

УДК 553.81:553.061.12

© Коллектив авторов, 2006

## **НОВАЯ КИМБЕРЛИТОВАЯ ТРУБКА ЗИМНЕБЕРЕЖНОГО АЛМАЗОНОСНОГО РАЙОНА**

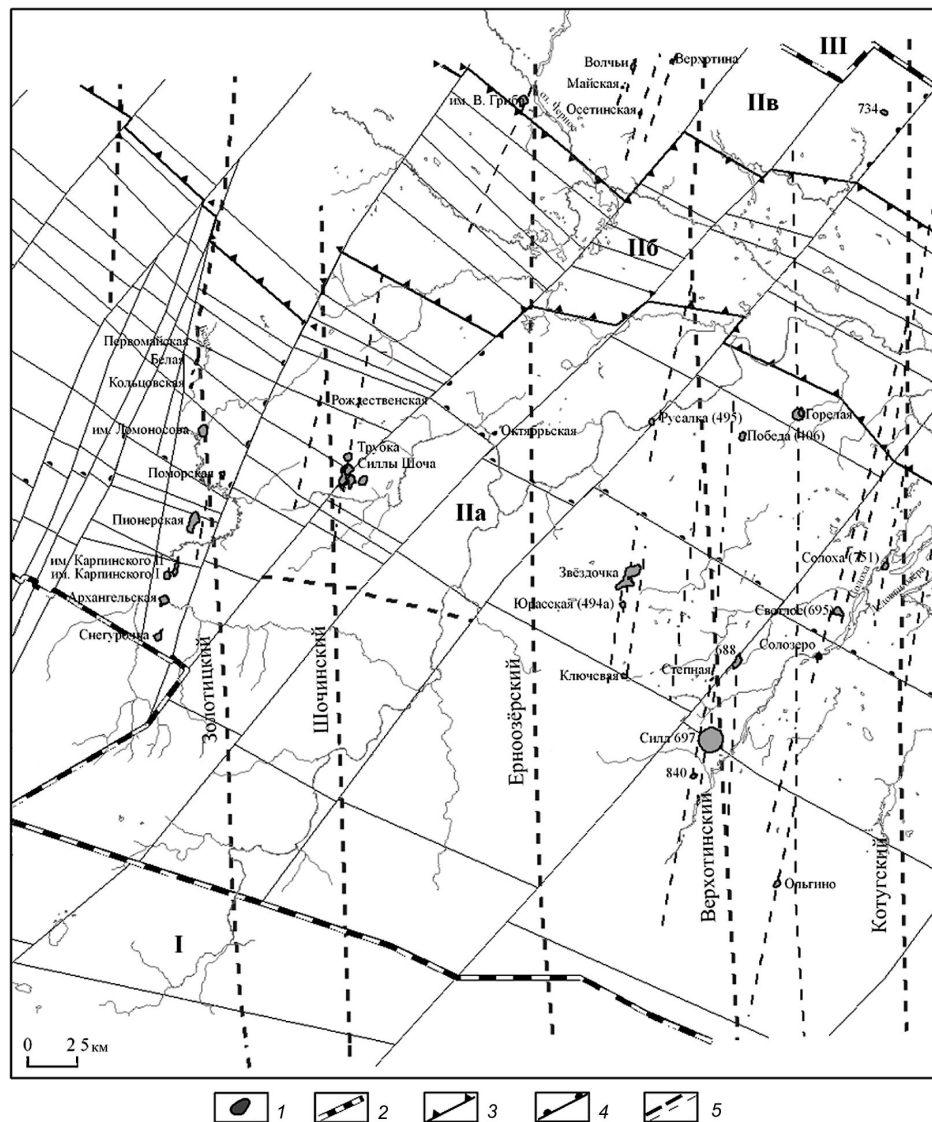
**Г.В.Минченко, В.А.Ларченко («АПРОСА-Поморье»), В.А.Первов, А.А.Носова  
(ИГЕМ РАН), А.П.Гунин, Т.Н.Маркова, С.Л.Бортник, Е.А.Андросов  
(«АПРОСА-Поморье»)**

При поисковых работах в центре Зимнебережного алмазоносного района в северо-восточной части Верхнекепинской лицензионной площади, принадлежащей ОАО «Севералмаз», 6 января 2005 г. при заверке локальной магнитной аномалии 162 «АПРОСА-Поморье» АК «АПРОСА» была вскрыта новая кимберлитовая трубка, названная Рождественская. Она расположена на водоразделе рек Золотица и Шоча в 5,5 км северо-восточнее трубки им. Ломоносова одноименного месторождения.

