

УДК 553.81.553.068(471.501)

Ф. В. КАМИНСКИЙ, Р. Г. ГЕВОРКЯН

НЕКИМБЕРЛИТОВЫЕ ПЕРВОИСТОЧНИКИ АЛМАЗОВ

За последние несколько лет площадь находок алмазов сильно расширилась. Алмазы найдены в Казахстане, Армении, на Камчатке; причем в ряде случаев обнаружение алмазов в тех или иных районах и породах не согласуется с традиционными представлениями об их генезисе, в частности — с представлениями о том, что единственным генетическим типом коренных месторождений алмазов являются кимберлитовые тела, развитые в пределах древних платформ.

Мысли о том, что алмазы могут встречаться не только в кимберлитовых породах, высказывались и раньше. Эту идею предлагали канадские геологи [16], затем, на основании изысканий в Саянах, — М. Ф. Шестопалов [15]. В. С. Трофимовым [13] был даже выделен особый «канадский тип» месторождений алмазов в перидотитах, что, однако, вызвало ряд возражений [7]. К заключению о некимберлитовом происхождении алмазов орогенных областей пришел на основании исследований уральских алмазов А. А. Кухаренко [4]. Долгое время существовала значительная неопределенность в этом вопросе, обусловленная, с одной стороны, недостоверностью или неподтвержденностью первых находок алмазов в перидотитах и, с другой стороны, сосредоточением практических и научно-исследовательских работ на кимберлитах.

Наличие в этом вопросе весьма интересных и нерешенных явлений, а также находки в последнее время алмазов в перидотитах, эклогитах, базальтах побуждают нас вновь поставить вопрос о возможных некимберлитовых первоисточниках алмазов.

Алмазы из россыпей в орогенных областях

Многие десятилетия известны россыпи алмазов в орогенных областях альпийского и герцинского возраста: в Западно-Тихоокеанском (Калимантан, Суматра, Ява, Таиланд) и Восточно-Тихоокеанском (хребты Сьерра-Невада и Каскадные горы) поясах, в Анналачах, в Восточно-Австралийской складчатой области, на Урале в СССР.

Данные по физическим свойствам и морфологии алмазов этих россыпей носят отрывочный характер и не дают возможности их систематизировать. Установлено, что в большинстве случаев кристаллы округлы, имеют обычно октаэдрический габитус, во многих случаях окрашены (чаще всего в желтоватый цвет). В штате Новый Южный Уэльс (Восточная Австралия) найдено несколько зерен карбонадо.

Наиболее специфическим признаком алмазных россыпей орогенных областей является комплекс минералов-спутников алмаза. Как правило, все россыпи разрабатываются попутно с извлечением золота (которое обычно отсутствует в платформенных россыпях алмазов); сопутствующими минералами являются платина, осмистый прирдит, лаурит (суль-

фид рутения), корунд (сапфир), хромит, шпинель, циркон, реже гранат алмазидинового состава, немагнетизальный ильменит и другие.

Все эти минералы не характерны для кимберлитовой ассоциации, а первые из перечисленных обычно связаны с гипербазитами. Поэтому естественно искать связь алмазов россыпей орогенных зон с ультраосновными породами и анализ геологической ситуации подтверждает наличие такой связи. В большинстве случаев золото-алмазные россыпи пространственно связаны с крупными массивами (о-в Калимантан) и поясами перидотит-серпентинитовых пород (Тихоокеанское побережье Северной Америки, крупнейший пояс Аппалачей, Восточная Австралия, Урал).

В одном из районов — на юго-востоке о-ва Калимантан — установлена алмазность «кимберлитоподобных» брекчий хребта Бобарис, которые считаются источниками алмазов этого района [19]. В связи с тем, что некоторыми исследователями эти породы параллелизуются с кимберлитовыми породами и даже относятся к таковым (приводясь в качестве «доказательства» возможного распространения кимберлитовых трубок в орогенных областях), кратко остановимся на их характеристике. Здесь известны две «трубки» — Хауэран и Памали, сопряженные с серпентинитами, причем вторая почти целиком залегает среди этих пород. Характеристика этих тел как «трубок», судя по материалам Ван Беммелена [14], не может считаться твердо установленной: геологические материалы и степень изученности участков с равной степенью вероятности позволяют предполагать, что это — фациальные разновидности перидотитов и серпентинитов, связанные с ними постепенными переходами. Такие фациальные переходы от массивных серпентинитов или перидотитов к брекчированным формам автолитового характера не являются редкостью для гипербазитовых массивов, в частности, они наблюдались нами прошлым летом в Желтореченском массиве в Армении.

