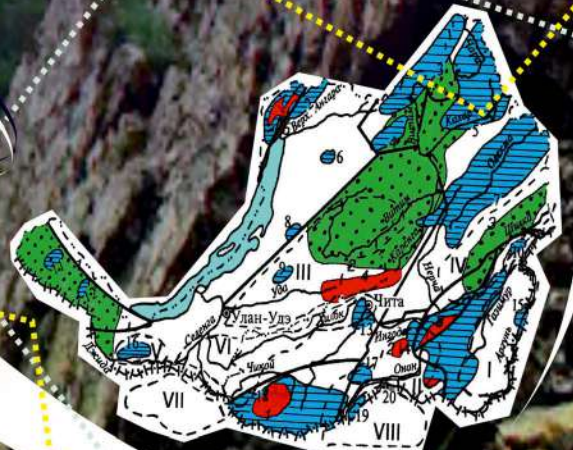


Г. А. Юргенсон

# Ювелирные камни Забайкалья

Часть 2

Перспективные проявления



г.о. 19894

Faint, illegible text, possibly bleed-through from the reverse side of the page.

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Забайкальский государственный университет»  
Российская академия наук  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
«Институт природных ресурсов, экологии и криологии  
Сибирского отделения Российской академии наук»  
Лаборатория минералогии и геохимии ландшафта  
Читинское отделение Российского минералогического общества

**Г. А. ЮРГЕНСОН**

## **ЮВЕЛИРНЫЕ КАМНИ ЗАБАЙКАЛЬЯ**

**Часть 2**  
**Перспективные проявления**

*Монография*

Чита  
Забайкальский государственный университет  
2017

K 33.29 + 26.325.13

10 6 6

УДК 549.091:553.6(571.55)  
ББК 26.342(2Рос-4Чит)  
Ю 665

Рекомендовано к изданию Советом по научной и инновационной деятельности  
Забайкальского государственного университета и учёным советом Института природных ресурсов,  
экологии и криологии СО РАН

**Рецензенты:**

*В. Г. Гадиятов*, д-р геол.-минерал. наук, профессор, Воронежский государственный университет,  
г. Воронеж;

*Б. Н. Абрамов*, д-р геол.-минерал. наук, Институт природных ресурсов, экологии и криологии  
СО РАН, г. Чита

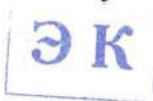
**Юргенсон, Георгий Александрович**  
Ю 665 Ювелирные камни Забайкалья : монография / Г. А. Юргенсон ; Забайкал. гос.  
ун-т. – Чита : ЗабГУ, 2017.  
ISBN 978-5-9293-1727-9  
Ч. 2. Перспективные проявления. – 2017. – 152 с.  
ISBN 978-5-9293-1947-1

Предлагаемая читателю монография содержит сведения об основных группах и видах ювелирных камней, месторождения которых известны на территории Забайкалья (Забайкальский край и Республика Бурятия). Даны общие сведения о геммологии, геммологической минерагении, камнесамоцветном минеральном сырье, особенностях его добычи, оценки и переработки. Охарактеризованы ювелирные разности корунда, благородного опала, оливина, андалузита, сподумена, поллукита. Даны сводка и описание важнейших перспективных проявлений для территории Забайкалья, закономерности их размещения, прогнозные ресурсы, минерагенический потенциал.

Научное издание предназначено для геологов, геммологов, ювелиров, студентов, магистрантов, аспирантов, преподавателей геологических и других специальностей, связанных с использованием минерального сырья, предпринимателей, менеджеров и всех, интересующихся ювелирными камнями.

The monograph "Gem stones of Transbaikalia area", offered to the reader, contains information on the main groups and types of jewelry stones whose deposits are known on the territory of Transbaikalia (Zabaikalsky Krai and the Republic of Buryatia). The general information on gemology, gemmological mineralogy, stone-semicolour mineral raw materials, features of its extraction, evaluation and processing are given. The jewelry differences of corundum, noble opal, olivine, andalusite, spodumene, pollucite are characterized. A summary and description of the most important promising manifestations for the territory of Transbaikalia, the patterns of their location, predicted resources, and mineragenic potential are given.

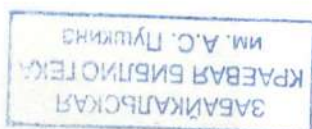
For geologists, gemologists, jewelers, students, undergraduates, postgraduates, teachers of geological and other specialties related to the use of mineral raw materials, entrepreneurs, managers and everyone interested in jewelry stones.



УДК 549.091:553.6(571.55)  
ББК 26.342(2Рос-4Чит)

ISBN 978-5-9293-1947-1 (Ч. 2)  
ISBN 978-5-9293-1727-9

© Забайкальский государственный университет, 2017  
© Юргенсон Г. А., 2017



Ч. 2. 19894

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	7
<b>ГЛАВА 1. КОРУНД</b> .....	9
1.1. Общие замечания .....	9
1.2. Состав и свойства .....	9
1.3. Области использования и цены .....	12
1.4. Условия нахождения .....	14
1.5. Проявления ювелирного корунда в Забайкалье .....	15
1.6. Перспективы открытия новых проявлений ювелирного корунда .....	20
<b>ГЛАВА 2. БЕРИЛЛ, ТОПАЗ, ТУРМАЛИН И СОПУТСТВУЮЩИЕ ИМ ЮВЕЛИРНЫЕ КАМНИ</b> .....	22
2.1. Общие замечания .....	22
2.2. Формация гранитных пегматитов .....	22
2.2.1. <i>Группа берилла и топаз</i> .....	23
2.2.2. <i>Турмалин</i> .....	57
2.2.3. <i>Прочие ювелирные камни пегматитов</i> .....	63
2.2.3.1. <i>Сподумен</i> .....	63
2.2.3.2. <i>Данбурит</i> .....	65
2.2.3.3. <i>Поллуцит</i> .....	65
2.2.3.4. <i>Гамбергит</i> .....	65
2.3. Перспективы обнаружения промышленных месторождений берилла и топаза формации апогранитных грейзенов .....	66
2.4. Апокарбонатные грейзены .....	68
2.5. Перспективы изумрудоносной бериллиевой минерализации .....	69
2.6. О перспективах хризоберилл (александрит)-изумрудной ассоциации .....	70
<b>ГЛАВА 3. ГРАНАТ</b> .....	75
3.1. Общие замечания .....	75
3.2. Некоторые свойства гранатов .....	75
3.3. Условия образования .....	76
3.4. Перспективы Забайкалья на ювелирный гранат .....	77
<b>ГЛАВА 4. ШПИНЕЛЬ</b> .....	88
4.1. Общие замечания .....	88
4.2. Форма кристаллов и свойства .....	88
4.3. Условия образования .....	89
4.4. Перспективы Забайкалья на ювелирную шпинель .....	89
<b>ГЛАВА 5. ОЛИВИН</b> .....	92
5.1. Общие замечания .....	92
5.2. Свойства .....	92
5.3. Условия нахождения .....	93
5.4. Перспективы Забайкалья на ювелирный хризолит .....	94
<b>ГЛАВА 6. ЦИРКОН</b> .....	98
6.1. Общие замечания .....	98
6.2. Условия нахождения .....	98
6.3. Перспективы Забайкалья на ювелирный циркон .....	98
<b>ГЛАВА 7. БЛАГОРОДНЫЙ ОПАЛ</b> .....	100
7.1. Общие замечания .....	100
7.2. Условия нахождения в природе .....	100
7.3. Перспективы нахождения благородного опала в Забайкалье .....	100
<b>ГЛАВА 8. АНДАЛУЗИТ</b> .....	103
8.1. Общие замечания .....	103
8.2. Условия нахождения андалузита .....	103
8.3. Перспективы территории Забайкалья на ювелирный андалузит .....	103

<b>ГЛАВА 9. ГОРНЫЙ ХРУСТАЛЬ</b> .....	108
9.1. Общие сведения .....	108
9.2. Аметист .....	109
<b>9.2.1. Некоторые особенности генезиса аметиста и формационная типизация</b> .....	109
<b>9.2.2. Изученность Забайкалья на аметистовое сырьё</b> .....	110
<b>9.2.3. Оценка перспектив на аметист</b> .....	117
9.3. Нерюнгринские диаманты .....	118
9.4. Морион, цитрин, дымчатый кварц, горный хрусталь .....	119
<b>9.4.1. Общие замечания</b> .....	119
<b>9.4.2. Геологические предпосылки и изученность Забайкалья на горный хрусталь</b> ....	120
<b>9.4.3. Важнейшие хрусталеносные зоны и оценка перспектив</b> .....	127
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	133
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК</b> .....	135
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b> .....	145

## Table of Contents

<b>Introduction</b> .....	8
<b>Chapter 1. Corundum</b> .....	9
1.1. General Notes .....	9
1.2. Composition and properties .....	9
1.3. Areas of use and prices .....	12
1.4. Terms of Use .....	14
1.5. Manifestations of jewelry corundum in Transbaikalia .....	15
1.6. Prospects for the discovery of new manifestations Jewellery corundum .....	20
<b>Chapter 2. Beryl, topaz, tourmaline and accompanying gem stones</b> .....	22
2.1. General notes .....	22
2.2. Formation of granitic pegmatites .....	22
2.2.1. <i>Group of beryl and topaz</i> .....	23
2.2.2. <i>Tourmaline</i> .....	57
2.2.3. <i>Other pegmatite gem stones</i> .....	63
2.2.3.1. Spodumen .....	63
2.2.3.2. Dunburite .....	65
2.2.3.3. Pollucite .....	65
2.2.3.4. Hambergite .....	65
2.3. Prospects for detection of industrial deposits of beryl and topaz of the formation of apogranite greisens .....	66
2.4. Apocarbonate greisens .....	68
2.5. Perspectives of the emerald beryllium mineralization .....	69
2.6. On the perspectives of chrysoberyl (alexandrite) – Emerald Association .....	70
<b>Chapter 3. Garnet</b> .....	75
3.1. General remarks .....	75
3.2. Some properties of pomegranates .....	75
3.3. Educational conditions .....	76
3.4. Prospects of Transbaikalia for jewelry garnet .....	77
<b>Chapter 4. Spinel</b> .....	88
4.1. General notes .....	88
4.2. Shape of crystals and properties .....	88
4.3. Educational conditions .....	89
4.4. Prospects of Transbaikalia for jewelry spinel .....	89
<b>Chapter 5. Olivine</b> .....	92
5.1. General notes .....	92
5.2. Properties .....	92
5.3. Terms of Use .....	93
5.4. Prospects of Transbaikalia for jewelry chrysolite .....	94
<b>Chapter 6. Zircon</b> .....	98
6.1. General notes .....	98
6.2. The conditions for finding .....	98
6.3. Prospects of Transbaikalia for jewelry zircon .....	98
<b>Chapter 7. Noble opal</b> .....	100
7.1. General notes .....	100
7.2. Conditions of being in nature .....	100
7.3. Prospects for finding a noble opal in Transbaikalia .....	100
<b>Chapter 8. Andalusite</b> .....	103
8.1. General notes .....	103
8.2. Conditions for andalusite .....	103
8.3. Prospects of Transbaikalia for jewelry andalusite .....	103

<b>Chapter 9. Group of rock crystal</b> .....	108
9.1. General .....	108
9.2. Amethyst .....	109
<i>9.2.1. Some features of the genesis of amethyst and formational typification</i> .....	109
<i>9.2.2. The study of Transbaikalia on amethyst raw materials</i> .....	110
<i>9.2.3. Evaluation of prospects for amethyst</i> .....	117
9.3. Neryungrinsky diamonds .....	118
9.4. Morion, citrine, smoky quartz, mountain crystal .....	119
<i>9.4.1. General Notes</i> .....	119
<i>9.4.2. Geological background and knowledge Transbaikalia on rock crystal</i> .....	120
<i>9.4.3. Critical zones and the assessment of perspectives</i> .....	127
<b>Conclusion</b> .....	134
<b>Bibliographic list</b> .....	135
<b>Applications</b> .....	145



Издание представляет собой вторую часть сводки всех знаний об ограночных ювелирных камнях Забайкалья и их перспективных проявлениях по состоянию на 01.04.2016 г. «Ювелирные камни Забайкалья». Первая часть этой сводки опубликована в 2016 г. Первое обобщение о перспективных проявлениях ювелирных камней было осуществлено в отчёте по теме № 26, выполненной по заданию Министерства геологии СССР, Госгеолкома РФ, Роснедра, а затем и Министерства природных ресурсов РФ в 1991–1996 гг. (авторы Г. А. Юргенсон, Т. Н. Юргенсон и др.), и в сокращенном варианте опубликовано в виде монографии Г. А. Юргенсон «Ювелирные и поделочные камни Забайкалья» в 2001 г. Прошло более 20 лет со дня завершения сводки. За это время наиболее важные из перспективных объектов ограночных камней подверглись достаточно интенсивной несанкционированной отработке. Это прежде всего относится к таким пегматитовым полям, как Игнатьевское в Красночуйском районе, Моховая и Гремячая в Нерчинском районе Забайкальского края, пегматитовое поле Уро в Республике Бурятия, где обнаружен горный хрусталь и аметрин, и др.

Поскольку общие сведения о геммологии, геммологической минерагении, камнесамоцветном минеральном сырье, особенностях его добычи и оценки и переработки даны в первой части монографии, здесь они не повторяются. Эти сведения даны лишь для тех видов ювелирных камней, которые не охарактеризованы в первой части. Здесь представлено описание важнейших их проявлений, которые вследствие необходимых геолого-разведочных работ могут быть переведены в разряд промышленно важных объектов. Необходимость подготовки к изданию второй части монографии об ювелирных камнях Забайкалья обусловлена двумя факторами. Первый заключается в том, что она является логическим продолжением уже опубликованной её первой части, где рассмотрены лишь промышленные месторождения, связанные с гранитными пегматитами и апогранитными грейзенами. Второй обусловлен тем, что известные к настоящему времени проявления подверглись хищнической отработке, появились новые сведения по сравнению с опубликованными 16 лет тому назад. Среди ювелирных камней, проявления которых известны на территории Забайкалья, в данной работе описаны корунд (рубин и сапфир), шпинель, гранат (пироп, спессартин, гессонит, гроссуляр), сподумен (кунцит, гидденит), андалузит, оливин, благородный опал, поллуцит.

Автор полагает, что в связи с современными принципами недропользования предлагаемая читателю сводка знаний о камнесамоцветном сырье может оказаться полезной всем, кто поставит себе целью поиски, геологическое изучение и разработку месторождений самоцветов. В качестве источников информации использована как опубликованная, так и фондовая литература, а также собственные данные автора, полученные в течение более чем полувекового (1957–2017) изучения им месторождений камнесамоцветного сырья СССР и Афганистана. Важным источником информации явилась 4-томная «Энциклопедия Забайкалья», изданная в 2000–2006 гг. издательством «Наука» (Новосибирск), ответственным редактором которой совместно с А. Б. Птицыным был автор, а также инвестиционные материалы, издававшиеся Администрацией Читинской области в 2000–2010 гг.

Автор считает своим приятным долгом выразить признательность канд. геол.-минерал. наук О. К. Смирновой и Е. В. Кислову за помощь в подборе материала по месторождениям Республики Бурятия, а также Т. Н. Юргенсон за подбор и обработку материалов по большому числу объектов. Автор признателен также сотрудникам Музея БНЦ СО РАН за предоставление каменного материала месторождений Республики Бурятия для фотографирования, В. Минаеву за коллекцию нерюнгринских диамантов.

В монографии использованы авторские условные обозначения: в круглых скобках указано время проведения работ, в квадратные скобки заключены опубликованные источники, на которые ссылается автор.

## INTRODUCTION

This publication is Part II. The second summary of all knowledge about the fasetting Gem stones of Transbaikal area and their promising manifestations as of 01.04.2016. “Gem stones of Transbaikal area”. Part One of this report was published in 2016. The first generalization of the prospective manifestations of jewelry stones was made in the report on the topic No. 26, commissioned by the Ministry of Geology of the USSR, the State Geology Committee of the Russian Federation, Rosnedra, and then by the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation in 1991–1996 (Authors G. A. Yurgenson, T. N. Yurgenson, etc.) and in the abbreviated form is published in the form of a monograph by G. A. Yurgenson “Gems and semiprecious stones of Transbaikalia area” in 2001 [Yurgenson, 2001]. More than 20 years have passed since the completion of the report. During this time, the most important of the perspective objects of the cutting stones were subjected to a rather intensive unauthorized mining. This primarily relates to such pegmatite fields as Ignatyevskoe in the Krasnochikovsky district, Mokhovaya and Gremyachaya in the Nerchinsk region of the Transbaikal region, the Uro pegmatite field in the Republic of Buryatia, where rock crystal and ametrin are found, and others.

Since general information on gemmology, gemmological minerageny, stone-semicolored mineral raw materials, features of its extraction and evaluation and processing are given in the first part of the monograph, here they are not repeated. This information is given only for those types of jewelry stones that are not characterized in the first part. Here is a description of their most important manifestations, which, due to the necessary geological exploration work, can be transferred to the category of industrial-important objects. The need to prepare for the publication of the second part of the monograph on the jewelry stones of Transbaikalia is due to two factors. The first is that it is a logical continuation of the already published First Part, where only industrial deposits associated with granite pegmatites and apogranite greisens are considered. The second is due to the fact that the manifestations known to date have been subjected to predatory work and new information appeared in comparison with those published 16 years ago (Yurgenson, 2001). Among the jewel stones whose manifestations are known on the territory of Transbaikalia, corundum (ruby and sapphire), spinel, garnet (pyrope, spessartine, hessonite, grossular), spodumene (kunzite, gidddenite), andalusite, olivine, noble opal, pollucite e. a. The author believes that in connection with the modern principles of subsoil use, the reader’s summary of knowledge about stone-colored raw materials can be useful to anyone who sets himself the goal of prospecting, geological study and development of gem deposits. As sources of information, both published and stock literature were used, as well as the author’s own data obtained over more than half a century (1957–2017) study of the gem deposits of the USSR and Afghanistan. An important source of information was the 4-volume “Encyclopedia of Transbaikalia”, published 2000–2006 by the Nauka Publishing House, Novosibirsk, the editor-in-chief of which, together with A. B. Ptitsyn was the author, as well as investment materials published by the Administration of the Chita region in 2000–2010.

The author considers it his pleasant duty to express his gratitude to Ph.D. OK. Smirnova and E. V. Kislov for assistance in the selection of material on the deposits of the Republic of Buryatia, as well as T. N. Jurgenson for the selection and processing of materials for a large number of objects. The author is also grateful to the staff of the BNC SB RAS Museum for providing the stone material of the Buryat Republic deposits for photographing.

### 1.1. Общие замечания

Корунд представляет собой оксид алюминия ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). Среди разновидностей корунда – рубин и сапфир – относятся к камням первого класса. Корунд, Corund, Korund – минеральный вид, объединяющий важнейшую группу ювелирных камней. Название корунд (от др.-инд. «каурунтака») введено в минералогию Гревиллем в 1798 г. В связи с относительно широкой его распространённостью в природе издавна был известен в разных странах. Поэтому на разных языках существует несколько его синонимов, утративших теперь своё значение. Среди них наиболее известны: гармофан (Честер, 1896), земля глинистая, корундум, корундувит (Асцензо, 1945), наждак, смиргель, соймонит [Фукс, 1823], алмазный шпат, шпат твёрдый и др. Плиний Старший называл его адамас, Клапрот (1786) – демантшпат [Минералы, 1965].

### 1.2. Состав и свойства

**Структура и формы кристаллов.** Сингония тригональная, класс дитригонально-скеленоэдрический. Атомы алюминия располагаются в октаэдрических полостях гексагональной плотнейшей упаковки атомов кислорода и заполняют  $\frac{2}{3}$  октаэдрических пустот. Является единственной природной модификацией глинозёма. Кристаллы имеют форму бочонков, дитригональных таблиц, усечённых бипирамид (см. рис. 1),  $a : c = 1 : 1,3638$ . Главные простые формы:  $c$  (0001),  $r$  (1011),  $n$  (2243),  $a$  (1120), также  $z$  (2241). На гранях пинакоида обычны штрихи, параллельные рёбрам, иногда на их поверхности отмечаются треугольные и шестиугольные фигуры травления или роста. Часто встречаются мозаичные кристаллы.

**Химический состав.** Исходя из формулы корунда можно определить, что в составе его присутствуют всего два элемента: кислород и алюминий. Содержание алюминия теоретически составляет 52,91 %. Однако реальные кристаллы постоянно содержат примеси кремния, титана, железа, магния, галлия. А в ряде случаев присутствуют хром, марганец и никель. Содержание этих примесей невелико. Но их вхождение в структуру минерала определяет его важнейшие свойства – окраску и особые оптические свойства.

**Цвета корунда.** Обычно корунд невзрачен, образует серые, буроватые или синевато-серые, розовато-серые кристаллы, зёрна и их сростки. Значительно реже встречаются красные, розовые, жёлтые, синие, голубые и бесцветные кристаллы корунда. Цвет порошка – белый. Окраска корундов – важнейшая их характеристика, определяющая ценность. Красные корунды, цвет которых обусловлен примесью трёхвалентного хрома, замещающего алюминий, называются рубинами и согласно классификации РФ [О драгоценных..., 2003] являются драгоценными камнями первого порядка. Другой драгоценной разновидностью корунда является сапфир. Его окраска обусловлена замещением алюминия на пару железо-титан. Все примеси изоморфно замещают алюминий в октаэдрических позициях. Фиолетовые и пурпурные оттенки присущи рубинам, в хромофорные центры которых наряду с хромом входит трёхвалентный ва-

надий. Красно-коричневые до красно-фиолетового сапфиры в качестве хромофорных центров имеют комбинацию изолированных ионов трёхвалентного железа, их пар ( $\text{Fe}^{3+}-\text{Fe}^{3+}$ ) и трёхвалентного хрома. Синие сапфиры, по данным А. Н. Платонова и др. [1984], своей окраской обязаны хромофорному центру  $\text{Fe}^{2+} + \text{Ti}^{4+} - \text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+}$ ; розовые – окрашены за счёт трёхвалентного титана; оранжевые сапфиры (падпарадшах) окрашиваются за счёт хромофорных центров  $\text{O}^- + \text{Cr}^{3+}$ . В сводке этих авторов охарактеризованы центры, обуславливающие окраску сине-фиолетовых, зелёных, золотистых и жёлто-зелёных сапфиров, в состав которых входят железо и титан; причём железо может быть двух- и трёхвалентным, а титан – трёх- и четырёхвалентным. Синяя окраска непрозрачных или просвечивающих кристаллов корунда может быть обусловлена микроскопическими включениями минерала ильменита ( $\text{FeTiO}_3$ ).

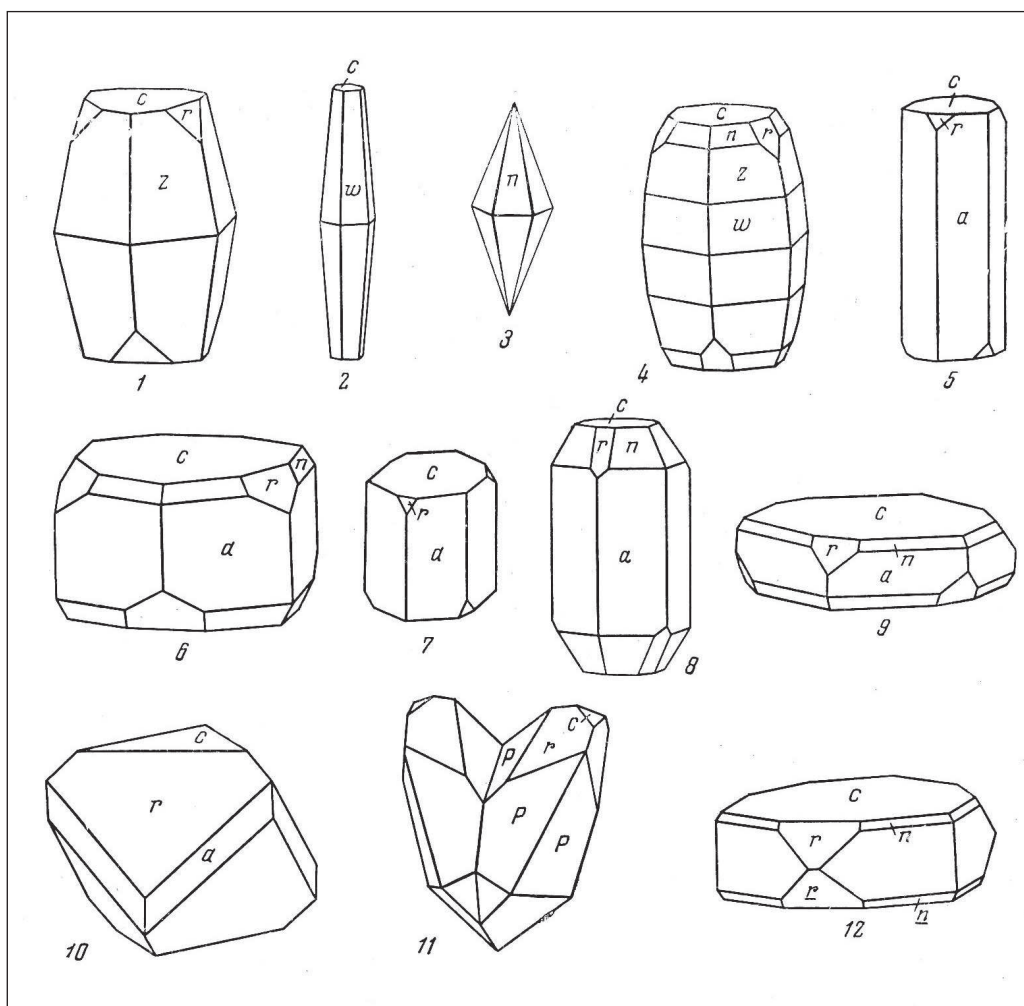


Рис. 1. Габитус кристаллов корунда:

- 1, 2, 4 и 6 – Ильменские горы (по Кокшарову); 3 и 7 – Ильменские горы (по Мазуру); 5 – Борбэнкс, Австралия (по Симпсону); 8 – Камполунго, Швейцария (по Гюбелину); 9 – Коуи Крик, Сев. Каролина, США (по Джаду и Хидену); 10 – Бирма (по Мельцеру); 11 – двойник (по 10Г1), Цейлон? (по Барвирьяжу); 12 – двойник по (0001), Бирма (по Мельцеру) [Минералы, 1965]

Окраска корундов может изменяться в зависимости от источника света. Синие или зелёные кристаллы при дневном свете становятся при искусственном освещении красноватыми или фиолетовыми, иногда синие корунды при искусственном свете темнеют. Среди корундов известны полихромные разновидности. В них могут чередоваться

зоны красного, синего или другого цвета. Это связано с условиями роста кристалла и изменениями содержаний в минералообразующей системе элементов-хромофоров, а также факторов, определяющих вероятность их вхождения в растущий кристалл.

