

УДК 550.8

АЛМАЗОНОСНОСТЬ КИМБЕРЛИТОВ И РОДСТВЕННЫХ ИМ ПОРОД ЗИМНЕГО БЕРЕГА

В.А. Ларченко, В.П. Степанов, Г.В. Минченко, И.А. Кечик

«АЛРОСА - Поморье» АК «АЛРОСА», г. Архангельск

Приводятся данные по алмазности кимберлитов и родственных им пород Зимнебережного алмазного района. Рассматриваются уровни алмазности диатрем Золотицкого, Кепинского и Ижемского полей.

Разный уровень алмазности кимберлитов разных полей объясняется разной глубиной мантийных очагов образования кимберлитов Золотицкого и Кепинского полей, причем, предполагается, что глубина заложения кимберлитов Золотицкого поля несколько выше, чем кимберлитов Кепинского поля.

Различия в уровне алмазности трубок месторождения им. М.В. Ломоносова связывается со сложным строением кимберлитовых тел, обусловленным длительными и многоактными эксплозивными и интрузивными процессами кимберлитового вулканизма и разным уровнем алмазности фаз внедрения.

Указывается на наличие над частью диатрем сложно построенных туфогенно-осадочных толщ в кратерных частях трубок, обладающих пониженной алмазностью по сравнению с породами жерловых частей трубок.

Многолетние поисковые работы привели к выявлению в пределах Восточно-Европейской платформы Архангельской алмазной провинции (ААП). В настоящее время активно изучается только один Зимнебережный алмазный район (ЗАР).

В структурно-тектоническом отношении ЗАР располагается в северо-восточной части ААП. ЗАР включает в себя поля кимберлитов и родственных им пород верхнедевонского возраста и обрамляющие их с востока поля базальтов (З.М. Магомедов и др., 1986), синхронного с кимберлитами возраста, а также проявления лампрофирового магматизма верхневендского возраста [1], расположенные в западной части ЗАР (рис. 1). Все проявления магматизма Зимнебережного алмазного района приурочены к семи субмеридианальным зонам кимберлитоконтролирующих разломов раннепротерозойского заложения, испытавших последнее подновление во время герцинского тектономагматического цикла: Мельский, Золотицкий, Шочинский, Ернотерский, Верхотинский, Котугский, Мегра-Кепинский (рис. 1,2).

В соответствии с пространственным расположением, и на основе петрохимического, петрографического, геохимического [2], петрологического родства пород магматических тел, авторами предлагается выделение четырех (4), совмещенных и наложенных друг на друга в пространстве и времени, полей пород альнеит-карбонатит-кимберлитового комплекса. Вторым важным фактором выделения полей является расположение их в зонах единых рудоконтролирующих разломов в рамках равнозначных тектонических структур кристаллического фундамента (Зимнебережное поднятие, Кереецкий грабен, Архангельское поднятие) и образование в течение единого среднегерцинского тектономагматического цикла,

В составе полей выделяются группы тел кимберлитов и родственных им пород (рис. 2) на основе петрохимического, петрографического, геохимиче-

ского, петрологического, геохронологического сходства и расположения отдельных тел в пределах единой зоны рудоконтролирующего разлома. Нередко, расположение тел групп имеют преобладающую линейную ориентацию [2].

Таким образом, по мнению авторов, структура альнеит-карбонатит-кимберлитового комплекса ЗАР выглядит следующим образом: Золотицкое поле в составе трех групп тел пород мелилит-кимберлитовой формации; Ижемское поле в составе двух групп тел щелочной мелилит-кимберлитовой формации магнезиально-глиноземистой серии; Кепинское поле в составе 9 групп тел пород пикрит-кимберлитовой формации и Мельское поле, состоящее из одной Мельской группы тел пород карбонатит-кимберлитовой формации железо-титанистой серии. Выделение полей на основании генетического происхождения необходимо для целей анализа их вещественного состава, геохимии, петрологии, петрографии, изотопного состава, алмазности и свойств алмазов.

Учитывая совместное расположение большинства групп кимберлитовых и родственных им тел в единых тектонических структурах, по мнению некоторых исследователей, целесообразнее выделить всего два поля: Зимнебережное [3], локализуемое в пределах Зимнебережного поднятия, и Ижемское [3], располагающихся на стыке двух крупных тектонических структур Архангельского поднятия и Кереецкого грабена.

Альнеит-карбонатит-кимберлитовый комплекс ЗАР сопровождают родственные ему магматические образования Соянского и Пинежского полей, состоящих из 13 трубок взрыва, выполненных породами долерит-базальтовой формации траппового комплекса. Они обрамляют кимберлитовые поля с востока.

Всего в настоящее время в пределах Зимнего Берега известно 63 магматических тела пород альнеит-карбонатит-кимберлитового [4] и траппового комплексов.

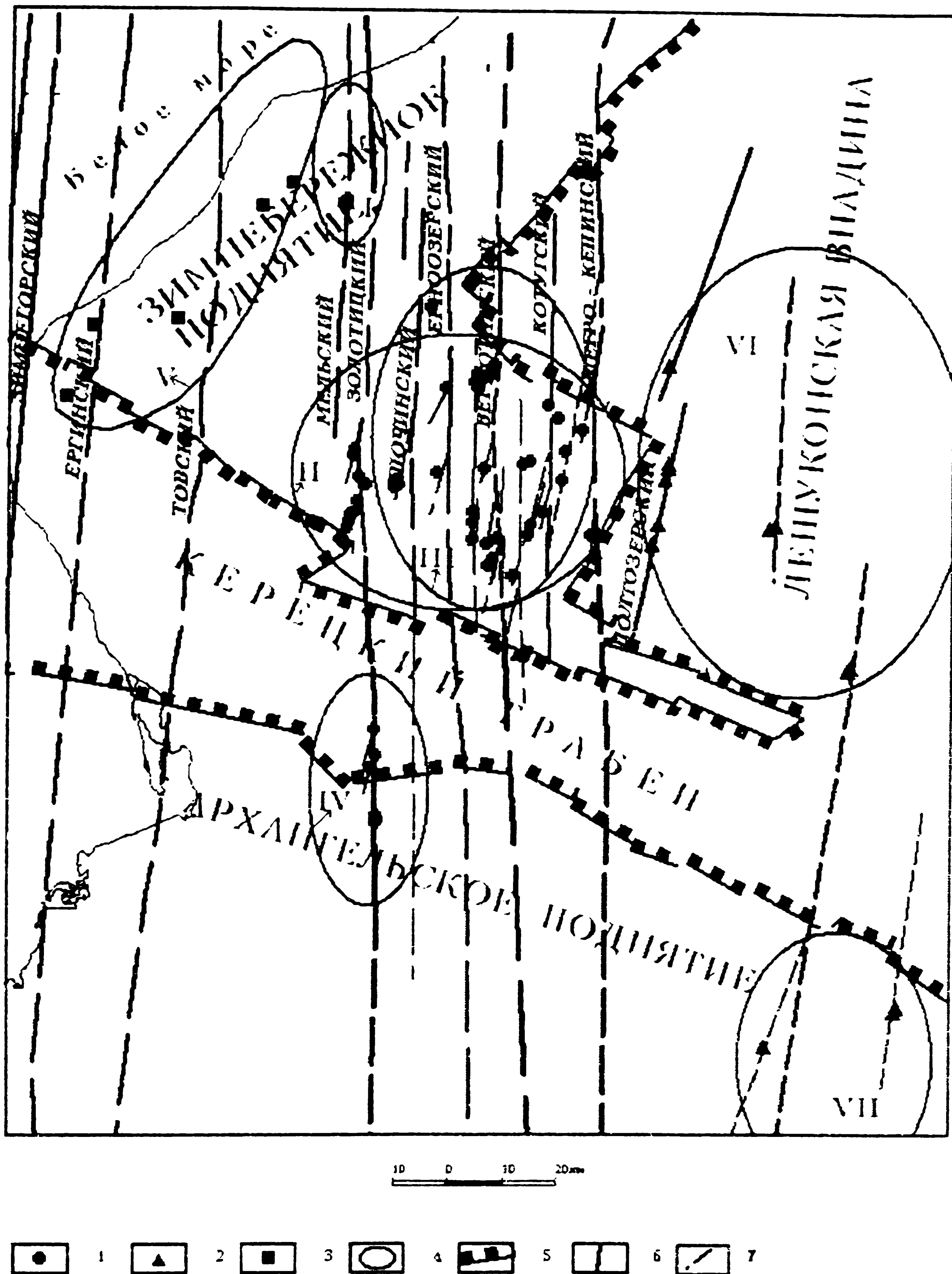


Рис. 1. Схема расположения магматических полей и основных тектонических структур Зимнебережного алмазоносного района (по И.А. Кечик, 2004): 1 - кимберлиты и родственные им тела; 2 - базальтовые тела; 3 - тела лампрофиров; 4 - границы полей; 5 - границы между поднятиями, грабенами и впадинами в кристаллическом фундаменте; 6 - зоны рудоконтролирующих разломов; 7 - зоны рудовмещающих разломов. Поля: I - Мельское - пикритовых тел; II - Золотицкое - кимберлитов и родственных им пород; III - Кепинское кимберлитов и родственных им пород; IV - Ижемское - щелочных пикритов; V - Ергинское - лампрофиров; VI - Соянское базальтовое; VII - Пинежское базальтовое

Распределение тел в составе альнеит-карбонатит-кимберлитового магматического комплекса Зимнего Берега выглядит следующим образом, 48 трубок взрыва и силлов принадлежат кимберлитовым и пикритовым породам четырех формаций. К Золотицкому полю мелилит-кимберлитовой формации пород относится 17 тел, все они в той или иной степени алмазоносные. В Ижемском поле щелочной мелилит-кимберлитовой формации найдено 7 тел убогой алмазоносности. Карбонатит-кимберлитовая

формация пород представлена 5 сближенными телами силлов Мельского поля, в которых были обнаружены единичные микроалмазы. Из 24 тел пикрит-кимберлитовой формации Кепинского поля большая часть тел в той или иной мере содержит алмазы.