Еще одной важной особенностью брекчий Калимантана является полное несоответствие их минералогического и химического состава с составом кимберлитовых пород. Для калимантанских брекчий характерно присутствие, помимо оливина, никросена и роговой обманки и отсутствие гипоморфных минералов кимберлитов — граната-пирона, пикроильменита, хромдиоксида, флогопита, а также отсутствие включений типа пироновых перидотитов и эклопитов. Это выражается и в химическом составе пород: в брекчиях Памали, по сравнению с кимберлитовыми, содержится значительно больше кремнезема и глинозема и практически отсутствует калий (табл. 1).

Таким образом, предположения о том, что источниками алмазов в россыпях орогенных зон являются массивы и пояса гипербазитов-серпентинитов, можно считать вполне оправданным. Ряд находок алмазов (в том числе последних лет) непосредственно в гипербазитах укрепляет нас в этом мнении.

В Армении, вслед за случайной находкой двух крупных кристаллов алмаза [1], были предприняты систематические и планомерные поисковые работы в районе находки (склоны Базумского хребта и бассейн Известие. XXIX, № 2—3

Таблица 1

Химические составы брекчий о-ва Калимантан и кимберлитовых пород Якутии

| Оксиды | Брекчии Памали | Кимберлитовые породы Якутии (623 ан.) | Оксиды | Брекчии Памали | Кимберлитовые породы Якутии (623 ан.) |
|--------------------------------|-------------------|---|-------------------------------|-----------------------------|---|
| SiO ₂ | 38,30 | 27,64 | CaO | 10,83 | 14,13 |
| TiO ₂ | 0,17 | 1,65 | Na ₂ O | 0,25 | 0,23 |
| Al ₂ O ₃ | 6,09 | 3,17 | K ₂ O | 0,00 | 0,79 |
| Cr ₂ O ₃ | 0,56 | 0,14 | P ₂ O ₅ | 0,04 | 0,55 |
| Fe ₂ O ₃ | 6,01 | 5,40 | S общ. | 0,14 | 0,24 |
| FeO | 4,47 | 2,75 | CO ₂ | 0,28 | 10,84 |
| NiO | 0,13 | 0,11 | H ₂ O | 8,85 | — |
| MnO | 0,09 | 0,13 | H ₃ O ⁺ | 1,42 | 7,89 |
| MgO | 22,56 | 24,31 | | | |
| | | | Сумма Источник | 100,19 Трофимов, [14] | 100,00 Изукин и Луца, [2] |

р. Дзорагет), а также вдоль офиолитовых поясов Армении. В итоге проведенных исследований было обнаружено около трех десятков кристаллов мелких алмазов [5, 9]. Преобладающая часть кристаллов была найдена в аллювии рек бассейна р. Дзорагет, размывающих расположенные в верховьях массивы гипербазитов. А на последнем этапе работ (1975—1976), с помощью винтового шлюза и методики ЦНИГРИ—силошного химвыщелачивания были выявлены мелкие алмазы на северо-восточном побережье оз. Севан в непосредственной близости от Джильского массива серпентинитов, а также в коренных брекчированных перидотитах верховьев р. Дзорагет.

Последние находки алмазов на Севанском и Дзорагетском участках показали очевидную связь их с массивами ультраосновных пород вдоль всего Амасия-Севано-Акеринского гипербазитового пояса.

Все указанные мелкие зерна алмаза обнаружены в материале крупностью 1,0—0,65 мм. Размеры зерен находятся в пределах 0,1—0,3 мм. Кристаллы представлены различными морфологическими типоморфными индивидуумами [1]. Первоначальный объем обрабатываемых проб из россыпей не превышал 1 м³. Изученные кристаллы алмаза были извлечены методами пенной флотации и винтового шлюза с последующей химической обработкой концентрата по общей схеме, разработанной в ЦМР (Симферополь), а также по методике силошного химвыщелачивания ЦНИГРИ.

Наше внимание при проведении поисков было сосредоточено на двух важных обстоятельствах:

1. Число мелких алмазов значительно превышает количество крупных, а, следовательно, вероятность обнаружения и констатация алмазности в несколько раз выше. Это особенно важно в каждом новом и плохо изученном районе на начальном этапе работ.