Как уже сказано, примесь хрома придаёт корунду фиолетово-красную и красную окраску, никель – жёлтую, ванадий – зеленовато-серую, титан и железо – синюю и фиолетово-синюю, ванадий и хром – фиолетово-розовую, близкую к аметистовой.

Для интенсивно окрашенных корундов в тонких зёрнах и толстых срезах при наблюдении под микроскопом в шлифах или иммерсионных препаратах характерен плеохроизм, то есть изменение окраски в зависимости от ориентировки осей оптической индикатрисы относительно пучка света. По  $N_o$  они могут быть индигово-синими, синими, тёмно-пурпурными, а по  $N_e$ , соответственно, – светло-синими, изумрудными, до жёлто-зелёного, светло-жёлтого. Показатели преломления зависят от состава:  $n_o = 1,767 - 1,771$ ;  $n_e = 1,759 - 1,763$  и возрастают от бесцветного сапфира к рубину.

У некоторых кристаллов наблюдается астеризм или звёздчатость. Это явление обусловлено включениями закономерно ориентированных включений рутила ( $TiO_2$ ). Звёздчатые корунды – рубины или сапфиры – называют астериксами. Число световых лучей у шестигранных кристаллов равно шести, а у двенадцатигранных – двенадцати. Астеризм прекрасно проявляется у вырезанных из кристаллов корунда кабошонов. В некоторых корундах с избытком железа наблюдаются игольчатые включения красных игл или тонких пластин гематита, ориентированных параллельно оси  $c$  кристалла корунда.

**Люминесценция.** Прозрачные и полупрозрачные корунды обладают способностью люминесцировать. Эта их особенность усиливает яркость свечения их под действием дневного света, содержащего ультрафиолетовую часть спектра. Например, красная люминесценция, столь характерная для рубина, проявляется при облучении ультрафиолетом в области 3600–2800 Å. Искусственные корунды с примесью хрома и марганца люминесцируют также ярко-красным цветом, а с примесью титана – розовым, ванадия – жёлтым. Спектр люминесценции рубина, возбуждённый ультрафиолетовой частью спектра, представляет собой яркий дуплет 6928–6941 Å. Кроме того, кристаллы рубина обладают способностью излучать лазерный пучок красного цвета, широко использующийся в современной оптике, дальномерах и других приборах и устройствах. Установлено, что кристаллы корунда могут изменять окраску под действием рентгеновского и гамма-излучения. В результате воздействия рентгеновских лучей бесцветные и голубовато-серые звёздчатые цейлонские сапфиры становятся янтарными, синие – тёмно-зелёными, под действием гамма-излучения синий корунд желтеет.

**Блеск** минерала сильный, приближающийся к металлическому, но нередко – матовый.

**Спайность** отсутствует. Характерна отдельность по 0001. Корунд обладает высокой твёрдостью (9 по шкале Мооса), уступая лишь алмазу. Для него характерна отдельность по базопинакоиду (0001), иногда по грани призмы. Рубин с хорошо выраженной отдельностью по базопинакоиду, в результате чего он раскалывается, как все шпаты, на тонкие пластинки, и вследствие обладания сильного алмазного блеска, называется алмазным шпатом.

**Прочие свойства.** Корунд весьма устойчив к воздействию химических реагентов, в кислотах не растворяется. Растворяется в алюминатных растворах. При 105 °C растворяется 0,56 %, при 190 °C – 78,7 %, при 230 °C – 79 % [Минералы, 1965].

Температура плавления корунда составляет  $2021 \pm 4$  °С. Рубин при нагревании становится сначала зелёным, затем обесцвечивается. При охлаждении окраска восстанавливается. Сапфир при нагревании до 1300 °С становится бледно-жёлтым, при охлаждении – зеленовато-синим. В настоящее время нагревание и облучение корундов широко используется для их облагораживания и преобразования окраски.

Все перечисленные свойства корунда и его цветовых разновидностей обеспечили ему достойное место среди камней-самоцветов первой величины. Рубин относится к ювелирным камням наивысшей стоимости.

Искусственный корунд выращивают плавлением окиси алюминия, который получают из аммонийных квасцов  $\text{NH}_3\text{Al}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$ , при нагревании которых до 1000 °С получается химически чистая окись алюминия в виде пудры с размером частиц 1–2 мк. В неё добавляют различные окислы металлов для получения корунда определённой окраски. Искусственные рубины и сапфиры выращивают, добавляя в чистую окись алюминия окись хрома. Добавка около 1 %  $\text{TiO}_2$  и 2 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  даёт синий цвет, окислов Ni и Co – зелёный. Примесь 0,1 %  $\text{V}_2\text{O}_5$  позволяет получить александритоподобный корунд. Добавление смеси  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и MgO окрашивает корунд в оранжевый цвет, Ni – в жёлтый, смеси V и Cr – в сиреневый.

В продаже более 95 % всех ювелирных корундов синтетические.

### 1.3. Области использования и цены

Корунд, не имеющий ювелирной ценности, используется как хороший абразив. Несмотря на высокое содержание алюминия, корунд практически не используется как руда на алюминий, так как не образует крупных месторождений, которые было бы экономически выгодно разрабатывать для этой цели. Обычные корунды используют также как огнеупорное сырьё. Прозрачные окрашенные кристаллы неювелирного качества используют для изготовления точных приборов. Корунд применяют в качестве камней-подпятников в часах. Искусственные кристаллы практически заменили в этих отраслях природный камень. Кроме того, рубин используется как источник лазерного излучения, а бесцветные корунды – лейкосапфиры в зубопротезном деле, а также как вечные часовые стёкла, как стёкла в различных системах, работающих в сложных физико-химических системах и условиях.

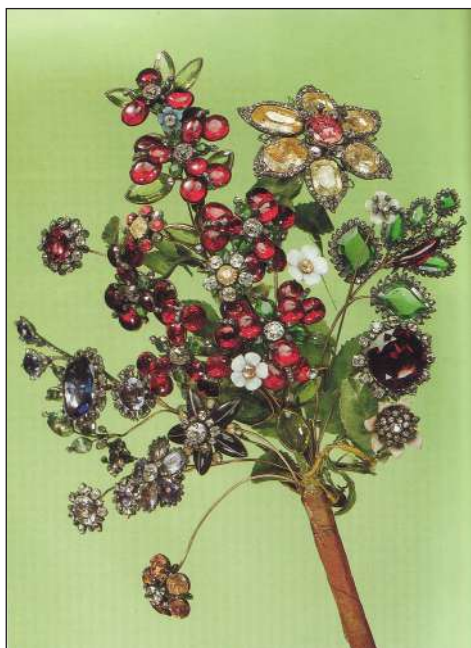
Рубин и сапфир, как сказано выше, относятся к драгоценным камням первого класса. Из всего добываемого кристаллосырья пригодно для обработки с целью изготовления украшений не более 1 %. Это одна из причин того, что рубин гораздо дороже всех остальных камней. Относительно низкосортное сырьё продаётся по относительно низким ценам: всего 5–10 долл. США за грамм [Гадиятов и др., 2007]. Стоимость сырья высокого качества может превышать 3 тыс. долл. за грамм. Цены огранённого рубина также сильно варьируют и достигают нескольких сот тысяч долларов США за карат в зависимости от качества и массы камня, превышая стоимость бриллиантов одинаковой массы. Неравномерность окраски камня снижает его стоимость. Из работы [Гадиятов и др., 2007] известно, что один из именных бирманских рубинов «Рубин Могок» массой 15,97 карат на аукционе «Сотбис» был продан за 6 млн 630 тыс. долл. Это значит, что стоимость одного карата достигла более 227 тыс. долл. за карат.

Цена бирманских рубинов, исторически признанных лучшими в мире, массой всего 0,49 карата составляет от 15 до 1000 долл. за карат, а тайландские той же группы массы – 10–475 долл. за карат.

Рубины гранят преимущественно классической круглой формы, которая именуется «овал». Она близка к традиционной бриллиантовой огранке. Гранят рубины также

и ступенчатой формы. Камни, огранённые в виде овала, при прочих равных условиях дороже других форм, на которые скидка может достигать 5–10 %. Непрозрачное и полупрозрачное сырьё используется для изготовления кабошонов. Кабошоном гранят также звёздчатые камни или астериксы. Звёздчатые рубины довольно дороги, и цена крупных кабошонов достигает 3 тыс. долл. за карат.

Цены на рубины, как, впрочем, и на все камни, зависят от многих факторов и часто непредсказуемы. Ювелирные изделия с рубинами имеют непреходящую ценность. Многие из них хранятся в крупнейших музеях мира. На рис. 2 представлена знаменитая ветвь, собранная из оправленных в драгоценные металлы огранённых рубинов, изумрудов и бриллиантов, хранящаяся в Алмазном фонде России. На рис. 3 воспроизведена копия фото рубиновых заколок работы русских мастеров из Алмазного фонда.



*Рис. 2.* Ветвь с изумрудами, бриллиантами, сапфирами, рубинами др. Высота 30 см. Работа ювелира И. Позье. Государственный Эрмитаж [по: Самсонов, Туринге, 1985]



*Рис. 3.* Заколки с рубинами в обрамлении бриллиантов. Фото из серии открыток «Алмазный фонд СССР». М.: Изобразительное искусство, 1981

Сапфирами в коммерции принято называть все корунды ювелирного качества, за исключением красного, относимого к рубину. Сапфиры распространены значительно больше, чем рубины. Самый крупный сапфир массой 17,97 кг (89 850 карат) в 1996 г. был найден на Мадагаскаре. Он назван «Звезда тысячелетия» и внесён в Книгу рекордов Гиннеса. Основным поставщиком сапфиров является Австралия, где добывается до 80 % этого камня. Но в стоимостном выражении это всего 25 % от всех добываемых на Земле сапфиров. Наиболее ценными признаются васильково-синие кашмирские сапфиры.

Сапфиры значительно дешевле рубинов. Цены низкосортных ювелирных сапфиров в сырье составляют всего 1–5 долл. за грамм, а высокосортных – достигает 150 долл. за грамм. Стоимость гранёных вставок массой до одного карата колеблется в пределах 16–1650 долл. за карат. При этом цена лучших кашмирских сапфиров

той же массы составляет 540–1250 долл. за карат, а тайландских – 155–320 [Гадиятов и др., 2007]. По данным тех же авторов, «хорошие шриланкийские сапфиры размерностью свыше 4 карат на рынке оцениваются от 1800 до 5700 долл. за карат» [Гадиятов и др., 2007]. Розовые сапфиры из Мадагаскара на мировом рынке дешевле голубых и синих. Они продаются по 200 долл. за карат. Такого же цвета камни массой более 4 карат покупают за 700 долл. за карат. На рис. 4 представлена заколка-фрагмент эгрета «Фонтан» мастера 1750 года, хранящаяся в Алмазном фонде России.



*Рис. 4.* Фрагмент ювелирного комплекта эгрета «Фонтан». Сапфиры и бриллианты в заколке из комплекта. Изготовлено в 1750-х годах. «Алмазный фонд СССР» [по: Корнилов, Солодова, 1986]

На рис. 4 представлена заколка-фрагмент эгрета «Фонтан» мастера 1750 года, хранящаяся в Алмазном фонде России.

Вхождение примесей в природный корунд с образованием ювелирных разновидностей, различных по стоимости, происходит в определённых геолого-геохимических ситуациях. Это важно для прогнозирования возможности формирования благородных разновидностей корунда в конкретных геологических ситуациях и для разработки надёжных поисковых признаков определённого кристаллосырья.

#### 1.4. Условия нахождения

В качестве породообразующего минерала корунд встречается в обогащённых глинозёмом горных породах. Это относится к некоторым разновидностям глубокометаморфизованных гнейсов и сланцев, а также роговиков, вторичных кварцитов и мраморов. Обычен корунд также в сиенит-пегматитах и в различных плагиоклазитах, в частности, – плюмазитах, кыштымитах, марундитах. Кроме того, в качестве аксессуаров, нередко представляющих собой коренные источники ювелирных

разновидностей корунда, он встречается в перидотитах и их пегматитах, трахитах, базальтах и андезитах.

Однако благородные корунды образуются в специфических условиях, и месторождения их редки. В коренном залегании добыча ювелирного корунда нецелесообразна, и абсолютное большинство сырья ювелирного качества добывается из россыпей. Тем не менее, известны случаи разработки коренных месторождений в рубиноносных мраморах в Афганистане (Джекдалек) и Пакистане (бассейн р. Хунза), а на Среднем Урале у дер. Бызовой обрабатывалась жила рубиноносных плагиоклазитов.

Все известные месторождения благородного корунда подразделяются на несколько формаций, среди которых [Киевленко, 2000] выделяются: 1) магматогенные, связанные со щелочными высокоглинозёмистыми лампрофирами и базальтами (сапфиры); 2) щелочных пегматитов (сапфиры); 3) метаморфогенные, связанные с плагиоклазитами, в мраморах (сапфиры) и слюдитах по ультраосновным породам (рубины, реже – сапфиры), а также со скарнированными мраморами и кальцифирами (рубины) и силикатными эндоскарнами по сиенитам (сапфиры).

Особый формационный тип представляют собой высокоглинозёмистые сланцы, гнейсы и амфиболиты (рубин и сапфир). Наибольшее значение имеет формация россыпей и кор выветривания [Юргенсон, 2001].



## 1.5. Проявления ювелирного корунда в Забайкалье

Анализ имеющегося материала по Забайкалью позволил выделить из 15 известных проявлений и находок благородного корунда формацию высокоглинозёмистых метаморфитов, апокарбонатных метасоматитов, формацию плагиоклазитов и апобазитовых слюдитов, а также формацию россыпей, включая россыпи, связанные с выветриванием щелочных сиенитов и их пегматитов, а также щелочных базальтов.

**Формация высокоглинозёмистых метаморфитов.** Корундосодержащие амфиболиты и гнейсы имеют широкое развитие в составе метаморфизованных отложений Кодаро-Удоканской зоны, правый берег р. *Чичатка*. Проявление открыто в 1936 г., но на ювелирный корунд не оценивалось. В истоках рек Бестяк и Сосновка (Республика Бурятия) в пурпольской свите выделена в процессе геолого-съёмочных работ масштаба 1 : 200 000 древняя кора выветривания, преобразованная в сланцы с хлоритоидом, в которых возможны находки ювелирного корунда. Находки корунда известны в гранито-гнейсах куандинского комплекса в Каларском районе Забайкальского края в зонах контакта с метаморфизованными в гранулитовой фации высокоглинозёмистыми образованиями давачанской свиты архея, где установленные в 1965–1967 гг. Е. М. Фалькиным и Н. А. Фалькиной содержания корунда в протолочках составляют 10–100 г/т.

**Формация апокарбонатных метаморфитов.** С этой формацией связано большинство промышленных месторождений рубина и сапфира на Памире [Киселев, 1977; Россовский, Бабаев, 1988]; в Гиндукуше [Геруволь и др., 1980; Киевленко, 1983]; (Алхазов, Юргенсон, 1977); на Урале [Киевленко, 1983; Кисин, 1991]. Для неё типичны магнезиальные мраморы с непостоянным содержанием MgO, которое варьирует от 12,68 до 22,38 % для бирманских месторождений [Киевленко, 2000], и с небольшим содержанием этого компонента в памирских и уральских [Кисин, 1991]. Для рубин-содержащих мраморов типично присутствие в них алюминия.

Безусловной зависимости процесса рубинообразования от магматизма не устанавливается. Рубин, шпинель и сопровождающие их форстерит, диопсид, флогопит, хондродит, гумит, скаполит могут присутствовать как в зонах контактов гранитных даек, так и вне связи с ними. При этом для формирования корундов ювелирного качества достаточно 1–2 % алюмосиликатной составляющей.

Второе обязательное условие – высокотемпературно-барический метаморфизм гранулитовой либо высоких ступеней амфиболитовой фаций, а именно – нахождение толщ, пачек, пластов или линз мраморов в гнейсово-мигматитовых комплексах, либо в толщах амфиболитов, амфиболовых или пироксеново-амфиболовых кристаллических сланцев и гнейсов.

Важным при оценке вероятной рубино-сапфиросности мраморов, локализованных в метаморфических комплексах, является наличие полей миароловых пегматитов с драгоценными камнями, переходных к хрусталеносным. В этом отношении весьма показателен факт находки розового корунда (3441–81 469 г/т) в приконтактной части пегматитов *кони Ланцова* партией С. П. Шубкина в 1991 г. в Борщовочном хребте, где наряду с корундом нами установлена сиреневая шпинель (26 122–28 860 г/т) в ассоциации с флогопитом и коричневым амфиболом. Этот факт должен быть положен в основу прогнозирования ювелирного корунда в полях развития мраморов и гнейсов в кровле Борщовочного гранитного массива.

Это прежде всего относится к верховьям бассейнов рек Борщовка, Вьюшкова, Куникан, Жидка, Шивия, Шивиинский Бусулей, Ишиканский Бусулей, Кулинда, Зате-

ева, Смородинная, Кокертай, Чистая, Крестовая, Шивки, по Ургучану и Пешковой, на площадях распространения пород кровли с мраморами. Особый интерес могут представить блоки мраморов на площадях развития собственно хрусталеносных пегматитов (Золотая гора, Душная, Тулун и др.).

По данным А. Ю. Кисина [1991], показателем вероятной рубиноносности мраморов могут быть икосаэдры и пентагондодекаэдры пирита и псевдоморфозы по ним; для турмалина типичны короткостолбчатые гранатоподобные индивиды, у которых очень слабо развиты грани призмы и гипертрофированы грани тригональных пирамид и пинакоида. К особенностям такого турмалина относятся включения в нём корунда. Исходя из этого специализированное изучение на ограночное сырьё групп корунда, клиногумита, скаполита необходимо провести на месторождениях мраморов кулиндинской свиты, развитых в ареале и обрамлении борщовочных гранитов. К ним относятся месторождения *Известковый завод (Елкинское)* к северу от с. Елкино, Гожалка, Падь Домашняя, Топоровское. С этой же целью следует провести ревизию линз мраморов в бассейне нижнего течения р. Ургучан. В отношении возможной корундоносности следует провести ревизию краевых частей Оленгуйского месторождения мраморов, Тарабукинского месторождения доломитовых мраморов и др.

В архейских образованиях Забайкалья широко развиты кальцифиры с возможной корундовой минерализацией. В Восточно-Саянской области это относится к шарыжалгайской серии, в частности, китойской свите, где они развиты среди мраморов вблизи их контактов с гнейсами [Давыдов и др., 1981]. В Восточно-Саянской зоне, в хребте Хамар-Дабан, в долине верхнего течения рек *Иркут и Темник*, в отложениях нарынской свиты, среди кристаллических известняков с прослоями и линзами карбонатно-силикатных пород, гнейсов, амфиболитов известны кальцифиры. Это же относится к Западному Хамар-Дабану, где среди отложений цагатуйской и хангарульской свит между истоками р. Джида и долиной Иркуты, в бассейне *р. Снежный*, в верховьях рек Темник, Зун-Мурин также развиты кальцифиры и скарнированные мраморы [Давыдов и др., 1981]. В пределах Байкальской глыбы архея на побережье оз. Байкал линзы и слои кальцифиров в мраморах среди гнейсов и амфиболитов развиты в максимихинской (губа Максимихи) и крестовой свитах.

В южном обрамлении Байкальской глыбы на Витимском плоскогорье, в Икатском хребте (*бассейн р. Гарга, истоки р. Турокча*), в полях развития гаргинской толщи среди роговообманково-биотитовых, роговообманково-пироксеновых гнейсов широко представлены скарнированные доломиты, магниезиальные известняки, в которых в местах развития пегматитов следует осуществить ревизионное обследование на корунд и шпинель. Это же относится и к зоне Абчадского разлома, к зонам сосуществования редкометалльных пегматитов, гнейсово-сланцевых толщ с карбонатными породами.

В *Муёйской зоне*, по данным А. Н. Демина и Т. В. Деминой [1973], на *Росомо-Кутимском* водоразделе среди метаморфизованных толщ известняков развиты диопсидовые кальцифиры, которые детально не изучались с позиций присутствия в них корунда. П. Ф. Зайцев [1979] приводит сведения о скаполитово-диопсидовых кальцифирах с гранатом и цоизитом в Ковоктинской синклинали в правобережье *р. Муякан*, в зоне воздействия конкудеро-мамаканского гранитного комплекса. Эти данные могут быть использованы для изучения этих образований с позиций наличия корунда, так как в подобных породах в Танзании, по данным Г. Банка, известны находки рубинов в цоизитовых рубашках. Более подробно о кальцифирах Кодаро-Удоканской, Уди-

но-Витимской, Хэнтэй-Даурской, Аргунской и Агинской зон, в которых могут быть обнаружены ювелирные корунды, можно узнать в работе автора [Юргенсон, 2001].

Естественно, далеко не во всех из указанных мест, где известны мраморы с полями кальцифиров или скарнирования, можно обнаружить корундовую, тем более, рубиновую или сапфировую минерализацию. Но, учитывая очень слабую изученность этих образований, безусловно, следует обратить на них внимание с точки зрения возможной рубиноносности.

**Формация апобазитовых плагиоклазитов и слюдитов.** По Е. Я. Киевленко [1980], к рассматриваемой формации относятся корундовые плагиоклазиты (кыштымиты, плюмазиты) и их слюдистые разновидности, залегающие обычно в ультраосновных породах и продуктах их изменений. Корундовая минерализация обычно приурочена к контактам плагиоклазитов или пегматоидных базитовых либо ультрабазитовых жил с вмещающими их ультрабазитами или продуктами их изменений – серпентинитами. Зоны плагиоклазитов слагаются андезином, редко – лабрадором с включениями благородного корунда. Затем следует зона слюдита (флогопитовая либо вермикулитовая с кристаллами корунда, достигающими, по данным Ф. Соулсбари [Киевленко, 1980], 15 см в поперечнике. Далее (как на месторождении Макап-Рузь на Урале [Щербакова, Сутурин, 1990]) может следовать зона актинолита, также содержащая некоторое количество корунда. Актинолитовая зона сменяется тальковой, которая переходит в серпентинит, а затем – в изменённые гарцбургиты.

В Танзании, по данным Т. Амштутца, Г. Банка и Э. Гюбелина [Amstutz, Bank, 1977; Bank, Gubelin, 1976], в районе оз. Маньяра находятся биотитовые рубиноносные слюдиты в кристаллических сланцах и гнейсах на контакте их с пегматитами. Рубин здесь встречается с порфиروبластами ярко-зелёного изумруда, александритом в биотитовом слюдите. Вмещающие пегматитовые тела сланцы, по Э. Гюбелину, состоят из актинолита, энстатита, железистого оливина, хондродита, хризолита и плеонаста; изредка присутствует гранат [Gubelin, 1976]. Г. Банк и Э. Гюбелин указывают также на присутствие жёлтого хризоберилла, апатита, граната, шпинели, оливина, клинопироксена, хондродита, фенакита, жёлтого турмалина, светлого берилла и синего корунда [Bank, Gubelin, 1976]. Плагиоклазиты и слюдиты с корундом, как считают Ф. Соулсбари [Киевленко, 2001; Щербакова, Сутурин, 1990], представляют собой результат деанортизации анортозитов и лейкогаббро. Корунд образуется в результате высвобождения избытка глинозёма, а слюдистые силикаты – за счёт преобразований калийсодержащих минералов, включая биотит. В тех случаях, когда базиты и ультрабазиты оказываются прорванными редкометалльными пегматитами, возникает обогащённый алюминием хризоберилл (александрит), избыток бериллия связывается с кремнием с образованием фенакита, частью – обогащённого магнием, хромом и алюминием изумруда.