Трубка Рождественская выявлена в результате

аэромагнитной съемки м-ба 1:10 000 на Падунской площади (Г.З.Гриневицкий, 1982) Зимнебережного алмазоносного района. Под наземную детализацию и заверочное бурение аномалия 162 выделена и рекомендована главным геофизиком геофизической партии «АПРОСА-Поморье» АК «АПРОСА» В.И.Сотниковым. Диагностику принадлежности керна к кимберлитам непосредственно на месте бурения скважины выполнил техник-геолог Зимнебережной партии О.В.Щелканов.

В структурном плане трубка локализуется в пределах Товского выступа архейского кристалли-



**Рис. 1. Тектоническая схема центральной части Зимнебережного алмазоносного района, по А.П.Гунину, 2005:**  
 1 — кимберлиты и родственные им породы; 2 — границы структур кристаллического фундамента постархейского заложения; I — Керещкий грабен, II — Зимнебережное поднятие, III — Мегорский грабен; 3 — границы структур кристаллического фундамента средне-, позднерифейского заложения (IIa — Товский выступ, IIб — Падунский грабен, IIв — Верхотинский выступ); 4 — границы ступеней выступов кристаллического фундамента; 5 — рудоконтролирующие долгоживущие разломы раннепротерозойского заложения, подновлявшиеся в герцинский тектономагматический цикл (а — достоверные, б — предполагаемые)

ческого фундамента (рис. 1) в центральной части Зимнебережного алмазоносного района. Она приурочена к Шочинской рудоконтролирующей субмеридиональной зоне разломов. В верхней части жерла трубка прорывает слабо литифицированные терригенные осадки падунской свиты верхнего венда–нижнего кембрия (?), представленные аргиллитами, алевролитами, алевропесчаниками, а также нижележащие породы мезенской и усть-пинежской свит верхнего венда — алевролиты, ар-

гиллиты, реже песчаники. Сверху она перекрыта терригенными, терригенно-карбонатными отложениями нижнего (визейский ярус) и среднего (московский ярус, урзугская свита) карбона и четвертичными осадками мощностью 71–74 м (рис. 2). Кратерная часть трубки эродирована, вскрыта только ее жерловая часть.

На основании прорыва рудовмещающей толщи и наличия перекрывающих отложений стратиграфический возраст трубки Рождественская опреде-

