

## КЕМБРИЙСКИЕ ДИАТРЕМЫ ВЕРХОВЬЕВ ПЕЧОРЫ (СЕВЕРНЫЙ УРАЛ)

**В.С. Озеров, Э.Н. Озерова, О.О. Игнатович**

*ООО Комигеология*

*167983, г. Сыктывкар, ул. Громова, 75.*

*E-mail: ozerov@mireko.komi.ru*

*Поступила в редакцию 26 февраля 2004 г.*

На Северном Урале, в верховьях р. Печоры, впервые выделен Ёлиминский антиклинорий. В центре структуры закартированы выходы нижнепротерозойских пород карельского фундамента, метаморфизованных в амфиболитовой фации. На восточном фланге антиклинория в зонах долгоживущих глубинных разломов среди выходов рифеид выявлены раннекембрийские трубки взрыва щелочно-базальтоидного и кимберлитового состава. Диатремы сформировались в пост-байкальскую эпоху платформенного развития и имеют разную степень эродированности. Кимберлиты представлены метаморфизованными образованиями гипабиссальной и кратерной фаций. Гипабиссальные порфиновые кимберлиты содержат ксенолиты измененных перидотитов лерцолитового типа. Из минералов-спутников алмаза выявлены только хромдиопсиды. В аллювии обнаружен алмаз. Прогнозируется наличие как минимум двух кустов кимберлитовых трубок. Район отнесен к разряду наиболее интересных и перспективных территорий на севере Урала.

Ключевые слова: *Северный Урал, диатрема, трубка взрыва, метакимберлит, алмаз.*

## THE CAMBRIAN DIATREMES IN THE UPPER REACHES OF PECHORA (THE NORTHERN URAL)

**V.S. Ozerov, E.N. Ozerova, O.O. Ignatovich**

*The Limited Liability Company Komigeologia*

In the upper reaches of the Pechora River (Northern Ural) the Elima Anticlinorium was firstly distinguished. In the center of the structure the shows of the Lower Proterozoic rocks of the Karelian Basement metamorphized in amphibolite facies were mapped. The pipes of alkali-basaltoid and kimberlite content were distinguished in the eastern flank of the anticlinorium in long-living abyssal fault zones among Riphean sequences. These differently eroded diatremes were formed in Post-Baikalian time. The kimberlites are presented by metamorphic rocks of hypabyssal and crater facies. Hypabyssal porphyry kimberlites contain xenolites of modified lherzolite peridotites. Among diamond association minerals only chrome-diopside was found. Diamond was found in alluvium. It is predicted that at least two groups of kimberlite pipes exist. The area is considered as the most interesting and perspective territory in Northern Ural.

Key words: *the Northern Ural, diatreme, pipe, metakimberlite, diamond.*

В последние годы в верховьях Печоры, в бассейнах ее левых притоков – рек Маньская Волосница, Выдерья и Ёлима (на старых картах Ельма), в ходе тематических работ нами были получены интереснейшие данные, коренным образом меняющие представления о геологическом строении, истории развития и ми-

нерагеническом потенциале не только этого района, но и обширных прилегающих территорий. Неудивительно, что средне- и крупномасштабные геологические карты, созданные на эту территорию в 1965-74 г.г. Г.Ф. Проскуриным, М.К. Бахтеевым и др., сейчас в значительной мере устарели. Наиболее неожидан-

ным для нас было обнаружение в бассейне р. Ёлимы выходов карельского фундамента вместо закартированных здесь верхнепалеозойских магматических пород. С учетом того, что породы древнее позднерифейского возраста нашими предшественниками в районе не выделялись, потребовалось внести весьма существенные коррективы в существующую стратиграфическую схему, легенду для магматических образований и дать новую интерпретацию тектоническому строению территории.

### Краткие сведения о геологическом строении района

Из докайнозойских стратифицированных образований на территории работ выделяются нижнепротерозойские, рифейские, нижне- и среднепалеозойские отложения.

**Нижнепротерозойские отложения** впервые выделены нами в бассейне р. Ёлимы, в ее среднем и нижнем течении (рис. 1). В ходе геологосъемочных работ эти породы были отнесены к интрузивным образованиям Ельминского дифференцированного габбро-гранит-граносиенитового комплекса позднепалеозойского возраста.

В ядерной части впервые выделяемого *Ёлиминского антиклинория* обнажаются метаморфизованные в амфиболитовой фации параамфиболиты и слюдяные гнейсы, которые мы относим к *ёлиминскому метаморфическому комплексу*. В породах широко проявлены процессы гранитизации, мигматизации, калиевого метасоматоза, порфиروبластеза. По всей видимости, к этому же стратиграфическому уровню относится толща графитистых кварцитов черного с синеватым отливом цвета, пространственно ассоциирующая с выходами амфиболитов.

Ёлиминский комплекс является возрастным и формационным аналогом няргинского метаморфического комплекса Хобеизского антиклинория на Приполярном Урале [Пыстин, 1994], но отличается от него преобладанием основных пород над кислыми (амфиболитов над гнейсами). Сплошные выходы карелид в виде полосы шириной от 0,6 до 3-4 км протягиваются в северо-восточном направлении на 12 км. На западе они перекрываются тектоническим аллохтоном среднепалеозойских пород, при этом на двух участках карелиды выступают среди аллохтонных образований в контурах

небольших эрозионно-тектонических окон. К востоку нижнепротерозойские породы несогласно перекрываются отложениями нижнего и среднего рифея, из-под которых выведены на дневную поверхность в ядрах брахиантиклинальных складок (выделены несколько таких участков размером менее 1 км<sup>2</sup>).

**Верхнепротерозойские отложения** выделяются нами в широком возрастном диапазоне от R<sub>1</sub> до R<sub>3</sub>-V в составе нескольких толщ и свит, сопоставляемых со стратонами Хобеизского антиклинория на Приполярном Урале [Пыстин, 1994], но имеющих иногда достаточно существенные отличия в литологическом составе. Следует особо отметить отчетливое снижение степени метаморфизма (в пределах зеленосланцевой фации) рифейских пород в направлении с востока на запад – к центру антиклинория.