2. Установление алмазности аллювиальных отложений рек, размывающих гипербазитовые массивы, расположенные по всей полосе структурно-офиолитовых зон Армении (Севано-Амасийская, Приарак-

инская), могло бы расширить возможности прогнозирования также и в пределах ряда районов страны с предполагаемыми неккимберлитовыми источниками алмазов.

Алмазы в гипербазитах

Сведения о находках алмазов в гипербазитах содержатся как в работах первой половины века, так и получены в последнее время. Прежде всего, следует указать на данные О. Штуцера [22] о находке в бассейне р. Саравак (юго-восточный Калимантан) гальки серпентинита с алмазом. Эти данные до сих пор не опровергнуты, но и не подтверждены. Однако нет оснований считать их ошибочными.

Менее достоверны сведения о находках алмазов в измененных перидотитах массива Туламы (1,6×4,8 км, штат Британская Колумбия, Канада), которые были приурочены к хромитовым сегрегациям [16]. Ревизионное опробование не подтвердило этих находок [17], а позднее выяснилось, что за алмаз принимался периклаз, образовавшийся при термической обработке первых проб [23].

Сложнее обстоит дело с находкой в 30-х годах алмазов в Китайских Альпах (Восточный Саян), в маломощных (10—15 см, иногда до 10 м) жилах, сложенных брекчированными перидотитами со значительным содержанием аморфного углерода [15]. В послевоенные годы, основываясь на материалах ревизионного опробования, Н. П. Михайлов и Е. Д. Полякова [7] заключили, что в Саянах за алмазы принимались карбиды, получившиеся при подготовке первых проб для химического разложения. Но это заключение вряд ли можно считать окончательным, поскольку М. Ф. Шестопаловым приводится ряд характеристик кристаллов, свойственных только алмазу: изотропность, величина показателя преломления 2,36—2,39, сгорание в струе кислорода при температуре 700—800°C без твердого остатка и, наконец, повышенная твердость минерала не только по сравнению с корундом, но и с карборундом. Было бы желательно провести повторную ревизию находок М. Ф. Шестопалова.

В 50-х годах Н. М. Успенским, по устному сообщению А. А. Кухаренко, в перидотитах Каменушинского массива на Урале был найден небольшой кристалл алмаза осколочной формы.

В последние годы поступили сведения о наличии алмазов в гипербазитах Армении. Здесь, в пределах Севано-Амасийского офиолитового пояса, в одном из обломков ультраосновной породы в верховьях р. Дзорaget было найдено два октаэдра алмаза весом 10,5 и 11 мг. В дальнейшем, в 1971—74 гг. в аллювии р. Дзорaget и ее притоков, а также непосредственно под серпентинитами северо-восточного берега оз. Севан было найдено еще около 30 мелких кристаллов алмаза.

Результаты детальных электронномикроскопических исследований армянских алмазов приводят к выводу о том, что их можно отнести к кристаллам, близким по своим характеристикам к синтетическим алмазам, либо к внешним зонам природных алмазов Якутии IV разновидности. При этом можно считать, что обилие дислокаций и характер распре-

деления включений свидетельствуют об условиях роста в системах с высоким прессыщением, т.е. при сравнительно низких температурах, давлениях и при значительно высоких скоростях. Подобные условия, разумеется, резко отличны от условий роста большинства якутских алмазов.

Петролого-геохимические исследования пар породообразующих минералов указывают на малую глубину (около 15 км) образования первоначальных пород офиолитовой ассоциации Армении. Это подтверждается резким преобладанием альмандиновой и андрадитовой составляющей в гранатах, низким содержанием глинозема в ортопироксенах, жадентового и хромового компонентов в клинопироксенах, высокой титанистостью ильменитов и низкой глиноземистостью шпинелей. Наиболее высоким уровням давления отвечают парагенезисы минералов из фаций глаукофановых сланцев, коровых эклогитов и др. на крайнем северо-западе Севано-Амасийского пояса.

«Геохимическая инверсия» и появление индексов-минералов высоких давлений — алмаза и муассанита в указанных условиях, следует рассматривать как устойчивые метастабильные ксенокристы — аксессуарии из подвергшихся плавлению пород типа гранатовых перидотитов с родоначальной матрицей океанических толеитов.

Факт находок алмаза в гнейсах сейчас не вызывает сомнений. Проблема заключается в том, чтобы оценить возможное практическое значение этого факта как для коренных, так и для россыпных месторождений.

Алмазы в эклогитах

Если история находок алмазов в перидотитах охватывает довольно большой промежуток времени, то вопрос об алмазах в эклогитах возник совсем недавно.