Отдалённым аналогом корундоносных слюдитов является находка Г. Б. Гиммельфарбом и другими [1979] голубого корунда в Кодаро-Удоканской зоне на левобережье р. Эльгер. Здесь голубой корунд находится в коренном проявлении флогопита, связанном с гидротермальным изменением пироксенитов, образующих согласное тело среди биотитовых гнейсов ортурыхской свиты. Мощность тела пироксенитов – несколько десятков метров. Оно имеет зональное строение. Неизменные пироксениты по мере приближения к гнейсам замещаются биотитово-хлоритовым слюдитом (сланцем, по Г. Б. Гиммельфарбу), содержащим чечевицеобразные линзы (до 1 м) пироксенитового субстрата, который почти нацело замещён флогопитом в ассоциа-

4.0. 19894

ции с редкими кристалликами голубого корунда. Таблицы флогопита имеют размеры  $3 \times 4$  см. Мощность этой зоны – до 5 м. Далее следует зона хлоритово-биотитового слюдита с мелким флогопитом. Мощность её – 8–10 м. Эта зона контактирует с почти неизменными гнейсами. Г. Б. Гиммельфарб с соавторами оценивают проявление флогопита как бесперспективное. В данном случае практический интерес может представлять синий корунд, и поэтому рекомендуется проведение специальных работ на благородный корунд и сопровождающие его самоцветы в полях развития пироксенитов района. Аналогичные образования могут быть обнаружены в бассейне р. Тарын на Севере Забайкалья, где тела пироксенитов развиты в биотитовых гнейсах и мраморах, а также в слюдитах в связи с мусковитовыми пегматитами [Юргенсон, 2001].

Особое значение могут иметь как источники сапфира для изготовления кабошонов пегматиты острова *Ольхон* вблизи Западного Прибайкалья в оз. Байкал. Бочонковидные кристаллы различных оттенков синего цвета имеют размеры от первых миллиметров до десяти и более сантиметров (см. рис. 5а).



а)

б)

Рис. 5. Кристаллы синего корунда:

а – бочонковидный кристалл; б – полупрозрачный фрагмент кристалла. Из коллекции В. В. Алешина

Окраска распределена не совсем ровно, лишь отдельные их участки полупрозрачны (см. рис. 5б). Но это не препятствует выделению из них кондиционных блоков для изготовления кабошонов. Другой кристалл с неравномерным распределением яркой синей окраски представлен на рис. 6а, б.



а)

б)

Рис. 6. Кристалл синего корунда. Ольхон.  $4 \times 6$  см:

а, б – разные ракурсы. Из коллекции В. В. Алешина. Фото П. В. Мороза

Один из кристаллов имеет чётко гексагональное сечение (см. рис. 7).

**Формация россыпей.** В связи с щелочными гранитами и сиенитами алданского комплекса известны россыпи преимущественно сапфирового корунда, которые на данном этапе их изученности могут быть отнесены лишь к разряду минералогических находок. По данным В. И. Беляевского (1992), с Сайженским и другими массивами щелочных пород палеозойского возраста, объединённых А. А. Коневым с соавторами в Витимский щелочной пояс, связана целая группа находок корунда преимущественно синего и сине-ваато-серого цвета на обширном пространстве водораздела рек Витим и Большой Амалат, включающем бассейны р. Сайжекон и его притоков, бассейны верхних притоков Большого Амалата и рек Коган, Има Ближняя, Дюпкош, где развиты связанные со щелочными сиенитами корундовые плагиоклазиты. К востоку области распространения находок корунда фиксируются и в бассейне р. Малый Амалат и его притоков Иннокан, Ныроки и других. Источником корунда в этом районе, как полагает В. И. Беляевский, могут быть корундоносные десилицированные пегматиты.

Корундоносные россыпи известны также в полосе развития неогенового базальтового вулканизма от Удоканского лавового плато до Джидинского вулканического района в связи с лерцолитами. Единичные находки по В. И. Беляевскому относятся к бассейну нижнего течения р. Тангука (правый приток Большого Амалата) и истокам р. Амнунда.

Значительные по площади выходы предположительно корундоносных галечников чининской свиты известны на правом берегу Витима в бассейне рек Борокчен, Могзон, Муром и Урюм. Есть вероятность концентраций корунда в отложениях чининской свиты рассматривать как промежуточный коллектор. В аллювиальных отложениях, дренирующих её конгломераты и галечники рек Муясына, Инолакты, Кукушунды, Бархасуна, Могзона, Мурома, Урюма и других, возможны находки ювелирного корунда.

В Джидинском вулканическом районе голубой и синий сапфир встречаются в пролювиально-делювиальных образованиях р. Болдосок в связи с вулканом *Болдосок (Вершинный) Хобольской группы*. Размеры угловатых зёрен – 1,5 мм. Сапфир пятнистый, полупрозрачный (см. описание объектов в гл. 5).

К числу перспективных относится также *Нарын-Гольское проявление хризолита и сапфира*, расположенное в долине р. Нарын-Гол, левого притока р. Дархинтуй. По данным В. И. Беляевского (1992), сапфировая минерализация связана с вулканом Барун-Хобольский (правый). Это сложная слоистая постройка высотой 230–240 м над уровнем лавового поля, вытянутая в широтном направлении до 1,8 км. В западной части – меридиональные ответвления общей длиной свыше 1,5 км. В южной части вулканические породы сужающимся языком прослеживаются до днища р. Нарын-Гол. Наиболее чётко выделен конус с западной вершины вулкана – горы Гарын-Гол. Вулкан сложен переслаивающимися базальтовыми лавами, туфами и базальтовыми стёклами. В пределах долины развиты пролювиально-делювиально-солифлюкционные отложения. Корунд установлен в шлихах (знаки), а также на склонах вулкана и на



Рис. 7. Гексагональное сечение бочонковидного кристалла сапфира. Ольхон. Из коллекции В. В. Алешина. Фото П. В. Мороза

участке долины, характеризующемся развитием щелочных базальтоидов (в 7 пробах – 21 зерно). Установлена сапфириноность аллювиальных галечников (проба 6,8 м<sup>3</sup> в концентрате +2 мм содержала 12 зёрен корунда). Максимальный размер обломков зёрен – до 4,5 × 3,0 × 1,5 мм. Цвет голубой различных оттенков, реже ярко-синий, иногда бледно-зелёный. Сапфир прозрачный и полупрозрачный.

В Урик-Бельском вулканическом районе (Республика Бурятия) в пределах бассейнов рек Елоин-Жалга, Шиншиков и Мойдо в делювиальных, аллювиально-пролювиальных отложениях известны единичные знаки корунда. Размеры зёрен 0,9 × 1,0 × 0,9 мм синевато-серого и светло-розового цвета.

В Зачикойской горной стране в бассейне рек Буркал и Дербул (притоки р. Менза) россыпи с корундом могут быть в связи с вулканическими постройками оливиновых базальтов с хризолитом. Аналогичными могут быть перспективы полей распространения оливиновых базальтов в Алтанской депрессии в Хэнтэй-Даурской зоне.

### 1.6. Перспективы открытия новых проявлений ювелирного корунда

Сводка корундовой минерализации в пределах Западного Прибайкалья дана в работе А. В. Татарина [1992]. По данным П. Б. Дедюхина и других [1971], в пределах гольцов *Йоко-Довырен* находится одноименный габбро-перидотитовый массив, в котором среди перидотитов присутствуют гарцбургиты. Среди пород жильной фации установлены тела габбро-пегматитов длиной 20–150 м, состоящие из диопсида, лабрадора и сульфидов, а также жилы пироксенит-пегматита. Эти породы, особенно их контактовые зоны, небезинтересно обследовать на корундовые слюдиты и плагиоклазиты, которые могут присутствовать по аналогии с корундовыми плагиоклазитами и слюдитами массива Рай-Из на Полярном Урале, описанном С. В. Щербаковой и А. Н. Сутуриным [1990].

А. Ф. Петровым в бассейне р. Ималык (лист 0–50–XVIII) отмечены мелкие тела серпентинитов нижнепротерозойского возраста, локализованные в приразломных прогибах борсалинской свиты, с которыми связаны ореолы хрома [Петров, 1978]. Как и развитые в районе кальцифиры с форстеритом, гумитом и диопсидом, их следует, вероятно, обследовать на корунд. Перспективными на корунды типа апобазитовых плагиоклазитов и слюдитов могут быть контакты габброидов и габбро-пегматитов с гнейсами, развитыми в бассейне р. Менза в Хэнтэй-Даурской зоне. В связи с Чуйско-Кодарским комплексом М. З. Глуховским [1978] описаны поля редкометалльных пегматитов, в том числе, и *Читкандинское*. В зоне экзоконтакта пегматитовых жил установлены корунд, топаз и андалузит. Поэтому целесообразно обратить внимание на необходимость ревизии контактовых зон пегматитов в плане возможности обнаружения ювелирных разновидностей корунда. В Кодаро-Удоканской зоне, где развиты кордиеритовые, дистеновые гнейсы и сланцы, а также антофиллитовые породы, не исключены находки рубина в связи с этими высокоглинозёмистыми породами. Обоснование этим предположениям дано у автора [Юргенсон, 2001]. В этом отношении весьма интересны данные К. П. Лала о том, что рубин обнаружен в кордиеритовых породах, бедных кварцем, в виде вкрапленников в сланцах Аравали (Индия), прорванных аплитами и пегматитами [Lal, 1976]. Несомненный интерес для ревизии на ювелирный корунд должны представлять биотитово-кордиеритовые сланцы икабийской свиты на востоке Бурпалинских гольцов в зоне контакта с гранитами куандинского комплекса, где известны кристаллы кордиерита до 4,5 м в длину, описанные В. С. Федоровским и др. [1978].

Ювелирный корунд разнообразной окраски известен также в силлиманитовых сланцах, переслаивающихся с амфиболитами и гранито-гнейсами в Мадья Прадеш около Пипра в округе Сидхи (Индия). В аналогичной ситуации находят корунд в Ассаме вблизи Сопафар. Учитывая широкое развитие силлиманитовых сланцев в бассейне р. Мензы, в районе Кяхты и других местах Хэнтэй-Даурской зоны целесообразно провести работу по оценке вероятностной корундоносности гнейсово-сланцевых толщ этого региона.

Таким образом, к настоящему времени на территории Забайкалья ещё не открыты промышленные месторождения ювелирного корунда. И если бы не смена общественно-экономической формации и связанная с нею ликвидация государственной системы геолого-разведочных работ на камнесамоцветное сырьё, поисково-оценочные работы в перспективных районах могли бы привести к успеху.

### 2.1. Общие замечания

Перспективные проявления берилла, топаза и турмалина в регионе относятся к формациям гранитных пегматитов и апогранитных грейзенов. Исключение составляют единичные находки берилла в апокарбонатных грейзенах, перспективы которых совершенно не ясны.

Как указывалось выше (см. гл. 1) на территории Забайкалья известно около 170 месторождений, проявлений и минералогических находок берилла, топаза и турмалина, из них только четыре (Шерловогорское, Адун-Челонское, Водораздельное и Малханское) объекта, по которым числятся запасы, а по части других оценены прогнозные ресурсы. Промышленные месторождения, а также некоторые проявления, находящиеся в пределах Борщовочной гранитной интрузии, описаны ранее [Юргенсон, 2016] и здесь не рассматриваются. Наиболее важные и известные из перспективных проявлений находятся в пределах Борщовочного кряжа, Дурулгуевского, Саханайского, Молоковского и других пегматитовых полей, локализованных в литий-фтористых гранитах кукульбейского интрузивного комплекса юрского возраста. В Северной части Забайкалья, как Республики Бурятия, так и Забайкальского края, где развиты гранитоиды палеозойского возраста, локализованные в древних толщах, также известны пегматитовые поля, в пределах которых в результате геологических съёмок масштаба 1:200 000 выявлены проявления рассматриваемых ювелирных камней. Берилловая минерализация формации апогранитных грейзенов развита как в Селенгино-Становой, так и Хэнтэй-Даурской зонах.

### 2.2. Формация гранитных пегматитов

Среди гранитных пегматитов по продуктивности на ювелирные камни принято выделять четыре вида: 1) миароловые камерные микроклиновые пегматиты, 2) миароловые занорышевые микроклиновые пегматиты, 3) миароловые микроклиновые и микроклиново-альбитовые пегматиты с клевеландитово-лепидолитовым комплексом (их разновидность – миароловые олигоклазовомикроклиновые с клевеландитово-лепидолитовым комплексом), 4) мусковитово-микроклиновые (бериллово-мусковитовые) бесполостные пегматиты.

Берилл-турмалин- и топазоносные пегматиты известны в связи с гранитами различного возраста и состава. Пространственное размещение пегматитовых полей связано с крупными долгоживущими шовными структурами глубинного заложения [Юргенсон, 2016, рис. 3]. С севера на юг и с запада на восток происходит омоложение пегматитообразующих процессов. В каждой из структурно-формационных зон преобладают пегматитоносные гранитоиды одного из крупных временных этапов тектоно-магматической активизации. Если для Кодаро-Удоканской и Муйской зон наиболее типичны пегматитоносные гранитные комплексы докембрия, Баргузинской, Прибайкальской, Восточно-Саянской, Западно-Становой, Каларской, Верхне-Амурской – до-



кембрия и нижнего палеозоя, то для остальных – преимущественно верхне-палеозойско-мезозойские. В этом же порядке уменьшается роль бесполостных пегматитов и возрастает доля миароловых и камерных пегматитов с высококачественным кристаллосырьём. Вероятно, это обусловлено уменьшением интенсивности и глубины эрозии с возрастом.

### 2.2.1. Группа берилла и топаз

Древнейшие берилло- и турмалиноносные пегматиты связаны с гранитоидами кодарского, муйского, саянского, ирельского, абчадского и баргузинского магматических комплексов.

*Кодаро-Удоканская зона.* В Олондинском рудном районе (бассейн р. Хани и Олондо) геологами ПГО «Читагеология» выявлено несколько полей редкометалльных, в том числе, бериллоносных пегматитов. Поля пегматитов располагаются в обрамлении куполовидных массивов, сложенных нижнепротерозойскими гнейсо-гранитами и гранитами, с которыми связывают их образование. Пегматиты находятся в сланцах удоканского комплекса, габброидах тепраканского и чинейского комплексов, иногда в архейских гнейсах.

*Олондинское пегматитовое поле* прослежено в меридиональном направлении на 30 км при ширине 4–10 км. В его пределах известно до 300 пегматитовых жил с редкометалльной минерализацией. Мощность отдельных жил достигает 30 м при протяжённости до 700 м. Жилы относятся к группе бесполостных мусковитово-микроклиновых (бериллово-микроклиновых с альбитовым продуктивным комплексом на тантал, ниобий, литий). На Читкандинском проявлении бериллия (правый склон долины р. Хани) в кварцево-микроклиновой жиле № 3 И. Б. Орловым в 1973 г. описаны редкие кустообразные скопления желтоватого призматического берилла в кристаллах длиной 10–12 см. На Ханинском пегматитовом поле, по данным В. Г. Борисова (1980), находящемся на водоразделе р. Хани и Сакукан, связанном с гранитами кодарского комплекса в альбитово-микроклиновых пегматитах, кристаллы берилла достигают 5 см по оси *c* и 0,9 см по оси *a*. Данных о пригодности берилла для ювелирных работ не имеется. Отдельные находки берилла известны в пегматитах Доросского редкометалльного района.

*Прибайкальская зона.* В связи с ирельским комплексом известны бериллоносные пегматиты в пределах Байкальского антиклинория как среди гранитов, так и в гнейсах, сланцах и амфиболитах протерозоя. К пегматитовым жилам в гранитоидах относятся Голубиченское [Лобанов, Альбицкий, 1968] и Слюдянское 1 проявления пегматитов с бериллом. Голубиченское представлено двумя сближенными жилами, содержащими гнезда кристаллов берилла зелёного и салатно-зелёного цвета 4 см по оси *a* и 10 см по оси *c*. Берилл ассоциирует с амазонитом. В верховьях р. Слюдянки Р. М. Файзуллин и М. М. Язмиром в 1959 г. описаны жилы бериллоносных амазонитовых пегматитов с мелкими шестоватыми голубовато-зелёными кристаллами берилла. На ограночное сырьё берилл не оценивался. Здесь же найдены обломки кристаллов кордиерита. В жилах альбитово-микроклиновых пегматитов Северного проявления обнаружены кристаллы бледно-зелёного трещиноватого берилла и их обломки величиною 1–25 см. Берилл ассоциирует с шерлом, гранатом и пьезмонитом коллекционных сортов.

В связи с абчадским комплексом щелочных гранитов, тяготеющих к одноимённому шву глубокого заложения, известно несколько десятков месторождений, проявле-

ний и находок бериллоносных пегматитов. Абсолютное большинство их относится к мусковитово-микроклиновым (бериллово-амазонитово-мусковитовым) бесплостным пегматитам. Их особенностью является присутствие редкоземельной минерализации (самарскит, фергюсонит, гадолинит, тантало-ниобаты поликраз-эвксенитового ряда). Пегматиты редко содержат миаролы с кристаллами свободного роста и поэтому, несмотря на высокие содержания берилла (до 24–28 кг/т кристаллосырья, гора Хорошая, А. А. Берензей и др., 1981), кондиционные монообласти для огранки встречаются редко. Наиболее перспективными на ограночный берилл могут быть альбитово-микроклиновые пегматитовые жилы, развитые по данным тех же авторов в бассейне р. Укучикта (проявление Поворотное), на водоразделе р. Укучикта и ручья Болотистого (Болотистое), водораздел рек Сыркин – Ерник – Хороший (Сыркин). На проявлении Поворотном наряду с аквамаринном и жёлто-зелёным бериллом (кристаллы  $2 \times 4$  до  $15 \times 50$  см) присутствует также кордиерит. На Болотистом и на проявлении Сыркин берилл зелёного и голубого цвета имеет размеры от 0,6 до 12,0 см.

В бассейне р. Аэлита на водоразделе рек Аэлита и Мечта И. К. Аслановым и другими в 1960 г. описаны проявления Гранитное и Мечта. Оба проявления характеризуются присутствием голубого берилла, кристаллы которого имеют величину от 0,5 до 10 см по оси *c*. При этом на проявлении Мечта около 70 % берилла встречается в кристаллах величиною примерно 3 см по оси *a* и 10 см по оси *c*. Содержание берилла – 2–5 кг/т. Кроме берилла в пегматитовых жилах, вмещающих диафторированных сланцах и кварцевых жилах присутствуют кристаллы андалузита и кордиерита. Определённый интерес как объект на ювелирный берилл по В. А. Дворкину-Самарскому (1957) может представлять также Абчадское проявление. Пегматиты здесь содержат до 70–80 % берилла от основной массы жильного материала. Кристаллы берилла имеют 2–10 см по оси *a* и 0,5–35 см по оси *c*, редко – 40 см по оси *a* и 60 см по оси *c*. Масса кристаллов достигает 20 кг. Цвет голубой и зелёный различных оттенков. Кристаллы в основном трещиноваты, но в них встречаются кондиционные монообласти для кабошонов и огранки.

Тулуокитское проявление рассмотрено ниже особо как возможный источник изумруда и александрита.

*В Баргузинской зоне* с гранитоидами баргузинского комплекса связаны миароловые пегматиты пегматитового поля Уро, в занорышах которых присутствуют кристаллы бледно-жёлтого берилла в сростках с морионом, турмалином, микроклином. Проявление интересно, прежде всего, на аметист и морион. Берилл может извлекаться как попутный компонент.

*Восточно-Саянская зона.* Крупные поля редкометалльных пегматитов выявлены и изучены в связи с саянским и урикским комплексами протерозойского возраста в Восточно-Саянской зоне, в гранитоидах и вмещающих их метаморфических породах урикской, большереченской, ильчирской и других свит протерозоя, в бассейне рек Оки и Урика. Наиболее перспективным в отношении ювелирного берилла, турмалина и сподумена по данным А. В. Татарина, В. А. Собачинского, Л. А. Артеменко и других (1980), является **Урикское поле**, где известно 29 пегматитовых жил мощностью 1,5–50 м при протяженности по простиранию 170–1200 и до 680 м по падению. Содержание берилла 1–15 % (вкрапленные кристаллы и их гнёзда), сподумена – 46 %, присутствуют цветной турмалин, касситерит, амазонит, колумбит, гранат. Берилл – бесцветный и светло-жёлтый, 6–15 см по оси *a* и 7–30 см по оси *c*. Турмалин – синий, зелёный, полупрозрачный, в кристаллах до 4 см по оси *a* и 8–10 см по оси *c*. Сподумен –

белый, с желтоватым и зеленоватым оттенком, голубовато-зелёный, яблочно-зелёный, трещиноватый, перемятый, в кристаллах  $0,5 \times 1,0$  до  $4 \times 8 \times 30$  см, в единичных случаях до 1,5 м в длину и 35–40 см в поперечнике. Пегматиты практически бесполостные, подвергнуты постгенетическим тектоническим воздействиям, что резко ухудшает целостность кристаллов. Разведывались на литий. Ревизионные работы на камнесамоцветное сырьё проведены А. В. Татариновым и другими в 1878–1979 гг. Рекомендуется проведение технологического опробования на цветные камни. Но отработка жил только на цветные камни вряд ли экономически целесообразна. Пегматиты Урикского месторождения по многим признакам близки к таковым Канаканского поля в Афганистане, изучавшегося В. Ю. Алхазовым и автором (1977). Но там слабо проявлена пострудная тектоника.

В этом же районе находится целый ряд других пегматитовых полей (Водораздельное, Мойдо, Парантэйское), изученных В. В. Дудкиным, Е. А. Зайковым, В. Г. Окооровым, В. В. Перфильевым и другими. Все они содержат гнездовую вкрапленность берилла бледно– либо светло-зелёного цвета в кристаллах до 5–7 см по оси *c*. Хэртэ-Жалгинское [Шамес, 1961] и Верхне-Узинское (Алексеев, Грачев, 1966) пегматитовые поля характеризуются развитием берилла. При этом пегматиты Хэртэ-Жалгинского поля имеют много общих черт с Урикскими, являясь микроклин-альбитовыми бесполостными с редкими миаролами плитообразными, линзообразными редкометалльными жилами мощностью до 10 м. Они содержат наряду с бериллом (бледно-зелёные кристаллы 0,5–10 см по оси *a* и 2–10 см по оси *c*) также и сподумен в типичных для этого типа пластинчатых кристаллах 0,5–5,0 см в длину, иногда – до 60 см, а также гранат, шерл, колумбит и касситерит. Пегматиты Верхне-Узинского поля относятся к перспективному на ювелирные камни камерному типу. В них отмечены мелкие кристаллы берилла и касситерита.

В пределах Сорокского гранитоидного массива, относящегося к самсальскому комплексу, находится Сорокское пегматитовое проявление топаза, берилла и дымчатого кварца в виде элювиально-делювиальной глыбовой россыпи в результате разрушения камерных пегматитов. Кристаллы топаза, кварца и берилла – в друзовых полостях и в россыпи. Известно, что здесь добывались топаз, кварц и кварцево-топазовые друзы. Топаз короткостолбчатый, величиной от первых миллиметров до  $2,5 \times 6 \times 8$  см при массе до 1,25 кг. Мелкие кристаллы (до 1,5 см) бездефектны. Цвет топаза голубой, серый, розовато-бурый; ювелирный топаз относится ко II сорту, выход  $1,7 \text{ кг/м}^3$ ; пригоден для фасетной огранки. По устным сообщениям лиц, добывавших топаз, имеются кристаллы более высокого сорта. Берилл – в виде непрозрачных кристаллов  $1 \times 2,5$  см. Дымчатый кварц в кристаллах 1–15 см по оси *a* и до 20 см по оси *c*. Вес бездефектных кристаллов, пригодных для огранки, до 2,7 кг. Добыто 150 кг кварца и кварцево-топазовых друз.

Особо следует отметить, что на Сорокском проявлении берилл встречается в ассоциации с блоковым полевым шпатом и бледно-коричневым хризобериллом в кристаллах до 2 мм (Татаринов и др., 1980). Рекомендуются поисково-оценочные работы с целью выявления новых тел, особенно с хризобериллом. Это же относится и к Шагайтэ-Гольскому проявлению, где известны мощные альбитово-амазонитово-микроклиновые пегматитовые жилы с крупными кристаллами аквамарина и гелиодора в ассоциации с флюоритом.

*Хамар-Дабанская зона.* В гранитоидах джидинского комплекса, развитого в Хамар-Дабанской и западной части Селенгино-Становой зоны, бериллоносные гранит-

ные пегматиты имеют достаточно широкое распространение. К ним относятся пегматитовые жилы Сутойской группы, где Д. Д. Салагуевым и другими в 1959 г. описано 9 зональных альбитово-микроклиновых пегматитовых жил мощностью 0,3–1,5 м, длиной 100–800 м, содержащих кристаллы светло-зелёного, голубоватого берилла величиной 3–10 см. Пристального изучения требуют пегматиты Капчеранского поля, где из 53 пегматитовых жил, локализованных в биотитово-роговообманковых гнейсах, 11 содержат неравномерную вкраплённость берилла. Мощность жил варьирует от 1,0 до 15,0 м при протяжённости до 100 м. Берилл в хорошо ограненных бледно-зелёных и голубых кристаллах (до 3 см по оси *a* и до 7 см по оси *c*) образует неравномерную вкраплённость и ассоциирует с кварцем, красно-бурым гранатом, шерлом, микроклином.

В пределах Булуктаевского рудного узла известно пегматитовое поле, на котором по данным В. Ф. Рукавец и В. М. Ладаевой (1983) выявлено семь пегматитовых жил мусковитово-микроклинового состава мощностью 0,5–8,0 м и протяжённостью до 190 м, содержащих кристаллы и гнёзда до 1 м<sup>2</sup>. Берилл бесцветный, светлозелёный, хорошей огранки величиной до 3,0 см по оси *a* и 8,0 см по оси *c*. В рудах Булуктаевского молибденово-вольфрамового месторождения, изучавшихся автором, развит ярко-голубой берилл (аквамарин) в кристаллах от 0,5 до 2,0 см по оси *c*, находящийся в ассоциации с микроклином, флюоритом, пиритом, вольфрамитом, шеелитом, молибденитом, гентгельвином. Аквамарин пригоден для изготовления кабошонов и галтовки. Целесообразно проведение ревизионного обследования на ограночный берилл в границах рассматриваемого рудного узла.