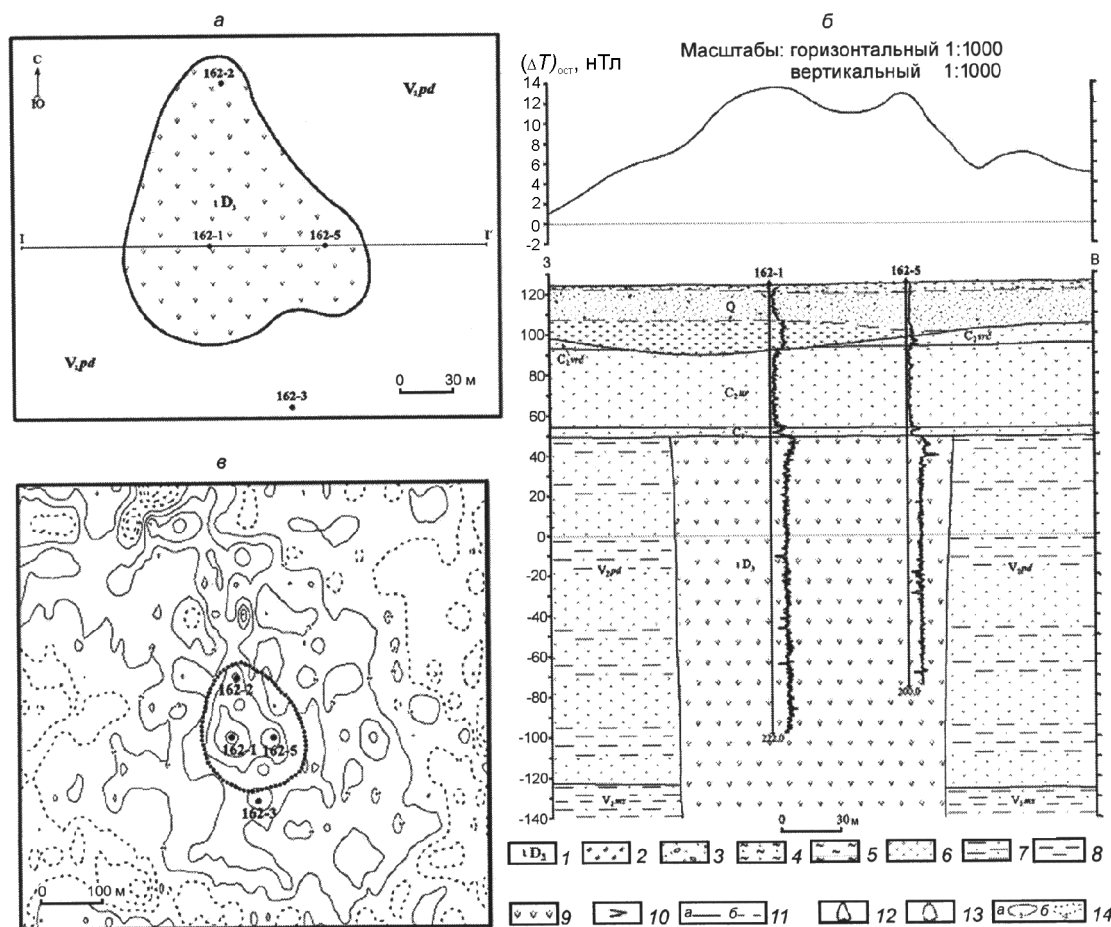


Рис. 2. Геологический план (а), разрез по линии I–I, трубки Рождественская (б), план изолиний магнитного поля (в), по А.П.Гуину, 2005:

Q — четвертичная система; каменноугольная система:  $C_{2vr}$  — средний отдел, московский ярус, восреченская свита,  $C_{1ur}$  — средний отдел, московский ярус, урзугская свита,  $C_1$  — нижний отдел; вендская система, верхний отдел, котлинский горизонт:  $V_{2pd}$  — падунская свита,  $V_{2mz}$  — мезенская свита;  $D_3$  — девонская система, верхний отдел; породы: 1 — кимберлиты жерловой фации, 2 — почвенно-растительный слой, 3 — пески с гравием и галькой, 4 — суглинки, 5 — глины, 6 — песчаники, 7 — алевролиты, 8 — аргиллиты, 9 — ксенотуфобрекчия; 10 — гамма-картаж интегральный; 11 — геологические границы на разрезе (а — стратиграфические, б — литологические); 12 — контур трубки; 13 — контур магнитовозмущающего объекта; 14 — изолинии магнитного поля (а — положительные, б — отрицательные)

ляется как постпоздневендский – раннекембрийский (?) – довизейский.

В плане под перекрывающимися породами по геофизическим данным и результатам заверочного бурения трубка имеет грушеобразную форму с доминирующим субмеридиональным удлинением. По всей видимости, такая форма обусловлена ее локализацией в зоне пересечения системы рудовмещающих разломов типа трещин отрыва и скола.

Размер трубки в плане на уровне эрозионного среза по данным бурения и наземных геофизических работ 179×160 м, площадь 1,8 га. Она относится к мелким по размеру телам, в пространстве имеет форму усеченного конуса с крутыми контактами (70–80°). Это подтверждается замерами крутопада-

ющих контактов в скв. 162-2, пройденной по границе кимберлитового тела с вмещающими породами. Поверхность трубки слабоогнута с пологим наклоном в южном направлении. В северной части абсолютная отметка поверхности пород трубки с отложениями перекрывающего комплекса составляет +54 м (скв. 162-2), в центральной — +49,6...+49,7 м (скв. 162-1, 162-5).

Трубка Рождественская имеет простое однофазное внутреннее строение. Кратерная ее часть полностью эродирована, жерловая — сложена столбом ксенотуфобрекчии, которая с глубины 142–148 м (скв. 162-2, 162-5) постепенно переходит в туфобрекчию.