На Зимнем Берегу в настоящее время известно два месторождения кимберлитов промышленного уровня. Месторождение имени М.В. Ломоносова принадлежит к мелилит-кимберлитовой формации пород, а месторождение имени В. Гриба к пикрит-

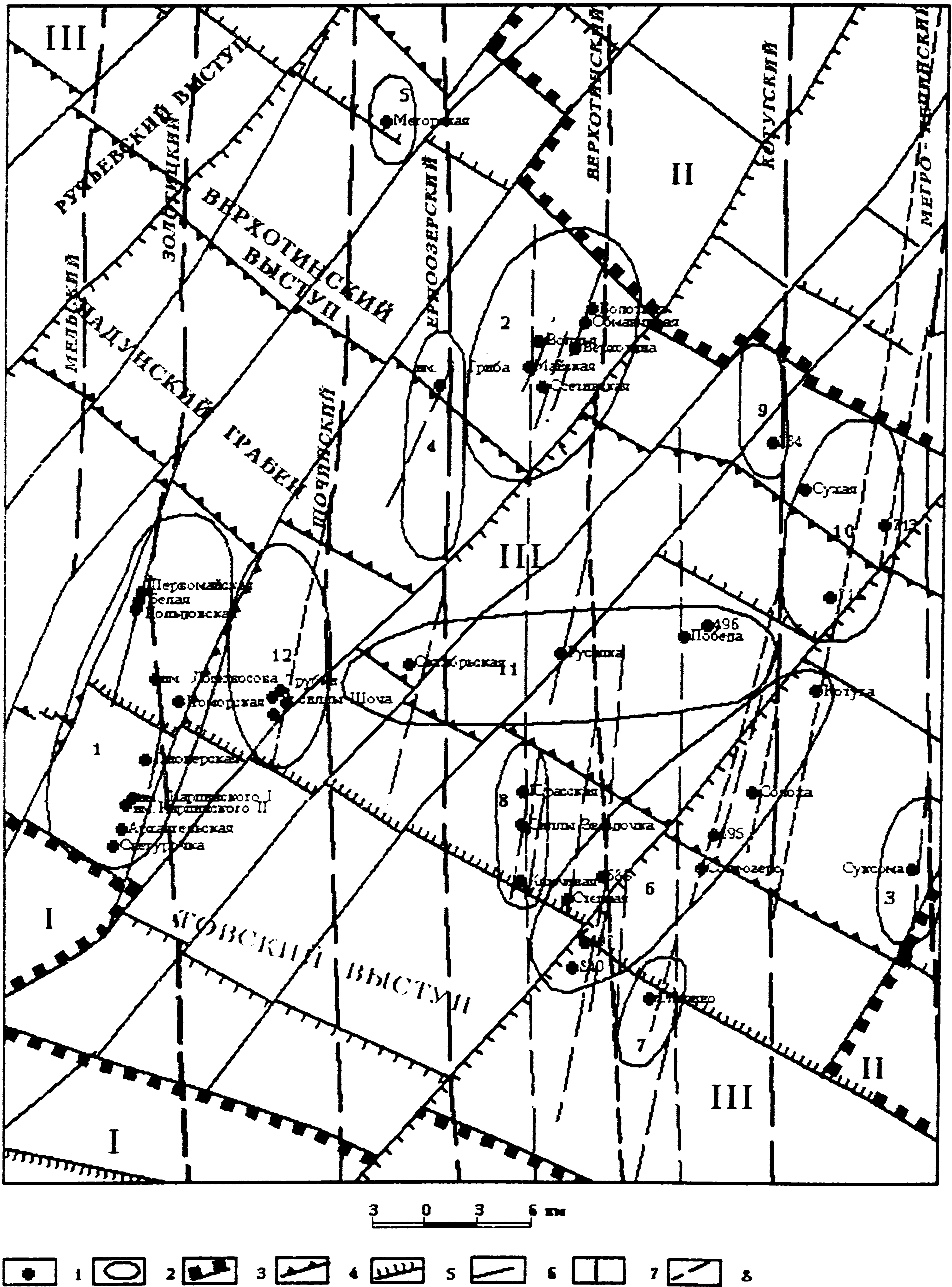


Рис. 2. Тектоническая схема центральной части Зимнебережного алмазоносного района (по И.А. Кечик, 2004): 1 – кимберлиты и родственные им тела; 2 – границы групп тел; 3 – границы между поднятиями, грабенами и впадинами в кристаллическом фундаменте; 4 – внутренние границы Зимнебережного поднятия между выступами и грабенами в кристаллическом фундаменте; 5 – границы ступеней; 6 – границы отдельных блоков; 7 – зоны кимберлитоконтролирующих разломов; 8 – зоны кимберлитовмещающих разломов. Структуры кристаллического фундамента: I – Кережский грабен; II – Лешуконская впадина; III – Зимнебережное поднятие. Группы тел: 1 - Золотицкая; 2 – Верхотинская; 3 – Сухомская; 4 – Черноозерская; 5 – Мегорская; 6 – Пачугская; 7 – Ольгинская; 8 – Ключевая; 9 – Восточновехотинская; 10 – Соянская; 11 – Кепинская; 12 – Шочинская

кимберлитовой формации пород. Эти месторождения обладают своеобразными типоморфными чертами, которые сближают их или резко отличают друг от друга. Для них типично наличие двух генераций алмазов, доминирование округлых кристаллов в классе +1 мм и резкое преобладание плоскогранных октаэдров в классе -0,5 мм.

Несмотря на принадлежность к разным магматическим формациям пород, они обладают весьма схожим вещественным, петрохимическим и геохимическим составом и характеризуются очень низким содержанием щелочей и высокой степенью ультраосновности. Общим типоморфным признаком для всех формаций является наличие мелилита в качестве породообразующего минерала. В то же время пикритовые породы этих серий весьма дифференцированы по своему составу и принадлежат к щелочным породам.

Различия кимберлитов разных формаций отражаются, прежде всего, в различном спектре и объеме макроалмазов, а также объеме алмазов ультраосновного парагенезиса, отражающем их образование из самостоятельных мантийных очагов разной глубинности. В свою очередь, это отражает различный состав и объем включений глубинных мантийных пород в кимберлитовых породах, принадлежащих к различным магматическим сериям мантийных пород. Разный состав и объем популяций алмазов и парагенетических ассоциаций минералов-индикаторов, хромистой или титанистой, отражают гетерогенный состав мантийных очагов их образования и их разную глубинность. Различия в составе и объеме основных и редких породообразующих минералов-вкрапленников и минералов основной массы в кимберлитах и родственных им пикритах разных серий отражают разную направленность магматических процессов в разных сериях пород и определяют их тип щелочности, натриевый или калиевый.

Алмазоносность пород Зимнего Берега изучалась весьма слабо, впервые она рассматривалась С.М. Саблуковым [5]. Основное внимание при этом уделялось не характеру алмазоносности конкретных кимберлитовых тел и групп тел, а связи алмазоносности пород с их химическим составом, с ультраосновностью, магнезиальностью и составом глубинных включений. Кроме этого, С.М. Саблуковым анализировалось общее пространственное распределение алмазоносных пород в пределах Зимнего Берега [5], без учета их формационной принадлежности.

Авторы настоящей работы своей целью поставили детальное изучение особенностей распределения и содержания алмазов в разных фазах становления трубок взрыва в зависимости от принадлежности их к разным сериям кимберлитовых пород.

Золотицкое поле.

Месторождение им. М.В. Ломоносова

Золотицкое кимберлитовое поле состоит из трех групп кимберлитовых тел и родственников им пород: Золотицкая, Верхотинская и Суксомская,

локализуемых в пределах Золотицкой, Верхотинской и Мегра-Кепинской зон кимберлитоконтролирующих разломов. Как отмечалось выше, в данном поле выявлено 17 тел, распределение которых по группам следующие: Золотицкая – 10, Верхотинская – 6 и Суксомская – 1. В пределах Золотицкого поля выявлено одно промышленно алмазоносное месторождение, расположенное в центральной и южной частях Золотицкой кимберлитовой группы.