**Палеозойские отложения.** На байкалидах с перерывом и отчетливым угловым несогласием залегают грубозернистые терригенные породы позднекембрийско-раннеордовикского возраста кварцевого, реже субаркозового и аркозового состава, которые согласно перекрываются ниже-верхнеордовикскими терригенно-карбонатными отложениями. В западной части территории обнажаются среднепалеозойские терригенные и карбонатные отложения, которые находятся в аллохтонном залегании (надвинуты с запада на нижнепротерозойские, рифейские и нижнепалеозойские образования).

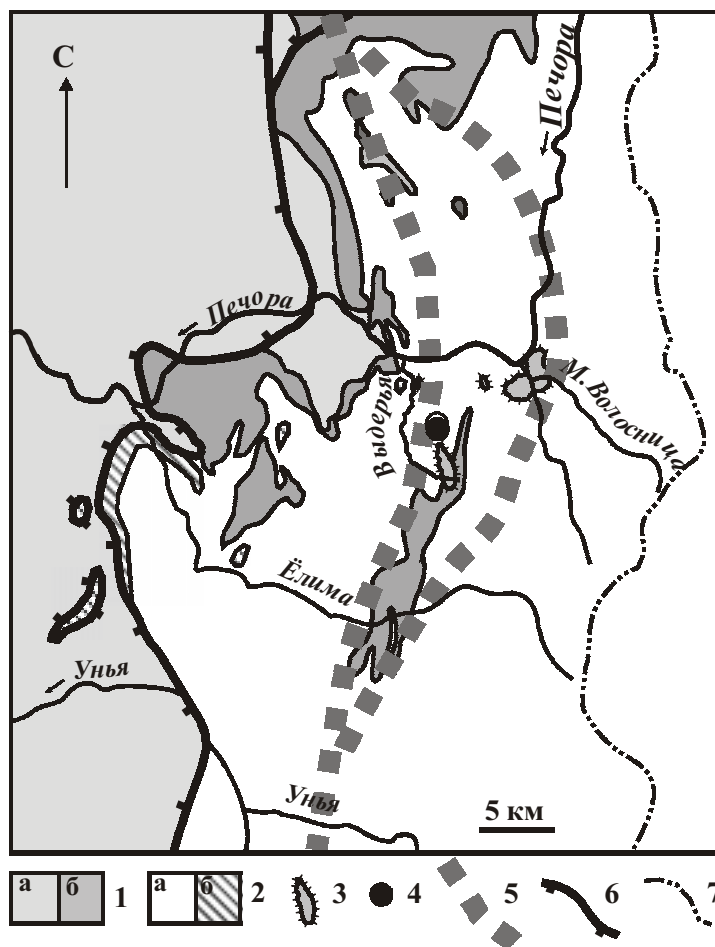
Промежуточное положение между уралами и доуралидами занимают специфические породы кратерного заполнения раннекембрийских щелочно-базальтоидных трубок взрыва, которые будут охарактеризованы ниже.

В 2003 г. на правом берегу Ёлимы Я.Э. Юдовичем на межформационном контакте обнаружены признаки наличия *кембрийских кор выветривания* – это гидрослюдисто-шамозитовые породы оолитового сложения, которые, по всей видимости, представляют собой ресифицированные бокситы (впервые на Урале кембрийские диаспоровые бокситы в такой же позиции были обнаружены нами в Кожимском районе Приполярного Урала [Озеров, 1996]).

**Магматизм.** Мы выделяем в районе несколько магматических комплексов, имеющих возраст от раннепротерозойского до раннекембрийского. Наиболее древние магматические образования представлены нижнепротерозойскими аподолеритовыми ортоамфиболитами и

Рис. 1. Схема геологического строения Верхнепечорского района.

1 – палеозойские отложения: а – моложе раннеордовикского возраста, б – кембрийско-раннеордовикского возраста; 2 – протерозойские образования: а – байкалиды, б – карелиды; 3, 4 – раннекембрийские трубки взрыва: 3 – щелочно-базальтоидные, 4 – кимберлитовые; 5 – контуры Рубежной ДКС; 6 – надвиги; 7 – линия Главного Уральского водораздела.



гнейсо-гранитами, обычно сильно катаклазированными, с проявлениями диафторических преобразований (до бластокатаклазитов), а также конформными жильными телами (мощностью до 3-4 м) калишпат-кварцевого состава с мусковитом. Для гнейсо-гранитов и жильных пород характерна обильная пигментация зерен кварца пылевидным графитом.

Выделено два комплекса раннерифейского возраста: титаноносный габбро-анортозитовый (протяженные дайкоподобные тела мощностью до 250 м расслоенных ильменитовых габбро, прорывающих карельские образования) и комплекс розовых субщелочных калиевых гранитов, сопровождаемых жилами гигантозернистых кварц-калишпатовых пегматоидных пород, которые прорывают и амфиболиты, и титаноносные габброиды.

Наиболее широко в районе проявлен габбро-долеритовый комплекс  $R_3-V_1$  возраста. Кроме небольших пластовых интрузий и даек, прорывающих весь комплекс рифейских отложений, выявлены мощные (до 1-3 км) протяженные тела габбро, трассирующие зоны долгоживущих глубинных разломов.

Комплекс интрузивных и субинтрузивных риолитов ранневендского возраста проявлен только в восточной части территории в виде субпластовых и дайкоподобных тел, прорывающих рифейские отложения и интрузии габбро-долеритового комплекса.

Интрузивные породы гранит-гранодиоритового комплекса  $V_{1-2}$  слагают небольшой массив гранодиоритов в устье р. Маньская Волосница. К этому же комплексу мы относим биотитовые граниты, прорывающие образования нижнего протерозоя и ниже-среднерифейские отложения с образованием роговиков и скарнов. С мелкой апофизой этих гранитов связана гидротермальная минерализация чешуйчатого графита на проявлении Внуково (правый берег Ёлимы в 2 км от устья).

Характеристика раннекембрийских щелочно-долеритового и кимберлитового комплексов платформенного типа приведена ниже.