По данным аэромагнитной съемки м-ба

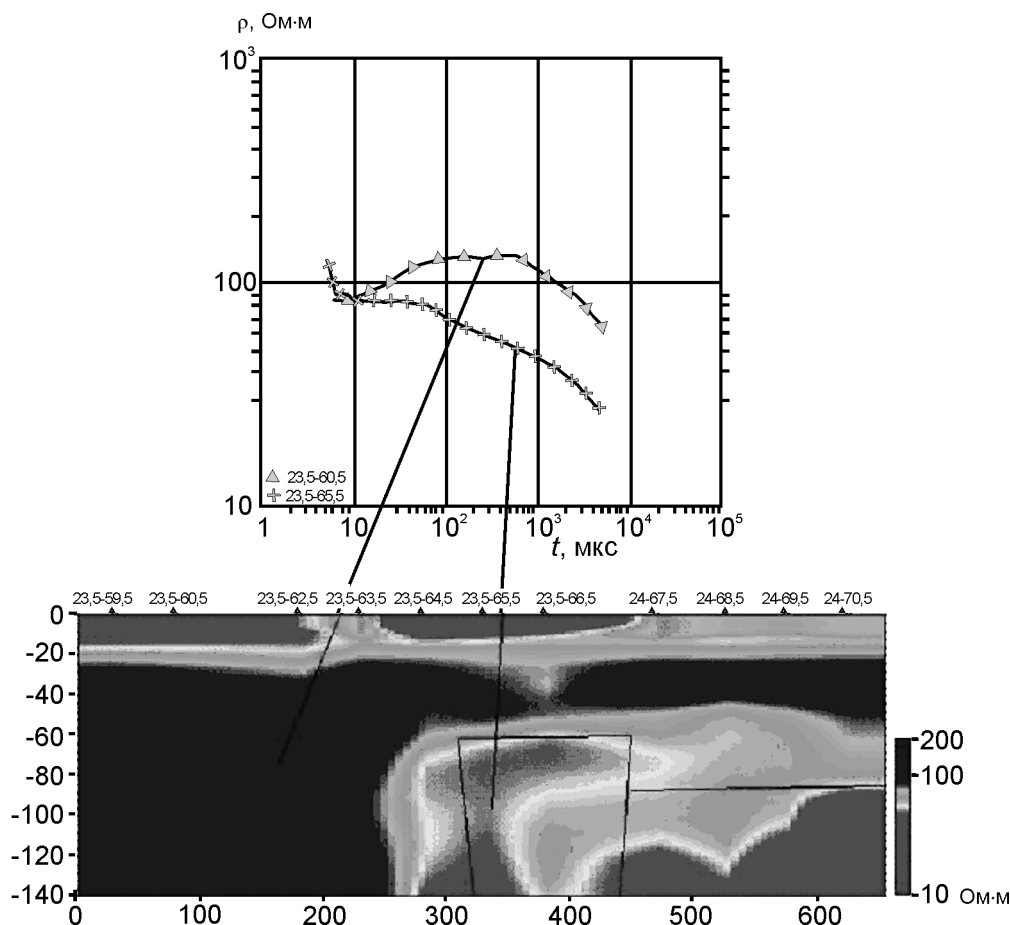


Рис. 3. Геоэлектрический разрез трубки Рождественская, по Ю.В.Короткову, 2005

1:10 000 трубке соответствует рядовая аэромагнитная аномалия № 162 интенсивностью до 6,5 нТл, размером 650×500 м, с северо-северо-восточной ориентацией длинной оси. По результатам аэроэлектрорастворной съемки ДИП-А м-ба 1:25 000 над ней наблюдается совпадение электрорастворной аномалии с аэромагнитной, причем контур первой на порядок больше. Электрорастворная аномалия обусловлена как самой трубкой, так и фрагментом четвертичной палеодолины в северо-восточной части тела, на борту которой располагается трубка.

По результатам высокоточной аэромагнитной съемки м-ба 1:5000 не произошло существенного увеличения (в 2–3 раза) контрастности аномалии, обычно фиксируемого над слабомагнитными трубками (Первомайская, Белая) при переходе к детальным высокоточным съемкам.

По результатам наземных детализационных геофизических работ размеры аномалии составили 550×400 м, интенсивность магнитной аномалии в

эпицентре достигла 14 нТл (см. рис. 2).

По данным метода МПП TEM-FAST с петлей 50×50 м (рис. 3) трубка Рождественская прослеживается в виде проводника 40–50 Ом·м на фоне 100–150 Ом·м во вмещающих породах падунской свиты. Петлей 100×100 м ввиду малых параметров трубки фиксируется только зона рудовмещающего разлома западнее трубки, вытянутая в северо-северо-западном направлении, с сопротивлением порядка 80 Ом·м на фоне 150–200 Ом·м.

Геоэлектрический разрез-трансформация  $[\rho_k(h_k)]$  по одному из субширотных профилей проходит через эпицентр наземной магнитной аномалии (см. рис. 3). Данные результаты получены с использованием портативной аппаратуры TEM-FAST 48НРС. Обработка и интерпретация полевых материалов выполнялась с использованием специального программного пакета TEM-RESEARCHER. Хорошо видны западная граница тела с вмещающими породами в виде вертикаль-

ного проводника с разницей значений  $\rho_k$  в 3–4 раза и проводящая зона. Проводник, расположенный к востоку от тела, по всей видимости, образован за счет проникновения с глубин минерализованных вод по ослабленной зоне разлома. В площадном варианте на горизонтальных срезах хорошо фиксируется протяженная субмеридионально ориентированная зона.

Проводящие зоны, вытянутые по направлению разлома и имеющие низкие, иногда близкие к нулю значения кажущегося сопротивления, отмечаются у многих кимберлитовых трубок Зимнебережного алмазоносного района. Они различаются лишь разной интенсивностью проявления. В отличие от проводящих зон, образованных палеодолинами, данные зоны глубинного происхождения и не «оторваны» от проводящих горизонтов, связанных с мельскими отложениями, а на диэлектрических разрезах они выглядят значительными поднятиями относительно упомянутых горизонтов. Это хорошо видно на геоэлектрических разрезах, выполненных по профилям субширотного простирания с шагом наблюдения 100 м и размером петли 100×100 м.