Месторождение им. М.В. Ломоносова состоит из 6 кимберлитовых трубок, входящих в состав Золотицкой группы Золотицкого поля: Ломоносовская, Поморская, Пионерская, им. Карпинского 1, им. Карпинского 2, Архангельская. По уровню алмазоносности трубки Архангельская, им. Карпинского 2, Пионерская и им. Ломоносова относятся к трубкам средней алмазоносности, а трубки Поморская и им. Карпинского 1 к слабоалмазоносным трубкам. По своим размерам трубки Архангельская, Ломоносова, им. Карпинского 1, им. Карпинского 2 и Поморская относятся к крупным трубкам. Трубка Пионерская попадает в категорию весьма крупных по размерам тел.

Изучение трубок взрыва месторождения имени М.В. Ломоносова показало, что все они имеют сложное строение, обусловленное сопряжением нескольких подводных каналов и сложное внутреннее строение, которое обуславливает очень сложный характер их алмазоносности.

Трубки им. Ломоносова, Пионерская, Поморская, им. Карпинского 2 имеют сложную морфологию на поверхности, что обусловлено наличием в них двух самостоятельных подводных каналов, которые сочленяются в жерловой части на глубинах от 400 до 600 метров от поверхности, причем более поздние каналы прорывают краевых части более ранних каналов. Очень часто обломки более ранних фаз фиксируются в качестве обломков в более поздних фазах. Взаимоотношение «кимберлит в кимберлите» наблюдаются во всех без исключения трубках месторождения. Каждый из подводных каналов выполнен столбами автолитовых брекчий и ксенотуфобрекчий.

Трубки Архангельская и им. Карпинского 1 имеют округлую, изометричную форму. Она осложнена наличием дайкообразных выступов ранней фазы образования, соответственно в южной и северной части этих трубок. Обе трубки в жерловой части сложены столбами ксенотуфобрекчий и автолитовых брекчий. Дайкообразные выступы сложены ранней фазой ксенотуфобрекчий.

Трубка им. Ломоносова имеет изометричную форму и сложена двумя столбами, столбом автолитовой брекчий и столбом ксенотуфобрекчий.

Над жерловыми частями трубок Пионерская, им. Карпинского 1, Архангельская сохранились кратерные части, выполненные туфогенно-осадочной толщей пород. Причем, у трубок Пионерская и им. Карпинского 2, имеющих два подводных канала, в кратерных частях фиксируются две разновозрастные туфогенно-осадочные толщи.

Таблица 1

**Содержание алмазов в фазах жерловой и кратерной части трубок кимберлитов
Золотицкой группы Золотицкого поля**

| № п.п. | Трубки | Содержание алмазов в условных единицах | | | | | | |
|--------|---------------|--|-------|-------|-------|----|-----------------|-----|
| | | Жерловая часть | | | | | Кратерная часть | x |
| | | КТБ 1 | КТБ 2 | АКБ 1 | АКБ 2 | ПК | | |
| 1 | Первомайская | 5 | ? | - | - | - | - | 5 |
| 2 | Белая | 2 | - | - | - | - | - | 0,9 |
| 3 | Кольцовская | ? | 2 | - | - | - | - | 2 |
| 4 | Ломоносовская | 5 | 22 | 74 | - | - | - | 55 |
| 5 | Поморская | 5 | 18 | - | - | - | - | 10 |
| 6 | Пионерская | 6 | 11 | 43 | 80 | -1 | 25 | 40 |
| 7 | Карпинского 2 | 5 | 10 | 119 | 146 | - | - | 35 |
| 8 | Карпинского 1 | 2 | 13 | 171 | - | - | 35 | 78 |
| 9 | Архангельская | 10 | - | 140 | - | - | 39 | 100 |
| 10 | Снегурочка | 1 | 35 | - | - | - | 5 | 35 |

Примечание: КТБ 1 – ксенотуфобрекчия первой фазы внедрения; КТБ 2 – вторая фаза внедрения; АКБ 1 – автолитовая кимберлитовая брекчия первая фаза внедрения; АКБ 2 – вторая фаза внедрения; ПК – порфировый кимберлит завершающей стадии внедрения; ТОТ – туфогенно-осадочная толща, x – среднее содержание; ? – нет данных

Над трубкой Пионерская первоначально образовалась туфогенно-осадочная толща над южным подводным каналом. Позднее, при образовании северного подводного канала, она была прорвана при взрыве и образовавшийся кратер, был выполнен более поздней туфогенно-осадочной толщей.

Над трубкой им. Карпинского 1 ранняя туфогенно-осадочная толща, состоящая из одной песчаной толщи, образовалась сначала над трубкой дайкообразной формы, сложенной ксенотуфобрекчией ранней фазы. Позднее при образовании изометричного подводного канала, в его верхней части образовалась кратерная часть, которая была выполнена туфогенно-осадочной толщей, состоящей из двух пачек пород, туфовой и песчаной.

Все трубки имеют отчетливую субмеридиальную ориентацию под углом 10-15°, подчеркнутую удлинением трубок.

В целом, алмазность отдельных трубок Золотицкого поля носит параболический характер, возрастая от слабоалмазных взрывных фаз (ксенотуфобрекчии) к ранним высокоалмазным интрузивным фазам (автолитовые брекчии) и снижаясь в поздних слабоалмазных интрузивных фазах (порфировые кимберлиты). Для взрывных фаз типично возрастание алмазности от ранних фаз к более поздним фазам, а для интрузивных фаз процесс алмазности носит диаметрально противоположный характер. Это хорошо иллюстрируется на примере трубки Пионерская.

Столбы автолитовых брекчии и ксенотуфобрекчии из более поздних подводных каналов двояких трубок взрыва обладают большим уровнем алмазности, что отчетливо заметно на примере трубок Пионерская, им. Карпинского 2 и Поморская (табл. 1).

Соотношение уровней алмазности столбов ксенотуфобрекчии и автолитовых брекчии из разных подводных каналов одной трубки варьирует весьма значительно. Так для столбов ксенотуфобрекчии эта величина изменяется от 35 у трубки Снегурочка до 1,8 у трубки Пионерская. Соотноше-

ние уровней алмазности ранних столбов ксенотуфобрекчии для разных трубок достигает значения 10. Вариации этого уровня для поздних столбов ксенотуфобрекчии более значительны и доходят до величины 17,5. Соотношение уровней алмазности ранних и поздних столбов автолитовых брекчии колеблется в более узких пределах и составляет 1,9 для трубки Пионерская и 1,2 для трубки им. Карпинского 2. Вариации содержания алмазов в ранних столбах достигают величины 2,8, в то время как у поздних столбов она составляет 1,8, хотя абсолютные колебания уровня алмазности автолитовых столбов достигают значения 4,0 (табл. 1). Самые богатые столбы ксенотуфобрекчии в 4,9 раза беднее, чем самые богатые столбы автолитовых брекчии. Все это указывает на необходимость детального изучения уровня алмазности всех разновидностей пород, слагающих трубки взрыва.

Практически все пикритовые трубки Золотицкого поля в той или иной степени алмазные, хотя уровень их алмазности резко уступает уровню алмазности кимберлитовых трубок месторождения им. М.В. Ломоносова и по своему значению близок только к некоторым ранним фазам ксенотуфобрекчии кимберлитовых тел (табл. 1,2).

Таблица 2

**Содержание алмазов в пикритовых трубках
Золотицкого поля**

| Название трубок и групп трубок | Содержание алмазов в условных единицах |
|--------------------------------|--|
| Верхотинская группа | |
| Волчья южная | 2,0 |
| Волчья северная | Не обн. |
| Верхотина | 1,5 |
| Майская | Ед. зн. |
| Осетинская | Ед. зн. |
| 685 | Ед. зн. |
| 823 ^a | Не обн. |
| Суксомская группа | |
| Суксома | Ед. зн. |

Таблица 3

Содержание алмазов и глубинного мантийного материала в трубках кимберлитов Золотицкой группы

| № п.п. | Трубки | Содержание алмазов в условных единицах | S га | m мг | % | | г/т | |
|--------|---------------|--|-------|------|------|-------|------|--------|
| | | | | | Oi 1 | Glass | Po | Crsp 1 |
| 1 | Архангельская | 100 | 14,99 | 5,1 | 80,2 | 10,8 | 8,60 | 61,67 |
| 2 | Карпинского 1 | 78 | 10,39 | 4,4 | 76,4 | 13,6 | 1,03 | 40,59 |
| 3 | Ломоносовская | 55 | 20,21 | 3,4 | 65,0 | 23,6 | 5,65 | 55,15 |
| 4 | Пионерская | 40 | 36,88 | 3,6 | 69,8 | 19,1 | 4,87 | 46,83 |
| 5 | Карпинского 2 | 35 | 10,25 | 7,9 | 54,9 | 27,1 | 1,59 | 16,06 |
| 6 | Снегурочка | 35 | 9,57 | 3,2 | 55,2 | 28,8 | 2,97 | 27,03 |
| 7 | Поморская | 10 | 5,64 | 6,0 | 54,0 | 34,0 | 0,14 | 13,0 |
| 8 | Первомайская | 5 | 3,20 | 3,7 | 46,2 | 39,0 | 5,18 | 9,58 |
| 9 | Кольцовская | 2 | 1,50 | 3,5 | 52,0 | 29,1 | 0,05 | 1,00 |
| 10 | Белая | 0,9 | 0,35 | - | 32,4 | 46,2 | 0,04 | 2,15 |