**Тектоника.** В геотектоническом плане на уровне доуралид в верховьях Печоры мы имеем дело с краевой зоной Восточноевропейской платформы. На это указывают близкие по составу и характеру метаморфизма комплексы

пород, а также похожая минерализация. На изучаемой территории в разрезе выделяется три структурных этажа: карельский, байкальский (вместе – доуралиды) и палеозойский (уралиды). Между всеми комплексами надежно установлены угловые и азимутальные несогласия. Промежуточное положение между уралидами и доуралидами занимают трубки взрыва раннекембрийских щелочных базальтоидов и кимберлитов, сформировавшиеся в постбайкальскую эпоху стабилизации тектонического режима.

Как уже указывалось, основной тектонической структурой территории является Ёлиминский антиклинорий. Анализ материалов геологосъемочных и поисковых работ, проводившихся к северу от изучаемого района, позволил нам сделать вывод, что данная структура не является чем-то исключительным. В створе между Ёлиминским и Хобеизским антиклинориями, отстоящими друг от друга на 350 км, имеются еще два достаточно крупных участка выходов аналогичных ёлиминским гранитизированных и мигматизированных амфиболитов и гнейсов, которые, скорее всего, тоже относятся к нижнепротерозойским образованиям. Таким образом, осевая зона Ляпинского мегантиклинория, трассирующаяся цепочкой антиклинориев с выступами карелид, занимает кососекущее положение по отношению к осевой зоне современной Уральской горной системы и в направлении с севера на юг все больше отклоняется к западу от Главного Уральского водораздела. Указанная тенденция сохраняется и к югу от района, на территории Пермской области, где та же структура выделяется под наименованием Кваркушко-Каменногорского мегантиклинория [Государственная..., 1995]. Характер изменения мощностей, литологического и минерального состава стратифицированных комплексов свидетельствует, что структура была заложена в виде линейного поднятия не позднее раннего рифея и наследовалась в более поздние периоды (в среднем рифее, раннем ордовике, раннем девоне). Расположение структуры определяло направление сноса терригенного материала в указанные периоды (в обе стороны от ее осевой линии) и степень эродированности диатрем (уменьшается с удалением от поднятия).

О структуре и характере складчатости карелид известно пока очень мало. Единичные замеры в гнейсах и амфиболитах дают северо-восточное простирание и крутое юго-во-

сточное падение. В байкальскую эпоху складчатости, по всей видимости, формировались пологие линейные складки субмеридиональной ориентировки, о чем свидетельствуют небольшие угловые несогласия на межформационном контакте уралид и доуралид, а также залегание базальных отложений уралид на разных по возрасту рифейских породах.

Характер позднепалеозойских пликтивных дислокаций рифейских и нижнепалеозойских отложений резко различен в западной и в восточной частях территории. Породы, залегающие между выходами карелид (бассейн среднего и нижнего течения Ёлимы), были экранированы от давлений с востока в коллизивную эпоху развития уралид, поэтому слабо смяты в пологие брахискладки. В восточной же части района для тех же отложений характерны изоклинальные опрокинутые на запад складки субуральской ориентировки. В завершающую стадию палеозойской складчатости сформировались обширные тектонические покровы, при этом на западном крыле антиклинория надвигание происходило с запада (аллохтон среднепалеозойских пород в бассейне Ёлимы), а на восточном – с востока (в бассейне Маньской Волосницы на водоразделе сохранились несколько небольших тектонических останцов пород офиолитового комплекса).

Наиболее крупные разрывные тектонические структуры в районе представлены зонами глубинных долгоживущих Выдерьинского и Тумпшинского разломов на восточном фланге Ёлиминского антиклинория. Они выражены в магнитном поле (цепочки положительных аномалий) и трассируются протяженными интрузиями позднерифейско-вендских габбро, телами вендских риолитов, гранодиоритов, раннекембрийскими диатремами щелочно-базальтоидного и кимберлитового состава и образуют линзовидную в плане *Рубежную деформированную кольцевую структуру (ДКС)*. Понятие ДКС впервые введено нами в 2000 г. [Озеров, Озерова, 2001]. Установив, что базальтоидная диатрема Проскуринская сильно сплюснута в широтном направлении (см. ниже), мы пришли к выводу, что характер деформаций контролирующей тектонической макроструктуры должен быть таким же. Из анализа геологической и аэромагнитной карт было сделано заключение, что на период формирования диатрем существовала кольцевая структура диаметром 40-50 км, ограниченная серией дуго-

## КЕМБРИЙСКИЕ ДИАТРЕМЫ ВЕРХОВЬЕВ ПЕЧОРЫ

образных разломов, которая впоследствии была сильно сжата (до 8-9 км).

### Щелочно-базальтоидные диатремы

В 2000 г. в приустьевой части р. Маньская Волосница нами была выявлена слабо эродированная раннекембрийская щелочно-базальтоидная трубка взрыва Проскуринская (съемщиками здесь были закартированы выходы терригенных пород венда). Подробная характеристика диатремы и слагающих ее пород приведена в нашей публикации [Озеров, Озерова, 2001] и в работах Я.Э. Юдовича, М.Ю. Казачкина и др. [Геохимия..., 2002, с. 81-97]. Ниже дается краткое ее описание.

Структура, локализованная на контакте средне-верхнерифейских метасланцев, кварцитов и прорывающей их интрузии вендских гранодиоритов, имеет отчетливо изолированный характер. Она вытянута в северо-восточном направлении и имеет размеры 4 × 2 км. Резко преобладающими по объему породами, заполняющими кратер трубки, являются неслоистые алевритовые туфы умеренно щелочных и щелочных базальтов с небольшой примесью пирокластиков псаммитовой и мелкопсефитовой размерности. Породы метаморфизованы в зеленосланцевой фации, имеют массивную, иногда слабо сланцеватую текстуру, тонкозернистую структуру, кварц-эпидот-альбит-хлоритовый состав, содержат до 5 % пылевидного магнетита (в результате чего сильно магнитны). Химический состав туфов, содержащих минимальное количество ксеногенных обломков, приведен в таблице 1. Мощность туфовой толщи оценивается от десятков сантиметров на флангах структуры до более 100 м в ее центральной части.