По полученным результатам предлагаются следующие рекомендации по ведению электроразведочных работ в условиях Зимнебережного алмазоносного района:

электроразведка наиболее эффективна до глубин 30–40 м при наличии двухслойного геоэлектрического разреза (район месторождения им. М.В. Ломоносова);

электроразведка достаточно эффективна до глубин 60–70 м даже при наличии трехслойного геоэлектрического разреза при отсутствии экранирующих обводненных горизонтов;

кимберлитовые трубки небольших размеров могут быть выделены электроразведкой при сгущении сети наблюдения (петлей 50×50 м), в то время как трубки средних и больших размеров — при использовании петли 100×100 м.

Основные петрофизические параметры ксенотуфобрекций (объемный вес, плотность, пористость, влажность) были определены в МГУ

(В.К. Гаранин, 2005 г.) для петрофизических моделей кимберлитовых трубок и более надежной интерпретации геофизических данных при поисковых работах. Кроме того, данные параметры служат индикатором условий образования, характера структуры и состава вмещающих пород и руд различных типов месторождений алмазов.

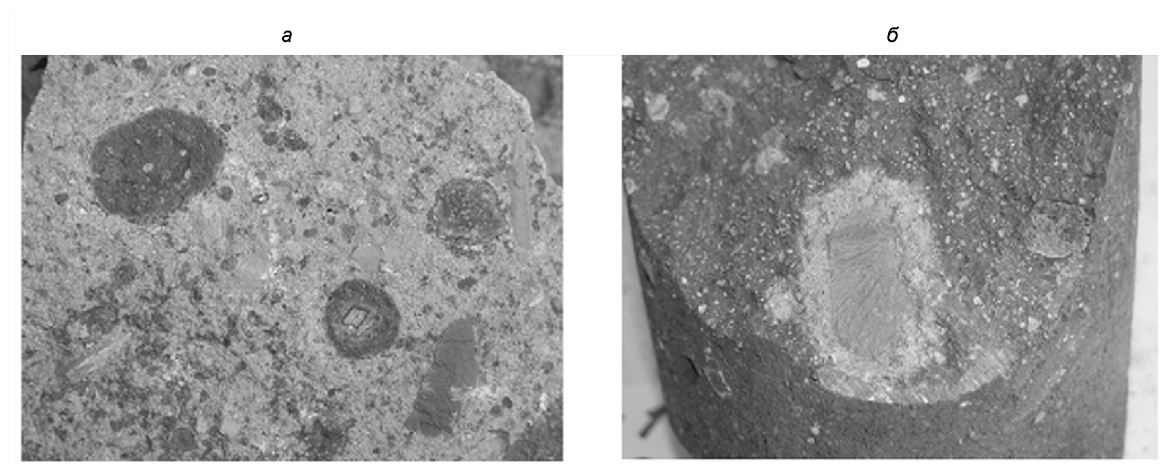
По трубке Рождественская в образце ксенотуфобрекций изучены объемная масса (2,29 г/см<sup>3</sup>), плотность (2,63 г/см<sup>3</sup>), эффективная пористость (15%), условно-мгновенное насыщение (0,85%), период насыщения (0,96 ч), средняя скорость насыщения (1,74·10<sup>-3</sup>%/ч), скорость распространения продольных (2,33 км/с) и поперечных (1,25 км/с) волн, магнитная восприимчивость (20·10<sup>-5</sup> ед. СИ), коэффициент Пуассона (0,3), модули Юнга (1,07·10 ГПа), сдвига (0,4·10 ГПа), объемного сжатия (0,89·10 ГПа), акустическое сопротивление (6,13 Мом), а также температура Дебая (173 К). Плотность, условно-мгновенное насыщение, период полунасыщения, эффективная пористость определялись методом гидростатического взвешивания сухих и насыщенных образцов при свободном водонасыщении.

Проведенные исследования показали типичные для ксенотуфобрекций района плотность и пористость. В целом невысокие содержания ферромагнитных минералов в ксенотуфобрекциях трубки обуславливают низкие величины естественной остаточной намагниченности ( $I_n$ ) и магнитной восприимчивости ( $\chi$ ). Магнитные характеристики, измеренные для двух образцов, несколько варьируют, что связано с неравномерным распределением зерен ферромагнитных минералов в породе (таблица).

Термомагнитный анализ позволил определить температуру Кюри основной ферромагнитной фазы изученного образца породы, которая составляет около 500°C и соответствует магнетиту с изоморфными примесями, приводящими к понижению температуры Кюри по сравнению со значением последней для чистого стехиометрического магнетита (585°C). Далее наблюдается «хвост» намагниченности, обусловленный присутствием в исследуемом образце гематита — антиферромагнетика.