Примечание: S - площадь трубки; m - средняя масса одного кристалла; Oi 1 - мантийный оливин; Glass - стекло основной массы; Po - пироп; Crsp 1 - мантийный хромшпинелид

Таблица 4

Распределение компонентов в столбах ксенотуфобрекчии трубки Поморская (по материалам А.Т. Ерохина)

| Столб. трубка | Содержание алмазов в условных единицах | Компоненты, объемные % | | | |
|---------------|--|------------------------|---------------|----------|------------------------|
| | | Терригенные | Магматические | | |
| | | | Ксенолиты | Автолиты | Псевдоморфозы сапонита |
| Южный | 5 | 43,52 | 12,06 | 12,48 | 32,26 |
| Северный | 18 | 35,72 | 22,27 | 25,13 | 16,88 |
| х | 10 | 39,62 | 17,16 | 18,80 | 24,57 |

Таблица 5

Распределение компонентов в фазах трубки им. Ломоносова (по материалам И.С. Сагайдака)

| Фаза, поро-да | Содержание алмазов в условных единицах | Компоненты, объемные % | | | | | |
|---------------|--|------------------------|-----------------|-----------------|-------------|-----------------|-------|
| | | Магматические | | | Терригенные | | |
| | | литокласты | кристаллокласты | связующая масса | ксенолиты | | кварц |
| | | | | | фундамента | вмещающих пород | |
| КТБ | 22 | 15,0 | 18,0 | 34,0 | <1 | 15,0 | 18,0 |
| АКБ | 74 | 25,0 | 40,0 | 35,0 | <0,5 | 2,0 | - |
| х | 55 | 20,2 | 29,4 | 34,5 | 0,3 | 8,2 | 7,4 |

Примечание: КТБ-2 - кимберлитовая ксенотуфобрекчия. АКБ - автолитовая кимберлитовая брекчия

Учитывая это, алмазность пикритовых трубок при проведении геологоразведочных работ изучалась весьма слабо. По их данным можно только наметить несколько тенденций. В первую очередь, некоторое увеличение доли кристаллов более крупных классов, >2 мм для трубок Верхотинской группы.

Изучение кимберлитов Золотицкой группы позволяет выявить следующие закономерности. Для кимберлитов мелилит-кимберлитовой серии при снижении уровня алмазности и переходе от среднеалмазных кимберлитов к слабоалмазным и убогалмазным выстраивается отчетливый тренд снижения содержания оливина 1, пироба и хромшпинелида и возрастание доли стекла в общей массе породы (табл. 3), отражающей снижение глубинности их формирования.

Зависимость алмазности отдельных тел и фаз (столбов) от содержания глубинного магматического материала и ксенолитов вмещающих пород демонстрируется на примере трубки Поморская (табл. 4).

Более ранняя фаза ксенотуфобрекчии, выполняющая южный подводящий канал характеризуется меньшим уровнем алмазности, меньшим содержанием автолитов, псевдоморфоз сапонита по оливину, большим содержанием ксенолитов и связующей массы в общем объеме породы, по сравнению с более поздней фазой ксенотуфобрекчии, выполняющей северный подводящий канал. Зона контакта двух столбов по данным геолога А.Т. Ерохина подчеркивается зоной развития крупных ксенолитов, отчетливо прослеживающейся по всем скважинам, вскрывающим этот контакт. Кроме этого, ксенотуфобрекчия северного столба содержит обломки ксенотуфобрекчии южного столба, доля которых возрастает по мере приближению к контакту двух фаз. Во многих шлифах наблюдается взаимоотношение «кимберлит в кимберлите».

Подобные же взаимоотношения наблюдаются и для фаз разного происхождения, эксплозивного и интрузивного (табл. 5). Более ранняя фаза ксенотуфобрекчии трубки им. Ломоносова содержит меньшее количество алмазов, меньшую долю кристал-

**Вариации содержания алмазов в туфогенно-осадочных толщах кратерных частей трубок
Золотицкой группы**

| № п.п. | Трубки | Содержание алмазов в условных единицах | | | | | |
|--------|-------------------|--|----|-----|-------|----|------|
| | | ТОТ 1 | | | ТОТ 2 | | |
| | | х | ТТ | ТПТ | х | ТТ | ТПТ |
| 1 | Пионерская | 12 | 20 | 5 | 25 | 44 | 13 |
| 2 | им. Карпинского 1 | 2 | - | 2 | 35 | 71 | 13 |
| 3 | Архангельская | 5 | - | 5 | 41 | 65 | 5-27 |
| 4 | Снегурочка | <1 | - | <1 | 5 | - | 5 |

Примечание: ТТ – туфовая толща; ТПТ – туфогенно-песчанистая толща; ТОТ 1 – туфогенно-осадочная толща ранней фазы внедрения; ТОТ 2 – туфогенно-осадочная толща более поздней фазы внедрения

локластов и литокластов в составе магматического материала и большее количество ксенолитов и терригенного кварца по сравнению с более поздней фазой автолитовой брекчии. Обе фазы сформировались в пределах единого подводющего канала и имеют одну глубинность, поэтому содержание связующей массы в общем объеме пород обеих типов практически одинаковое.

Изменчивость алмазоносности изученных кимберлитовых трубок в горизонтальном сечении связана со сменой разновидностей кимберлитовых пород и проявляется главным образом по длинной оси трубки, в направлении смены фаз внедрения. Границы смены фаз подчеркивается поясом ксенолитов. Так в трубке Поморская фиксируется пояс ксенолитов крупных размеров на границе северного и южного столбов ксенотуфобрекчии, выполняющих два самостоятельных подводющих канала. Изменчивость алмазоносности в горизонтальном сечении отдельных столбов в пределах отдельных трубок обуславливается различным объемом ксенолитов вмещающих пород и ксеногенного материала, и проявляется в направлении от центра столба к его периферии.

Изменчивость алмазоносности трубок взрыва в вертикальном сечении отдельных диаметров связана с уменьшением объема ксенолитов вмещающих пород и увеличением объема магматического материала. Так в трубке Снегурочка соотношение содержания алмазов в ксенотуфобрекчии жерловой части до глубины 300 метров и глубже 500 метров достигает соответственно 1:2,0-2,5. Для столбов автолитовой брекчии подобные закономерности не отмечаются или проявлены гораздо слабее, вариации содержания алмазов не превышают стандартных отклонений.

Алмазоносность туфогенно-осадочных толщ

Жерловые части трубок выполнены магматическими породами, формирующими коренное месторождение алмазов в жерловой части трубки. Туфогенно-осадочные толщи кратерных частей диаметром стратиграфически представляют собой первый промежуточный коллектор для коренных месторождений алмазов. При достаточно высоком содержании

алмазов в туфогенно-осадочных толщах, они образуют плохо и грубосортированные россыпи типа делювиальных или пролювиальных. То есть, изученные месторождения им. М.В. Ломоносова и им. В. Гриба представляют собой комбинацию коренного магматического месторождения в жерловой части и россыпного месторождения в кратерной части диаметры.

Изучение алмазоносности туфогенно-осадочных пород толщ, выполняющих кратерные части некоторых трубок, показало наличие ряда закономерностей.

1. Промышленная алмазоносность туфогенно-осадочных толщ может быть связана только с пачками туфовых пород, образовавшимися над высокоалмазоносными и среднеалмазоносными породами жерловых частей этих трубок, представленных автолитовыми брекчиями. Песчанистые пачки не содержат алмазов в промышленных концентрациях. Это, как правило, убогоалмазоносные породы (табл. 6).

2. Алмазоносность коррелируется с содержанием магматического материала в породах. Распределение алмазов во всех типах пород крайне неравномерное и хаотичное. В туфовых породах содержание алмазов в 3-5 раз выше, чем в туфопесчаниках, а в песчаниках с примесью туфового материала содержание алмазов исчезающе низкое, на два порядка ниже, чем в туфах.

3. Содержание алмазов в туфогенно-осадочной толще существенно ниже, чем в породах жерловой части диаметры. В ряду пород туф → туффит → туфопесчаник → песчаник с примесью туфового материала → брекчия осадочных пород наблюдается закономерное снижение содержания алмазов от промышленного содержания к исчезающе низкому содержанию.

4. Содержание алмазов во всех туфогенно-осадочных толщах резко снижается от центра к краевым частям кратера.

Породы более поздних туфогенно-осадочных толщ из сложно построенных кратеров над двумя подводющими каналами обладают несколько большим уровнем алмазоносности, по сравнению с породами более ранних туфогенно-осадочных толщ, что прекрасно иллюстрируется на примере трубки Пионерская (табл. 6).

Выводы

Анализ результатов разведочных и поисково-разведочных работ выполненных ПГО «Архангельско-геология» и ПГО «Невскгеология» позволяет наметить следующие закономерности колебаний алмазности трубок взрыва Золотицкой группы и всего Золотицкого поля (см. табл. 1,2).