В 1967 г. сотрудниками ИМР при изучении трех проб из титано-циркониевых россыпей Северного Казахстана было обнаружено около 250 мелких зерен алмаза [3]. В следующем, 1968 г., А. А. Заячковским, в аллювии плагиоклазовых эклогитоподобных пород на южном берегу оз. Кундыкуль, был найден кристалл алмаза весом 4,7 мг [10]. В последнее время здесь в эклогитах найдено еще несколько мелких кристаллов алмаза. Интересно отметить, что среди казахстанских алмазов преобладают кубические и нелюминесцирующие кристаллы.

Других находок алмаза в эклогитах сейчас неизвестно, однако небезынтересны исследования по составу включенных в некоторые алмазы минералов эклогитовой ассоциации.

Результаты анализов бледно-оранжевого граната и клинопироксена-омфацинта из уральского алмаза были приведены в работе Н. В. Соболева с соавторами [12]. Мы попытались воспользоваться этими данными для определения P-T-условий кристаллизации ассоциации методом Л. Л. Перчука [8]. Результаты оказались следующими (табл. 2): давление 16 кбар, температура 1050°C. Еще две пары анализов граната и пирита, заключенных в одном из южноафриканских алмазов и в алмазе из эклогита трубки Мир, даны в недавно опубликованных статьях Г. О.

Таблица 2

Химические составы минералов эклогитовой ассоциации, включенных в алмазы и параметры их кристаллизации

| Оксиды и параметры | Урал | | Южная Африка | | Якутия, трубка Мир | |
|--------------------------------|--------------------------|----------|---------------------|----------|--------------------------|----------|
| | гранат | пироксен | гранат | пироксен | гранат | пироксен |
| SiO ₂ | 39,9 | 55,0 | 40,1 | 52,9 | 40,0 | 54,8 |
| TiO ₂ | 1,18 | 0,26 | 0,64 | 0,16 | 0,46 | 0,48 |
| Al ₂ O ₃ | 21,0 | 5,12 | 20,7 | 5,78 | 22,0 | 9,79 |
| Cr ₂ O ₃ | 0,15 | 0,06 | 0,05 | 0,02 | 0,04 | 0,05 |
| V ₂ O ₅ | — | — | — | 0,00 | — | — |
| FeO | 15,2 | 5,83 | 14,5 | 7,67 | 20,9 | 4,94 |
| MnO | 0,21 | 0,02 | 0,54 | 0,13 | 0,52 | 0,07 |
| NiO | — | — | — | 0,01 | — | — |
| MgO | 11,7 | 12,3 | 9,25 | 12,6 | 9,02 | 8,97 |
| CaO | 11,1 | 16,6 | 13,9 | 19,0 | 8,18 | 13,1 |
| Na ₂ O | 0,17 | 3,93 | 0,09 | 2,30 | 0,17 | 6,70 |
| K ₂ O | 0,00 | 0,00 | — | 0,01 | — | 0,30 |
| Сумма | 100,31 | 99,83 | 100,1 | 100,0 | 101,29 | 99,20 |
| f Mg | 0,586 | 0,789 | 0,535 | 0,743 | 0,432 | 0,805 |
| f Ca | 0,289 | 0,822 | 0,365 | 0,900 | 0,221 | 0,679 |
| K _D ^{Mg} | | 0,38 | | 0,40 | | 0,19 |
| K _D ^{Ca} | | 0,35 | | 0,41 | | 0,33 |
| P кбар | | 16 | | 17,5 | | 12,5 |
| t°C | | 1050 | | 1150 | | 1030 |
| Источник | Н. В. Соболев и др. [12] | | Meyer and Boyd [20] | | В. С. Соболев и др. [11] | |

Мейера и Ф. Р. Бойда [20] и В. С. Соболева с соавторами [11]. Аналогичные вычисления дали цифры: 17,5 кбар и 150°C 12,5 кбар и 1030°C.

В. А. Милашев [6] считает, что определение температуры кристаллизации ассоциации гранат-клинопироксен по диаграмме Л. Л. Перчука дает систематически заниженные результаты. Однако, и в этом случае, а также при всех возможных неточностях определений, получаемые параметры находятся в метастабильной для алмаза области. Предположения о генетической причине такого явления мы попытаемся сделать позднее, а сейчас важен следующий вывод: кристаллизация алмаза в области условий эклогитовой фации метаморфизма вполне возможна и реально наблюдается в природе.