Магнитные характеристики образца ксенотуфобрекций трубки Рождественская

Номера образцов	Исходные данные					После нагрева до $T$ 600° С		
	$I_n$ , А/м	$\chi$ , 10 <sup>-6</sup> ед. СИ	$I_{RS}$ , А/м	$H_C$ , мТл	$H_{CR}$ , мТл	$I_{RS}$ , А/м	$H_C$ , мТл	$H_{CR}$ , мТл
162-1/5-1	0,01	198	40,1	14,4	25,9	136	10,7	15,7
162-1/5-2	0,04	240	43,3	13,8	25,6	Не изм.	Не изм.	Не изм.



**Рис. 4. Ксенотуфобрекчия трубки Рождественская, фото О.Л.Цыкалюка:**  
*а* — обр. 162/2, глубина 155,8 м; *б* — обр. 162/1, глубина 208,2 м

После нагрева образца до 600°C температура Кюри основной ферромагнитной фазы не изменяется, и отмечается некоторое уменьшение параметров коэрцитивности ( $H_C$ ,  $H_{CR}$ ) и возрастание остаточной намагниченности насыщения ( $I_{RS}$ ). Такое поведение магнитных характеристик после нагрева образца, скорее всего, свидетельствует об укрупнении ферромагнитных зерен в породе и релаксации напряжений в них.

Петрофизические исследования показали, что основным магнитным минералом, обеспечивающим возникновение локальной магнитной аномалии над трубкой Рождественская, является вторичный новообразованный магнетит, низкие концентрации которого обуславливают слабую контрастность этой локальной аномалии.

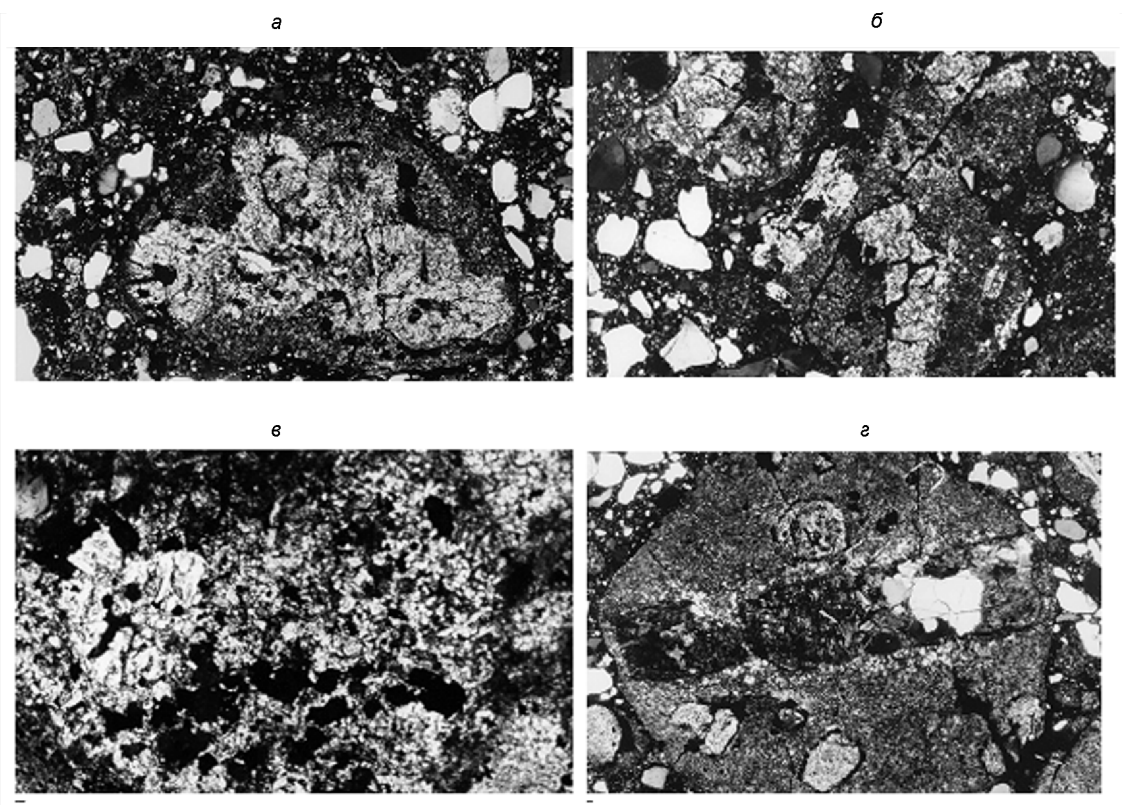
Кимберлитовая ксенотуфобрекчия — красно-серого цвета с фиолетовым оттенком (рис. 4, *а*), участками в зонах трещиноватости осветленная, светло-серая (см. рис. 4, *б*) до белого с зеленоватым оттенком. Порода брекчиевой текстуры (мелко-, среднеобломочная, неравномерно-обломочная), мелкопорфировой структуры, глинистая, в различной степени карбонатизирована, хлоритизирована, сапонитизирована.