Туфы, как правило, залегают непосредственно на байкальских породах, и только на северо-западном фланге участка в основании туфового разреза выявлен маломощный (первые метры) горизонт эксплозивных брекчий. Брекчии имеют полимиктовый состав, сложены угловатыми, угловато-округлыми обломками измененных габброидов, гранодиоритов, реже скарноидов, кварцитов и кварца размером от 1 до 25 см. Кроме того, эти породы содержат в количестве до 10-20 % округлые, лепешковидные, лентовидные (до 40 см в длину) изогнутые, мятые обособления эпидотизированных вулканитов базальтоидного состава,

Таблица 1

Химический состав вулканических пород  
Верхнепечорского района  
(силикатный анализ, мас. %)

Компоненты	1	2	3	4	5
SiO <sub>2</sub>	54,33	52,66	39,72	39,16	42,34
TiO <sub>2</sub>	1,29	1,46	0,48	0,32	0,21
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,05	15,27	3,36	5,72	9,04
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,42	4,14	6,55	5,46	3,85
FeO	4,60	5,90	5,23	3,74	4,32
MnO	0,15	0,18	0,25	0,31	0,16
MgO	4,09	5,53	31,46	33,19	26,92
CaO	3,16	4,75	2,36	1,15	5,28
Na <sub>2</sub> O	3,63	5,90	0,18	0,04	0,13
K <sub>2</sub> O	2,90	0,18	0,09	0,03	0,04
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,14	0,12	0,06	0,05	0,03
п.п.п.	2,29	2,48	9,24	10,74	7,6
Сумма	100,04	98,57	99,98	99,91	99,92
CO <sub>2</sub>	н. опр.	н. опр.	0,47	0,48	0,37

1, 2 – туфы щелочных базальтов: 1 – трубка Проскуринская (среднее по 2 анализам), 2 – участок Выдерьинский; 3-5 – метаморфизованные ультраосновные породы участка Кукша: 3 – порфировый кимберлит, 4 – лерцолит из ксенолита, 5 – туфобрекчия.

которые, по-видимому, представляли собой выброшенные в начальную стадию формирования трубки куски полужидкой лавы. Цемент брекчий представлен алевритовыми и песчаными туфами основного состава.

В центре структуры среди туфов в виде изогнутой линзы протяженностью 2,5 км и шириной до 350 м картируются выходы толщи терригенных пород – полимиктовых песчаников и гравелитов с прослоями мелкогалечных конгломератов. Окатанность гальки от хорошей до средней, она представлена вендскими риолитами (резко преобладают), гранитами, гранодиоритами, габбро, метабазальтами, кварцитами и др., кроме того, конгломераты содержат 5-30 % угловатых и полуокатанных обломков описанных выше алевритовых туфов. Цемент конгломератов гравийно-песчаный, в нем также содержится большое количество мелких обломков туфов. Мощность толщи превышает 50 м. Между выходами туфов и терригенных пород иногда отмечается маломощный (до 5 м) горизонт ритмично слоистых туффитов от алевропелитовых до грубопсаммитовых с различ-

ными соотношениями осадочного и туфогенного материала.

Обращают на себя внимание полимиктовый состав терригенных отложений, наличие неустойчивых при химическом выветривании пород и минералов. Резко различная степень окатанности и плохая сортированность обломочного материала, фациальная невыдержанность слоев свидетельствуют о континентальном (аллювиальном) происхождении толщи. Однако это далеко не обычный аллювий: хорошая окатанность гальки исключительно прочных пород и наличие угловатых обломков некомпетентных туфов резко отличают конгломераты кратерного заполнения трубки от всех псефитовых пород региона. Попытка реконструировать фациальные условия, в которых могли сформироваться такие осадки, привела нас к созданию следующей предварительной модели.

В результате извержения вулкана сформировались кратер и туфовое кольцо вокруг него. Через какое-то время произошел прорыв туфового кольца водным потоком находившейся рядом реки, и образовалось кратерное озеро, которое стало быстро заполняться русловым аллювием, перемешанным со слабо литифицированным туфогенным материалом.

Основаниями для вывода о наличии на участке не просто палеовулкана, а именно трубки взрыва, послужили следующие соображения: а) мы явно имеем дело с вулканом центрального типа; б) все продукты деятельности вулкана относятся к эксплозивным фациям; в) в толще туфов отсутствует микро- и макрослоистость, что свидетельствует об одноактном характере извержения. Вулканы центрального типа, одноактно извергавшие только эксплозивно-обломочный материал, по определению являются трубками взрыва.

Возраст диатремы и ее кратерных отложений обосновывается следующим образом. К моменту внедрения трубки вендские гранодiorиты выходили на дневную поверхность, т.е. байкальский ороген был уже нацело разрушен. Обломки алевритовых туфов встречаются в гравелитах позднекембрийско-раннеордовикского возраста. Таким образом, период формирования трубки укладывается в отрезок времени от позднего венда до позднего кембрия. С учетом того, что в среднем кембрии на севере Урала мы выделяем достаточно продолжительную эпоху латеритного корообразования [Озеров, 1986], а полимиктовые терригенные поро-

ды кратерного заполнения не несут никаких признаков материала из размытой коры выветривания, мы остановились на раннекембрийском возрасте этой вулканической структуры.

Учитывая современную форму структуры и слагающих ее геологических тел, а также крутое опрокинутое залегание терригенных пород, мы пришли к выводу, что Проскуринская трубка взрыва, первично округлая или овальная, была сильно деформирована (сплющена в отношении 1:5) в результате давления с востока в позднепалеозойскую коллизионную эпоху развития уралид.