Имеются указания Я. М. Яблоновой и Н. П. Гавриловой (1955) на находки берилла в кристаллах до 5 см и массой до 300 г в зональной альбитово-микроклиновой жиле проявления Колодцы. В западной части Джидинского рудного поля, где молибденово-вольфрамовое оруденение связано с гуджирским комплексом, в пределах Первомайского месторождения молибдена в процессе его разведки оконтурено около 10 кварцево-полевошпатовых жил, содержащих хорошо огранённые кристаллы серо-зелёного и бледно-голубого берилла величиной по оси *a* 0,1–3,5 и 1,5–18,0 см по оси *c*. Прозрачные разности редки и представлены аквамарином. Берилл имеет гнездообразное распределение; содержание 1,5 кг/т, чаще – 0,3–0,5 кг/т; ассоциирует с молибденитом, вольфрамитом, флюоритом. Мощность жил 15–25 см с пережимами и раздувами при протяжённости по простиранию до 150 м. Месторождение в 1950-е гг. обрабатывалось на молибден; берилл не извлекался и уходил в отвал; перспективы его на берилловое ювелирное сырьё в настоящее время не ясны.

В Баргузинской зоне пегматиты с бериллом и топазом в связи с витимканским комплексом гранитоидов известны в пределах Баргузино-Котерского синклиория (Усмунское проявление) и в Верхне-Витимской зоне байкальской складчатости (Улиглинское поле. Усмунское проявление [Бажин и др., 1984] относится к типичным бесполостным амазонитовым редкометалльным пегматитам, в которых распределение скоплений кристаллов берилла, топаза, колумбита, турмалина обычно в виде гнёзд в участках друзоватости. Топаз образует хорошо огранённые жёлтые кристаллы 1–5 см в длину, берилл – жёлтые кристаллы 1–3 см по оси *a* и 6–15 см по оси *c*. Амазонит – голубовато-зелёный, голубой 1 × 21 до 5 × 30 см; дравит – коричнево-чёрные кристаллы до 15–20 см по оси *c*. Приведённые данные свидетельствуют о перспективности пегматитового поля на ювелирное сырьё. Улиглинское проявление амазонитовых полнодифференцированных пегматитов также характеризуется вкраплённостью берилла (0,1–18,0 см), топаза и граната [Гамчан и др., 1963].

В Удино-Витимской зоне известно Верхне-Ципиканское поле пегматитов с бериллом и топазом, Ирингинское поле бериллоносных пегматитов, Больше-Амалатское проявление пегматитов с бериллом и флюоритом. С гранитами гуджирского (арекитканского) комплекса связана Конталакская группа пегматитовых и грейзеновых проявлений берилла в районе Конталакского гольца (Победаш, 1962). Берилл - в пегматитах с амазонитом, мусковитом, кварцем, размеры кристаллов – 3–5 см, цвет – зеленовато-голубой.

На Конноринском проявлении в Ципа-Амалатском рудном районе в жиле мощностью 2,25 м кристаллы берилла зелёного цвета и голубого аквамарина имеют размеры, соответственно, до 5 и  $0,8 \times 2,5$  см [Жалсабон, 1963].

Группа проявлений бериллоносных пегматитов описана в бассейне р. Актарагды. Актарагдинское [Васильев, Козлов, 1962], Туколамское, Тунгоки [Козлов, Сурмилова, 1982], Имаканское [Жалсабон, 1963] проявления пегматитов характеризуются единичными включениями кристаллов бледно-зелёного и голубовато-зелёного берилла. Величина их варьирует в пределах  $0,3 \times 2,0$ – $3,0 \times 10$  см. Сведений о качестве сырья, позволяющих отнести его к ограночным сортам, не приводится. В Орекитканском рудном поле, по данным В. И. Игнатовича (1963), в гранитах находится несколько кварцево-полевошпатовых (пегматитовых) жил с жёлто-зелёными кристаллами берилла, иногда прозрачными, величиною 3 см по оси *a* и 10 см по оси *c*. Имеется вероятность находок новых жил. Объект относится к перспективным в случае возможности отработки одновременно с Орекитканским месторождением молибдена.

*Селенгино-Становая область.* В Хилок-Ингодинской подзоне, включающей бассейн р. Хилок, в пределах Малханского хребта, в бассейне р. Блудной, в экзоконтактной зоне Энгорокского массива биотитовых гранитов, которые могут быть связаны с гуджирским комплексом, в гнейсах развита Кумыхтинская зона грейзенизации, пронизанная бериллово-кварцевыми прожилками, образующими штокверк. Кроме берилла, в зоне присутствуют флюорит и лепидолит, указывая на грейзенизацию в связи с литиевыми пегматитами, распространёнными в Малханском хребте, что заставляет рассматривать этот объект вместе с пегматитовыми. Длина зоны до 1000 м, ширина 250–400 м, мощность 101,5 м. Берилл в виде кристаллов длиной до 10 см зеленовато-голубоватого цвета. Проявление следует оценить бурением на глубину с целью определения вероятной связи с миароловыми пегматитами в окрестностях, в которых могут быть, кроме обычного берилла, также воробьевит и цветной турмалин. При этом следует учесть, что непосредственно под описанной зоной штокверка в связи с открытостью минералогенетической системы жилы с крупными миаролами может не быть.

*Хэнтэй-Даурская зона.* Бериллоносные пегматиты в ней связывают с асаканшумиловским (амананским) гранитоидным комплексом, хотя по всем признакам распространённых здесь пегматитоносных гранитов, которые можно отнести к реоморфическим, они близки к выделяемым в Борщовочном хребте гранитам борщовочного комплекса. Распространённые в *Мензинском пегматитовом поле* миароловые пегматиты практически не отличимы от известных миароловых пегматитов Борщовочного хребта. К борщовочному комплексу следует, вероятно, относить и пегматитогенерирующие граниты Малханского пегматитового поля. Развитые в пределах Мензинского, Малханского пегматитовых полей палеозойские гранитоиды, относимые в южном обрамлении Борщовочного хребта к ундинскому комплексу, а в Даурском хребте – к даурскому комплексу, следует, скорее всего, параллелизовать с ними. Вероятно,

не случайно стремление геологов-съёмщиков скоррелировать глубокометаморфизованную часть кулиндинской свиты с малханской серией [Геологическое строение... , 1997]. В Мензинском пегматитовом поле известны Водораздельное (Игнатьевское), Костручихинское, Нижне-Еловское, Еловское и другие проявления пегматитов. Из них значительный интерес представляют как источники ювелирного берилла и других самоцветов Игнатьевское (Водораздельное) и Нижне-Еловское проявления.

Жила Водораздельная, описанная в первой части [Юргенсон, 2016, с. 119–121], здесь не рассматривается. Однако в последнее время на Водораздельном в клевеландитовой сыпучке были обнаружены почти чистой воды двуцветные бериллы в виде разного размера как бы обсосанных леденцов, иногда со стороны пинакоида, неровные острые шипообразные зоны огранения. Они могут достигать 3–4 см в длину и до 3 см по оси *a* и пригодны для огранки (см. рис. 8).



Рис. 8. Зональный берилл:  
*a* – светлый с четко проявленной, зональностью, *б* – переходный к елиодору.  
 внешняя часть гелиодоровая, внутренняя – розовато-сиреневая. Фрагменты кристаллов  
 из альбитовой сыпучки. Игнатьевское проявление. 2,5–2,8 см

*Нижне-Еловское пегматитовое поле.* При поисковых работах масштаба 1 : 5 000 и 1 : 10 000 на площади Нижне-Еловского пегматитового поля в 50-х гг. XIX в. обнаружено множество делювиальных и элювиальных развалов пегматитов с признаками продуктивных на камнесамоцветное сырьё минеральных комплексов, содержащих до 50 минеральных видов. Эти пегматиты сосредоточены в следующих участках: 1) районы жилы Водораздельной (площадь 5,4 км<sup>2</sup>); 2) бассейн р. Левый Киркирот (площадь 1,3 км<sup>2</sup>); 3) Левобережье р. Правый Киркирот (площадь 3,3 км<sup>2</sup>); 4) в междуречье Хилкотоя и ручья Костинский – 7,5 км<sup>2</sup>. Предполагается (Кычаков, 1993), что на этих площадях имеются предпосылки для открытия пегматитовых тел с суммарным объёмом продуктивных зон 1500 м<sup>3</sup> и содержанием берилла-сырца 697 г/м<sup>3</sup> по аналогии с жилой Водораздельной. Прогнозные ресурсы по категории Р<sub>3</sub> по Нижне-Еловскому пегматитовому полю М. Г. Кычаковым (1993) оцениваются в 1050 кг берилла-сырца при выходе сортового камня 69,5 %. Кроме того, в пределах этого поля предполагаются ресурсы горного хрусталя (до 98 т) и до 50 кг турмалина.

Кроме отмеченных пегматитов с бериллом в пределах правобережья Мензы известно множество пегматитовых жил, выявленных при проведении поисков горного хрусталя масштаба 1 : 100 000 в 1957–1958 гг. Забайкальской партией Алтайской экспедиции, в составе которой работал автор. Их необходимо ревизовать на камнесамоцветное сырьё, включая берилл.

К числу интересных и перспективных пегматитовых полей Хилок-Ингодинской подзоны относится *Каменско-Черновское поле*. Оно находится в 30 км от Читы в Ябло-

новом хребте в бассейне р. Жерейка и Черновка. В 30-х гг. в связи с близостью к Чите и потребностями в слюде и редких металлах Каменско-Черновское поле интенсивно изучалось (Соколов, 1932; Тихова, 1932–1934; Федотов, 1932–1934). В результате была установлена промышленная слюдоносность пегматитов, которые в 40-х гг. отрабатывались небольшими карьерами. В 50-х гг. геологами экспедиции № 2 М. Н. Фадеевым и др. (1951–1952); М. И. Третьяковым (1951–1952, 1956); В. Ф. Высоцким и А. Д. Сергеевым (1956–1957); затем в 1958 г. вновь А. Д. Сергеевым проводились работы на редкометалльное оруденение уже на шести участках Каменско-Черновского поля (Каменско-Черновское мусковитовое месторождение, Черновский, Усть-Каменский, верховья р. Каменки, Малый Красотун, Колошный).

Геологическое строение всего пегматитового поля в связи с его расположением в близосевой части Яблонового хребта характеризуется следующим. Метаморфическая толща докембрия, развитая на склонах хребта и сложенная кристаллическими сланцами, кварцитовидными песчаниками, иногда переходящими в кварциты, роговообманковыми, биотитовыми и инъекционными гнейсами, амфиболитами прорывается палеозойскими биотитовыми гнейсогранитами и биотит-роговообманковыми гранитами, занимающими осевую часть хребта. Они могут быть сопоставимы с даурским комплексом. Эти граниты в свою очередь прорываются гранит-аплитами и миоценовыми лейкократовыми гранитами яблонового комплекса. Штоки их картируются как в поле метаморфических пород, так и в палеозойских гранитоидах. По данным С. Н. Пехтерева, С. А. Абушкевича, Е. П. Герасимова и др. (2000), с гранитоидами яблонового комплекса средне-верхнеюрского возраста и связаны, вероятно, пегматиты Каменско-Черновского поля.

Наиболее продуктивные и богатые минералами пегматиты приурочены к полосе амфиболитов или амфиболовых сланцев, протягивающейся в северо-восточном направлении от верховьев р. Черновка к верховьям р. Левая Жерея. Длина полосы – около 5 км при мощности 150–250 м. На юго-западном фланге в пегматите появляется литиевая минерализация. В пределах поля установлено более 50 жил. Берилл развит практически на всех участках. Но наиболее крупные кристаллы светло-зелёного берилла известны в жилах 2 и 4 Каменско-Черновского мусковитового месторождения, Черновском участке и Усть-Каменском (см. табл. 1).

Таблица 1

**Размеры и окраска кристаллов берилла Каменско-Черновского пегматитового поля (составлена с использованием данных В. Ф. Высоцкого и А. Д. Сергеева, 1958)**

Участок	Число жил	Жила	Размер кристаллов по осям, см		Цвет
			a	c	
Каменско-Черновское месторождение мусковита	11	№ 1	1–12	до 40	Светло-зелёный, салатно-зелёный
		№ 2	1–4	3–10	
		№ 4	4–11	10–23	
Черновский	4	№ 1, Лепидолитовая	0,5–8	1,5–20	Желтовато-зелёный
			0,8–1,2	1,2–1,8	Светло-розовый, прозрачный
		Аквардиновая	2–3	3–5	Голубой, голубовато-зелёный, содержит кондиционные монообласти
Северо-Черновский	1	Берилловая	6–10	До 40	Светло-зелёный, содержит кондиционные области
Усть-Каменский	30	Мусковито-микроклиновые	2–4	4–15	Светло-зелёный

Среди пегматитов поля выделяются шлировые или камерные, линзовидные в гранитах и согласные, секущие в метаморфической толще. Шлировые и камерные пегматиты распространены в полосе эндоконтакта гранитной интрузии преимущественно в верховье р. Черновка и достигают 10–15 м в поперечнике. В них отмечаются аплитовая, апографическая и блоковая зоны. Миаролы и камеры редки и содержат кварц, блочный мусковит, редко – берилл. Огранённые индивиды кварца и берилла редки. Размеры их редко достигают 3–5 см по оси *c*. Основная масса этих тел в осевой части Яблонового хребта эродирована, а в полях развития вмещающих пород не вскрыта эрозией.

Линзовидные жилы в гранитах встречаются преимущественно в пределах Верхне-Каменского и Колошного участков, имеют мощность до 1 м при длине по простиранию до 150 м.

Пластообразные пологозалегающие жилы развиты преимущественно в северной части Каменского поля. Они залегают в биотитовых кристаллических сланцах, имея мощность 1–2 м, зональны. Пегматиты в основном состоят из трёх зон: аплитовой, графической и апографической. Преобладает последняя (см. рис. 9).



Рис. 9. Пологая пегматитовая жила в биотитовых кристаллических сланцах

Лишь в раздувах появляется блоковая зона с редкими миаролами, заключающими кристаллы микроклина, кварца, мусковита, редко – альбита и берилла. В апографической и аплитовой зонах развиты гранат, редко – магнетит. Кристаллы берилла редки. Ограночные разности единичны. Содержание берилла до 706 г/т.

Жильные или штокообразные тела Каменско-Черновского месторождения мусковита в метаморфических породах имеют мощность 1–50 м при протяжённости по простиранию до 100–500 м. Выделяются аплитовая, графическая, апографическая и блоковая зоны. В некоторых телах развиты миаролы 10–30 см в поперечнике. Блоковая зона содержит в разной мере выраженную альбитизацию с образованием клевеландита или сахаровидного альбита. Берилл развит преимущественно на границе блоковой зоны и кварцевых ядер, реже – в миаролах. Наиболее продуктивны на берилл жилы, залегающие на контакте амфиболитов, амфиболовых сланцев с гнейсогранитами или гранитогнейсами в зоне экзоконтакта с гранитами на расстоянии 100–200 м



от контакта с биотитово-роговообманковыми гранитами. Они относятся, вероятно, к яблонову комплексу. Эти пегматиты приурочены к толще амфиболовых сланцев и образуют полосу шириной до 250 м и до 4 км по простиранию в северо-восточном направлении при падении на ЮЗ под углами 45–75°. Для жил северо-восточной части этой полосы, относящихся к собственно Каменско-Черновскому месторождению мусковита, характерно широкое развитие крупных (до 1 м) кристаллов мусковита, с которыми ассоциируют берилл, гранат пиральспитового ряда, сине-зелёный ганит, магнетит и продукты его изменения.

Кристаллы берилла светло-зелёного или салатно-зелёного цвета, трещиноваты, располагаются во внутренней части блоковой зоны на контакте микроклина и мусковита, обрастая последним. Они достигают 10 см по оси *c* и 2,5 см по оси *a*. В отвале найдены обломки берилла с ограночными зонами до 1 × 1 × 1 см. Основная масса (до 70 %) берилла пригодна для галтовки, частью для изготовления кабошонов. По данным В. Ф. Высоцкого и А. Д. Сергеева (1958), содержание берилла в мусковитовых пегматитах собственно Каменско-Черновского месторождения в среднем составляет 667 г/т при размерах кристаллов до 40 см по оси *c*. В юго-западной части месторождения (см. табл. 1), на участке водораздела пос. Каменка – пос. Черновка также, по данным тех же авторов, встречены крупные кристаллы берилла серо-зелёного, жёлто-зелёного, салатно-зелёного цвета, достигающие 10 см по оси *a* и 23 см по оси *c*. Содержание берилла находится в пределах 0,138–1800 кг/м<sup>3</sup> пегматита. Данных о качестве берилла нет.

Наибольший интерес как возможный источник ювелирных разностей берилла представляет участок Черновский, расположенный на юго-западном фланге полосы пегматитов, приуроченных к зоне амфиболовых сланцев. Здесь в 1956 г. В. Ф. Высоцким обнаружена линза пегматитов мощностью около 25 м при длине по простиранию до 130 м. В окрестностях её обнаружено ещё 4 жилы. Линзовидная жила № 1 имеет сложнзональное строение и характеризуется мощной зоной письменного гранита с высокодекоративным ельчатым рисунком ихтиоглиптов дымчатого кварца в светло-жёлтом или почти белом альбитизированном микроклине. Мощность зоны достигает 1,5–2 м. Апографическая зона также высокодекоративна. Блоковая зона состоит из серо-дымчатого кварца, альбитизированного микроклина и крупнолистоватого литиевого мусковита, содержащего включения голубовато-зелёного и бледно-зелёного берилла, иногда переходящего в жёлто-розовый. В этих случаях слюда представлена лепидолитом. В 1962 г. в этом комплексе автором обнаружены поперечнозональные кристаллы берилла. Зональность обусловлена постепенным переходом жёлто-зелёного берилла в желтовато-розовый и светло-розовый. Длина кристаллов до 4–5 см. Они трещиноваты. Если головка кристалла ассоциирует с клевеландитом, очень редко она становится прозрачной [Юргенсон, 1965].

Водянопрозрачные неправильной формы кристаллы розового берилла встречаются в альбитово-кварцево-лепидолитовом комплексе. Здесь же присутствует голубой апатит, амблигонит, желтовато-зелёный полупрозрачный микролит. В мелких полостях альбит представлен клевеландитом. Воробьевит образует как неправильной формы прозрачные зёрна без видимой огранки в кварц-лепидолитовом агрегате, так и плохо образованные кристаллы, представленные комбинациями форм гексагональной призмы (10 $\bar{1}$ 0), безапинакоида (0001) и гексагональной дипирамиды (10 $\bar{1}$ 2). Кристаллы короткопризматические с максимальными размерами до 1,8 см по оси *c* и 1,2 см в перпендикулярных направлениях (см. рис. 10).



Рис. 10. Бледно-розовый воробьевит в ассоциации с кварцем и лепидолитом. Участок Черновский. 4 × 5 см

Для описываемого воробьевита характерна слабо выраженная спайность по (10 $\bar{1}$ 0) и раковистый излом во всех иных поверхностях. Твёрдость у прозрачных разновидностей – 7,5. Удельный вес, определённый пикнометром при температуре 22 °С, – 2,75–2,78 г/см<sup>3</sup>.

Содержание воробьевита составляет 0,5–1,0 % от объёма клеветландит-лепидолитового комплекса, и он может быть легко выделен из него. Наряду с воробьевитом в блоковой зоне встречаются крупные кристаллы (до 20 см по оси *c*) трещиноватого

зеленоватого берилла, в которых встречаются кондиционные блоки до 1–1,5 см. Здесь же в миаролах присутствуют кристаллы прозрачного дымчатого кварца до 10 см по оси *c*. В одной из жил Черновского участка обнаружено гнездо с зеленовато-голубым аквамарином.

Участок изучен крайне слабо. Пройдено лишь две канавы глубиной 1–1,5 м. В лепидолитовой жиле, если на участке будут проведены горные работы, возможны находки крупных кондиционных кристаллов как воробьевита, так и других ювелирных разновидностей берилла. Важным попутным поделочным камнем может оказаться письменный гранит.

Значительный интерес в качестве источника ювелирных разновидностей берилла, особенно розового воробьевита, может представлять серия жил Усть-Каменского участка, где Яблоновой партией в 1956 г. было обнаружено до 30 жил, ещё слабо изученных. В мусковитовых пегматитах кристаллы берилла достигают 15 см по оси *c*. Здесь, как и на Черновском участке в 1957 г., В. Ф. Высоцким и А. Д. Сергеевым обнаружен лепидолитовый комплекс, в котором воробьевит также скорее всего был пропущен. Геологическая ситуация на этом участке свидетельствует о слабой эродированности. Жилы образуют кольцо диаметром до 1,8 км, подчёркивающее, возможно, контуры кольцевой интрузии юрских пегматитоносных гранитов яблонового комплекса.

В северо-западной части Каменско-Черновское поле переходит в Кадалинское, где известны амазонитовые пегматиты с бериллом, а в аллювии р. Кадала В. И. Флешлером обнаружен обломок топаза.

В Читино-Ингодинской депрессии непосредственно в черте г. Читы известна элювиальная россыпь кристаллов мориона, дымчатого кварца, среди которых встречаются фрагменты кристаллов аквамарина. Эта россыпь связана с выступом юго-западного фланга пегматитового поля непосредственно среди мезозойских отложений депрессии.

В 2006–2017 гг. Р. А. Филенко в результате посещения территории Каменско-Черновского пегматитового поля обнаружены новые проявления берилла (см. табл. 2). При этом найдены также и его гелиодоровые разновидности различных оттенков (см. рис. 11–14).

## Новые находки берилла в Каменско-Черновском пегматитовом поле

№ п/п	Маркировка	Участок отбора проб	Координаты, привязка	Описание
1	КМК–06/10	Р. Каменка	N 52°04'12.18" E 113°06'13.87", канава в 750 м к северу от мусковитового месторождения	Зелёный кристалл, 1 × 6 см (4 фрагмента)
2	КМК–06/11	Р. Каменка	N 52°04'12.11" E 113°06'12.64", канава в 750 м к северу от мусковитового месторождения	Зелёный мутный кристалл 3 × 10 см (3 фрагмента)
3	КМК–06/12	Р. Каменка	N 52°04'12.27" E 113°06'15.16", сосновый пень около канав в 750 м к северу от мусковитового месторождения	Голубой кристалл аквамарина, рассечённый белым кварцем 2,5–8 × 7,5 см (2 фрагмента)
4	КМК–15–01	Р. Каменка	N 52°04'20.06" E 113°06'24.92", канава на водораздельном (Каменка – Жерейка) хребтике	Жёлто-зелёный кристалл берилла 1–2,5 × 4 см из миаролы с морионами, канава «Восточная»
5	КМК–15–02	Р. Каменка	N 52°04'12.17" E 113°06'12.51", канава в 750 м к северу от мусковитового месторождения	Кристаллы аквамарин и гелиодора из канавы «Центральная»
6	КМК–15–03	Р. Каменка	N 52°04'12.17" E 113°06'12.51", канава в 750 м к северу от мусковитового месторождения	Фрагменты кристаллов аквамарин и гелиодоров из канавы «Центральная», есть два пинакоида
7	КМК–15–04	Р. Каменка	N 52°04'17.68" E 113°06'18.37", отдельная яма-шурф	Фрагмент кристалла аквамарина
8	КМК–16–01	Р. Каменка	N 52°04'17.68" E 113°06'18.37", отдельная яма-шурф	Фрагменты кристаллов бериллов из ямы «Осиная»
9	КМК–16–02	Р. Каменка	N 52°04'17.68" E 113°06'18.37", отдельная яма-шурф	Кристалл аквамарина в пегматите из ямы «Осиная»
10	Черн–15–01	Р. Черновка	N 52°02'15.18" E 113°04'24.09", канава на лепидолитовом проявлении	Кристалл гелиодора 1 × 1,5 см, с пинакоидом
11	Дв-17/5	Р. Кадалинка	N 52°04'45.88" E 113°11'46.55", канава по амазонитовой жиле	Мелкие (0,5 × 1 см) зелёные кристаллы в апографическом пегматите с мелким малиновым гранатом
12	Дв–17/4	Р. Кадалинка	N 52°04'45.88" E 113°11'46.55", канава по амазонитовой жиле	Зелёный берилл в пегматите
13	Дв–15/1	Руч. Малый Красотун	N 52°06'25.49" E 113°11'51.24", канава на хребтике	Кристалл аквамарина в амазоните



*Рис. 11.* Фрагмент кристалла ювелирного берилла. КМК 15–04



а)



б)

*Рис. 12.* Кристаллы зеленоватого аквамарина. КМК 15–04



*Рис. 13.* Бледный аквамарин для галтования

Приведённый материал свидетельствует о существенных перспективах не только Каменско-Черновского пегматитового поля на ювелирные камни группы берилла и кварца, но всей полосы Яблонового хребта, ещё очень слабо изученной на камнесамоцветное сырьё. В 2006–2016 гг. Р. А. Филенко обнаружены новые тела, содержащие берилл различных окрасок, в том числе и жёлтые, близкие к настоящему гелиодору (см. рис. 14–15).



