7$. Значение напряженности почти в 10 раз меньше максимально допустимой.

5) Для высоты 10 км: $E_i = 10^4 : 4 (10^{15} / 10^{18}) = 2,5 \times 10^6$. Тело с напряженностью в 25 раз меньше максимально допустимой.

Таким образом, метеорное тело железного состава, диаметром 2 км уже с высоты около 25 км может индуцировать на земной поверхности электрическое напряжение более 10^4 в/см , что стимулирует электрические поля в недрах Земли к электроразрядному взаимодействию с наведенными поверхностными полями. Дальнейшее снижение МТ значительно увеличивает значение наведенной напряженности электрополя и увеличивает возможность электроразрядов в недрах планеты. Для примера посмотрим, какое будет значение наведенной напряженности при значении напряженности на поверхности МТ равной 2×10^7 (п.3 вышеприведенного примера) на высоте не 20, а 10 км (1).

$E_0 = 4 \times 2 \times 10^7 (10^{15} / 10^{18}) = 8 \times 10^4$, т.е. в 8 раз уже превышает величину, необходимую для инициации электроразрядов.

МТ диаметром 10 км

Мы рассмотрели пример, в котором метеорное тело имеет довольно «скромный» размер – «всего лишь» 2 км в диаметре. Тело таких размеров при падении на Землю и взрыве образует метеоритный кратер диаметром в 10 – 15 раз больше своего диаметра, т.е. – 20-30 км. В то же время на Земле зафиксировано несколько десятков кратеров (астроблем) большего размера. А метеорные тела диаметром от 10 км и более могли пробивать земную кору, проникать в мантию и образовывать «горячие точки» (см. гл. 4.1). При этом следы импакта были навсегда погребены под лавовыми излияниями из этой «точки». Поэтому у нас есть все основания рассмотреть пример, в котором МТ имеет диаметр 10 км ($R = 5$ км) и посмотреть, с каких высот оно может индуцировать на поверхности Земли электрические поля с напряженностью 10^4 в/см и более.

1) При высоте полета МТ 100 км: $E_i = 10^4 \text{ в/см} : 4 (125 \times 10^{15} \text{ см}^3 / 10^{21} \text{ см}^3) = 2 \times 10^7 \text{ в/см}$. Таким образом, тело диаметром 10 км с напряженностью электрополя в 5 раз меньшей,

чем предельно допустимая, способно уже с высоты 100 км индуцировать на земле поле с напряженностью 10^4 в/см.

Для примера посмотрим, какое будет значение наведенной напряженности электрополя при том же значении напряженности (2×10^7 в/см) на поверхности МТ радиусом 5 км (5×10^5 см) на высоте не 100, а 50 и 10 км (по формуле 1: $E_0 = 4 E_i (R/H)^3$).

2) При высоте 50 км: $E_0 = 4 \times 2 \times 10^7 \times (125 \times 10^{15} / 125 \times 10^{18}) = 8 \times 10^4$ в/см или 80 тыс. в/см!

3) При высоте 10 км: $E_0 = 4 \times 2 \times 10^7 \times (125 \times 10^{15} / 10^{18}) = 10^7$ в/см или 10 млн. в/см!

Нарастание наведенной напряженности поля

В нашем примере с МТ железного состава $E_m = 10^8$ в/см. Когда напряженность э/поля МТ достигнет этой величины, пондеромоторные силы должны разорвать его на части, т.е. произойдет электровзрыв и возникнет лавинный разряд между телом и Землей (этот тип разряда мы рассмотрим ниже). Нечто подобное, вероятно, происходило на последней стадии развития Тунгусского события, когда лавинный электроразряд оставил свои следы на сотнях деревьев и произошел взрыв ТКТ.

Для того, чтобы нечто подобное произошло с МТ железного состава, радиусом 1 км, напряженность э/поля должна достичь громадных размеров – 100.000.000 в/см, что, скорей всего, представляет собой достаточно редкое событие (хотя и возможное).

Поэтому при расчете напряженности э/поля, индуцированного МТ на поверхности Земли, в таблице 1 рассматривается и вариант, когда напряженность поля на МТ соответствует только половине значения максимальной напряженности.

Данные этой таблицы нуждаются в комментариях. Во-первых, подсчитанные значения напряженности соответствуют только одной точке, находящейся на поверхности Земли непосредственно под МТ. Во-вторых, даже с высоты 100 км МТ уже может инициировать токи в электро- или телефонной сети, зажигать лампочки (как это было при пролете Витимского болида) или ударять током людей (как это было при пролете Сихотэ-Алинского МТ). В третьих, уже с высоты около 80 км наведенное напряжение превысит стандартное напряжение электросети (220 в), в результате чего по мере дальнейшего снижения тела начнется выход электро-, теле- и радиоаппаратуры из строя. В четвертых, где-то на высоте 21 км значение наведенной напряженности э/поля достигнет 10000 в/см, при которой, согласно А.А. Воробьеву происходит э/пробой диэлектриков в земной коре и начинают формироваться поля диатрем. Активность этих процессов увеличивается при дальнейшем снижении МТ. В пятых, начиная с высоты около 21 км между МТ может потерять накопленный заряд в результате лавинного разряда между ним и поверхностью Земли. На месте разряда может образоваться диатремовое поле, а МТ в продолжение своего полета начнет накапливать на себе новый заряд.