Позднее к западу от этого участка были обнаружены три достаточно больших (до 1×3 км) поля выходов сильно магнитных алевритовых туфов щелочно-базальтоидного состава (см. таблицу). Мы считаем, что это тоже раннекембрийские диатремы, но, в отличие от Проскуринской трубки, они сильнее эродированы (терригенные породы кратерного заполнения встречены только на одном небольшом участке). Здесь же выявлены комагматичные вулканитам дайки щелочных метадолеритов, резко отличающихся от аналогичных рифейвендских пород очень высокой магнитностью.

### **Ультраосновные (кимберлитовые) диатремы**

На правобережье р. Выдери среди выходов байкальских габбро были выявлены по делювию и оконтурены с использованием магнитометра два линзовидных в плане тела интенсивно метаморфизованных пород ультраосновного состава, которые получили названия Кукша и Сойка. Установлено, что тело Кукша имеет субмеридиональное простирание, круто падает на восток, размеры его 350×150 м. Тело Сойка, расположенное в 200 м к СЗ от Кукши, вытянуто в ССВ направлении, размеры его 60×110 м.

В контурах тел в элювии и ниже по склону встречены крупные глыбы и щебень измененных гипербазитов, представленных темно-серыми с зеленоватым оттенком, черно-зелеными серпентинитами, серпентинизированными порфиритами, перидотитами в различной степени рассланцованными и амфиболизированными.

**Ультраосновные порфириты** имеют гипабиссальный облик, что обусловлено наличием мелких и крупных вкрапленников минералов, погруженных в основную массу, похожую на раскристаллизованное стекло (рис. 2).

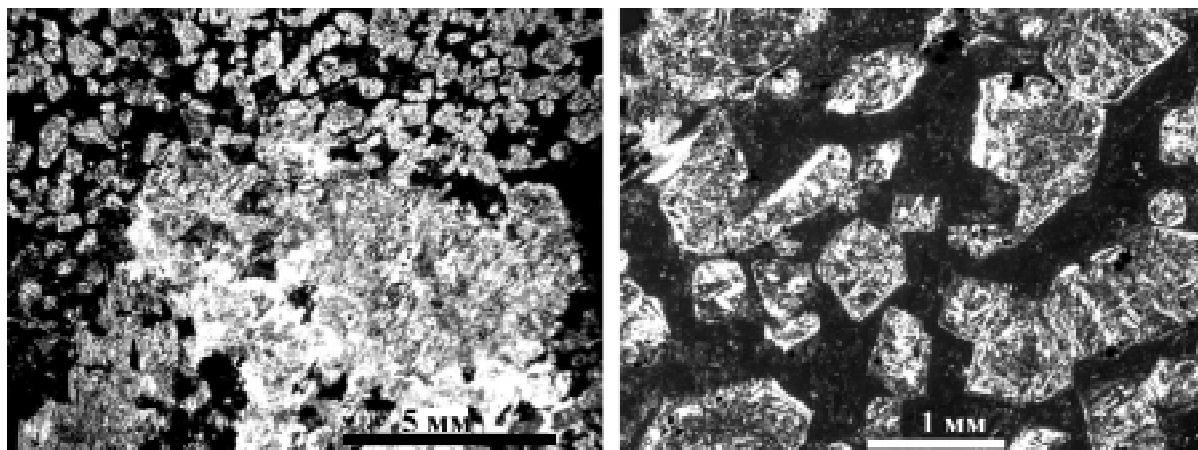


Рис. 2. Метакимберлиты Выдерьинского участка.

На левом снимке порфиновый кимберлит с ксенолитом серпентинизированного и амфиболизированного лерцолита (центральная и нижняя часть фото). На правом снимке хорошо видна форма вкрапленников нацело серпентинизированного оливина, погруженных в изотропную стекловатую основную массу. Николи +.

Текстура пород такситовая (за счет присутствия ксенолитов и ксенокристаллов), иногда флюидальная, структура порфировая, гетеропорфировая. Вкрапленники представлены идиоморфными шестигранными, реже в различной степени «оплавленными» до овальных и округлых зернами нацело серпентинизированного оливина. Размеры порфировых выделений от 0,1-0,5 до 3-5 мм, количество их варьирует от 30-50 до 80 %. В более измененных разностях пород вкрапленники замещены агрегатом серпентина и иголок тремолита, а часто и нацело тремолитизированы. Кроме того, в породах присутствуют в количестве 3-5 % псевдоморфозы бурого хлорита по флогопиту в виде пластинок и их пакетов размером до 1-2 мм. Характерны также редкие угловато-округлые и идиоморфные зерна хромшпинелидов и магнетита (до 0,1-0,2 мм). Нередко встречаются вкрапленники (ксенокристаллы?) пироксенов, обычно нацело замещенных серпентин-тремолитовым агрегатом. И, наконец, отмечаются редкие мелкие (около 0,2 мм) неправильной формы выделения ильменита, по периферии замещенные сфеном. Основная масса в поляризованном свете почти изотропна и представлена, по-видимому, скрытокристаллическим хлорит-серпентиновым агрегатом, содержащим до 3 % очень мелких зерен магнетита.

Количество ксенолитов в метакимберлитах колеблется от 5-10 до 80 % объема по-

род, их размеры изменяются от 1-2 до 10 см, форма округлая, овальная, реже угловатая (рис. 2). Представлены ксенолиты сильно серпентинизированными и амфиболизированными массивными среднезернистыми породами лерцолитового состава. Насколько удастся реконструировать первичный состав этих пород, они содержали 10-40 % ортопироксена (нацело бацитизирован), 5-20 % клинопироксена (сохранились многочисленные реликты, а иногда – неизменные зерна диопсида), 1-5 % флогопита (нацело хлоритизирован), до 1 % апатита, магнетита, хромшпинелидов, редкие зерна ильменита, остальное – оливин в виде мелких округлых пойкилитовых вростков в пироксенах и отдельных крупных зерен. Часто наблюдается замещение всех перечисленных минералов наиболее поздними метакристаллами неравномерно окрашенной бурой роговой обманки с переменными содержаниями титана (до керсутита). Кристаллы иногда достигают 10-12 см и содержат многочисленные включения («окна») замещаемых пород.