*Рис. 14.* Кристаллы гелиодора и зонального берилла. КМК 15–02



*Рис. 15.* Сросток двух кристаллов гелиодора

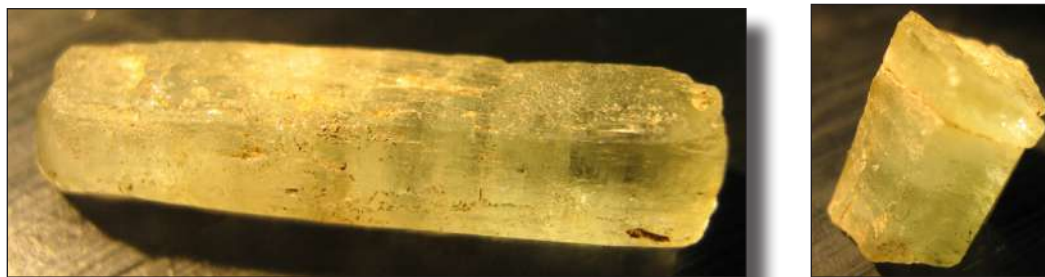


Рис. 16. Ярко-жёлтые гелиодоры. Фото Р. А. Филенко

В других зонах Монголо-Охотской области (*Агинская и Аргунская*) редкометалльные бериллоносные пегматиты большинство исследователей связывают с кукульбейским комплексом гранитоидов.

В *Агинской зоне* к ним относятся камерные пегматиты Саханайского, Дульдургинского и Урда-Таптанайского массивов в бассейне р. Иля и в Иля-Ононском междуречье. К ним относятся плитообразные, в основном бесполостные, пегматиты Дурулгуевского (Ималкинского) массива. В этой зоне находятся редкометалльные пегматиты Оловянинского и Хангилайского массивов, миароловые и камерные пегматиты Адун-Челонского, Соктуйского, Цаган-Олуевского массивов, Завитинского и Кангинского пегматитовых полей.

Пегматиты *Саханайского пегматитового поля* локализованы непосредственно в самих гранитах и относятся к камерному шпировому типу. Бериллоносность пегматитов установлена в начале 1930-х гг. Б. А. Николаевым и В. И. Навиль. Наиболее крупные тела обнаружены в 12 км к СВ от с. Дульдурга на участке Лево-Шабартайском. В 1955 г. здесь в процессе детальных поисковых работ, проведённых под руководством В. Г. Фадеева, обнаружено 74 пегматитовых тела и развала; из двух тел попутно добыто 780 г драгоценных разновидностей берилла и 103,2 кг технического берилла, так что в целом добыча не оправдала затрат; но было рекомендовано провести поиски на полого погружающемся восточном контакте массива. Рекомендации по территории Саханайского интрузива, данные после проведения геологической съёмки масштаба 1 : 200 000 Е. А. Беляковым и Н. Н. Чабаном [1963] послужили основанием для постановки ревизионных работ трестом «Цветные камни», в результате которых М. А. Апенко и другими в 1965–1966 гг. были выявлены новые пегматитовые тела, из некоторых взяты прозрачные кристаллы берилла. Для дальнейших геолого-разведочных работ в качестве перспективных рекомендованы участки Мало-Шабартайский и падь Аршан. В ходе последующих работ на Мало-Шабартайском участке кварцевые ядра известных пегматитовых тел практически отработаны, в пади Аршан специализированных работ не проводилось.

К настоящему времени в пределах Саханайского массива известно около 10 участков, где закартировано множество пегматитовых тел. Пегматиты и их бериллоносность изучались многими исследователями: Е. А. Барабашевым, Н. А. Трущевой (1983–1984); Е. А. Беляковым, Н. Н. Чабаном (1963); М. А. Апенко и другими (1965–1966); К. Г. Глебовым (1967); а также А. И. Харламовым, проводившим съёмку масштаба 1 : 50 000 в 1965–1966 гг. Работами М. А. Апенко в пределах поля было выявлено 72 пегматитовых тела, из них на 23 он провёл горные работы, добыв ограниченный берилл только из тела № 6 (см. рис. 4). Он рекомендовал разведать ещё 15 тел и, в первую очередь, 5 тел в пределах небольшой площади на левобережье р. Иля (тела 62, 64, 67, 94, 95). Кроме того, он рекомендовал провести разведочно-эксплуатационные работы на теле № 6, где им было вскрыто гнездо с бериллом объёмом 30 м<sup>3</sup>,

откуда добыто 500 кристаллов (общий вес кристаллосырья составил 60–65 кг). Из них 1158 г признано сортовым. Заводом «Русские самоцветы» из поступивших 1120 г после огранки получено 175,4 г вставок в количестве 81 штуки (берилл и шерл). Средняя масса гранёных вставок составляла более 10 карат. Из шерла получили кабошоны. Один из добытых М. А. Апенко кристаллов берилла был величиною 6 см по оси *a* и 9 см по оси *c*. Он был окрашен в ярко-зелёный цвет, близкий к изумрудному и травяно-зелёному. Однако доказательств тому, что это был изумруд, – нет.

Рекомендации М. А. Апенко о необходимости проведения эксплуатационно-разведочных работ на теле № 6 были использованы К. Г. Глебовым в 1967 г. Он расчистил старые горные выработки, прошёл новые по кварцевому ядру (608 м<sup>3</sup>), но бериллоносных гнёзд не встретил, наработав пробу розового кварца массой около 1500 кг. Тем не менее, вывода о бесперспективности объекта он не сделал и решил, что вкрапленная минерализация за границами ядра не выклинивается, а уходит в блоковую зону. Этот вывод им был сделан на основе находки кристалла аквамарина именно в блоковой зоне, в полости сечением около 10 см, что вполне закономерно определяет вероятность наличия в ней более крупных полостей (миарол) с кристаллами берилла, турмалина и кварца. Из анализа строения блоковой зоны К. Г. Глебов предположил наличие второго кварцевого ядра и связанной с ним подъядерной камеры и рекомендовал продолжение разведочных работ с полной выработкой участков вкрапленной берилловой минерализации и участков развития грейзенизации.

В целом в пределах Саханайского массива берилл связан со шпировыми пегматитами, развитыми, главным образом, в эндоконтактных частях массива. Форма пегматитовых тел близка к изометричной, размер тел от 3 × 5 до 36 × 37 м. Бериллоносные пегматиты представлены, главным образом, блоковыми полнодифференцированными разностями. Основная масса берилла приурочена к блоковым зонам в центральных частях рудных тел, на контакте полевого шпата с кварцевым ядром (см. рис. 17).

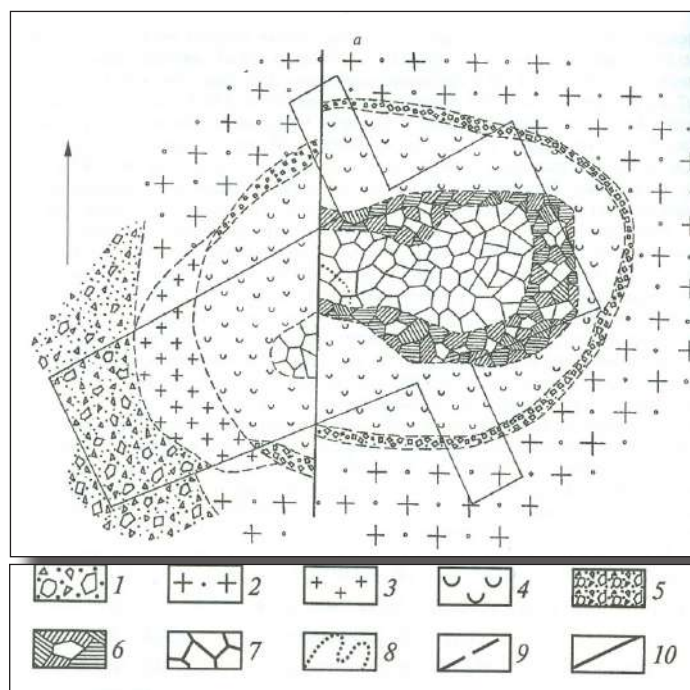


Рис. 17. План пегматитового тела № 118 [по: Юргенсон, 2001]:

- 1 – элювиально-делювиальный обломочный материал; 2 – граниты крупнозернистые порфировидные;
- 3 – граниты мелкозернистые; 4 – пегматоидная зона; 5 – графическая зона; 6 – блоковая кварцево-полевошпатовая зона; 7 – кварцевое ядро; 8 – гнездо с крупными кристаллами берилла;
- 9 – геологические границы; 10 – тектонические нарушения

Мощность продуктивных зон варьирует от 1 до 12 м. Размер кристаллов берилла – от долей сантиметра до 20–25 см по длинной оси. Большинство кристаллов трещиноваты; прозрачные и полупрозрачные ювелирные разновидности окрашены в желтовато-зеленоватые, зелёные разных тонов, голубовато-зелёные цвета, иногда бесцветны.

Во время полевых работ нами осмотрены пегматитовые тела 117, 118, 84, 88, 89, 90, а также жилы в пади Зун-Шабартай, Бом-Горохон (Бом-Борохон?), изучавшиеся М. А. Апенко, В. М. Гавриляком и другими. В теле № 118 (см. рис. 17), зональность которого типична для камерных пегматитов, на контакте блоковой зоны и кварцевого ядра от микроклина в сторону кварца выросли агрегаты кристаллов жёлто-зелёного, зеленовато-жёлтого цвета. В отвале обнаружено ещё два кристалла.

Все они трещиноваты, непрозрачны, имеют размеры 1–4 см по оси *c* и 0,5–2,0 по оси *a*. В кварцевом ядре развит бледно-розовый кварц. Окраска пятнистая. За счёт распределения цепочек включений – мелкополосчатость. В поле нахождения пегматитовых тел № 117 и 118 широко развита флюоритизация, что связано с формированием известного Дудьдургинского месторождения флюорита. В пегматитовом теле № 89 также обнаружены кристаллы берилла, нарастающие на полевой шпат и обрастающие кварцем. Размеры кристаллов 1–4 см по оси *a* и 1,5–6 см по оси *c*. Цвет – от салатно-зелёного до тёмно-зелёного. Абсолютное большинство кристаллов трещиноватые. Лишь в 4 кристаллах присутствуют монообласти до 3 × 3–5 × 8–10 мм. Однако именно эти кристаллы имеют очень бледную светло-жёлтую окраску и относятся к низким сортам. В ассоциации с кварцем находится шерл. В пегматитовом теле № 90 берилл не обнаружен. Пегматитовое тело № 84, находящееся в правобережье вершины пади Малый Шабартай, сопровождается зоной окварцевания, флюоритизации и сульфидизации. Оно вскрыто старыми выработками на всю мощность, но не отработано. Встречены кристаллы жёлто-зелёного берилла до 3 см по оси *a* и 4 см по оси *c*. Кварцевое ядро было сложено розовым кварцем.

В части пегматитовых тел В. А. Алешиным в 2015 г. обнаружены крупные, разбитые по трещинам отдельности на блоки размером до 3 см кристаллы гелиодора, насыщенные газово-жидкими включениями, пригодные для изготовления кабошонов и галтовки (см. рис. 18).



Рис. 18. Зональные кристаллы гелиодора для кабошонов (а) и галтования (б)

Развитая на площади альбитизация, мусковитизация биотита, окварцевание свидетельствуют о возможности наличия нескрытых эрозией пегматитовых тел. Степень их дифференцированности, широко распространённая флюоритизация, пространственно совпадающая с местами их локализации, свидетельствуют о том, что углубление горных выработок под кварцевые ядра на известных телах и горные работы на нескрытых горными выработками телах могут позволить вскрыть гнёзда с кристаллами берилла и кварца, но сохранность их, вероятно, будет низкой.

В связи с Саханайским массивом известно Сангентуйское проявление берилла, описанное В. И. Навиль в 1933 г. и Г. Н. Пушниковым в 1954 г., также пегматитового генезиса: кристаллы берилла желтовато-зеленого цвета достигали до 7 см в длину и 2,5 см в поперечнике; обнаружены в крупных глыбах зонального пегматита, в крупнозернистых их частях. Оценка качества сырья не проводилась.

Учитывая известные признаки камерных пегматитов с бериллом, горным хрусталем и топазом [Киевленко и др., 1982; Методические... , 1975, вып. 7], следует признать, что развитие зон трещиноватости, сопровождающейся флюоритизацией, в северной части Саханайского массива, пусть даже и наложенной, является признаком тектонической неустойчивости, способствующей развитию трещиноватости и замутнения в берилле и кварце, находящихся в небольших полостях, столь для них типичных. Тем не менее, в южной и восточной частях массива, где наблюдаются пологие контакты с вмещающими породами и слабая его эрозия, можно ожидать повышенную продуктивность пегматитовых тел (Аршан и другие тела в верховьях р. Чиндалей).

С гранитами Дульдургинского массива связано Талачинское проявление берилла. Оно представлено двумя сближенными шпировыми пегматитовыми телами зонального строения. К зоне блокового пегматита приурочена основная масса кристаллов берилла. В одном из тел эллипсоидной формы, размером 22 × 35 м запасы берилла до глубины 10 м составляют 520 кг; отдельные кристаллы достигали 20 кг [Чабан, Беляков, 1974б], данные М. А. Апенко и др. (1966). Мощность второй жилы – от 2 до 11 м, протяжённость – 100 м, запасы берилла не превышают 400 кг. Ревизия отвалов объекта в полевой сезон 1991 г. показала наличие обломков непрозрачного голубовато-зелёного берилла размером 2–3 см. Обследование стенок выработок и обнаружение непрозрачных кристаллов, анализ общей ситуации позволили поддержать вывод предыдущих исследователей о перспективности Талачинского проявления на рудо-разборный берилл. Отметим, что примерно в 2007–2010 гг. неизвестные граждане КНР безлицензионно хищнически отработали вскрытый в карьере по жиле блок розового кварца и боковую зону пегматита с бериллом.

В гранитах кукульбейского комплекса известны и более мелкие коренные проявления берилла, также пегматитового генезиса [Барабашев, Трущева, 1983]: Дунда-Шабартайское, на водоразделе падей Шабартай-Малый Шабартай, в нижнем течении р. Таптанай, в правом борту р. Дульдурги. В пегматитовых жилах среди отложений агинской свиты триаса известны находки берилла на водоразделе р. Или и Таптанай, в пади Верхний Буйлосутай.

Проанализированный материал о пегматитах окрестностей Дульдурги, связанных с кукульбейским комплексом гранитоидов, свидетельствует, прежде всего, о довольно бессистемном их изучении, с одной стороны, о бесперспективности на промышленную бериллоносность – с другой, о необходимости дифференцированного подхода к оценке каждой из известных групп (скоплений) пегматитов на ограночный берилл, с третьей.



Дифференцированность подхода предполагает учёт следующих факторов при оценке вероятной продуктивности: 1) локализация продуктивных пегматитов в апикальной части интрузивов и только в тех случаях, где кровля последних имеет пологое залегание [Методические... , 1975, вып. 7]; 2) отсутствие трещинного контроля; 3) большие субизометричные полнодифференцированные пегматитовые тела с крупными камерами располагаются в наименее нарушенных участках гранитных интрузивов; 4) в классическом случае продуктивные объекты располагаются на расстоянии первых сотен метров от контакта массива; при этом резко возрастает роль порфировых вкрапленников, но гибридность слаб; 5) важная особенность – проявление грейзенизации, отсутствие совмещения пегматитов и грейзенов; 6) наличие локальных геохимических ореолов бериллия, фтора и бора; 7) широкое развитие в обломочном материале блокового кварца; 8) определённое соотношение воды и углекислоты в кварце [Юргенсон, 1984, 1991, 2016]; 9) для нескрытых эрозией пегматитовых тел – наличие в гранитах граната тетрагонтриоктаэдрической формы [Юргенсон, Савкевич, 1989]; 10) специфические формы ИК-спектров в области поглощения ОНх-группировок в турмалине [Юргенсон и др., 1983]; 11) появление в свалах лепидолита или перламутрового мусковита, свидетельствующее о продуктивности миарол.

Учёт всех этих факторов необходим при проведении специальных поисково-оценочных работ с попутной эксплуатацией.

*Дурулгуевский (Ималкинский) массив* по разнообразию с ним генетических и формационных типов месторождений и проявлений различных металлов (олово, вольфрам, бериллий, золото, тантал, ниобий, сурьма) и богатству минеральных видов представляется весьма интересным. С гранитами массива ассоциируют четыре поля бериллоносных пегматитов и множество других пегматитовых тел в зоне экзоконтакта Дурулгуевского массива [Чабан, Беляков, 1974б].

На Чалотском (Дурулгуевском) непромышленном месторождении бериллия известно 45 пегматитовых жил, расположенных на площади около 7,2 км<sup>2</sup> [Чабан, Беляков, 1974]. Мощность жил – 3–16 м при протяженности 150–200 м. Наряду с бериллом, составляющим 0,27–0,45 % массы пегматита, в жилах присутствуют полевой шпат, мусковит, кварц, гранат (до 0,6 %), танталит, арсенопирит, апатит, турмалин, встречается торбернит. Берилл преимущественно мелкокристаллический, но находили и кристаллы до 60 см по оси *c*, массой до 10–13 кг. Крупнокристаллический берилл локализован в блоковой зоне, в осевой части жил и висячих боках. Доля его составляет 9 % [Гребенников, 1995]. На рис. 19 представлена зарисовка сростка берилла с колумбит-танталитом в кварц-микроклиновом пегматите, выполненная А. М. Гребенниковым [Гребенников, 1995].

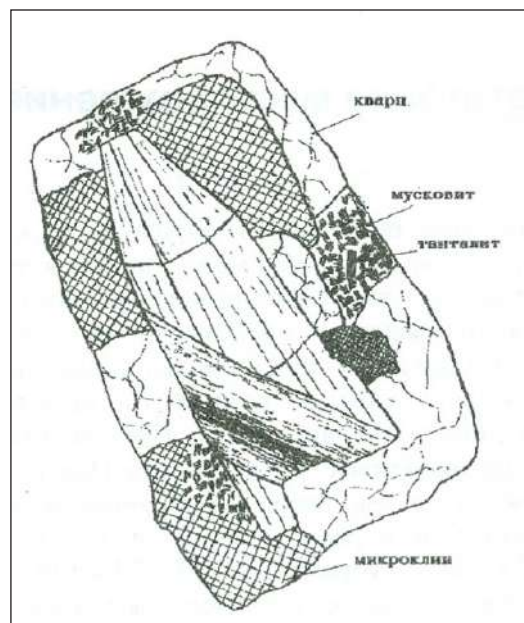


Рис. 19. Кристаллы берилла в окружении кварца, колумбит-танталита, мусковита и микроклина в кварц-микроклиновом пегматите [по: Гребенников, 1995, с. 115]

Содержание берилла с глубиной возрастает до 0,79 %, что свидетельствует при возрастании мощности и возможности развития на глубине в срединной части жил миарол с кристаллами свободного роста. Учитывая высокое содержание граната и возможность присутствия среди них ювелирных разностей, следует, вероятно, произвести переоценку месторождения на ювелирное сырьё.

На Ималкинском непромышленном месторождении бериллия, расположенном в разгнейсованных гранодиоритах Ималкинского (Дурулгуевского) массива, разведаны бериллоносные пегматитовые жилы мощностью 0,2–0,5 м при прослеженной длине 50–200 м (Гребенников, 1958). Берилл находится в ассоциации с даналитом, колумбит-танталитом, кварцем, слюдами. Содержание берилла – 0,45–0,60 %. В отдельных участках концентрации минерала достигают 30 кг/т.

В целом пегматиты Дурулгуевского массива, несмотря на относительно редкие находки ювелирного берилла, имеют перспективы для поисков этого сырья. Это должны быть мощные жилы с хорошо развитой блоковой зоной, характеризующейся слабой альбитизацией и хорошей друзоватостью. Определённый интерес как коллекционный материал должны представлять кристаллы даналита, а также известные здесь находки гердерита (устное сообщение П. Е. Пашигоревой).

С *Оловянинской группы* штоков гранитов кукульбейского возраста связаны многочисленные поля редкометалльных, в основном бесполостных пегматитовых жил. Интрузивные образования Оловянинской группы штоков представлены кислыми и умеренно кислыми гранитоидами, прорывающими ниже-среднеюрские отложения правобережья р. Онон, и обнажаются, главным образом, в Цугольском хребте. Вмещающие породы интенсивно ороговикованы и грейзенизированы [Сосницкий и др., 1970]. Здесь, на правобережье пади Малой Кулинды, в среднем её течении, расположено *Малокулиндинское месторождение* редких металлов. Оно открыто в 1813 г. как оловянное и эксплуатировалось на олово с 1813 по 1818 гг. Добыто 112 т руды с содержанием касситерита 1–6 %. С 1951 по 1956 гг. разведывалось экспедицией № 2, которая выделила ряд участков развития пегматитовых жил: Подгранитный, Лебединцева, Чистяковских и Афанасьевских работ, Крест Кондуй и Холтуй. Как редкометалльное месторождение открыто В. Н. Фадеевым в 1955 г. Малокулиндинское пегматитовое поле содержит 132 пегматитовые жилы, залегающие в метаморфизованных аргиллитах и алевролитах онтагаинской свиты. Жилы имеют сложное строение, с многочисленными пережимами и раздувами; мощности варьируют от первых десятков сантиметров до 20 м при протяжённости от 15–20 до 500 м. Элементы залегания жил непостоянны и варьируют в широких пределах, по падению прослеживаются от первых десятков метров до 250–300 м. По минеральному составу выделяются кварцево-микроклиновые и кварцево-микроклиново-альбитовые пегматиты. Минеральный состав – кварц, полевые шпаты, мусковит, берилл, тантало-ниобаты, касситерит, апатит. В минерализованных полостях, встречающихся относительно редко, присутствуют кристаллы кварца – светло-дымчатые и чёрные (морионовые) длиной до 10–15 см, берилл – до 5 генераций, из которых наиболее важное значение как возможный источник ювелирного сырья имеет берилл IV генерации. Кондиционные кристаллы прозрачны, голубые, зелёные, винно-жёлтые, достигающие 2–3 см в длину. Наиболее богаты редкометалльными минералами, включая берилл, пластовые тела сложной формы с интенсивной альбитизацией и грейзенизацией.

Продуктивные пегматиты – мусковитово-микроклиновые с бериллом, сподуменом и колумбит-танталитом. Чётко проявлена альбитизация. Берилл находится в ас-

социации с микроклином, кварцем, мусковитом, альбитом. Отдельные кристаллы берилла и их сростки имеют величину от единиц миллиметров до 25 см в поперечнике. Содержание берилла в руде – 0,28–0,4 %. Запасы берилла – около 57 710 т. Однако содержание ювелирного берилла не определялось. Оценка ресурсов дала 504 кг берилла-сырца при содержании 0,350 г/м<sup>3</sup> по аналогии с другими объектами и выходе сортового камня 60 %.

Бериллоносные пегматиты известны также и в *Верхне-Кулиндинском пегматитовом поле* на водоразделе падей Большой и Малой Кулинды, в 10 км от пос. Малая Кулинда. На участке 0,5 км<sup>2</sup> находится 20 пегматитовых жил протяжённостью от 30 до 300 м мощностью 0,5–5,0 м [Сосницкий и др., 1970]. Содержание берилла – 0,4–0,58 % (4–5,8 кг/т). Берилл известен также в зонах блокового кварца в пегматоидных гранитах, пегматоидах и пегматитах. Среди слюдистых сланцев близ контакта с интрузией на Оловянинском оловорудном месторождении в береговом обрыве реки Онон (Богов Утёс) берилл образует светло-зеленые полупрозрачные кристаллы 0,4 × 0,2 см. В конце прошлого века в этих местах велась старательская добыча аквамарина из пегматитовых жил. Ресурсы оцениваются в 100 кг берилла-сырца при выходе сортового камня 60 %.

В связи с Оловянинской группой гранитных штоков кукульбейского комплекса О. В. Сосницкий и другие [1970] приводят описание Хара-Быркинского проявления бериллоносных пегматитов на водоразделе падей Шиветуй и Кантагая в 6 км севернее пос. Хара-Бырка. Здесь известно 14 пегматитовых жил мощностью 0,1–2,0 м при протяжённости до 100 м. Пегматиты содержат мелкие занорыши и гнёзда, содержащие кристаллы берилла длиной до 10 см. Содержание берилла (перерасчёт данных по содержанию BeO, 0,02–0,035 %, при среднем содержании BeO в берилле 10 %) – 0,2–0,35 %, или 2–3,5 кг/т кристаллосырья. В пегматитах присутствуют и тантало-ниобаты (Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,014 %). Проявление, безусловно, имеет перспективы на ювелирный берилл.

На площадях геохимических ореолов бериллия, там, где концентрации его составляют более 0,001 %, вероятно, следует искать элювиально-делювиальные россыпи с бериллом (в пределах Ононского оловянного месторождения и Малокулиндинского). Как показывает опыт работы на природных и техногенных россыпях Шерловогорского месторождения, именно в них, в почвенном и подпочвенном слоях, сохраняются и концентрируются наименее трещиноватые кристаллы, менее всего подверженные морозному выветриванию.