1. Промышленно алмазносные трубки взрыва сложены только кимберлитовыми породами.

2. Алмазность кимберлитовых пород напрямую зависит от содержания в них мантийного оливина. В сериальном ряду пород кимберлит → пикрит при снижении объема мантийного оливина резко падает их алмазность (см. табл. 3).

3. Алмазность пород тесно связана с содержанием пироба в кимберлитовых породах меллитит – кимберлитовой серии, при снижении его объема в ряду кимберлит → пикрит алмазность пород резко падает (см. табл. 4).

4. Промышленно алмазносные только крупные многофазные кимберлитовые трубки, в строении которых обязательно принимают участие столбы кимберлитовых автолитовых брекчий. Площадь таких трубок больше 10 га.

5. Трубки взрыва, сложенные только кимберлитовыми ксенотуфобрекчиями, являются в большинстве случаев слабо или убогоалмазносными. Как правило, эти трубки имеют мелкие размеры, меньше 10 га (см. табл. 4).

6. Алмазность взрывных фаз в пределах каждой трубки увеличивается от ранней фазы к более поздней фазе (см. табл. 3).

7. Наиболее высокоалмазносными фазами являются автолитовые кимберлитовые брекчии.

8. Внутри трубок алмазность возрастает с взрывных фаз к автолитовым брекчиям и затем вновь падает при переходе к порфировым кимберлитам (см. табл. 3).

9. В пределах столбов ксенотуфобрекчий и автолитовых брекчий распределение алмазов хаотичное, в горизонтальном сечении столбов оно меняется незакономерно, хотя в целом носит концентрический зональный характер. Отмечается общая тенденция снижения концентрации алмазов в крайних частях столбов, в связи с увеличением в этой части объема ксенолитов и ксеногенного материала. В вертикальном сечении столбов ксенотуфобрекчий и автолитовых брекчий распределение алмазов носит слабо проявленный зональный характер, намечается небольшая тенденция увеличения концентрации алмазов на глубину, что достаточно четко коррелируется со снижением объема ксенолитов и ксеногенного материала в них. Однако в целом, в столбах автолитовых брекчий содержания алмазов более или менее стабильны, по сравнению со столбами ксенотуфобрекчий.

10. Намечается некоторая закономерность увеличения содержания и качества ювелирных разновидностей алмазов в взрывных фазах пород по сравнению с интрузивными фазами.

11. Убогая алмазность брекчий вмещающих пород объясняется мизерным содержанием в них магматического вещества, присутствующего в виде тончайших «волосовидных» прожилков кимберлита, образовавшихся в начальную стадию формирования трубок взрыва под воздействием парового газового кимберлитового флюида и жидкого магматического расплава, а также в виде маломощных апофиз более поздних фаз внедрения кимберлитовых пород.

Ижемское поле

Ижемское поле пикритовых пород представлено 7 телами, объединенными в 2 группы: Чидвинская – 3 трубки и Ижемская – 4 трубки, локализуемых в пределах южной части Золотицкой кимберлитоконтролирующей зоны разломов. Все тела Ижемского поля обладают убогой алмазностью (табл. 7).

Таблица 7

Содержание алмазов в пикритовых трубках Ижемского поля

| Название трубок и групп трубок | Содержание алмазов в условных единицах |
|--------------------------------|--|
| Чидвинская группа | |
| Чидвинская | 2.5 |
| Апрельская | 4.0 |
| Весенняя | Ед. зн. |
| Ижемская группа | |
| Озерная | Ед. зн. |
| Крутиха северная | Ед. зн. |
| Крутиха южная | Ед. зн. |
| Летняя | Ед. зн. |

Уровень алмазности пикритовых трубок Ижемского поля близок к уровню алмазности пикритовых трубок Верхотинской и Суксомской групп.

Ограниченный объем выборки изученных кристаллов не позволяет сделать достоверные наблюдения, однако позволяет наметить отдельные закономерности. Во-первых, отмечается некоторое возрастание доли кристаллов класса –2+4, по отношению к их объему в трубках месторождения им. М.В. Ломоносова и трубки им. В. Гриба. Во-вторых, некоторое увеличение доли высококачественных кристаллов в трубках Чидвинской группы. Хотя, небольшой объем выборки изученных алмазов ставит под сомнение достоверность этих наблюдений.

Анализ результатов изучения алмазности трубок Золотицкой группы позволяет предположить, что перспективы алмазности самой крупной и самой сложной трубки Чидвинской группы исчерпаны не до конца и существует возможность выделения в пределах северного подводящего столба слабоалмазносного блока, обогащенного высококачественными крупными кристаллами алмаза. Но, в целом, уровень его алмазности, судя по выявленным закономерностям, не превысит 4-5 кратных значений нынешнего уровня алмазности трубки Чидвинская.

Уровень алмазности пород туфогенно-осадочной толщи над трубкой Чидвинская крайне низок, здесь встречаются только единичные кристаллы алмаза. Практического интереса в настоящее время туфогенно-осадочная толща не представляет, но она имеет весьма значительную мощность до 123,5 м [6]. Хотя в южном подводном канале в породах жерловой фации возможно выявление столбов с высококачественными кристаллами по своим содержанием близкими к промышленным.

В целом, возможность выявления в пределах Ижемского поля тела с промышленным уровнем алмазности представляется весьма низкой.

Кепинское поле

Кепинское кимберлитовое поле состоит из 9 групп кимберлитов и родственных им пород, объединяющих 24 тела пикрит-кимберлитовой формации, локализуемых в пределах Шочинской, Чернозерской, Верхотинской, Котугской и Мегра-Кепинской зон кимберлитоконтролирующих разломов. Распределение тел по группам следующие: Шочинская – трубки Шоча северная и южная; Чернозерская – трубка 441; Восточновехотинская – тело 734; Кепинская – трубки Октябрьская, Русалка, Победа и 496; Солянская – трубки Сухая, 711 и 713; Пачугская – трубки Котуга, Солоха, 688, Степная, 840, тело 695, силлы Солозеро и 697; Ключевая – трубки Юраская, Ключевая и силлы Звездочка; Мегорская – трубка Мегорская; Ольгинская – трубка Ольгино. В пределах этого поля в настоящее время обнаружено только одна промышленно алмазносная трубка.

Месторождение имени В. Гриба состоит из одной трубки Чернозерской группы Кепинского поля. Трубка 441 имеет сложное строение и состоит из кратерной и жерловой частей. Кратерная часть трубки заполнена туфогенно-осадочной толщей пород верхнедевонского возраста, состоящей из 4 туфовых и песчаных пачек пород, для каждой из пачек туфогенно-осадочной толщи характерен различный уровень алмазности.

В плане на поверхности вендских пород трубка 441 представляет собой тело изометричной формы, субмеридиональной ориентировки, которая подчеркивается наличием двух дайкообразных выступов ранней стадии формирования трубки в северной и южной части. Эти дайкообразные выступы сложены ранней кимберлитовой ксенотуфобрекцией. В верхней части они перекрыты туфогенно-осадочной толщей. Собственно жерловая часть трубки сложена двумя столбами массивных порфировых кимберлитов и столбом поздней ксенотуфобрекцией различного уровня алмазности.

По уровню алмазности, 2,94 кар/т [7, 8], некоторых разновидностей слагающих ее пород, эта трубка относится к высокоалмазносным трубкам. По своим размерам на поверхности вендских отложений около 15 га трубка имени В. Гриба принадлежит к крупным. Запасы алмазов в ней достигают

43 млн. карат, при оценочной стоимости очень ограниченной партии алмазов в 74 \$ за карат [8]. Стоимость алмазов из месторождения имени В. Гриба оценивается в 4 млрд. долларов [7].

Сложное внутреннее строение трубки определяет сложный характер ее алмазности. По данным Archangel Diamond Corporation [8] содержание алмазов в трубке 441 варьирует весьма значительно, в зависимости от типа пород (табл. 8).

Таблица 8

Содержание алмазов в трубке им. В.П. Гриба [7, 8]

| Часть трубки | Содержание алмазов, карат на 100 тонн (>1 мм) |
|--------------|---|
| Кратер | 37 |
| Жерло | 138 |
| Среднее | 71 |

Трубка 441 перекрыта толщей отложений четвертичного и средне - верхнекаменноугольного возраста мощностью около 70 метров. Мощность отложений туфогенно-осадочной толщи в кратерной части, состоящей из четырех пачек пород, в среднем варьирует от 90 до 120 метров.

Жерловая часть трубки сложена тремя разновидностями пород. Кимберлитовая ксенотуфобрекция самого раннего этапа формирования трубки слагает два дайкообразных выступа в северной и южной части трубки. Северо-западную и юго-восточную часть трубки выполняют два столба кимберлитовых пород. Западный столб сложен взрывной фазой кимберлитов, ксенотуфобрекцией, представляющий собой реликтовый останец в висячем борту трубки. Восточный столб сложен порфировым кимберлитом, который заполняет в нижней части трубки, всю ее полость, а непосредственно под туфогенно-осадочной толщей в верхней части жерла трубки замещает столб ксенотуфобрекцией. Причем, восточный столб более молодой по возрасту и внедрялся позднее, чем западный столб. Каждая из разновидностей пород обладает своим уровнем алмазности. Уровень алмазности ксенотуфобрекции жерловой части гораздо ниже, чем в порфировом кимберлите и не превышает 0,5-0,7 кар/т. Алмазность ксенотуфобрекции, слагающей дайкообразные выступы значительно ниже, чем уровень алмазности ксенотуфобрекции жерловой части. Уровень алмазности пород жерловой части в целом достигает 2,94 кар/т [7], а алмазов размером +1 мм - 2,51 кар/т [7].