На участке Сойка встречены глыбы черных массивных среднезернистых псевдопорфировых пород, состоящих из резко переменных количеств гипидиоморфных зерен нацело серпентинизированного оливина, пироксенов, хлоритовых псевдоморфоз и основной массы. Выделяются участки дунитового состава с панидиоморфной структурой, содержащие 95-100 %

оливина. В небольших количествах в треугольных и многоугольных интерстициях между зернами оливина отмечается полуизотропная хлорит-серпентиновая основная масса, которая, скорее всего, представляет собой интродуцированную в породу основную массу кимберлитов.

Из других разновидностей пород следует отметить неясного происхождения спутанно-волоконистые массивные, брекчированные и интенсивно рассланцованные серпентиниты с асбестовидным хризотилом, тальком, кальцитом. Описаны также очень похожие на метаморфизованные туфобрекчии такситовые породы, состоящие из обломков интенсивно серпентинизированных, амфиболлизированных и оталькованных пород размером от 0,5-1 мм до 2 см, сцементированных полуизотропной микролитовой основной массой. Обломки имеют удлиненно-линзовидную, изометрическую, амебовидную, крючковидную форму. Кроме того, встречены разнообразные тремолититы, в том числе сложенные округлыми агрегатами радиально-лучистого амфибола диаметром 1-2 см, которые, возможно, образовались по автолитовым брекчиям. По данным силикатного анализа наименее измененные порфириты относятся к ультраосновным породам нормального ряда с низкими содержаниями щелочей и титана (см. табл. 1). По данным рентгено-флуоресцентного анализа (РФА) содержания Ni в этих породах составляют 700-1000, Cr – 850-2300 г/т. В ультраосновных туфах и туфобрекчиях, по сравнению с порфиритами, значительно больше  $Al_2O_3$ , CaO и заметно меньше MgO и  $TiO_2$ .

В протолочных пробах из минераловспутников алмаза обнаружены хромдиопсиды (наиболее хромистая разность, (%):  $SiO_2$  – 49,9; CaO – 16,6; MgO – 12,7;  $Fe_2O_3$  – 4,56;  $Cr_2O_3$  – 1,6;  $TiO_2$  – 0,4; магнезиальные ильмениты, приближающиеся по составу к пикроильменитам (%):  $TiO_2$  – 41,0;  $Fe_2O_3$  – 32,4; MnO – 12,7; MgO – 4,1;  $SiO_2$  – 5,4;  $Al_2O_3$  – 1,6;  $Cr_2O_3$  – 0,37. Хромшпинелиды оказались низкохромистыми, сильно железистыми, с высокими содержаниями алюминия и магния, в одном из зерен определены (%):  $Cr_2O_3$  – 41,1;  $Fe_2O_3$  – 25,3;  $Al_2O_3$  – 18,6; MgO – 11,8;  $TiO_2$  – 0,7; MnO – 0,3; обычно по краям зерен наблюдаются каемки, сильно обогащенные железом. Обнаружено также зерно достаточно необычной титанистой алюмохромферришпинели с повышенными содержаниями марганца, цинка и ванадия, состав шпинелида сильно изменчив (в числителе со-

держания в центре, в знаменателе – на краю зерна, %):  $Fe_2O_3$  – 47,0/51,6;  $Cr_2O_3$  – 26,0/33,7;  $TiO_2$  – 14,1/2,6;  $Al_2O_3$  – 7,5/9,6; MnO – 4,8/3,6; ZnO – 0,8/1,0;  $V_2O_5$  – 0,8/0,8.

Тела ультраосновных пород имеют линзовидную в плане форму с соотношением длины к ширине от 3,5:1 до 2:1, поэтому не могут быть отнесены к дайковому типу. С учетом данных детальной магнитной съемки, показавшей, что в центре тела Кукуша находятся выходы менее магнитных пород (скорее всего, серпентинитов или тремолититов по туфобрекчиям, магнитная восприимчивость которых в 5-10 раз ниже), мы пришли к выводу, что на указанных участках мы имеем дело с нижними частями кратеров глубоко эродированных трубок взрыва, деформированных в процессе позднепалеозойских тектонических движений. Имеются все основания предполагать, что их возраст близок возрасту диатремы Проскуринская, обоснованному выше.

С целью выяснения первичного состава и формационной принадлежности выдерьянских порфировых пород, мы сопоставили их с близкими по химическому составу образованиями Урала, Сибири и Архангельской области. При этом пришлось сразу отказаться от петрохимических диаграмм, в которых в качестве классификационных параметров используются содержания и соотношения содержаний щелочных металлов. Это связано с интенсивным выносом калия в процессе аллохимических изменений выдерьянских пород. Калий в порфиритах содержится в весьма незначительных количествах, однако в шлифах мы видим явные псевдоморфозы хлорита по флогопиту в количестве до 5 %, поэтому можем с уверенностью утверждать, что первоначально породы имели умеренно щелочной состав с калиевой специализацией. Вынос калия в экзоконтактные зоны тел подтверждается наличием среди вмещающих рифей-вендских габбро разностей, обладающих резко аномальными концентрациями этого элемента (в 4-5 раз превышают фоновые).

В Кожимском районе Приполярного Урала совместно с Я.Э. Юдовичем мы изучали процессы выноса элементов из тел похожих, но более измененных кембрийских ультраосновных пород и установили, что в эндо- и экзоконтактные зоны активно выносятся калий (наблюдаются слюдитовые зоны), бор (турмалиниты), кальций и железо (эпидозиты), титан