На возможность нахождения коренных проявлений берилла указывают геохимические ореолы бериллия (0,001–0,003 %) в делювии в районе пос. Цуголовский Дадан, падь Большая Кулинда, высота 1055 м (0,001–0,005 % бериллия и 0,5 % лития); пос. Кулинда (бериллий – 0,001–0,01 %, литий – 0,001–0,01 %); ст. Бырка Забайкальской ж. д. (0,03–0,05 % лития и 0,001–0,003 % бериллия). Комплексные ореолы (литий и бериллий) могут свидетельствовать о бериллово-кунцитовой минерализации. Сподумен (кунцит) в шлиховых пробах при съёмке могли пропускать, принимая его за силлиманит либо за тремолит, что является обычной ошибкой минералогов, не имеющих опыта работы со сподуменовыми рудами. Как нам представляется, рассмотренные пегматиты с бериллом и сподуменом, развитые в Оловянинском районе, могут иметь существенные перспективы на обнаружение ювелирного берилла, а возможно, и сподумена.

В Агинской зоне в качестве потенциально продуктивных на ювелирный берилл следует рассмотреть Хангилайскую группу массивов кукульбейского комплекса и связанных с ними пегматитов и пегматитообразующих гранитов, собственно Хангилайский массив.

Бериллоносными являются танталоносные амазонитовые пегматиты Хуху-Челотуйского массива, представляющие собой в значительной мере Орловское месторождение тантала и лития. Берилл на Орловском месторождении был установлен первыми его исследователями (В. И. Орлов, А. М. Гребенников и др.). Он встречается в друзовых полостях и полостях выщелачивания в апикальной (ближе к контакту со стороны висячего бока) части полого залегающего пегматитового тела; образует прозрачные и полупрозрачные столбчатые кристаллы салатно-зелёного, жёлто-зелёного и зеленовато-голубого цвет. Размеры их от 1–2 до 18 см в длину и до 10 см в поперечнике. Кристаллы образованы гранями призмы, пинакоида и гексагональных пирамид и дипирамид. С поверхности грани кристаллов неровные, замутнённые, корродированные. Но внутри них нередко находятся кондиционные монообласти величиной от 2–3 до 10–15 мм. Визуально выход кондиционного сырья из кристаллов оценивается в 1–2 %, редко – более. В запасниках музея ВИМС канд. геол.-минерал. наук Н. В. Скоробогатова демонстрировала автору кристаллы с прозрачными головками салатно-зелёного цвета, размеры которых достигали 10 см по оси *c* и 4–6 см по оси *a* [Юргенсон, 2016, с. 59, рис. 30].

Берилл желтовато-зелёного цвета (см. рис. 20) чаще всего находится в гнёздах на перегибах слоёв кварца и микролит-циннвальдита в рудоносных триадах слоистых пегматитовых тел, в апикальной части Хуху-Челотуйского массива продуктивных на литий-тантал-ниобиевых амазонитовых гранитов.



а)

б)

Рис. 20. Бледно-желтовато-зелёный гелиодор в пегматите:

*a* – гнездо кристаллов берилла в слоистом пегматите 8 × 16 см; *б* – гнездо кристаллов берилла в парагенезисе с циннвальдитом 7 × 7 см. Орловское месторождение тантала и лития

Встречаются типичные гелиодоры ювелирного качества в кристаллах размером до 4 см по оси *c* и 2 – см по оси *a* (см. рис. 21).



Рис. 21. Кристаллы гелиодора ювелирного качества 3 × 4 см. Орловское месторождение

Кристаллы салатно-зелёного цвета распространены относительно чаще других. Величина их до 8 см по оси *a* и 10–12 см по оси *c*. Такой кристалл представлен на рис. 22.



Рис. 22. Кристалл салатно-зелёного цвета. Музей ВИМС. Фото Н. Н. Скоробогатовой



Рис. 23. Фрагмент кристалла желтовато-зелёного цвета 9 см по оси *a*. Высота фрагмента до 4 см по оси *c*. Орловское месторождение

Частота встречаемости кристаллов берилла, представляющих интерес как ограниченное и коллекционное сырьё, невелика и, по оценкам разных исследователей, составляет не более  $1 \times 10^{-4}$ – $1 \times 10^{-5}$  % от общего объёма горной массы. Следует учитывать, что при отбойке руды крупными зарядами взрывчатки значительная часть кристаллов разрушается. Тем не менее, геологами Орловского карьера за сезон 1991 г. собрано около 10–12 кг коллекционного берилла, содержащего, по визуальной оценке, до 200–300 г кондиционного сырья для огранки. Проводить какие-либо специальные работы на ювелирный берилл на Орловском месторождении необходимо в процессе добычи танталовой руды. Сбор кристаллов могут осуществлять геологи карьера. В настоящее время добыча руды не ведётся, и поэтому следует решить процессуальные вопросы о возможности добычи ювелирного камня кустарным способом в карьере.

Орловские пегматиты содержат также наблюдавшиеся нами своеобразные длинностолбчатые кристаллы и агрегаты редкого светло- и жёлто-зелёного топаза, ассоциирующего с кварцем, микроклином, литиевыми слюдами и бериллом. Величина кристаллов варьирует от 0,5 до 10 см, реже – более 15 см по оси *c*. Сечение – 0,5–3,0 см. Значительная часть кристаллов замутнена, но встречаются прозрачные бездефектные монообласти 0,3 × 0,4–1,0 × 1,5 см. Отсюда следует, что выборочно можно использовать имеющиеся в отвале и в стенках карьера кристаллы топаза и берилла.

В северной части Агинской зоны и на территории сочленения с ней Аргунской зоны в связи с гранитами кукульбейского комплекса известен ряд пегматитовых полей, описанию которых посвящены работы А. Е. Ферсмана, А. И. Гинзбурга, Н. А. Солодова, А. А. Беуса и др. Наиболее крупными пегматитовыми полями являются Завитинское поле редкометалльных бесполостных, редко – миароловых, в основном – сподуменовых пегматитов, и Кангинское поле бесполостных, частью камерных, миаролоносных редкометалльных пегматитов с ювелирным бериллом и турмалином.

В *Завитинском поле* на ювелирные камни, прежде всего, цветной турмалин, разведывалась *жила Полиминеральная*, описание которой дано в первой части [Юргенсон, 2016, с. 121–122]. Отметим, что одним из относительно распространённых минералов здесь является воробьевит. В сподуменовых пегматитах Завитинского поля также присутствует берилл, но ювелирные разности встречались крайне редко. Есть вероятность обнаружения светло-зелёного берилла и аквамарина в висячих боках жил и во вмещающих сланцах апикальной части месторождения. В Завитинском поле на стрелке падей Левая Завитая и Правая Завитая находится Стрелкинская группа из девяти жил миароловых пегматитов. Мощность их варьирует от 2–3 до 15–20 м при протяжённой длине от 15–20 до 100–150 м. В полостях блоковой зоны описаны кристаллы мориона. Берилл распространён широко. Выделяют три его разности: 1) непрозрачный желтовато-зелёный в участках жил с пегматоидной структурой с величиной кристаллов 1–3 см и крупные кристаллы в крупноблоковом пегматите; 2) голубоватый от 1–3 до 8–10 см в длину в сподуменовых пегматитах; 3) трещиноватые до катаклазированных кристаллы до 10–15 см в длину в зонах с клевеландитом.

Кроме того, здесь известен воробьевит от почти бесцветного до ярко-розового в парагенезисе с лепидолитом и ростерит в ассоциации с поздним альбитом, кварцем и мусковитом. Объект, безусловно, требует самой внимательной оценки на ювелирное и коллекционное сырьё.

*Кангинское пегматитовое поле* как объект на камнесамоцветное сырьё известно с прошлого века [Ферсман, 1962]. Верхне-Кангинское проявление (падь Сухая) представлено шестью пегматитовыми жилами миароловых пегматитов мусковитово-верделитового типа, основным полезным компонентом которых является зелёный турмалин – верделит. Светло-зелёный берилл находится в зоне сахаровидного альбита и существенного значения как ювелирное сырьё не имеет. Из минералов группы берилла здесь развит воробьевит, ассоциирующий с альбитом, лепидолитом, верделитом. Присутствует бесцветный топаз. О качестве и количестве воробьевита данных нет. Возможность его добычи связана с отработкой жил на цветной турмалин. В 1930-х гг. пегматиты были предметом разработки с целью добычи кондиционных на пьезосырьё кристаллов турмалина, которыми руководил будущий академик заведующий кристаллографической лабораторией АН СССР А. В. Шубников. Кристаллы турмалина использовались как пьезодатчики в приборах для определения давления на подводных лодках. Отчётов об этой работе не сохранилось в связи с их засекреченностью.

Берилл и топаз отмечаются также в других проявлениях пегматитовых жил Кангинского поля: в Блоковом, Скалистом, Северном и Утёсовом. Все объекты на ювелирное сырьё не изучались. Три последних, как и падь Сухая, относятся к камерным (Утёсовое и Скалистое) либо миаролоносным (Северный) пегматитам, наиболее перспективным на ювелирные камни.

В юго-западной части Агинской зоны широко развиты пегматитовые поля, связанные с борщовочными гранитами. К ним относится Халзанский массив и его сателлиты в правобережье Онона.

Халзанский массив прорывает гнейсы и сланцы агуцинской свиты. В экзо- и эндо-контактных зонах широко развиты мелкозернистые пегматоидные граниты, аплиты, пегматиты и кварцевые жилы. Граниты содержат 0,03–0,05 % лития, 0,001–0,005 % бериллия и 0,001 % олова, что свидетельствует об их редкометалльной специализации и связи с ними бериллоносных пегматитов. Пегматиты, содержащие берилл, в пределах Халзанского массива образуют маломощные (от 10–15 см до 3,5 м) жилы длиной до 10–15 м.

Урту-Горехинское пегматитовое тело (верховья правого притока пади Гозакина) открыто в 1900 г. золотопромышленником Топорковым, относится к микроклиново-мусковитово-берилловому типу. Мощность одной из жил 1,4 м. В ней встречено гнездо берилла, из которого извлечено 15 кристаллов 1,5–2,5 см по оси *a* и 5–7 см по оси *c*.

Бериллоносные пегматиты распространены на площади листа М-49–XXIV [Ефимов, 1963] в бассейне р. Гозакина (Лево-Гозакина и Право-Гозакина), на левом берегу пади Мангутской. Все пегматиты относятся к микроклиново-мусковитово-берилловым. Мощность жил 0,5 до 5–10 м, пегматиты зональные. Примесь берилла отмечена в пегматитах в долинах р. Салбартуй, Мангутская, Бытэв; берилл присутствует в пегматитах Кокюрского и Халзанского месторождений олова [Ефимов, 1963]. На Кокюрском – две жилы грейзенизированного пегматита с кристаллами берилла и граната.

*Халзанское (Марианинское) проявление* находится в Акшинском районе в 10 км от устья р. Халзан, на правом её берегу. Связано с одноимённым пегматитовым полем и гранитным массивом борщовочного комплекса. Проявление приурочено к рудному полю известного в составе Марианинского рудника тантало-оловянного месторождения. В 1942 г. К. К. Денисов и Е. И. Булова проводили поисковые работы на пьезокварц. Вскрыто канавами и шурфами. Изучалось М. А. Апенко и др. (1966). На трёх участках выявлено несколько пегматитовых жил и одно трубообразное тело (25 × 25–35 м). Мощность жил изменчива – 0,3–0,4 м, протяжённость – 50–130 м. Пегматиты мусковитово-бериллово-топазовые. Берилл приурочен преимущественно к крупноблоковой зоне, реже – к аплитовидной или зоне среднезернистого пегматита. Форма кристаллов призматическая, карандашевидная, иглоподобная, что свидетельствует о большой скорости роста; величина от 1,0 × 3,0 до 10 × 25 см; цвет желтовато-зелёный (см. рис. 24).



Рис. 24. Берилл. Марианинское месторождение. ММФ РАН

Бериллу сопутствуют турмалин, гранат, дымчатый кварц, лепидолит, с которым ассоциируют крупные кристаллы воробьевита (до 7 см по оси *a*).

В аллювии р. Онон встречались гальки бесцветного топаза, бледно-зелёного аквамарина, горного хрусталя, аметиста. По продуктивной зоне трубчатого тела до глубины 20 м по состоянию на 01.01.1998 г. ресурсы берилла и топаза-сырца оцениваются в 3150 кг, а горного хрусталя сырца – в 300 кг при выходе сортового камня 60 %. Участок заслуживает самого пристального внимания с целью оценки возможности обнаружения также и россыпей в связи с трубообразными телами пегматитов, т. к. они относятся к наиболее перспективным миароловым, близким к Киберевским копям на Борщовочном кряже.

У А. Н. Ефимова [1963] находим сведения о том, что гранитоиды Халзанского массива и экзоконтактовые части вмещающих пород обильно пронизаны пегматитами и кварцевыми жилами, часто сопровождающимися грейзенизацией. Грейзенизированные пегматиты минерализованы гранатом, тантало-ниобатами, бериллом и касситеритом. Это относится к их проявлениям по Салбартую (в правобережье в 6 км от устья), Нижней Кочере (по правому берегу в 4 км от устья), по Курце (по левому берегу в 1,2 км от западного края поля гранитов), в междуречье падей Мангутская и Шойнича (Восточно-Шойничское, Средне-Шойничское), в правобережье пади Шойнича (6 км от устья), в борту долины Онона, в междуречье падей Бардагоча и Шойнича, в верхнем течении пади Бытэв, в правобережье, в 400 м к югу от горы Пунцуктуй (отметка 1317 м), в верховьях пади Мангутской (Мангутское), в 1,5 км ниже слияния падей Мангутской, Шивачей и Старчей, в 2 км к западу от с. Михайло-Павловск; Усть-Старчейское – в левом борту пади Мангутской и Шивачейское – в левом борту пади Мангутской. В этом же районе известна Бардагочская пегматитовая жила (тело? – Г. Ю.) с флюоритом (возможно, камерный пегматит, что очень важно), а также Нижне-Бытэвская пегматитовая жила с мусковитом, на водоразделе между Нижним и Верхним Бытэвом.

Анализ материала по пегматитовым полям крупного Халзанского массива, облик и состав гранитов, характер взаимоотношений их с вмещающими породами и их возраст, сопоставимый с возрастом борщовочной серии, хотя спорный и во многом ещё не определённый, геохимическая специализация пегматитов, присутствие трубообразных тел лепидолитовых миароловых-занорышевых микроклиновых пегматитов, сопровождающихся россыпями с топазом, воробьевитом, аметистом, аквамаринном, позволяют полагать, что здесь можно ожидать бериллоносные пегматиты с кондиционным ювелирным сырьём, имеющие много общих черт с известными в Борщовочном кряже, а также в Завитинском поле, например, со Стрелкинским проявлением.

Прежде всего, такие пегматиты следует ожидать в зонах экзо- и эндоконтакта гранитов в его северо-восточной части, в междуречье падей Бытэв и Халзан, а также в южной части массива, в верхнем течении пади Мангутской, в окрестностях с. Михайло-Павловск и в междуречье падей Мангутской и Верхний Бытэв. К северо-востоку от с. Михайло-Павловск могут быть россыпи ювелирного агата.

*Борщовочный кряж.* Отдельные группы пегматитовых полей огромного массива борщовочных гранитов, добыча камня в которых велась с середины XIX в., а также в 50-х гг. XX в., частично рассмотрены в первой части монографии. Здесь мы будем акцентировать внимание читателя на известные, но весьма слабо изученные перспективные объекты. Общий вид Борщовочного массива, вытянутого в северо-восточном направлении более чем на 150 км, дан на рис. 25.



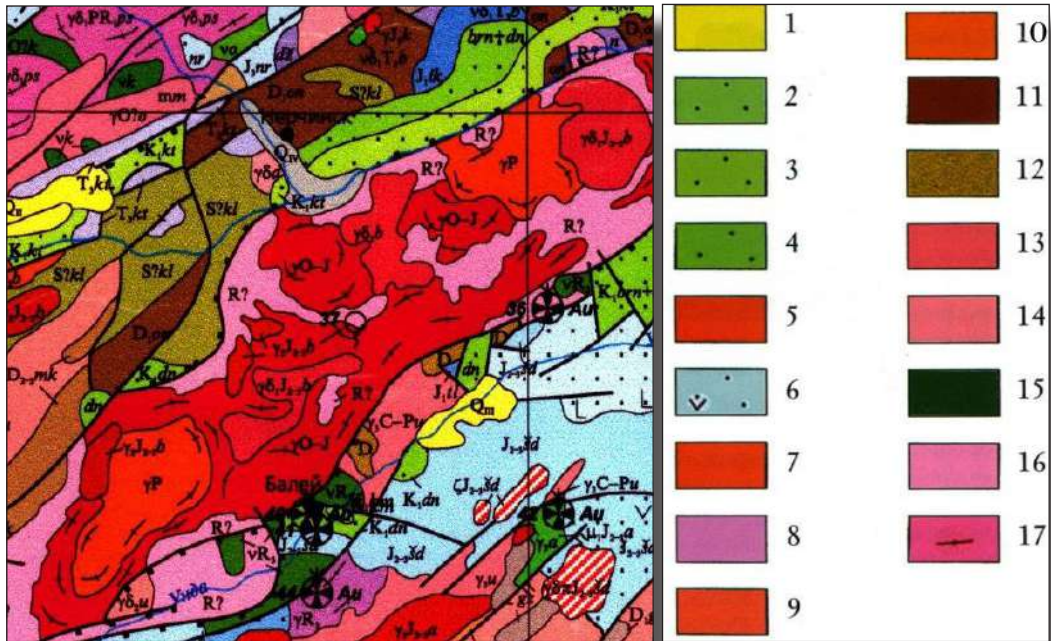


Рис. 25. Красным показан Борщовочный гранитный массив, в котором локализованы пегматитовые поля и группы пегматитов, представленные на рис. 26:  
 1– четвертичные отложения; 2–4 – меловые отложения; 5, 7 – борщовочные полихронные граниты, в том числе, кукульбейского камплекса, вмещающие пегматиты с камнесамоцветным сырьём; 6 – юрские отложения; 8 – триасовые отложения; 9 – каменноугольно-пермские гранитоиды; 10–11 – девонские и силурийские отложения; 12–15 – нижнепалеозойские гранитоиды и габброиды ингодинского комплекса; 16 – рифейские образования: гнейсы, кристаллические сланцы, мраморы, амфиболиты, кварциты; 17 – протерозойские образования

Они рассматриваются в рамках Западно-Борщовочного блока Аргунской зоны согласно представлениям составителей Геологической карты Читинской области масштаба 1 : 500 000 [Геологическое строение... , 1997]. На этой территории бериллоносные пегматиты известны с XIX в., когда по опубликованным данным рекрут рудознатец А. Кривоносов в 1830 г. нашёл первые аквамарины и топазы [Ферсман, 1949, Юргенсон; Горячкина, 2003]. Однако поиски в архивах показали, что первые сведения о дымчатом кварце здесь были получены ещё в конце XVIII в. [Юргенсон, Горячкина, 2003].

**Основные результаты изучения и добычи камня в Борщовочном кряже XX в.** рассмотрены нами в разделе 6.3 первой части нашей монографии [Юргенсон, 2016, с. 172–181], где показаны основные факторы размещения и оценки Завитинского, Кангинского и Буторихинского пегматитовых полей. Распространённость и общие закономерности размещения пегматитовых полей представлены на рис. 26.

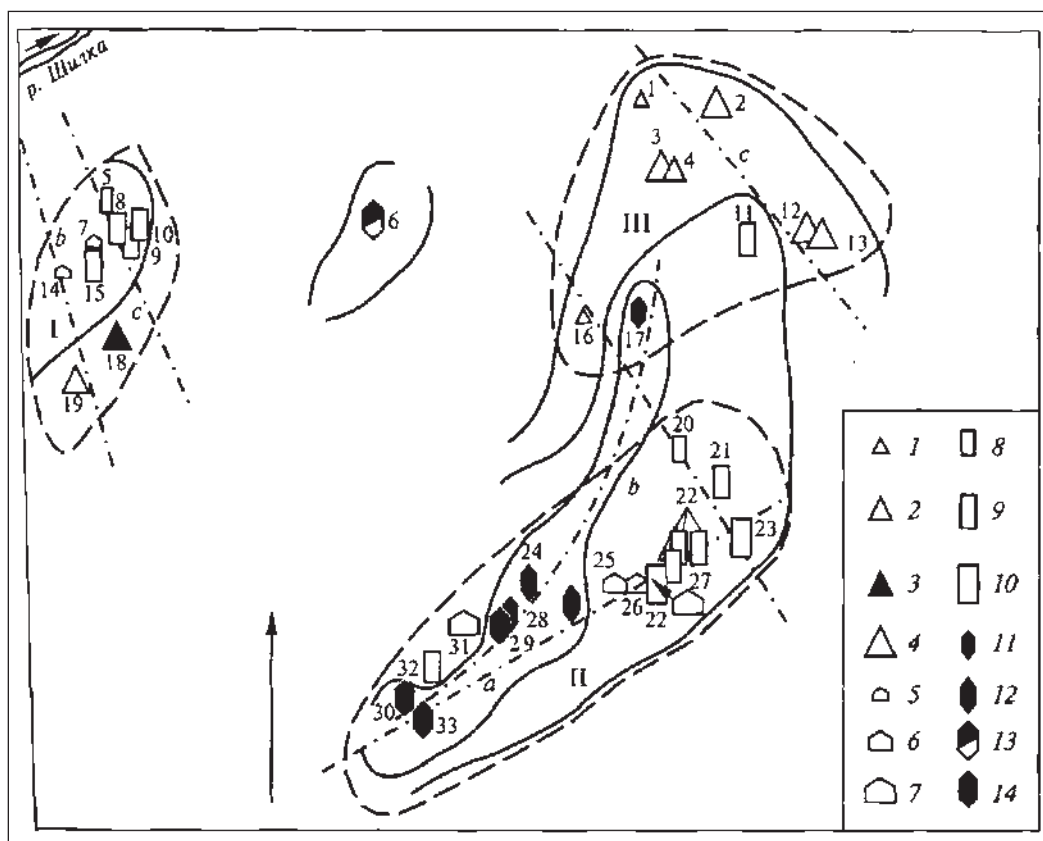


Рис. 26. Схема размещения объектов с драгоценными камнями в юго-западной части Борщовочного кряжа. Цифрами на схеме обозначены:

- 1 – Савватеево; 2 – Гремячее; 3 – Савватеевское; 4 – Нижне-Ургучанское; 5 – Утёсовый; 6 – Апрельковское; 7 – Змеиная; 8 – Северный; 9 – Скалистый; 10 – Блоковый; 11 – Большая Кочковатая; 12 – Моховое; 13 – Моховая Стрелка; 14 – Земляные ворота; 15 – гора Боец; 16 – Пешковское (Право-Пешковский прииск); 17 – Большая Ягодная; 18 – Сиреневый; 19 – Кангинское; 20 – Жердовая; 21 – Солонечное; 22 – Обусинская гора (Кибереvские Копи); 23 – Каменная Стрелка; 24 – Пешковское; 25 – Спира; 26 – Корыто; 27 – Попова Грива; 28 – Стрелка; 29 – Кулинда; 30 – Широкая; 31 – Золотая гора; 32 – Тулун; 33 – Душная. Условные знаки пегматитов: 1–4 – с турмалином: 1, 2, 4 – миароловых гранитных пегматитов; 1 – проявление, 2 – минералогическая находка, 4 – месторождение; 3 – бесполосных редкометалльных пегматитов; 5–7 – с топазом формации миароловых гранитных пегматитов: 5 – минералогическая находка, 6 – проявление, 7 – отработывавшееся месторождение; 8–10 – с бериллом формации миароловых гранитных пегматитов: 8 – минералогическая находка, 9 – отработывавшееся проявление, 10 – отработывавшееся месторождение; 11–14 – с горным хрусталём: 11–13 – формации гранитных пегматитов, 14 – малосульфидной золотокварцевой формации: 11 – минералогическая находка, 12 – отработывавшееся проявление, 13 – отработывавшееся месторождение. Пегматитовые поля: I – Кангинское; II – Бvторихинское; III – Шивкинское

По особенностям строения и богатству недр Борщовочный кряж напоминает знаменитую провинцию Минас-Жерайс Центральной Бразилии, откуда самоцветы, золото и редкие металлы нескончаемым потоком поступают на рынки всего мира.

Как и в провинции Минас-Жерайс, в Борщовочном кряже чётко проявлены три главные зоны, в которых распространены определённые полезные ископаемые (см. рис. 27).