Основная масса породы сложена псевдоморфозами сапонита по слабо сцементированным обломкам кварца, автолитовых лапиллей и вмещающих пород. Состав породы существенно кварцевый. Содержание магматического материала не превышает 5–15 об. %, распределение его неравномерное (см.

рис. 4, *а, б*). Представлен в основном ядерными и безъядерными автолитами, реже псевдоморфозами по гломеропорфировым сросткам или единичным зернам оливина второй генерации. Основная масса породы сильно «загрязнена» мелкими терригенными примесями (кварцевые зерна) вмещающих пород — алевролитов, аргиллитов и песчаников устьпинезской, мезенской и падунской свит, интенсивно измененных вследствие процессов вторичной минерализации.

На поверхности столба ксенотуфобрекчий наблюдаются реликты коры выветривания, которая прослеживается до глубины 93 м. Порода красноцветная выветрелая, интенсивно дезинтегрированная, местами с пятнами ожелезнения, особенно по трещинам, выполненным карбонатно-глинистым материалом. В интервале глубин 74–97 м желтоватые разности сапонита почти полностью исчезают.

Магматический материал представлен автолитами, редкими обломками порфировых кимберлитов, псевдоморфическими замещениями по оливину, пластинками слюды. Его содержание достигает 15–20% объема породы. Ксеногенный материал составляет 25–35% объема породы и в подавляющем большинстве представлен зернами кварца, обломками осадочных пород (карбонатные породы, аргиллиты, алевролиты, песчаники), в меньшей степени обломками пород кристаллического фундамента (гнейсами, биотитовыми гранитами, зернами полевого шпата). Между автолитами, обломками пород чехла и пород фундамента заполните-



**Рис. 5. Кимберлитовая ксенотуфобрекция, по Т.Н.Марковой:**

фото прозрачного шлифа 162-1/113; *a* — автолит с гломеропорфировым сростком вкрапленников оливина второй генерации, псевдоморфно замещенного сапонитом, ув. 5; *б* — обломок порфирового кимберлита, ув. 2,5; *в* — автолит, участок с призматически-зернистой структурой основной массы, ув. 5; *г* — ядерный автолит, ядро представлено бититовым гранитом, ув. 2,5

лем служат зерна кварца, полевого шпата и цементирующая масса.

Автолиты имеют округлую, овальную формы, размер — от долей до 30 мм. Выделяются безъядерные и ядерные разности (рис. 5; см. рис. 4). Ядрами в ядерных автолитах чаще всего являются микроксенолиты аргиллита, песчаника, зерна кварца, обломки гранита (см. рис. 5, *г*), реже сростки замещенных зерен оливина (см. рис. 5, *a*) или их порфировых выделений. Обломочный материал в ядрах часто полностью сапонитизирован. Иногда вокруг обломков имеется пленка интенсивно сапонитизированного вещества. Встречаются автолиты, у которых ядро представлено псевдоморфозами по оливину с идиоморфным контуром.

Среди безъядерных автолитов различаются порфировые и афировые разности. К порфировым выделениям относится оливин второй генерации, развитый в виде отдельных индивидов и гломеропорфировых сростков. Оливин псевдоморфно замещается сапонитом, реже агрегатом карбоната и са-

понита, к внешней границе псевдоморфоз приурочена рудная вкрапленность. У некоторых более крупных зерен сильнее изменена центральная зона. Участки с призматически-зернистой структурой фиксируются вблизи порфировых выделений, а также ядер. Призматически-зернистая структура обусловлена наличием мелких пластинок светло-коричневой слюды.

Структура основной массы автолитов всех типов криптозернистая, в отдельных случаях призматически-зернистая (см. рис. 5, *в*). В криптозернистом агрегате при больших увеличениях отмечается чешуйчатый, листовато-чешуйчатый, сапонитовый, гидрослюдисто-сапонитовый агрегат с тонкой рудной вкрапленностью.

Размер рудных минералов в основной массе автолитов всех типов варьирует от тысячных долей до 0,01–0,025 мм (у границ с псевдоморфозами размер минералов достигает 0,05 мм). Рудный минерал, магнетит, титаномагнетит сильно изменены, у многих зерен фиксируется кайма, появляющаяся,

очевидно, за счет более сильного изменения.