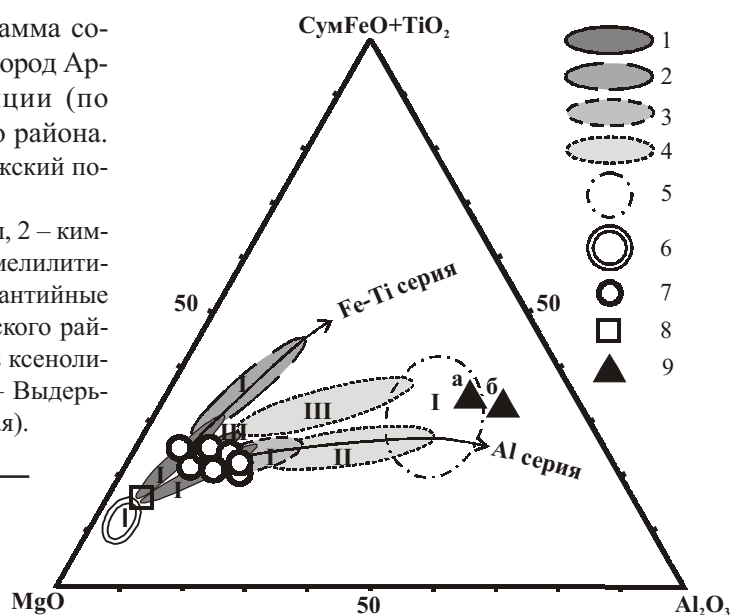


## КЕМБРИЙСКИЕ ДИАТРЕМЫ ВЕРХОВЬЕВ ПЕЧОРЫ

Рис. 3. Петрохимическая диаграмма сопоставления составов вулканических пород Архангельской алмазонасной провинции (по [Саблуков, 2000]) и Верхнепечорского района.

Районы: I – Зимний берег, II – Онежский полуостров, III – Терский берег.

1-6 – поля составов: 1 – кимберлиты, 2 – кимпикриты, пикриты, 3 – киммелилититы, мелилититы, 4 – мелилититы, 5 – базальты, 6 – мантийные гипербазиты; 7-9 – породы Верхнепечорского района: 7 – метакимберлиты, 8 – лерцолит из ксенолита, 9 – туфы щелочных базальтоидов (а – Выдеринский участок, б – трубка Проскуринская).



(породы с обильными рутилом и сфеном). Кроме того, в экзоконтактных зонах отмечаются контрастные геохимические аномалии Ba, Ga, Zr, Sr и «легких» РЗЭ (Ce, La). Все это необходимо учитывать при сопоставлении древних метаморфизованных и более молодых, не затронутых метаморфизмом ультраосновных вулканических пород. Не следует забывать и про древние гипергенные изменения гипербазитов в кембрийскую эпоху латеритообразования. Кому-то это может показаться парадоксальным, но самым простым случаем является формирование по туфам трубок взрыва зрелых кор выветривания (бокситов, аллитов, каолинитов), которые при метаморфизме превращаются в диаспориты и разнообразные высокоглиноземистые метасланцы. Первичную природу этих пород можно распознать по геохимическим данным [Озеров, 1998]. Если же гипергенные изменения были слабыми, мы обнаружим в метаморфизованных гипербазитах и туфах лишь относительно небольшое (на 5-10 %) повышение содержаний глинозема, но при этом нам будут гарантированы грубейшие ошибки в идентификации пород по петрохимическим параметрам.

В первую очередь мы сопоставили выдеринские гипербазиты с вулканическими породами наиболее близко расположенного Архангельского алмазонасного района. На трехкомпонентной диаграмме  $MgO - \text{Сум.}FeO+TiO_2 - Al_2O_3$  фигуративные точки наименее измененных разновидностей порфировых пород попадают в

поля кимберлитов и железо-титанистой и глиноземистой серий (рис. 3). Впрочем, это как раз тот случай, когда тренд в сторону пород с повышенной глиноземистостью может быть связан с древним выветриванием. Составы архангельских и верхнепечорских перидотитов из ксенолитов, а также базальтоидных пород оказались очень близкими.

На диаграмме  $Al_2O_3 - MgO / (\text{Сум.}FeO+TiO_2)$  (рис. 4) наименее измененные порфировые породы попадают в поля кимберлитов (одна точка почти совмещается с «типичным» кимберлитом). Здесь еще более отчетливо проявлен тренд в сторону некимберлитовых глиноземистых пород. Дополнительно мы вынесли на диаграмму составы уральских пикритов (6 выборок по разным авторам, общее количество проб – 63), при этом оказалось, что ни одна из точек этих пород не попадает в поля кимберлитов, и все они расположены обособленно от выдеринских порфиритов.

На диаграмме нормированного к хондриту распределения РЗЭ изучаемые порфириты и по формам кривых, и по уровням содержаний элементов резко отличаются от пикритов Северного и Приполярного Урала. Впрочем, из этого не следует делать каких-то серьезных выводов, т.к. выше мы указывали на активный вынос «легких» РЗЭ при метаморфизме гипербазитов.

Отстраивались и другие двухкомпонентные петрохимические диаграммы, на многих из них все или часть фигуративных точек выде-

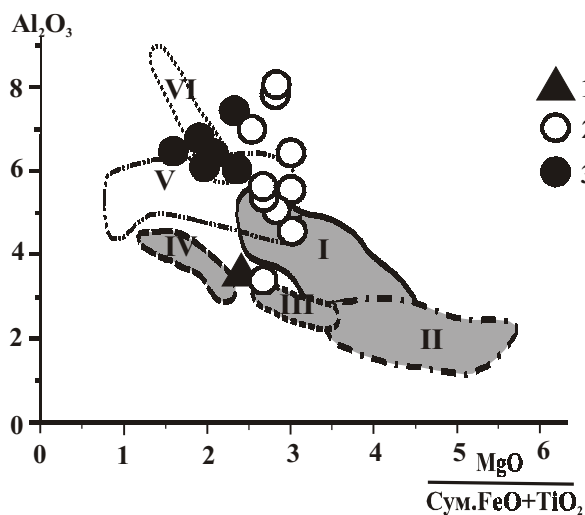


Рис. 4. Диаграмма химического состава метакимберлитов Верхнепечорского района в сопоставлении с типовыми кимберлитами и близкими по составу породами Урала и других регионов.

Области составов пород [Саблуков, 2000]: I – кимберлиты трубок Золотицкого поля, II – кимберлиты трубки им. В.П. Гриба, III – кимберлиты трубок южных полей Якутии, IV – кимберлиты северных полей Якутии, V – оливиновые мелилититы трубок Верхотинского поля, VI – мелилититы трубок Ижемозерского поля.