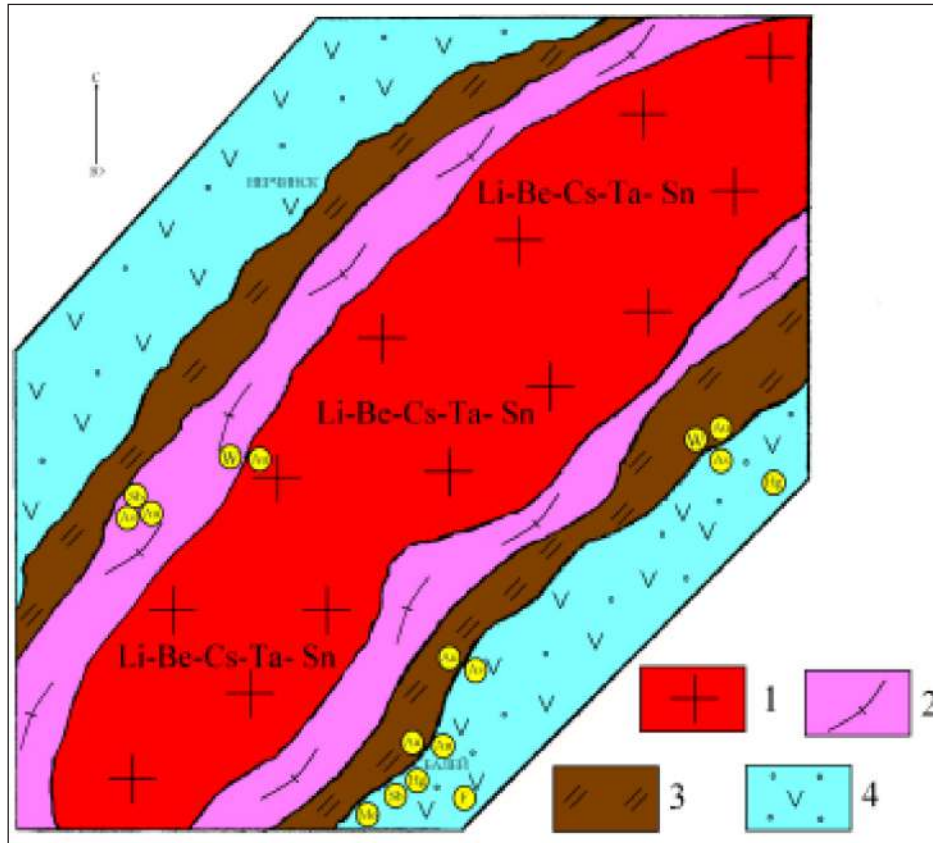


Рис. 27. Зональное распределение полезных ископаемых в Борщовочном кряже и его обрамлении: 1 – граниты борщовочного и кукульбейского интрузивных комплексов, пегматиты с редкими металлами и самоцветами (берилл, топаз, цветной турмалин, кунцит); 2 – метаморфические горные породы с месторождениями вольфрама, молибдена и золота, яшмы, офиокальцитов, серпентинитов и других поделочных камней; 3 – толщи палеозойских горных пород с интрузиями юрского возраста, месторождениями золота, висмута, молибдена, мышьяка; 4 – осадочно-вулканогенные образования юрско-мелового возраста, близповерхностные месторождения золота, серебра, сурьмы, ртути, флюорита, агага, халцедона, аметиста

Внутренняя самая высокогорная часть кряжа сложена молодыми гранитами, обогащёнными летучими химическими элементами – фтором, литием, бором, водой, которые способны замедлять снижение температуры расплавов, образующих кристаллы, и давать им возможность расти медленно, тем самым обеспечивая высокое ювелирное качество. Эти расплавы содержат все необходимые для образования кристаллов редкие химические элементы: бериллий для берилла, а значит – аквамарина, гелиодора, цезия и лития для розовой его разновидности морганита-воробьевита, хрома и ванадия для образования изумруда. Следующая зона сложена в Борщовочном кряже борщовочными гранитами, которые формировались на протяжении многих сотен миллионов лет как продукты преобразования древних архей-рифейских толщ под действием молодых магм, поступавших из глубин и несших необходимые для образования самоцветов химические элементы. Внешняя предгорная часть кряжа сложена древними горными породами рифея. Они были источниками золота, серебра вольфрама, молибдена, висмута, которые извлекались из них вулcano-плутоническими процессами, породившими всю гамму месторождений, располагающихся в горных породах, слагающих внешний пояс вокруг Борщовочного кряжа. В окружающих его межгорных впадинах, образующих долины Шилки, Онона и Унды, выполненных вулканическими и осадочными горными породами юрско-мелового времени, находятся

молодые уникальные по запасам Балейское и Тасеевское месторождения золота и серебра, подобные которым должны быть и в северной, Нерчинской, части пояса вокруг Борщовочного хребта. Тем более что предпосылки для такого объекта на участке Берданиха были известны ещё в начале 1960-х гг., но полученный керн с трёхзначными содержаниями золота балейского типа таинственным образом исчез, и разгадки этому до сих пор не найдено.

Здесь отметим важность проведения ревизионно-оценочных работ на проявлении падь Семенова, где в отвалах старых работ нами обнаружен фрагмент кондиционного кристалла ярко-голубого аквамарина (см. рис. 28), ассоциирующего с дымчатым кварцем.



Рис. 28. Фрагмент кристалла аквамарина  $3 \times 1,8$  см. Найден в отвале старых работ в Пади Семенова 01.09.1981 г.

До сих пор не изучены и не выработаны пегматитовые тела в бассейне р. Урульга, откуда происходят многие прекрасные чистой воды кристаллы берилла, хранящиеся в крупнейших музеях мира и являющиеся их важнейшим достоянием. Фото некоторых из них представлены на рис. 15 [Юргенсон, 2016], а также на рис. 29 данной монографии.



Рис. 29. Кристаллы прозрачного берилла с р. Урульга, правого притока р. Шилка. ММФ. Куплены у Кочубея в 1913 г. Время добычи не известно

Весьма интересным в смысле перспектив является Шивкинское пегматитовое поле. В его пределах к рассматриваемым типам пегматитовых жил относятся несколько проявлений.

Нижне-Шивкинское проявление представлено пегматитовыми жилами мощностью 1,5–2,5 м. В миаролах содержатся кристаллы аквамарина, граната, дымчатого кварца. В отвале А. В. Татариновым в 1970 г. найден водяно-прозрачный берилл с зеленоватым оттенком (0,9 см по оси *c*) и более мелкие светло-жёлтые кристаллы. Перспективно на берилл и топаз, возможно, – полихромный турмалин.

В верховье пади Шивки (правый водораздел пади Большая Черемуховая) находится Черемуховое проявление, представленное двумя пегматитовыми жилами. Одна из них, мощностью 0,5–4,0 м, прослежена по простиранию на 50 м на водоразделе Большие Шивки – Большая Черемуховая. Жила зональна. Выделяются зоны графическая, пегматоидная с невыраженным переходом в блоковую, с чётко видимыми кварцевыми обособлениями (ядрами), в которых находятся гнёзда и миаролы с дымчатым кварцем, топазом, бериллом зелёных тонов до 4 см в длину. В зоне, переходной к письменному граниту, много кристаллов шерла. Вторая пегматоидная жила, находящаяся на правом берегу безымянной пади выше устья Малой Куренной на высоте 831 м, имеет в раздувах мощность до 3–4 м. В отвалах старых канав и карьеров – обломки пегматита с кристаллами шерла, в отвале также на полевошпате отмечены отпечатки кристаллов берилла и топаза до 4 см в длину и 2 см в поперечнике. По данным М. М. Лаврова и А. П. Сидоренко [1964], пегматиты пади Шивки сопоставимы с пегматитами Каменной Стрелки.

Пегматиты Гремячинского, Мохового и других турмалиноносных объектов Шивкинского поля рассмотрены в подразделе 2.2.2. Лесковское пегматитовое поле и другие поля пегматитов, связанные с борщовочными гранитами (в правобережье р. Унда, за исключением двух находок по р. Жидка и двух в районе с. Лукино) охарактеризованы там же в связи с турмалиноносностью находящихся там пегматитов.

Упомянувшиеся выше пегматиты по р. Жидка относятся к мусковитово-бериллово-топазовому типу. Судя по скудным данным об их строении (зональны) и минеральном составе (микроклин, кварц, берилл; для пегматитов участка р. Жидка известно, что берилл имел грязно-зелёную и желтовато-зелёную окраску), объекты должны подвергнуться ревизии, прежде чем признать их бесперспективными. При оценке Жидкинского пегматитового поля, расположенного на водоразделе падей Максимовка и Коренная, следует иметь в виду, что в жиле присутствует до 0,01 % лития, который может быть связан с лепидолитом, а в пегматитах Нижнекоренного (Сморodinного) и Слюдянского проявлений известны верделиты и полихромные турмалины.

В районе с. Лукино в 6,5 км к северо-востоку (на водоразделе падей Вьюшково и Балахня) известны пегматиты с касситеритом [Гунбин, Чербенев, 1968a]. Мощность жил – 0,75–0,9 м, они залегают в мелко-среднезернистых биотитовых гранитах пермо-триасового (?) возраста. О содержании берилла нет данных, но судя по наличию берилла в пегматитах Лукинского (Куниканского) проявления, он тут может быть.

Лукинское проявление, детально описанное А. В. Татариновым, находится в зоне юго-восточного края борщовочных гранитов, располагается в мощной дайке гранит-аплитов и имеет линзовидную форму с сечением 15 × 120 м. Оно представлено крупным шлиром кварцево-полевошпатового состава с мелкой вкраплённостью альмандина и порфириковых обособлений шерла до 5 × 10 мм. В пределах этого шлира косо по отношению к его простиранию находится серия субпараллельных линзовид-

ных обособлений – микроклиновых пегматитов, связанных с кварцево-полевошпатовым субстратом постепенными переходами. Мощность линз – 0,1–3,0 м. Они зональны. От периферии к центру линз в них сменяются зоны среднеграфические, слабо альбитизированные крупнографические, мелкопегматоидные. На границах зон находятся гнездовые агрегаты кварцево-микроклинового комплекса, состоящие из микроклина, кварца, альбита, биотита, граната, шерла, редко – берилла. На границе крупнографической и пегматоидной зон располагаются полости щелевидной либо субизометричной формы, содержащие дымчатый кварц (5,0 × 1,5 см), шерл (до 1 см в поперечнике), микроклин, берилл; берилл – бесцветный, полупрозрачный, 0,5 см по оси *a* и 1,5 см по оси *c*.

К Кур-Курунскому пегматитовому полю относятся миароловые (занорышевые) микроклиновые пегматиты, представленные мусковитово-бериллово-топазовыми (Кур-Курунский утёс или Кур-Курунское, Смородинное, водораздел падей Россыпистая и Кур-Кура, Кокертайское) и миароловыми с лепидолитом и клевеландитом (Россыпистая падь, Слюдянское).

Наибольший интерес среди пегматитов мусковитово-бериллово-топазового минерального типа представляют жилы в пади Смородинная и Кур-Курунский утёс. Проявление в пади Смородинной известно с прошлого века, но профессионально изучалось А. В. Татариновым в 1970-х гг. Оно представлено двумя жилами (№140 и 140а) мощностью от 0,5 до 2,5 м и протяженностью до 50 м. Обе жилы разведывались карьерами, которые позволили изучить зональность жил и вскрыть ряд минерализованных полостей. Жила № 140 имеет зональное строение (от контакта к осевой части): графическая, участками – неравномерно-зернистой гранитной структуры, с шерлом, гранатом и апатитом (0,2–0,3 м); пегматоидная; мелкоблоковая, состоящая из кварца, микроклина, шерла, мусковита, берилла, очень редко – зелёного турмалина. В этой зоне развиты участки мелкозернистого и сахаровидного альбита. Миаролы связаны с пегматоидной и мелкоблоковой зонами; они достигают 30–40 см в поперечнике, содержат щётки дымчатого кварца, клевеландита; в песчано-глинистой массе – кристаллы бесцветного и с желтоватым оттенком топаза до 2 см в поперечнике, единичные игольчатые кристаллы верделита до 2 см по оси *c* и обломки кристаллов шерла. В жиле № 140а в полостях сечением до 60 × 40 см, кроме мориона до 5 см по оси *a* и щёток клевеландита, присутствовали кристаллы бесцветного с желтоватым оттенком топаза (0,7–1,5 см), игольчатые кристаллы верделита и светло-зелёные кристаллы берилла до 1 см по оси *c*. Кондиционного ограночного сырья (А. В. Татаринов и др., 1971), не обнаружено, но, учитывая очень незначительный объём горных работ, не следует считать описанные пегматиты бесперспективными на берилл и топаз.

Сведения о Кур-Курунском утёсе имеются у А. Э. Гедройца (1897), А. Е. Ферсмана [1962]. Ревизован он Б. Н. Владимировым в 1931 г. и Г. П. Савельевым в 1935 г., описывается В. Ю. Шенфилом и И. Д. Чацкисом [1970], В. И. Жильцовой и др. (1967), А. В. Татариновым и др. (1971) и т. д. Проявление представляет собой скальный выход лейкократовых гранитов с пегматитовой хорошо дифференцированной жилой мощностью до 4 м. В блоковой зоне находятся полости, содержащие шерл, гранат, берилл (желтовато-зелёный, непрозрачный), кристаллы кварца (5–6 см по оси *a* и до 15 см по оси *c*). Перспективы неясны, так как результаты старинных старательских работ неизвестны, а новых горных работ не проводилось. Рекомендуются поисково-оценочные работы с проходкой горных выработок для вскрывания и отработки полостей. В пегматитах Кур-Курунского поля в пегматитах участка Смородинный в 1993 г. А. Г. Докучаевым проведены ревизионные работы, в процессе которых им выявлено,

что кристаллы бесцветного топаза до 2 см, пригодные для фасетной огранки, выполняли роль цемента в блоковой зоне, развиваясь по трещинам и границам кристаллов микроклина.

Подобные же мусковитово-бериллово-топазового типа пегматиты с бледно-зелёным аквамаарином и зелёным турмалином имеются в окрестностях станицы Кокертай.

К числу миароловых микроклиновых пегматитов с клевеландитом и лепидолитом относится Слюдянское проявление, которое В. Ю. Шенфилом и И. Д. Чацкисом [1970] квалифицируется как месторождение по причине того, что здесь в прошлом велась старательская добыча кондиционного ограночного топаза и коллекционных штуфов, прекращённая из-за малого содержания топаза. Крутопадающая зональная пегматитовая жила мощностью 1–1,5 м залегает в гнейсовидных лейкократовых гранитах. Берилл, топаз, лепидолит, клевеландит, пьезооптический морион, полихромный турмалин развиты в полостях, преимущественно образованных в крупнокристаллической блоковой зоне. Берилл – в светло-зелёных непрозрачных и полупрозрачных кристаллах, топаз – в кристаллах величиной 0,5–3,0 см, бесцветных и прозрачных. Судя по случайной штуфной пробе [Шенфиль, Чацкис, 1970], содержание берилла составляет 1,6 %; присутствуют тантало-ниобаты. Объект, безусловно, относится к перспективным на ограночное и коллекционное сырьё.

Определённый интерес для специального обследования на шпинель, корунд и другие скарновые минералы, по аналогии с Ланцовской копью, представляют микроклиново-мусковитово-берилловые пегматитовые жилы, находящиеся на водоразделе падей Россыпистой и Кур-Куры в контакте биотитовых гнейсов и известняков. Жилы содержат берилл, шерл, гранат, касситерит в кварцево-полевошпатовых пегматитах, частью с альбитово-мусковитовым комплексом. Е. П. Шпанов, изучавший их, рекомендовал организацию разведки [Шенфиль, Чацкис, 1970]. Здесь, по данным этих же авторов, по сути дела, находятся два проявления. Одно (Северное) представляет собой миароловый (?) микроклиново-альбитовый пегматит с интенсивно развитым альбитовым (клевеландитовым?) комплексом с бериллом, танталитом, колумбитом, шерлом и гранатом (возможно, – переход к бесполостным пегматитам). Мощность жилы – 1 м, прослеженная длина – 10 м. Содержание BeO – 0,285 % (2,85 %, или 28,5 кг/т берилла), Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,033 % и окиси лития – 0,05 %. Наличие касситерита с одновременным высоким содержанием альбита, малая протяжённость жилы могут свидетельствовать о том, что вскрыта лишь её верхняя часть.

Вторая жила (южная), находящаяся примерно в 500–800 м выше первой вверх по пади Россыпистой, мощностью до 3 м и прослеженная на 80 м, содержит те же минералы, но в ней мало альбита и касситерита, ниже содержание бериллия (до 0,26 % BeO), лития, ниобия. Сведений о тантале не приводится. О наличии миарол указаний также нет. Вероятно, уровень среза южной жилы больше. Такое суждение основано на относительном увеличении доли ниобия в связи с концентрациями тантала ниже чувствительности анализа, уменьшении доли альбита и касситерита, как правило, интенсивнее развитых в верхних частях пегматитовых жил. Косвенно об этом свидетельствует и увеличение мощности и протяжённости жилы.

Для решения вопроса о перспективности обеих жил на ювелирное сырьё (берилл, топаз, кварц) необходимо их сравнительное изучение, а также исследование типоморфизма касситерита, турмалина [Юргенсон и др., 1983], граната [Юргенсон, Савкевич, 1988], кварца [Юргенсон, 1984, 1991] и слюд [Дроздов и др., 1986] с целью как оценки уровня среза, так и возможности образования миарол.

Как уже отмечалось выше, особое значение должно иметь изучение скарнов на контактах рассмотренных жил по причине возможности находок не только шпинели и корунда, но и ювелирных разновидностей гроссуляра, скаполита, клиногумита, везувиана, столь типичных для подобных образований на Памире и в Гиндукуше.

В этой связи определённый интерес представляет группа так называемых Ундинских (Ундинское, Мытуй-Кацикен и др.) проявлений пегматитов с аквамаринном в аплит-пегматитовых дайках в эндоконтакте Борщовочной интрузии, в полях развития метаморфических, в том числе, карбонатных, пород кулиндинской свиты. Мощность даек – от 10–15 до 30–80 см и более, протяжённость – от первых метров до десятков метров. В зонах контактов даек с карбонатными породами – линзовидные тела скарнов. Видимая полоса распространения скарнов по левобережью пади Мытуй оценена в  $200 \times 4$  м.

Аквамарин находится в глыбах аплит-пегматитов в виде отдельных кристаллов и гнёзд. Содержание аквамарина в этой породе – 5–10 %. Длина кристаллов – 0,3–2,5 см. Аквамарин голубой, редко – с зелёным оттенком, прозрачный, без трещин. Есть сведения о том, что часть глыб увезена. Берилл, по наблюдениям Л. Н. Землянского, находится также и в скарнированных карбонатных породах. Содержание  $\text{BeO}$  в них до 0,5 %, лития – до 0,3 %. Наличие бериллия свидетельствует о возможности нахождения в скарнах не только и не столько берилла, но и фенакита, хризоберилла, возможно, – изумруда. Поэтому район Ундинского гольца (верховья речек Мытуй, Кацикен, Маячной) следует подвергнуть опоискованию на аквамарин и сподумен в аплит-пегматитах, а также на фенакит, хризоберилл, изумруд, корунд в скарнированных породах с флогопитом, так как бериллиевая минерализация и бериллоносность пород широко развита и к северу от Ундинского гольца.

Учитывая общую слабую изученность Борщовочного хребта на самоцветы, можно уверенно считать, что частично отработана лишь незначительная часть жил, выходящая на дневную поверхность. Истинный потенциал его на ювелирное сырьё ещё по-настоящему не оценён. Тем не менее приведём цифры прогнозных ресурсов, которые по состоянию на 01.01.1998 г. при выходе сортового камня 60 % составляют (включая жилу Полиминеральную в Завитинском пегматитовом поле) по категории  $P_2$  7484 кг берилла-сырца, 3691 кг турмалина-сырца, 7604 кг топаза-сырца и 16 545 кг горного хрусталя-сырца. Кроме того, по категории  $P_3$  в известных пегматитовых полях и за их пределами в мусковитово-топазово-берилловых телах прогнозируется 665 кг берилла-сырца, 665 кг топаза-сырца и 1050 кг горного хрусталя-сырца, а в лепидолитово-рубеллитовых телах – 1050 кг цветного турмалина-сырца (Юргенсон, 1998). Эти цифры едва ли отражают 20–30 % того, что хранят недра.

По современным воззрениям, борщовочные граниты представляют собой реоморфические образования, связанные с глубокой переработкой вмещающих их пород – амфиболитов, кристаллических сланцев, гнейсов и, в меньшей мере, мраморов. Они характеризуются конкордантными контактами с вмещающими породами, нередко связаны с ними постепенными переходами и, по сути, представляют собой синорогенные образования. В числе аксессуарных минералов, по наблюдениям И. Д. Чацкиса, присутствуют типичные метаморфогенные минералы, такие как кианит и силлиманит, метаморфогенные гранаты и т. д. Возраст и временной диапазон их формирования обнимает практически средне-верхнеюрскую эпоху, и по геологическому возрасту они идентичны интервалу, к которому относят шахтаминский, асакан-шумиловский и кукульбейский комплексы. По всей вероятности, прорывающие Борщовочную ин-



трузию кукульбейские граниты являются производными одного с борщовочными гранитами магматического очага, но длительное время функционировавшего в глубинах, и лишь в соответствующих тектонически благоприятных условиях генерировавшая их магма проникла в зону уже сформированных борщовочных гранитов. Взаимоотношения между борщовочными гранитами, аналогичные приведённым М. М. Лавровым и Л. П. Сидоренко [1964], известны на площадях развития Цаган-Олуевского, Халзанского и других массивов. Многими признаками борщовочных гранитов обладают и граниты яблонового комплекса в одноимённом хребте.

Наиболее яркой особенностью борщовочных гранитов является обогащённость их аплитовой и пегматитовой жильной серией, по составу и геохимической специализации, в принципе, соответствующей кукульбейским гранитам (бериллий, литий, тантал, рубидий, цезий). Это может быть свидетельством общности кукульбейских гранитов с борщовочными через общность локализованных в них пегматитов.

Среди множества пегматитовых тел лучшими источниками являются Дорогой утёс, Кибирева гора, Спира. В 1890-х гг. за грамм чистого и густо окрашенного минерала платили от 2 до 30 р. Самыми крупными золотистыми и густовинно-жёлтыми топазами славился Дорогой утёс, где А. Кривоносовым были найдены самые крупные в Борщовочном кряже топазы, которые хранятся в музее Горного института в Санкт-Петербурге (см. рис. 30).



Рис. 30. Исторический топаз. Дорогой Утёс. Горный музей. Санкт-Петербург

Бериллоносные пегматитовые поля развиты также на переходе от *Агинской зоны* к *Аргунской*. По мере перехода продуктивность пегматитов возрастает.

С *Соктуйским гранитным массивом* связано Мало-Соктуйское проявление бериллоносных пегматитов. Проявление находится в Оловянинском районе в 60 км к северу от ж.-д. станции Борзя, в верховьях р. Соктуй. Оно связано с Соктуйским гранитным массивом, в лейкократовых среднезернистых микроклиновых разностях которых пегматитовые жилы локализованы на участках с включениями ксенолитов биотитовых роговиков. Это пегматитовое поле впервые описано в 1829 г. А. И. Кулибиным, затем в 1915 г. П. П. Сущинским, который занимался отработкой пегматитов, связанных с Соктуйским гранитным массивом. Известно, что топаз и аквамарин добывались из пространственно разобщённых коротких (3–5 м) маломощных (0,1–1,0 м)

пегматитов. Каждая из вскрытых жил обозначалась копьём. Их было 5. Копьё № 1 – в пади Загача; копьё № 2 – на правом склоне пади Тут-Халтуй; копьё № 3 – в верховьях пади Дутурул; копьё № 4 – в пади Ширга; копьё № 5 – на правом борту пади Дзылоевой. Жилы были слабо дифференцированы, мелкокристаллической была внешняя зона, а внутренняя – крупнокристаллической; нередко эта зона была со стороны лежачего или висячего бока. Главные минералы – кварц (горный хрусталь и раухтопаз до 20–25 см в длину и 6–10 см в поперечнике), полевой шпат, биотит, мусковит, редко – флюорит, топаз (прозрачные кристаллы 1,5 см в длину) и очень редко – аквамарин («хороший у д. Бырки»). После работ Г. В. Меркуловой в 1940 г., партия которой добыла кондиционное кварцевое кристаллосырьё, все попытки добыть ограниченное сырьё (работы П. Д. Перелетова в 1948–1951 гг., Я. К. Аношкина в 1958–1959 гг., Л. Г. Ловыгина в 1964 г., Ю. И. Тулугурова в 1974 г.) были безрезультатны.

Тем не менее, Ю. И. Тулугуров (1975) в результате ревизионно-оценочных работ обнаружил старательские шурфы и другие выработки с кристаллами топаза, раухтопаза, берилла разных размеров, частью – до 2–3 см. По его мнению, проявление заслуживает постановки работ на топаз и берилл. Нами (Юргенсон, 1996) оно также отнесено к перспективным. Ввиду отсутствия достаточных сведений о морфологии и параметрах продуктивных зон, М. Г. Кычаков (1993 г.) предложил оценить ресурсы камнесамоцветного сырья по категории  $P_3$  ориентировочно в 300 кг берилла-сырца. Принимая эту оценку по бериллу, учитывая преимущественную старательскую добычу топазов и горного хрусталя, а также положительный опыт Г. В. Меркуловой (1940) по добыче кварцевого кристаллосырья, следует оценить ресурсы  $P_3$  топаза также в 300 кг сырца, а горного хрусталя по аналогии с принятым соотношением содержаний (0,350 кг/м<sup>3</sup> берилла-сырца и 0,700 кг горного хрусталя-сырца) его и берилла как 2:1, в количестве 600 кг камня-сырца ( $P_3$ ). Выход сортового камня предполагается 60 %.