Встречены редкие обломки кимберлита порфировой структуры размерами до 7,2–10 мм (см. рис. 5, б). Порфировые выделения — сапонитовые псевдоморфозы по оливину второй генерации. Сапонит представлен листовато-чешуйчатым агрегатом, участками с параллельным расположением листочков, участками — с хаотичным. Вокруг отдельных псевдоморфоз наблюдается вкрапленность рудного минерала. Основная масса породы сложена сапонитовым агрегатом и пылевой рудной вкрапленностью. Отмечаются также отдельные более крупные кристаллы рудного минерала (до 0,2 мм), интенсивно измененного. Степень изменения порой настолько сильна, что от минерала остается только каркас. Иногда в обломках присутствуют линзочки неправильной формы, выполненные кварц-карбонатным агрегатом. В единичных случаях встречаются обломки предположительно слюдяного кимберлита или пикрита, где порфировые выделения сложены гломеропорфиrowыми сростками по оливину второй генерации и пластинками флогопита и их сростками, при этом основная масса — криптозернистая. Размер пластин слюды достигает 0,08 мм, они сильно корродированы.

Связующая масса ксенотуфобрекчии — глинистая красно-серого цвета с фиолетовым оттенком, составляет 40–50% объема породы. По харак-

теру заполнения — поровая, по структуре — агрегатная крипто-, тонкозернистая; состав преимущественно карбонатно-гидрослюдисто-железистый. В зонах повышенной трещиноватости — осветленная гидрослюдисто-карбонатного состава светло-серого цвета с зеленоватым оттенком.

В некоторых автолитах С.М.Саблуковым (рис. 6) обнаружены реликты псевдоморфоз кубической формы предположительно по нефелину. Нефелин в пределах Зимнебережного алмазного района ранее был обнаружен В.К.Соболевым только в трубках Крутиха Северная и Крутиха Южная Ижемского поля, сложенных одной из наиболее глиноземистых, щелочных (натрового типа щелочности), сильно дифференцированных пород магнетиально-глиноземистой серии. По-видимому, этим объясняется необычный химический состав пород трубки Рождественская, преобладание натрия над калием в восьми из 12 изученных проб из ксенотуфобрекчии. В то же время, это еще одно свидетельство принадлежности изученной породы к одной из наиболее титанистых и железистых (сильно дифференцированных) разновидностей кимберлитов железо-титанистой серии.

Таким образом, по характеру строения магматического материала — отсутствию псевдоморфоз по оплавленным вкрапленникам оливина и их обломкам (оливин первой генерации), представляющим дезинтегрированный материал глубинных

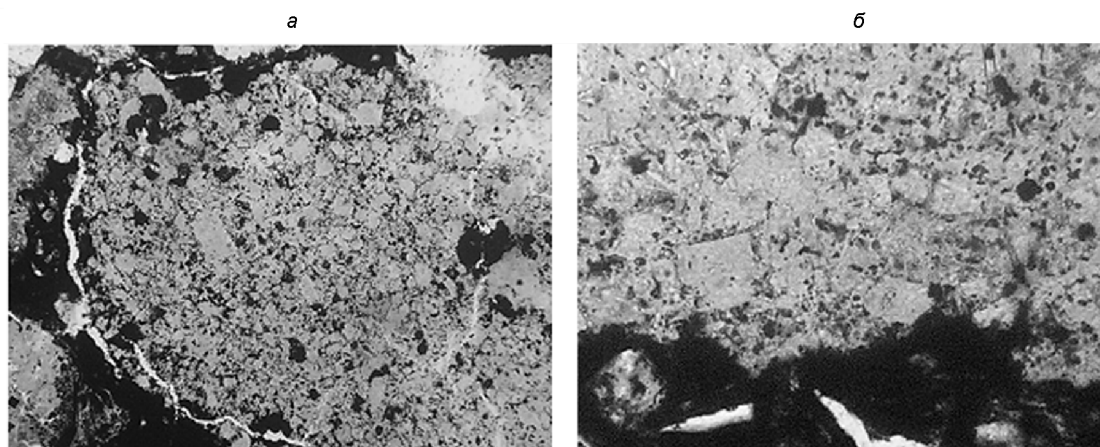


Рис. 6. Общий вид автолита в шлифе (а) и детали его строения (б) из трубки Рождественская, по С.М.Саблукову, 2005



пород, наличие автолитов с гломеропорфировыми сростками псевдоморфоз по мелким идиоморфным кристаллам оливина (оливин второй генерации), кристаллизовавшегося непосредственно из щелочно-ультраосновных магм в гипабиссальных условиях, а также присутствию среди ксеногенного материала большого количества ксенолитов карбонатных пород (известняков, доломитизированных известняков, доломитов) из денудированной части рудовмещающего разреза — ксено-

туфобрекцию трубки Рождественская можно считать близкой по составу к ксенотуфобрекциям трубок Победа (406), Шоча Северо-Восточная (136а), Октябрьская (Н-1006).

Слабая интенсивность магнитной аномалии, создаваемой породами жерловой фации диатремы Рождественская, обусловлена низкими концентрациями вторичного новообразованного магнетита.