1 – «типовые» кимберлиты [Илупин и др., 1990]; 2 – метакимберлиты Верхнепечорского района; 3 – уральские пикриты.

рыньских порфиринов попадают в области алмазоносных кимберлитов разных провинций. По величине рассчитанных петрохимических коэффициентов [Скрипченко, 1993] порфириды относятся к перспективным на алмазы породам: коэффициент  $MgO/(FeO+Fe_2O_3+TiO_2)$  по этому автору должен превышать значение 2,17, а достигает 2,6; соотношение  $MgO/Al_2O_3$  во всех пробах больше требуемых 3,24 (достигает 9,4).

Проанализировав весь имеющийся фактический материал, мы пришли к выводу, что изучаемые ультраосновные порфириновые породы бассейна р. Выдерья представляют собой **метаморфизованные кимберлиты (метакимберлиты) гипабиссальной фации**. Соответственно такситовые серпентиниты и тремолититы отнесены к **метаморфизованным туфам и туфобрекчиям кимберлитов**.

Алмазоносные метакимберлиты установлены во многих регионах Западной и Центральной Африки, в Бразилии, Канаде и России (Кимозерское тело в Карелии). Очень важно, что ни одно из известных тел метакимберлитов (в т.ч. промышленно алмазоносных) не содержит минералов-спутников алмазов [Илупин и др., 1990], это сильно осложняет идентификацию пород и затрудняет поисковые работы. О находках метакимберлитов, похожих на выдерьянские, на западном склоне Урала нам не известно. Аналогичные по текстурно-структурным особенностям и очень близкие по минеральному и химическому составу ультраосновные порфириды с редкими ксенолитами гарцбургитов и дунитов, диагностированные как

рифейские кимберлиты, выделены Л.И. Лукьяновой в составе хартесского комплекса на восточном склоне Приполярного Урала. С большой долей вероятности к этому же типу пород относятся изученные нами в Кожимском районе интенсивно измененные гипербазиты, превращенные в хлорит-серпентиновые, карбонат-тремолитовые, тальк-карбонатные, слюдистые, слюдисто-актинолитовые и другие метасоматиты.

В 2002 г. нами получены косвенные доказательства того, что тела или трубки метакимберлитов широко развиты и в южной части Рубежной ДКС (рис. 1). В аллювии реки Ёлимы, дренирующей в верховьях эту структуру, установлен мощный шлейф обломков метакимберлитов и перидотитов, похожих на выдерьянские. В среднем течении реки в аллювии обнаружен спайный обломок алмаза размером 0,5 мм (по всей Ёлиме на алмазы было отобрано всего три шлиховых пробы объемом по 200 л). Это первая находка алмаза в бассейне Печоры выше реки Подчерье на площади около 50 тыс. км<sup>2</sup>.

В 2003 г. мы проследили шлейф гипербазитов и установили, что обломки поступают в Ёлиму из аллювия небольшого ручья. Уже первые результаты изучения образцов и проб с этого участка показали большое разнообразие пород. Кроме аналогичных вышеописанным, здесь впервые обнаружены порфириновые метакимберлиты с микролитовой основной массой, которые отличаются повышенными содержаниями калия ( $K_2O$  до 0,6 %) и с «кимберлитовым» соотношением  $K_2O:Na_2O = 1,5-2$ . В бассейне ручья планируется проведение детали-

зационных и опробовательских работ, с результатами которых мы постараемся ознакомить читателей журнала.

Таким образом, в верховьях Печоры на восточном фланге Ёлиминского антиклинория в зонах долгоживущих глубинных разломов выявлены раннекембрийские трубки взрыва щелочно-базальтоидного и кимберлитового состава. Имеющиеся данные позволяют прогнозировать наличие только в зоне Выдербинского разлома на западном и южном флангах Рубежной ДКС двух кустов кимберлитовых трубок. К западу от этой структуры ожидается наличие даек и пластовых интрузий кимберлитов того же возраста, но значительно слабее метаморфизованных. Несомненно, Верхнепечорский район относится к разряду наиболее интересных и перспективных территорий на севере Урала.

Выражаем искреннюю признательность Я.Э. Юдовичу, А.А.Соболевой, Н.Ю. Никуловой и другим сотрудникам Института геологии Коми НЦ УрО РАН, с которыми мы плодотворно сотрудничаем уже на протяжении многих лет, за помощь в аналитических работах и консультации при подготовке настоящей статьи.

## Список литературы

Геохимия древних толщ севера Урала / Я.Э. Юдович, М.П. Кетрис и др. Сыктывкар: Геопринт, 2002. 333 с.

Государственная геологическая карта РФ (новая серия). Листы Р-40,41 (Североуральск). Масштаб 1 : 1 000 000. Карта дочетвертичных образований. / Под ред. О.А. Кондияйн. М.: Роскомнедра, 1995.

Илупин И.П., Ваганов В.И. Прокончук Б.И. Кимберлиты. Справочник. М.: Недра, 1990. 248 с.

Озеров В.С. Метаморфизованные россыпи золота Приполярного Урала // Руды и металлы. 1996. № 4. С. 28-37.

Озеров В.С. Находка алмаза в раннепалеозойских конгломератах на хребте Малдынырд (Приполярный Урал) и его предполагаемые эндогенные коренные источники // Золото, платина и алмазы Республики Коми и сопредельных регионов: Мат-лы Всерос. конф. Сыктывкар: Геопринт, 1998. С. 134-136.

Озеров В.С., Озерова Э.Н. Открытие кембрийской базальтоидной трубки взрыва на Северном Урале // Алмазы и алмазоносность Тимано-Уральского региона. Сыктывкар: Геопринт, 2001. С. 90-92.

Пыстин А.М. Полиметаморфические комплексы западного склона Урала. СПб: Наука, 1994. 208 с.

Скрипниченко В.А. Петрологические критерии продуктивности щелочно-ультраосновных пород севера Русской плиты // Алмазоносность Европейского севера России. Сыктывкар, 1993. С. 72-73.

Рецензент доктор геол.-мин. наук И.А. Малахов