Параметры алмазности трубки им. В. Гриба получены по данным достаточно представительного кернового и крупнообъемного опробования. Представительность кернового опробования подтверждена крупнообъемными пробами. Обогащено 85 крупнообъемных проб массой 1031,5 т из 7 скважин большого диаметра 960-560 мм (шурфоскважин) [9].

Из керновых и крупнообъемных проб было извлечено более 28 тысяч кристаллов алмаза [9].

Таблица 9

**Гранулометрическая характеристика алмазов из пород кратерной и жерловой фаций
(в процентах по весу и количеству кристаллов) [9]**

| Пачки, фазы внедрения, типы пород | по массе | | | | по количеству кристаллов | | | |
|--------------------------------------|----------|-------|-------|--------|--------------------------|------|-------|--------|
| | -8+4 | -4+2 | -2+1 | -1+0.5 | -8+4 | -4+2 | -2+1 | -1+0.5 |
| Кратерная фация. всего | 15,88 | 23,02 | 39,71 | 21,40 | 0,28 | 1,86 | 25,14 | 72,73 |
| Брекчия осадочных пород | 0,00 | 0,00 | 62,62 | 37,37 | 0,00 | 0,00 | 23,64 | 76,36 |
| Песчаник | 0,00 | 9,89 | 61,07 | 29,04 | 0,00 | 0,75 | 30,60 | 68,66 |
| Туф | 0,00 | 37,81 | 38,98 | 23,20 | 0,00 | 2,75 | 24,77 | 72,48 |
| Туфопесчаник | 43,61 | 17,18 | 22,08 | 17,14 | 0,97 | 0,97 | 17,87 | 80,19 |
| Туффит | 12,31 | 23,73 | 43,93 | 20,04 | 0,23 | 2,30 | 27,59 | 69,89 |
| в том числе по пачкам: | | | | | | | | |
| первая пачка | 0,00 | 32,81 | 44,36 | 22,82 | 0,00 | 2,34 | 25,45 | 72,21 |
| вторая пачка | 44,24 | 3,99 | 31,04 | 20,73 | 0,86 | 0,43 | 22,75 | 75,97 |
| третья пачка | 35,81 | 14,41 | 33,01 | 16,77 | 0,88 | 1,77 | 26,55 | 70,80 |
| четвертая пачка | 0,00 | 0,00 | 89,90 | 10,10 | 0,00 | 0,00 | 60,00 | 40,00 |
| Жерловая фация. всего: | 4,90 | 32,91 | 43,00 | 19,20 | 0,07 | 2,65 | 25,98 | 71,30 |
| Туфо- и ксенотуфобрекчия | 0,00 | 31,73 | 45,27 | 23,00 | 0,00 | 2,74 | 24,68 | 72,58 |
| Кимберлит | 5,51 | 33,05 | 42,72 | 18,72 | 0,08 | 2,64 | 26,17 | 71,11 |
| Всего по трубке: | 6,80 | 31,00 | 42,75 | 19,45 | 0,11 | 2,52 | 25,88 | 71,49 |

Таблица 10

Средняя масса кристаллов алмаза (мг) по классам крупности и разновидностям пород [6]

| Разновидности пород, фации | Классы крупности, мм | | | |
|----------------------------|----------------------|-------|------|--------|
| | -8+4 | -4+2 | -2+1 | -1+0.5 |
| Кратерная фация. всего | 182,4 | 39,67 | 5,05 | 0,94 |
| в том числе: | | | | |
| песчаники | - | 33,52 | 5,05 | 1,07 |
| туфопесчаники | 185,98 | 73,25 | 5,09 | 0,88 |
| туффиты | 175,25 | 33,79 | 5,21 | 0,94 |
| туфы | - | 41,06 | 4,70 | 0,96 |
| брекчии осадочных пород | - | - | 4,44 | 0,82 |
| Жерловая фация | | | | |
| Туфо-ксенотуфобрекчии | - | 34,11 | 5,41 | 0,93 |
| Кимберлиты | 237,29 | 44,04 | 5,74 | 0,93 |

Месторождение им. В. Гриба является сложным по морфологии и истории образования. Кимберлитовая трубка сформирована в 2 этапа и представлена, соответственно, двумя фациями пород, жерловой и кратерной. Жерловая фация сложена двумя основными магматическими разновидностями пород: ксенотуфобрекчией, порфиловым кимберлитом. Они имеют различную степень алмазности, которая обусловлена, главным образом, различным содержанием в них ксеногенного материала вмещающих пород и содержанием глубинного мантийного материала. Кратерные отложения сложены туфогенно-осадочными и осадочными породами, алмазность которых напрямую связана с содержанием туфового материала.

Относительные содержания алмазов в различных типах пород составляют: в целом по трубке – 100%, в кимберлитах жерла – 169%, в туфо- и ксенотуфобрекчиях – 57,5%, в породах кратерной фации в целом – 42,5 %, в песчаниках – 11,4 %, в брекчии осадочных пород – 25,3 % [9]. Гранулометрическая характеристика алмазов из пород кратерной и жерловой частей диатремы приведена в табл. 9.

По крупности кристаллов алмаза трубка им. В. Гриба относится к месторождениям с алмазами

средней крупности – 2 группа. По массе доминируют алмазы классов –4+2 и –2+1 мм. Их суммарная доля в целом по трубке составляет 73,75 %, а в породах жерловой части диатремы 73,77-77 %. Отмечается увеличение доли алмазов класса –8+4 мм в породах кратерной фации, почти в 3 раза по сравнению с кимберлитами жерла, при их отсутствии в туфо- и ксенотуфобрекчиях, что, вероятно, объясняется недостаточной представительностью опробования по данному классу [9].

Сведения о средней массе кристаллов алмаза (мг) в различных классах крупности по разновидностям пород приведены в табл. 10 [9].

Средние массы зерен алмаза класса –1+0,5 мм для всех разновидностей пород близки между собой. По остальным классам средние массы кристаллов алмаза из кимберлитов несколько выше, чем из туфо- и ксенотуфобрекчии и пород кратерной фации.

По гранулометрическим характеристикам алмазы из трубки им. В. Гриба близки к месторождению им. М.В. Ломоносова [9].

В целом, для трубки 441 выстраивается ряд пород по увеличению уровня алмазности от более ранних фаз к более поздним фазам: ксенотуфобрекчия дайковой части → ксенотуфобрекчия

Содержание алмазов в кимберлитовых и пикритовых трубках Кепинского поля

| Название трубок и групп трубок | Содержание алмазов в условных единицах | Название трубок и групп трубок | Содержание алмазов в условных единицах |
|--------------------------------|--|--------------------------------|--|
| Восточноверхотинская группа | | Шочинская группа | |
| Силл 734 | 2,4 | Шоча северная | Ед. зн. |
| Пачугская группа | | Шоча южная | Ед. зн. |
| 688 | 4,8 | Кепинская группа | |
| Стенная | 4,5 | Октябрьская | Ед. зн. |
| Солоха | Ед. зн. | Победа | Ед. зн. |
| Котуга | Не обн. | 496 | Ед. зн. |
| Силл Солозеро | Ед. зн. | Русалка | Не обн. |
| Силл 697 | Ед. зн. | Ольгинская группа | |
| 695 | Ед. зн. | 651 Ольгино | Ед. зн. |
| 840 | Ед. зн. | Соянская группа | |
| Ключевая группа | | 740 Сухая | Не обн. |
| Юрасская | 9,5 | 711 | Ед. зн. |
| Ключевая | 1,7 | 713 | Ед. зн. |
| Мегорская группа | | | |
| Мегорская | 3,0 | | |

ранней фазы жерловой части → порфиновый кимберлит поздней фазы жерловой части.

Подобный характер увеличения алмазоносности разновидностей кимберлитовых пород в пределах отдельной трубки от ранних фаз к более поздним фазам типичен, как для многих кимберлитовых месторождений мира, так и для кимберлитов Якутии. Исключение составляют лампроиты Австралии, для которых характерно падение уровня алмазоносности при переходе от ранних эксплозивных фаз внедрения лампроитов, так называемых «песчаных» лампроитов, к более поздним фазам, магматическим лампроитам.

Алмазоносность пород туфогенно-осадочной толши кратерной части трубки 441 весьма изменчива и достигает уровня около 1 кар/т в туфовых разностях, опускаясь до 0,1-0,01 кар/т в песчаных пачках пород с низким содержанием магматического материала. В целом, при уровне алмазоносности 0,37 кар/т [7] туфогенно-осадочную толщу кратера можно считать забалансовой, учитывая значительную мощность перекрывающих ее пород и наличие среди них водообильных доломитов средне и верхнекаменноугольного возраста.