Таблица 1.

№№ п.п.	Высота МТ, Н, км	Значения E, в/см		Предполагаемые события в наши дни для варианта Б.
		А. При накоплении МТ предельно допустимой (максимальной) напряженности э/поля $E_m = 10^8$ в/см	Б. При значении $E_{MT} = 0.5 E_m$ $= 0,5 \times 10^8 =$ $= 5 \times 10^7$ в/см	
1	100 (10^7 см)	$2 \times 10^2 = 200$	100	Наведение тока в э/сети, загорание э/лампочек
2	50 (5×10^6 см)	$1,6 \times 10^3 = 1.600$	$0,8 \times 10^3 =$ 800	Выход из строя э/аппаратуры
3	30 (3×10^6 см)	$0,8 \times 10^4 = 8.000$	$0,4 \times 10^4 =$ 4000	
4	25 ($2,5 \times 10^6$ см)	$1,3 \times 10^4 =$ 13.000	$0,65 \times 10^4 =$ 6500	
5	20 (2×10^6 см)	$2,5 \times 10^4 =$ 25.000	$1,25 \times 10^4 =$ 12500	Электрические разряды в атмосфере, взаимодействие с э/полями в недрах Земли, землетрясения и электроразрядные пробои земной коры, образование полей диатрем
6	15 ($1,5 \times 10^6$ см)	$5,2 \times 10^4 =$ 52.000	$2,6 \times 10^4 =$ 26 000	
7	10 (10^6 см)	$20 \times 10^4 =$ 200.000	$10 \times 10^4 =$ 100.000	

Успет ли он достичь значений, при которых возможно повторение сценария и образование нового диатремового поля, зависит от угла вхождения МТ в атмосферу: 1) если этот угол пологий, то МТ может успеть зарядиться и разрядиться несколько раз, образовав несколько полей диатрем; 2) если угол крутой, то образование второго поля проблематично.

Лавинный разряд

Дальнейшие события, по В.Ю. Казневу, могут развиваться следующим образом. По достижению МТ предельно допустимой напряженности электрополя происходит взрыв, во время которого электроразряд перемещает весь заряд из тела на участок поверхности

Земли. В этом случае участок d получает положительный заряд, а d' - индуцированный

отрицательный; это – вариант перезарядки пластин конденсатора (рис.).

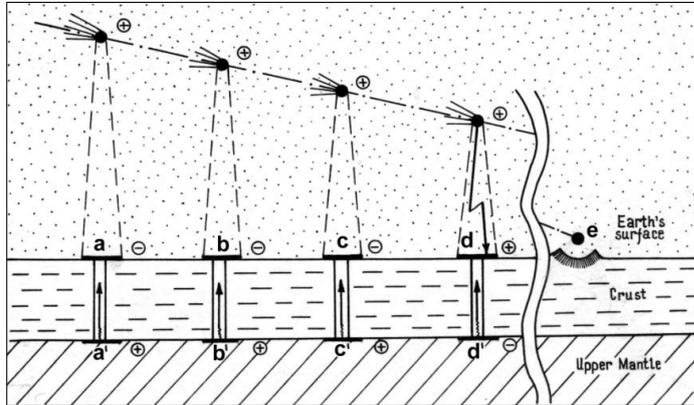


Рис. Графическое изображение «болидной модели» по В.Ю. Казневу, 1991г.

* * *

Таким образом, приведенные расчеты, хотя и являются упрощенными, показывают, насколько мощными могут быть электрические процессы, связанные с пролетами в атмосфере Земли крупных МТ.

Литература к приложению 2

1. Воробьев А.А. Физические условия залегания и свойства глубинного вещества (Высокие электрические поля в земных недрах). – Томск: Изд-во ТГУ, 1975, 296с.
2. Казнев В.Ю. Физико-математическое дополнение к статье К.К. Хазанович-Вульфа «Космогенная модель становления и размещения диатрем и вопросы металлогении кимберлитов» (рукопись, 1991г.)
3. Соляник В.Ф. Тунгусская катастрофа 1908 года в свете электрической теории метеорных явлений. В сб.: Взаимодействие метеорного вещества с Землей. Новосибирск: Наука, 1980, с.178-188.
4. Френкель Я.И. Собрание избранных трудов, т.2, М.- Л.: АН СССР, 1958, с.515-584.