Алмазы в базальтах

До последнего времени сведений о находках алмазов в базальтоидных породах не было, а единственное указание на связь алмазов с sillом диабазов в Новом Южном Уэльсе (Австралия) было явно недостоверным. Однако, недавно, в 1971 г., в протолочной пробе голоценовых базальтов вулкана Ича (Средний хребет Камчатки), геологом Ф. Ш. Ку-

тыевым было найдено несколько кристаллов алмаза размером 0,1—0,2 мм. Диагностика этих кристаллов подтверждена рентгеноструктурным методом, причем один из алмазов оказался в сростке с плагиоклазом (Ю. С. Геншафт, устное сообщение).

В связи с этим большую достоверность приобретает заметка В. Ф. Гизолфа [18] о том, что в бомбе вулкана Гунунг-Руанг (в Сангирском архипелаге к северу от о-ва Целебес) им были найдены небольшие кристаллы алмаза. Возможно, и здесь мы сталкиваемся с новым типом первоисточников алмаза.

З а к л ю ч е н и е

Таковы новые данные о некимберлитовых первоисточниках алмаза, которые побудили нас поднять этот вопрос. В заключение хотелось бы остановиться на двух моментах:

1. Какое промышленное значение могут иметь находки такого рода?
2. Какую теоретическую базу мы можем предложить для объяснения имеющихся фактов?

Данных, которыми мы располагаем, сейчас недостаточно для определенного ответа как на первый, так и на второй вопросы.

Ответ на первый вопрос может быть, на наш взгляд, положительным: с некимберлитовыми первоисточниками алмазов могут быть связаны месторождения, во всяком случае — россыпные. Уже сейчас ряд россыпей, в том числе уральские, успешно эксплуатируется. Здесь следует обратить внимание на две задачи, чрезвычайно важные при проведении практических работ.

Первая задача — выяснение и, в дальнейшем, выделение алмазоносных фациальных разностей гипербазитов, разработка критериев их алмазоносности. Это позволит перейти к научно-обоснованному прогнозированию алмазоносности орогенных зон, разумеется, с применением геоморфологического и других видов анализов.

Вторая задача — поиски по известным россыпям коренных источников алмазов. Возможно, в ряде мест и имеется привнос алмазов в предгорные области из кимберлитовых трубок, расположенных на платформе. Однако, не менее перспективными могут оказаться поиски алмазов в пределах поясов развития ультраосновных пород. Трудно предугадать, какие содержания алмазов мы можем встретить в гипербазитах. Но большие размеры ультраосновных массивов позволяют рассчитывать на то, что и значительно меньше, чем в кимберлитовых трубках, содержания алмазов могут представлять промышленный интерес.

Что касается алмазов эцлогитового и базальтового генезиса, то здесь для постановки вопроса о промышленном их значении необходимо убедиться в наличии в них крупных кристаллов алмаза.

Вопрос о генезисе алмаза в гипербазитах представляется следующим образом. Если принять взгляды многих исследователей офиолитовых поясов у нас в СССР и за рубежом о «протрузивном» происхождении массивов гипербазитов, то, в принципе, для нахождения в этих массивах

алмазов нет никаких противопоказаний. Вопрос заключается лишь в отыскании тех условий, которые способствовали сохранению (или неполному растворению) ксенокристов—кристаллов алмаза в продуктах верхней мантии. Такие условия могли создаваться в участках массивов со специфическими фаціальными признаками.

Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов. Москва,
Ереванский политехнический институт им К. Маркса

Поступила 10.XII.1975.

Յ. Վ. ԿԱՄԻՆՍԿԻ, Ռ. Գ. ԳԵՎՈՐԳՅԱՆ

ԱՎՄԱՍՏՆԵՐԻ ՈՉՔԻՄԵՐԵՐԻՏԱՅԻՆ ՍԿՋԲՆԱԳՔՅՈՒՐՆԵՐԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

ՍՍՀՄ տարածքում ուլտրահիմքային ապարներում, էկլոզիտներում և բազալտներում ալմաստների նոր հայտնագործությունների կապակցությամբ հոգվածում հարց է բարձրացվում այդ ապարների՝ որպես ալմաստների նոր աղբյուրի գործնական նշանակության վերաբերյալ: Օրոգեն շրջաններում ալմաստների բաղմամբիվ ցրտները բնորոշվում են այնպիսի ուղեկից միներալներով (սսկի, սլլատին, օսմիական իրիդիում, կորունդ, շափյուղա), որոնք քիմբերլիտային ասոցիացիայում չեն հանդիպում: Այդ շրջաններում ալմաստային ցրտները գործնականորեն կապված են հիպերբազիտ-սերպենտինիտային զանգվածների և գոտիների հետ, իսկ Սւրալում և Հայաստանում ալմաստներ են հանդիպել ուլտրահիմքային ապարներում:

Այդ կապակցությամբ արդինատիպ հիպերբազիտները դիտվում են որպես ալմաստների աղբյուր: Ղապախստանում ալմաստները հանդիպել են էկլոզիտներում, Կամչատկայում՝ բազալտներում. այդ ապարների ալմաստաբեր նշանակությունը գեոեա լիովին պարզաբանված չէ:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Геворкян Р. Г., Дүденков Ю. А., Ключев Ю. А., Непша В. Н., Павленко А. С., Платонов Г. Л., Шмаков В. С.—О находке и исследовании первых кристаллов алмаза в Армении. ДАН Арм. ССР, т. 61, № 3, 1975.
2. Илупин И. П., Лутц Б. Г. Химический состав кимберлитов и вопросы происхождения кимберлитовой магмы. Сов. геология, № 6, 1971.
3. Кашкаров И. Ф., Полканов Ю. А. О некоторых особенностях алмазов из титаноносных россыпей Северного Казахстана. Тр. Минералогич. музея АН СССР, вып. 21, 1972.
4. Кухаренко А. А. Алмазы Урала. Госгеолтехиздат, Л., 1955.
5. Каминский Ф. В., Прокопчук Б. И. Новые источники алмазов. «Природа», № 10, 1971.
6. Милашев В. А. Физико-химические условия образования кимберлитов. «Недра», Л., 1972.
7. Михайлов Н. П., Полякова Е. Д. Об одном ошибочно выделенном типе коренных месторождений алмаза. Сов. геология, № 6, 1959.

8. Перчук Л. Л. Равновесия породообразующих минералов. «Наука», М., 1970.
9. Павленко А. С., Геворкян Р. Г., Асланян А. Т., Гулян Э. Х., Паланджян С. А., Егоров О. С. К вопросу об алмазности гипербазитовых поясов Армении. «Геохимия», № 3, 1974.
10. Розен О. М., Зорин Ю. М., Заячковский А. А. Обнаружение алмаза в связи с эклогитами в докембри Кокчетавского массива. ДАН СССР, т. 203, № 3, 1972.
11. Соболев В. С., Соболев Н. В., Лаврентьев Ю. Г. Включения в алмазе из алмазного эклогита. ДАН СССР, т. 207, № 1, 1972.
12. Соболев Н. В., Гневушев М. А., Михайловская Л. Н., Футергендлер С. И., Шеманина Е. И., Лаурентьев Ю. Г., Поспелова Л. Н. Состав включений гранатов и пироксенов в уральских алмазах. ДАН СССР, т. 198, № 1, 1971.
13. Трофимов В. С. Канадский тип месторождений алмаза и перспективы обнаружения его на территории Союза. Разведка недр, № 7, 1939.
14. Трофимов В. С. Закономерности размещения и образования алмазных месторождений. «Недра», М., 1967.
15. Шестопалов М. Ф.—Ультраосновой массив Китайских Альп Восточного Саяна и связанные с ним месторождения. Труды ЦНИЛ камней-самшветов, М.-Л., 1938.
16. Camsell G. A. New diamond locality in the Tulameen district, British Columbia. Econ. geol., v. 6, 1911.
17. Fields D. S. M. The question of diamonds in Canada. Journ. Geol., v. 2, 1949.
18. Gisolf W. F. Proc. Kon. Akad. v. Wetensch., te Amsterdam 26, № 7—8, 1923, ss. 510—512.
19. Koolhoven W. C. B. Het primaire diamantvorkomen in Luid-Borneo. De Mijning, 14, Bandocng, 1933, ss. 138—144.
20. Meyer H. O. A., Boyd F. R. Composition and origin of crystalline inclusions in natural diamonds. Geochim. et Cosmochim. acta, v. 36, № 11, 1972, pp. 1955—1973.
21. Sinkankas J. Gemstones of North America. Toronto, N. Y., London, 1959.
22. Stulzer O. Die Lagerstätten der Edelsteine und Schmucksteine. Die wichtigste Lagerstätten der „Nicht-Erze“. Band VI, Berlin, 1935.
23. Trail R. J. A catalogue of Canadian minerals. Geol. Surv. of Canada. Paper 69—45, Ottawa, 1970.