Залегание, продуктивной части, месторождения имени В. Гриба на глубине около 160-190 метров, близость ее к речной системе река Кукомка – озеро Черное – озеро Нижнее Ернозеро позволяет предположить, что наиболее оптимальным способом разработки его может быть подземный способ разработки, позволяющий наиболее рационально подойти к сохранению уникальной окружающей среды Зимнего Берега.

Кимберлиты Восточноверхотинской и Пачугской групп значительно уступают кимберлитам трубки 441 по уровню алмазоносности (см. табл. 8), который превышает их в 40-140 раз. Так силлы 734 сложены порфиновым кимберлитом с убогой алмазоносностью. Трубка 688 сложена двумя фазами кимберлитовой ксенотуфобрекчии, причем, ранняя

фаза содержит только единичные кристаллы, а более поздняя фаза обладает убогой алмазоносностью. Трубки Солоха и Котуга полностью сложены столбами кимберлитовой ксенотуфобрекчии, в первой обнаружены единичные кристаллы алмаза, а во второй они не были обнаружены. Во всех этих трубках среди пиропов доля оранжевых пиропов эклогитового парагенезиса достигает 40 %, по сравнению с трубкой 441, в которой 97-99 % всех пиропов ультраосновного парагенезиса.

Силлы кимберлитов содержат единичные кристаллы алмазов, что, с нашей точки зрения, свидетельствует о высокой потенциальной алмазоносности кимберлитов Кепинского поля.

Пикриты Кепинского поля в большинстве своем убогоалмазоносны, имеют небольшие параметры и в качестве возможных промышленных объектов их рассматривать нецелесообразно (табл. 11). Так наиболее богатая из пикритовых трубок, трубка Юрасская сложена столбом поздней ксенотуфобрекчии, параметры которого резко уменьшаются с глубиной. В трубке Ключевая выделяются два столба, ксенотуфобрекчии и автолитовой брекчии, причем столб автолитовой брекчии обладает несколько более высокой алмазоносностью, но имеет небольшие параметры. Трубка Мегорская полностью сложена столбом ксенотуфобрекчии.

Туфогенно-осадочные толщи, развитые над трубками Мегорская, Ключевая и Юрасская, содержат только единичные кристаллы алмазов, имеют редуцированное строение и состоят из осадочных пород с редкими маломощными прослоями туфов.

Для пород Кепинского поля прослеживаются те же закономерности изменения алмазоносности, что и для пород Золотицкого поля. Интрузивные фазы более богаты алмазами, чем эксплозивные. Более поздние эксплозивные фазы обогащены алмазами по отношению к ранним фазам. Единственное различие заключается в том, что фазы порфиновых кимберлитов гораздо более богаты алмазами, чем автолитовые кимберлитовые брекчии.

В целом для кимберлитовых пород разных серий, пикрит-кимберлитовой и мелилит-кимберлитовой, характерен различный ряд алмазонасности пород внутри диатрем. В кимберлитах пикрит-кимберлитовой серии продуктивная алмазонасность связана с поздними интрузивными фазами, юрфировыми кимберлитовыми брекчиями. В то время как в кимберлитах мелилит-кимберлитовой серии продуктивная алмазонасность связана с промежуточными (срединными) интрузивными фазами, автолитовыми кимберлитовыми брекчиями.

Зональность алмазонасности

Для Зимнего Берега типична площадная и временная зональность кимберлитовых формаций, групп и отдельных тел.

Изучение площадного характера распределения алмазонасности в пределах Зимнего Берега показывает симметричный характер распределения по площади района алмазонасных вулканических пород. Этот симметричный характер алмазонасности обусловлен, вероятно, с одной стороны - симметричным строением мантийного субстрата на территории Зимнего Берега. С другой стороны - увеличением содержания в породах глубинного материала и особенностями дифференциации образовавшихся расплавов. А также, в какой-то мере, уменьшением глубинности магмогенерации кимберлитов пикрит-кимберлитовой серии по сравнению с кимберлитами мелилит-кимберлитовой [2].

Региональная линейная зональность Зимнего Берега выражается в наличии как вертикальной, так и горизонтальной зональности. Вертикальная региональная зональность отражает смену наиболее глубоких кимберлитов мелилит-кимберлитовой серии менее глубинными кимберлитами пикрит-кимберлитовой серии. Горизонтальная региональная зональность наблюдается в направлении с запада на восток от границы Балтийского щита и Русской плиты к центру Мезенской синеклизы в виде смены кимберлитов мелилит-кимберлитовой серии Золотицкого поля кимберлитами пикрит-кимберлитовой серии Кепинского поля, и далее, оливиновыми долерит-базальтами Соянского поля, щелочными базальтами Пинежского поля и толеитовыми траппами долерит-базальтовой формации.

Зональность проявлена и на более детальном (поле, группа) уровне строения, как Золотицкого, так и Кепинского поля, и характеризуется зеркальным типом симметрии относительно их центров.

В пределах Золотицкого поля в направлении на юг и восток от Золотицкой группы алмазонасные кимберлиты сменяются группами пикритовых тел. С севера на юг соответственно убогоалмазонасными пикритами Ижемского поля. С запада на восток кимберлиты сменяются убогоалмазонасными пикритами Верхотинской и Суксомской группы. Причем в направлении с севера на юг глубинность пикритовых пород сменяется резче, чем в направлении с запада на восток.

Тот же самый характер линейной зональности отмечается и для алмазонасной Золотицкой группы. Только в отличие от Золотицкого поля в целом, здесь фиксируется два центра алмазонасности в виде Центрального (трубка им. Ломоносова) и Южного куста (трубки Снегурочка, Архангельская, им. Карпинского 1, им. Карпинского 2, Пионерская, Поморская) кимберлитовых тел. В направлении на север алмазонасный Центральный куст сменяется убогоалмазонасным Северным кустом (трубки Кольцовская, Белая, Первомайская).

Линейный характер алмазонасности Южного куста подчеркивается сменой с запада на восток среднеалмазонасной Западной цепочки (трубки им. Карпинского 1, им. Карпинского 2, Пионерская, Архангельская) тел на слабоалмазонасную Восточную цепочку (трубки Снегурочка, Поморская) тел.

В пределах Западной цепочки фиксируется два центра алмазонасности. Южный центр наблюдается в виде двух среднеалмазонасных трубок: им. Карпинского 2 и Архангельская, а северный центр отражается в виде одной среднеалмазонасной трубки Пионерская. Оба эти центра алмазонасности разделены слабоалмазонасной трубкой им. Карпинского 1.

Уровень алмазонасности каждого конкретного алмазонасного тела, с одной стороны, определяется наличием и объемом столбов среднеалмазонасной автолитовой брекчии, разделенных столбами слабо и убогоалмазонасной ксенотуфобрекчии в жерловой части трубки, а, с другой стороны, наличием убого и слабоалмазонасной туфогенно-осадочной толщи в кратерной части трубки.

Алмазонасность столбов автолитовой брекчии и ксенотуфобрекчии, с одной стороны, носит хаотичный характер, как в горизонтальном, так и в вертикальном разрезе, а, с другой стороны, отвечает концентрической зональности, обусловленной увеличением концентрации алмазов в ядерных частях рудных столбов и разубоживанием в краевых частях кимберлитовых столбов за счет ксеногенного материала вмещающих пород.

Алмазонасность Кепинского поля носит более сложный характер. С нашей точки зрения он отражает наличие трех центров алмазонасности: одного в качестве высокоалмазонасной Черноозерской группы, второго и третьего в виде прогнозируемых центров в пределах Пачугской и Восточно-верхотинской группы.

В направлении на север от Черноозерской группы алмазонасные кимберлиты (трубка 441) сменяются убогоалмазонасными пикритами Мегорской группы. На юг кимберлиты Черноозерской группы сменяются пикритами Кепинской группы.

На юг от убогоалмазонасных кимберлитов Восточноверхотинской группы (силлы 734) происходит их замена убогоалмазонасными пикритами Соянской группы.

Слабоалмазонасные кимберлиты Пачугской группы на запад сменяются убогоалмазонасными

Распределение алмазов по ювелирным разностям в кимберлитах Зимнего Берега

| Формация, комплекс | Σ кар | Ювелирные кристаллы, % m | | |
|----------------------------------|---------|--------------------------|-------------|-------------|
| | | всего | 1 категория | 2 категория |
| Мелилит-кимберлитовая | 46,55** | 44* | 10*** | 34*** |
| Пикрит-кимберлитовая | 74* | 33*** | 8*** | 25*** |
| Альенит-кимберлит-карбонатитовый | - | 38,5*** | 9*** | 29,5*** |

* - месторождение им В. Гриба [8], ** - средняя цена алмазов по классу +3 у.с.к. составляет 46,55 долл/кар. [10], *** - авторская оценка

пикритами Ключевой группы, на север убогоалмазоносными пикритами Кепинской группы. Северный Котугский куст кимберлитов (трубки Котуга и Солоха) и Центральный Озерный куст кимберлитов (трубки 688 и Степная) разделены Солозерским кустом пикритовых тел (трубка и силлы 695, силлы Солозера). На юг Озерный куст кимберлитов сменяется Южным кустом пикритовых тел (трубка 840). Характер алмазоносности Пачугской группы тел позволяет предположить возможность обнаружения в ее пределах неизвестного продуктивного тела небольших размеров.

В целом для Зимнего Берега характерен переход от линейного типа распределения алмазоносности на региональном уровне (поле, группа, куст, цепочка тел) к зональному распределению алмазоносности на локальном уровне (трубка, рудный столб).

Временная зональность алмазоносности Зимнего Берега выражается в смене наиболее древних убогоалмазоносных пикритовых и слабоалмазоносных кимберлитовых пород в пределах полей обеих изученных серий пород более молодыми средне и высокоалмазоносными кимберлитами. Так месторождение имени М.В. Ломоносова и месторождение имени В. Гриба являются самыми молодыми в своих сериях пород и завершают магматический цикл на Зимнем Берегу. Это подтверждается отсутствием в них ксенолитов до верхне девонского возраста и широким развитием ксенолитов с девонской флорой, а также широким развитием в остальных трубках (убогоалмазоносные пикриты и слабоалмазоносные кимберлиты) ксенолитов среднего девона, силура, ордовика и кембрия с многочисленными остатками флоры и фауны.

Соотношение уровней алмазоносности пород разных серий

Уровни алмазоносности кимберлитов разных серий значительно отличаются друг от друга. Наиболее продуктивные кимберлиты отмечены в пределах Кепинского поля (месторождение им. В. Гриба). Отношение уровня алмазоносности столбов кимберлитов месторождения имени В. Гриба и столбов кимберлитов месторождения имени М.В. Ломоносова колеблется в диапазоне 10,1-4,2:1. Для наиболее богатых столбов автолитовых брекчий месторождения имени Ломоносова оно снижается до уровня 2:1 по отношению к наиболее богатому столбу кимберлита из месторождения им. В. Гриба.

Слабоалмазоносные и убогоалмазоносные кимберлиты обеих серий весьма близки между собой по уровню алмазоносности. Пикриты обеих серий также весьма близки между собой по уровню алмазоносности и, как правило, убогоалмазоносны или неалмазоносны.

Анализ алмазов из разных серий показывает на увеличение доли ювелирных разностей алмазов в кимберлитах мелилит-кимберлитовой серии по сравнению с алмазами из кимберлитов пикрит-кимберлитовой серии Зимнего Берега (табл. 12).

Оценка кристаллов из месторождения им. В. Гриба явно завышена, так как сформировалась на основе оценки специально подобранной крайне малой партии алмазов крупных классов. В любом случае, их стоимость будет на 15-20% ниже стоимости алмазов из месторождения им. М.В. Ломоносова, учитывая большое количество сингентичных и эпигенетических включений и большую напряженность кристаллов, связанную с более широким развитием пластических деформаций.

Среди алмазов из месторождения им. М.В. Ломоносова преобладают кристаллы ромбодекаэдрического и тетрагексаэдрического габитуса, на долю которых приходится 80%. Около 75% алмазов прозрачны и 60% бесцветны. Среди окрашенных алмазов преобладают кристаллы серого (20%), дымчато-коричневого (10%) и желтого (6%) цветов. В среднем 40-45% алмазов без трещин или содержат единичные трещины.

Содержание алмазов ювелирного качества Gem и NearGem варьирует от 47,5% в трубках им. Карпинского 1 и Карпинского 2 до 57,3% в трубке Поморская, причем, для трубки Поморская характерно наличие повышенного количества бесцветных прозрачных алмазов высокого ювелирного качества. Среди алмазов трубки Карпинского 2 встречаются ювелирные алмазы красивого зеленого цвета. Среди изученных алмазов отмечаются алмазы высокого технического качества Industrial в объеме около 1% и алмазы для специальных технических целей в объеме около 0,2%.

По оценочным данным стоимость алмазов месторождения имени М.В. Ломоносова достигает 12 млрд. долларов, а алмазов месторождения имени В. Гриба около 4 млрд. долларов. Суммарная стоимость алмазов Зимнего Берега достигает 16 млрд. долларов. Причем, наиболее оптимальным решением представляется создание единого горно-обогатительного комбината в пределах Зимнего Берега, который эксплуатировал бы оба месторождения.

Резюме

Анализ алмазности Зимнего Берега показывает, что она носит очень сложный характер, обусловленный:

1) пространственным совмещением в его пределах четырех полей, Золотицкого, Кепинского, Ижемского и Мельского, принадлежащим породам разных кимберлитовых серий, образовавшихся в пределах единого герцинского тектономагматического цикла;

2) принадлежностью алмазносных кимберлитов к генетически различным вулканическим поодам, натрового (мелилит-кимберлитовая серия) и алиевого (пикрит-кимберлитовая и карбонатит-кимберлитовая серия) типа щелочности;

3) разной глубиной мантийных очагов образования кимберлитов Золотицкого и Кепинского поля, причем, предполагается, что глубина заложения кимберлитов Золотицкого поля несколько выше, чем кимберлитов Кепинского поля;

4) сложным строением кимберлитовых тел, обусловленным длительными и многоактными эксплозивными и интрузивными процессами кимберлитового вулканизма и разным уровнем алмазности фаз внедрения;

5) наличием сложено построенных туфогенно-осадочных толщ в кратерных частях трубок, обладающих пониженной алмазностью по сравнению с породами жерловых частей трубок.

ЛИТЕРАТУРА

Щукин В.С., Колодыко А.А., Саблуков С.М. и др. Поздневендский магматизм на Юго-Восточном Беломорье Архангельской области // Глубинный магматизм, магматические источники и проблемы плюмов:

- Матер. Междунар. совещ. – Владивосток, 2002. – С. 151-165.
2. Клемент С.Р., Скиннер Э.М., Хоторн Дж.Р., Бристоу Дж.В. Распределение и временные связи кимберлитов и родственных пород в Южной Африке // Глубинный магматизм и эволюция литосферы Сибирской платформы: Международный полевой семинар. – Новосибирск, 1990. – С. 60-61.
 3. Пруссакова Н.А. Геолого-геофизическая прогнозно-поисковая модель Зимнебережного кимберлитового поля: Дисс. ... канд. геол.-минерал. наук. – М., 2004. – 165 с.
 4. Соболев В.К. Проблема коренных источников округлых алмазов (природа и особенности поисков по минералам-индикаторам на примере территории Архангельской области) // Геология и полезные ископаемые севера Европейской части СССР. – М., 1991. – С. 68-100.
 5. Саблуков С.М. Вулканизм Зимнего Берега и петрологические критерии алмазности кимберлитов: Дисс. ... канд. геол.-минерал. наук. – М., 1995. – 228 с.
 6. Еременко А.В. Особенности геологического строения, вещественного состава и геодинамика формирования трубок взрыва Ижмозерского поля Архангельской алмазносной провинции: Дисс. ... канд. геол.-минерал. наук. – М., 2004. – 224 с.
 7. Кириллин А.Д., Кириллин О.А., Кириллин Г.А. Мировой алмазный рынок. – М., 1999. – 397 с.
 8. Archangel Diamond Corporation. Developing Russia's Largest Gem Quality Diamond Discovery. – Archangel, 1996. – P 12.
 9. Веричев Е. М. Геологические условия образования и разведка месторождения алмазов им. В. Гриба: Дисс. ... канд. геол.-минерал. наук. – М., 2002. – 222 с.
 10. Bezborodov S.M., Verzhak V.V., Gerasimchuck A.V. et al. Diamond exploration and mining in north-west of Russia: 4th Fennoscandian exploration and mining. Final Program and Event Document. – Rovaniemi, 2003. – P. 279-304.

УДК 552.2:553.411 (470.323)

ПРОЯВЛЕНИЯ ГИДРОТЕРМАЛЬНО-МЕТАСОМАТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СИНКЛИНОРНЫХ СТРУКТУРАХ КМА (СХЕМА ВОЗРАСТНОГО РАСЧЛЕНЕНИЯ; ОЦЕНКА ЗОЛОТООБОГАТЕННОСТИ)

Ю.С. Ляховкин

Воронежский государственный университет

На базе онтогенетического анализа стратифицируемых и интрузивных образований раннего протерозоя разработана схема последовательности гидротермальных событий в двух самых крупных синклинорных зонах КМА. Приведены критерии различия пяти возрастных групп метасоматитов, жильных гидротермалитов, генетически связанных с проявлениями раннепротерозойского вулканизма, регионального метаморфизма, тектоно-магматической активизации консолидированных толщ нижнего протерозоя. Дана прогнозная оценка разновозрастных метасоматитов на промышленное золотое оруденение. Обращено внимание на проблемы, возникшие при увязке схемы гидротермально-метасоматической деятельности со схемой магматизма КМА.

Введение

В 1960 г. в Старо-Оскольском районе КМА получены важные предпосылки для поисков месторождений золота в метаконгломератах базального

горизонта курской железорудной серии. В 1961-1965 гг. выявлено три стратиформных рудопроявления золота, что сориентировало дальнейшие геологоразведочные и научно-исследовательские работы в направлении перспективной оценки территории на