*Цаган-Олуевское пегматитовое поле* находится в пределах одноимённого гранитного массива, расположенного в районе с. Цаган-Олуй, в осевой части антиклинальной складки, насыщенной разновозрастными интрузиями гранитов. Цаган-Олуевский массив имеет сложное строение [Химка, Лебедева, 1981], трактовка возраста составных частей неоднозначна. Краевые его части по способу взаимодействия с вмещающими метаморфическими породами быркинской свиты очень похожи на таковые в борщовочных гранитах, что нашло отражение в рисовке массива на карте Читинской области 1 : 1 000 000. Специализированное изучение минералогии пегматитов Цаган-Олуевского массива проводили К. К. Денисов в 1941 г., К. К. Денисов и Е. И. Бурова при работах на уран (партия № 31) в 1947 г.; в 1960 г. В. И. Сигидин проводил ревизию на кварц. Результаты исследований позже обобщила З. И. Жильцова. К настоящему времени главная масса известных жил с поверхности выработана. Известны следующие объекты с бериллом. Среди гранитоидов, относимых к юрскому возрасту, на водоразделе падей Белетуй и Кобылкиной зафиксировано 97 кварцевых и кварцево-полевошпатовых жил и 32 пегматитовых тела. Пегматиты локализованы в гранитах и кристаллических сланцах алтачинской свиты. На участке «Яма Сабанцева» мощность тел в сланцах не превышает 0,7 м. Берилл – зеленоватого и голубовато-зеленого (аквамарин) цвета, часто мутный, кристаллы 1 см в поперечнике и до 10 см в длину. На участке «Белетуйские жилы» описаны 4 пегматитовых тела мощностью 0,25–5,00 м в гранитах. Минеральный состав – аметист, аквамарин, морион, шерл, зелёный флюорит. Жилы, вероятно, относятся к камерному типу или камерному с ми-

аролами. Известны также проявления пегматитов с дымчатым кварцем на горе Крестовой и горе Ерничной. Указаний на присутствие берилла нет, но оно возможно. Аквамарин и аметист известны в пегматитах проявлений Тохалтуйское Восточное в 5,8 км к юго-западу от горы Малая Кадая (левый борт пади Барун-Нарин) и Тохалтуйское Западное (в 3 км к востоку от восточного, южный склон горы Тут-Халтуй с отметкой 1084 м). Кристаллы аквамарина мелкие. Ресурсы сортового берилла составляют 98 кг, мориона-сырца – 720 кг.

*Холтуйское (Кондуйское) пегматитовое поле.* В связи с Кондуйским массивом в его северо-восточной части М. Н. Химка и М. М. Лебедевой в 1981 г. закартированы пегматиты с танталовой минерализацией (верховья пади Бырка). Пегматиты на камнесамоцветное сырьё не изучались. В. И. Беляевским в 1989 г. в метаморфизованных сланцах и песчаниках акатуевской свиты в зоне экзоконтакта биотитовых гранитов Кондуйского массива и в зоне эндоконтакта обследовано около 200 пегматитовых тел на площади примерно 20 км<sup>2</sup>. Мощность пегматитов – 1–2 м, в раздувах – до 5 м, иногда – более, протяжённость по простиранию – 70–90 м. Пегматиты обрабатывались старателями. Одно из тел было изометрично, с размерами 30 × 40 м. По минеральному составу преобладают кварцево-микроклиново-олигоклазовые пегматиты с шерлом и альмандином, реже – кварцево-олигоклазовые пегматиты. В отвалах и расчистках старых работ В. И. Беляевским обнаружено 5 кристаллов берилла величиною 1,0 × 4,0 до 5,0 × 10,0 см. Кристаллы хорошо огранены, трещиноватые, светло-зелёные, в основном непрозрачные. Участками в наружных зонах отмечаются полупрозрачные и прозрачные монообласти до 1 × 2 × 3 мм. Небольшой объём поисково-ревизионных работ, проведенных В. И. Беляевским, не даёт оснований для объективной оценки пегматитов.

*Ключевское пегматитовое поле.* В южных отрогах Нерчинского хребта в эндо- и экзоконтактовой частях Цаган-Олуевского массива, сопоставимых с борщовочными гранитами, находятся 85 пегматитовых жил, сведения о которых впервые привёл В. Н. Руднев в 1931 г. Мощность жил – 0,3–1,0 м, реже – 1,5 м при протяжённости от 50 до 100 м. Преобладают пегматиты крупнозернистой структуры. В жилах, кроме микроклина и кварца, присутствуют аметист, турмалин, гранат, берилл, мусковит, биотит. Сведений о качестве берилла и его концентрациях нет. На этом пегматитовом поле, как и на Халтуйском, необходимо определение глубины среза пегматитовых тел и минералого-геохимических признаков их продуктивности на ювелирное сырьё. Главные перспективные объекты на топаз-берилловое сырьё, связанное с пегматитами приведены в прил. 1.

### 2.2.2. Турмалин

В первой части монографии рассмотрены состав и свойства турмалина, а также его промышленные (Малханское) и частично отработанные месторождения (Савватеевское, жилы Кангинского пегматитового поля, Игнатъевское месторождение, а также жила Полиминеральная Завитинского пегматитового поля). Кроме этих месторождений в регионе широко развиты пегматиты с цветным турмалином в Восточно-Саянской, Кодаро-Удоканской, Селенгино-Становой, Хэнтэй-Даурской, Агинской и Аргунской зонах (Западно-Борщовочный блок).

Как указывалось выше [Юргенсон, 2016, с. 87, 88], среди месторождений цветного турмалина выделяют три генетических типа – пегматитовый, скарновый и метаморфогенный.

Все турмалинсодержащие объекты на территории Забайкалья объединены в четыре формации: миароловых гранитных пегматитов, бесполостных редкометалльных пегматитов, апогранитных грейзенов и апокарбонатных метасоматитов.

Ювелирные турмалины (главным образом, цветные эльбаиты) преимущественно связаны с лепидолитсодержащими миароловыми микроклиновыми, чаще всего альбитовомикроклиновыми (большинство месторождений) и олигоклазово-микроклиновыми (Малханское) пегматитами, обязательно содержащими литиевые слюды. Реже цветные турмалины находятся в бесполостных редкометалльных микроклиново-альбитовых пегматитах (Урикское, пегматиты Кодаро-Удоканской зоны). Такие месторождения являются источниками россыпей.

**Миароловые турмалиноносные пегматиты.** Среди миароловых турмалиноносных пегматитов выделяются три группы: 1) миароловые микроклиновые пегматиты с незначительным развитием клевеландита и лепидолита (большинство пегматитов Борщовочного кряжа); 2) миароловые микроклиново-альбитовые пегматиты с широко развитыми голубым клевеландитом и лепидолитом (жила Полиминеральная); 3) миароловые олигоклазово-альбитовые пегматиты с подчинённым развитием микроклина, с голубым клевеландитом и лепидолитом (Малханское).

Все миароловые турмалиноносные пегматиты одновременно являются надёжным источником розового берилла – воробьевита.

В группу микроклиновых слабо альбитизированных пегматитов включены четыре типа миароловых пегматитов: 1) кварцево-полевошпатовые, 2) мусковитово-берилловые, 3) биотитово-шерловые, 4) лепидолитово-рубеллитовые (отчасти).

Их объединяет ряд общих черт. Миароловые пустоты таких пегматитов имеют небольшие размеры (за исключением кварцево-полевошпатовых пегматитов Буторихинского поля в Борщовочном кряже); друзовым минералам не свойственны разнообразие видов и совершенство кристаллов. По условиям залегания пегматиты этой группы являются исключительно внутригранитными. В целом миароловые пегматиты микроклиновой группы слабо продуктивны на ювелирные камни; определённый практический интерес представляют биотитово-шерловый и лепидолитово-рубеллитовый типы.

Биотитово-шерловые пегматиты встречаются редко. Содержание шерла в их телах достигает 8–10 %. Шерл в парагенезисе с биотитом, иногда светло-зелёным бериллом и реже топазом составляет 75–80 % общего количества кристаллосырья в миаролах.

В Борщовочном кряже изучено и большей частью отработано одно тело пегматитов биотитово-шерлового типа – жила Восточная (Борщовочный кряж, гора Воронья, проявление Лесковское). Жила (Черник, 1956) состоит из двух раздувов. Размеры первого – 35 × 12 × 5 м, второй раздув диаметром 1,2 м расположен ниже первого на глубине 6,5 м. В центральной части первого раздува в виде обособлений (0,5–1,0 м) встречаются пегматиты апографической и пегматоидной структур и тяготеющие к ним миароловые пустоты, сложенные преимущественно микроклином (10–15 %), кварцем (20–50 %), биотитом (5–30 %), клевеландитом (5–50 %), шерлом и полихромным турмалином. Миаролы на глубину свыше 3 м не распространяются. Размещение их контролируется широтными и меридиональными трещинами, что обусловило своеобразную группировку миарол вокруг узлов пересечений трещин в виде «крестообразных созвездий». Максимальные размеры продуктивных миароловых пустот, по данным поисково-оценочных работ, составляют 30 × 40 см. В настоящее время объём неотработанной части пегматитового тела, где могут быть встречены друзовые прозрачные турмалины, реже – бериллы и топазы, примерно составляет

10–15 м<sup>3</sup>. Для турмалинов жилы Восточной главным образом характерна чёрная окраска, но встречаются прозрачные турмалины розовой, жёлто-зелёной, сине-зелёной окрасок. Часты кристаллы полихромных турмалинов. Максимальный размер извлечённых из жилы Восточной друзовых кристаллов полихромного турмалина составил около 18 см по длинной оси и 3,5 см в поперечнике. Обычные же размеры редких пригодных в ювелирном деле кристаллов турмалина, берилла, топаза не превышают 4–5 см. Ресурсы сортового ограночного сырья в сохранившемся небольшом целике продуктивной зоны жилы Восточной невелики и оцениваются А. В. Татариновым примерно в 100–150 г.

Мусковитово-берилловые пегматиты слабо продуктивны на ограночные камни. Миаролы в телах этих пегматитов редки, объём их невелик (0,001–0,02 м<sup>3</sup>), а друзы главным образом состоят из микроклина (10–50 %), кварца (10–50 %), альбита (0–30 %), мусковита (10–40 %), берилла светло-зелёной окраски. Очень редко встречается бесцветный топаз. Характерными представителями тел пегматитов этого типа являются проявления Нижне-Шивкинское, а также отработанные старателями в верхней части пегматиты пади Змеиной и горы Боец.

Группа слабо альбитизированных миароловых пегматитов замыкается лепидолитово-рубеллитовым типом (падь Большая Кочковатая). В телах этих пегматитов (Татаринов и др., 1971) продуктивные на турмалин миароловые пустоты развиты в альбитизированных участках крупнографических и пегматоидных структур. Друзовая минерализация микроклиновых лепидолитово-рубеллитовых пегматитов, в основном, представлена калишпатом (40–50 %), кварцем (20–70 %), альбитом (10–30 %), рубеллитом и полихромным турмалином (до 50 %), лепидолитом (до 10 %). При опробовании в пади Большая Кочковатая были извлечены единичные кристаллы рубеллита, пригодные для огранки.

Группа микроклиново-альбитовых миароловых пегматитов Борщовочного кряжа представляет наибольший практический интерес как возможный источник получения ювелирного турмалина (с попутными аквамаринном и топазом). Она объединяет три типа пегматитов: мусковитово-бериллово-топазовый, лепидолитово-рубеллитовый и мусковитово-верделитовый (Татаринов и др., 1980).

В строении тел мусковитово-бериллово-топазовых пегматитов, в отличие от мусковитово-берилловых, кроме аплитовидной, графической и пегматоидной (или блоковой) кварцево-полевошпатовых зон имеются также зоны сахаровидной и мелко-среднезернистой породы существенно альбитового состава, как правило, залегающие на границе графической и пегматоидной (или блоковой) зон или образующие небольшие участки среди разновидностей кварцево-полевошпатовых структур. Большинство жил мусковитово-бериллово-топазовых пегматитов имеют зональность, сходную с зональностью микроклиновых пегматитов, но ряд жил месторождений Киберевского и Каменной Стрелки, относимых к данному типу, выпадают из этого числа. Друзовый комплекс включает калишпат (5–50 %), топаз (5–50 %), берилл и другие минералы, в частности, зелёный турмалин и лепидолит. Пегматиты Киберевского и Каменной Стрелки в наиболее продуктивных частях отработаны. В настоящее время практический интерес в рассматриваемой группе пегматитов представляет лишь жила участка Падь Смородинная, где продуктивная зона, содержащая друзовую минерализацию и рекомендуемая к отработке, имеет длину 33 м при мощности 1–1,5 м.

Среди лепидолитово-рубеллитовых пегматитов выделяются два подтипа, отличающиеся множеством характеристик, но тождественные в одном: главными минералами друз в обоих случаях являются микроклин и рубеллит.

В строении жил собственно Борщовочного пояса основную роль играют кварцево-микроклиновые графические и блоковые структуры, но появляются зоны и существенно альбитового состава. Из аксессуарных минералов в малых количествах присутствуют касситерит и танталит-колумбит. Слюды представлены изоморфным рядом биотит – циннвальдит – лепидолит.

Лепидолитово-рубеллитовые пегматиты Завитинского поля представлены жилами с кварцево-мусковитовым комплексом. Зональность пегматитовых тел плохо выражена, графические кварцево-микроклиновые зоны отсутствуют. Ряд слюд выглядит по-другому: мусковит сменяется лепидолитом. Миароловые пустоты в лепидолитово-рубеллитовых пегматитах многочисленны, а друзовые комплексы представлены минералами в самых различных сочетаниях и количествах. Друзы сложены микроклином (5–50 %), кварцем (20–90 %), альбитом (5–60 %), полихромным турмалином (до 60 %), лепидолитом (до 40 %), биотитом, циннвальдитом, бериллом, воробьевитом, апатитом, топазом. В друзах можно встретить турмалин любой окраски, но всё же преобладает розовый или малиновый эльбаит. Широко распространены также полихромные разновидности турмалинов. Кристаллы полихромных турмалинов по характеру распределения окраски подразделяются на 3 группы: концентрически-зональные, поперечно-зональные, участково-зональные. Участково-зональные кристаллы турмалинов обычно встречаются в пегматитах, формирующихся в условиях повышенной тектонической активности. Цветовая гамма кристаллов полихромных турмалинов чрезвычайно многообразна и изобилует множеством оттенков и взаимопереходов (чёрный, жёлто-зелёный, зелёный, тёмно-зелёный, сине-зелёный, малиновый, розовый, бледно-розовый, бесцветный).

Наиболее перспективными на ювелирный турмалин, сопутствующие берилл и топаз являются объекты Моховое, Савватеевское и Гремяченское, находящиеся в пределах Ургучанской группы пегматитовых тел Шивкинского поля. Изучением этих пегматитов в 1914 г. занимался В. И. Вернадский, давший им высокую оценку. Рубеллиты этих тел, судя по образцам, хранящимся в Минералогическом музее им. А. Е. Ферсмана, весьма эффектны (см. рис. 31).



Рис. 31. Рубеллитовый эльбаит Ургучанского участка Шивиинского пегматитового поля. ММФ. Фото А. А. Евсеева

Из объектов, относящихся к миароловым микроклиново-альбитовым пегматитам, содержащим цветной турмалин, и находящихся в *Хэнтэй-Даурской зоне*, следует назвать, прежде всего, Водораздельное (Игнатъевское) месторождение. Оно рассмотрено выше [Юргенсон, 2016] в связи с тем, что является перспективным на ограночный воробьевит. При добыче розового берилла здесь попутно извлечено 850 г прозрачного ювелирного зелёного турмалина и 10 кристаллов полихромного, пригодных для фасетной огранки.

В *Хэнтэй-Даурской зоне* в левобережье Онона, в полях развития лейкократовых порфировидных биотитовых гранитов Сохондинского массива (кыринский комплекс), известно *Улурийское трубчатое тело* (синоним – пегматит № 41). Расположено в 2 км к СЗ от пос. Былыра Кыринского района. Открыто в 1931 г. Г. И. Вазбуцким. В 1962 г. изучалось С. М. Бесканиным на пьезосырре. В 1980 г. ревизионно-поисковое

обследование на камнесамоцветное сырьё проводил А. В. Татаринов (Татаринов и др., 1980). Проявление представлено пегматитовым телом трубчатой формы, в плане изометричным, с размером выхода  $3 \times 4$  м. Интенсивно проявлена альбитизация, лепидолитизация, грейзенизация. В отвалах найдены обломки рубеллита, мориона, шерла, касситерита, граната. Отрабатывалось на олово. Разведано на глубину до 5 м. Выделяется зона (от периферии к центру) аплитовая-графическая-пегматоидная-блоковая. Продуктивна блоковая зона. Специализированных работ на камнесамоцветное сырьё не проводилось. Друзовый комплекс представлен рубеллитом, сине-чёрным, зелёным и розовым полихромным турмалином, воробьевитом, микроклином, клевеландитом, касситеритом, морионом, розовым гранатом. Известны устные сообщения о находках высокосортного турмалина. Предполагается, что тело продолжается на глубину, и возможно увеличение с глубиной поперечного сечения и концентрации ювелирных камней (Юргенсон, 1996).

М. Г. Кычаковым (1993), а затем нами в 1998 г. произведена оценка ресурсов цветного турмалина категории  $P_2$  до глубины 20 м по аналогии с Малханским месторождением. При принятом объёме продуктивной зоны  $400 \text{ м}^3$ , содержании турмалина –  $0,350 \text{ кг/м}^3$  и выходе сортового камня 60,0 % ресурсы категории  $P_2$  оценены в 140 кг турмалина-сырца. Наряду с турмалином безусловно значительный интерес будут представлять воробьевит, гранат и морион.

Свалы пегматитовой жилы, содержащей берилл и полихромный турмалин, известны в Хэнтэй-Даурской зоне по р. Киркирот (Жильцова и др., 1966). Пегматиты связывают с асакан-шумиловским комплексом.

К турмалиноносным пегматитам рассматриваемого типа могут быть отнесены и проявления в *Баргузинской зоне*, открытые в 1969 г. Г. Л. Митрофановым в бассейне р. Янгуда, между устьями ручьёв Люнку и Илеир. Здесь известно 14 редкометалльных пегматитовых альбитово-микроклиновых миаролоносных жил, содержащих кристаллы зелёного турмалина длиной 5–10 см, редко – до 30 см. В ассоциации с турмалином находятся клевеландит, адуляр (лунный камень), гранат альмандин-спессартинового состава в кристаллах до 1,5 см в диаметре. Миароловые пегматитовые жилы Котельского поля (хребет Улан-Бургасы) связаны с витимканским комплексом гранитоидов раннепалеозойского возраста. Мощность жил – 1,2–2,0 м при прослеженной длине до 10 м. Они содержат кристаллы турмалина, качество которых не изучалось.

В *Муйской зоне*, в пределах Баргузино-Котерского синклинория, в бассейне р. Усмуң, известно одноимённое поле редкометалльных миаролоносных амазонитовых пегматитов, находящихся среди карбонатно-сланцевых толщ протерозойского возраста в эндоконтактах с палеозойскими гранитами. Длина жил – 5–35 м, мощность – 0,1–0,8 м. Они содержат миароловые гнёзда и вкрапленники берилла, топаза и турмалина. Турмалин – в коричневато-чёрных призмах длиной до 15–20 см по оси *c*. Оценка на ювелирное сырьё не производилась.

В *Селенгино-Становой зоне* важнейшим промышленным типом турмалиноносных пегматитов в Забайкалье являются миароловые микроклиново-олигоклазовые с интенсивно развитым клевеландитово-лепидолитовым комплексом. Находящееся в этой зоне Малханское месторождение рассмотрено ранее [Юргенсон, 2016, с. 110–119].

Новым районом с пегматитами с цветным, в том числе, голубым и желтым, турмалином и ювелирным бериллом может стать бассейн р. Энгорок и верховья р. Блудной, где имеются все предпосылки для организации поисков таких пегматитов, продуктив-

ные части которых не вскрыты эрозией. Перспективные площади должны быть в полях развития метаморфизованных ортопород габбро-диоритового состава малханской серии, прорывающихся мезозойскими морионовыми гранитами.

**Бесплошные пегматиты с цветным турмалином.** В *Восточно-Саянской зоне*, в редкометалльных пегматитах охарактеризованного выше Урикского поля, известны кристаллы синего и зелёного турмалина, достигающие 8–10 см в длину и до 4 см в поперечнике, полупрозрачные. Несмотря на отсутствие официальных данных о находках кристаллов ювелирного качества, нельзя однозначно оценить эти пегматиты как полностью бесперспективные на ювелирный и, тем более, коллекционный турмалин. Во всяком случае, на месторождении Канакан в Афганистане, где миарол мало, ювелирные индиголиты и верделиты встречаются в сахаровидном альбите и извлекаются при его разборке. Учитывая особую ценность голубых турмалинов и появившуюся в 90-х гг. моду на них, следует иметь в виду необходимость попутной добычи индиголитов при отработке месторождения на редкие металлы.

В 1964 г. в *Кодаро-Удоканской зоне* Г. М. Савченко открыто Олондинское редкометалльное пегматитовое поле, находящееся в кристаллических сланцах борсалинской свиты. В 1971–1972 гг. оно изучалось на редкие металлы И. Б. Орловым, Е. Б. Субботиным, В. В. Архангельской. Турмалин ассоциирует с бериллом и сподуменом. Он образует синие кристаллы с зелёным отливом, длина которых достигает 1–1,5 см. Наличие их отмечено в жилах № 3 и 57. Специальных работ на ювелирные камни не проводилось. Наряду с отдельными кристаллами известны и радиально-лучистые агрегаты диаметром 2–3 см, иногда достигающие 19–30 см.

**Оценка перспектив Забайкалья на цветной турмалин.** Как показано выше, на территории Забайкалья выделяется ряд районов, в которых имеются перспективы на обнаружение месторождений цветного турмалина и где рекомендуется сосредоточение ревизионных, поисковых и поисково-оценочных работ.

Кондиционный цветной турмалин обычно развит в литиеносных пегматитах, локализованных в ортосланцах и ортогнейсах биотитово-плагиоклазового или биотитово-амфиболово-плагиоклазового состава, обогащённых бором. Цветной турмалин имеет тенденцию образовываться в редкометалльных пегматитах с широко развитым плагиоклазово-лепидолитовым или плагиоклазово-сподуменовым комплексом. При этом рубеллит и полихромный турмалин преимущественно тяготеют к плагиоклазово-лепидолитовым комплексам, а индиголит, верделит и частью полихромный турмалин – к плагиоклазово-сподуменовым. Но известны и исключения, когда в альбитово-лепидолитовых пегматитах с поллуцитом и воробьевитом турмалин отсутствует полностью. Для образования турмалина необходима боровая специализация метаморфических толщ, служащих материалом для образования палингенных гранитоидов, и специфический механизм его мобилизации в пегматитовые расплавы при условии такого хода их эволюции, когда железо захватывается биотитом в начале кристаллизации, а при формировании кварцево-микроклиново-плагиоклазовых блоковых зон образуются маложелезистые турмалины шерлитового и эльбаитового рядов.

Основные данные по известным и наиболее перспективным турмалиноносным пегматитам приведены в первой части монографии [Юргенсон, 2016, табл. 22].

Наибольшие перспективы для наращивания промышленных запасов и обнаружения новых жил имеются в Малханском хребте, где наряду с одноимённым пегматитовым полем могут существовать ещё неизвестные в зонах развития меланократовых ортогнейсов малханского комплекса в связи с гранитами асакан-шумиловского ком-



плекса. Подтверждением сказанному является находка пегматитов с дравитом и рубеллитом в Малханском хребте летом 1996 г. Н. Бояркиным.

Вторым по насыщенности турмалиноносными пегматитами остаётся Борщовочный плутон с Шивкинским, Кангинским и другими пегматитовыми полями.

Третьим перспективным на турмалин районом в Забайкалье следует назвать Завитинское поле со сподуменовыми пегматитами, содержащими альбитово-лепидолитовый продуктивный комплекс.

Четвертый, слабо изученный, район прилегает к Улурийскому пегматитовому полю в восточной части Хэнтэй-Даурской зоны. В западной части этой зоны перспективным следует считать Мензинский пегматитовый пояс, в котором наиболее изучено Еловское пегматитовое поле, где находится Игнатьевское месторождение, изучавшееся В. Е. Загорским и И. С. Перетяжко [1992]. Только в пределах Еловского поля известно свыше 600 пегматитопроявлений, изученность которых на камнесамоцветное сырьё недостаточна. Поэтому возможность обнаружения объектов, сопоставимых с жилой Водораздельной, безусловно, имеется.

На территории Северного Забайкалья, в Муйской зоне, возможны находки турмалиноносных пегматитов в связи с баргузинским комплексом, а в Кодаро-Удоканской зоне – в Олондинском и Ханинском полях пегматитов, где известные жилы выходят на дневную поверхность своими средними частями, лишёнными зон развития миарол с цветными камнями. Поэтому следует искать слабо эродированные жилы редкометалльных пегматитов в участках развития пород борсалинской свиты со слабо развитой пострудной тектоникой.

Опыт изучения редкометалльных пегматитов Афганского Нуристана свидетельствует, что бесполостные сподуменовые пегматиты в апикальных частях содержат ювелирные кунцит, берилл и турмалин. С этих позиций следует провести доизучение Урикского поля в Восточно-Саянской зоне, где продуктивными на цветные камни, включая ювелирный турмалин, могут быть слабо вскрытые эрозионными процессами апикальные части редкометалльных пегматитов, локализованных в плагиоклазово-биотитовых сланцах и ортогнейсах диоритового состава.

### ***2.2.3. Прочие ювелирные камни пегматитов***

#### *2.2.3.1. Сподумен*

Ювелирные разновидности сподумена – относительно редко встречающиеся кунцит (розовый до фиолетового), гидденит (зелёный до изумрудно-зелёного) и трифан (бесцветный, соломенно-жёлтый до желтовато-зелёного). Они в ассоциации с клеветандитом, воробьевитом, поллуцитом, кварцем, лепидолитом находятся в миаролах в верхних частях тел сподуменовых пегматитов либо в их висячих боках и представляют собой продукты кристаллизации остаточных растворов-расплавов.

Окраска кунцита обусловлена примесями ионов  $Mn^{3+}$ , гидденита – ионов  $V^{3+}$ , а жёлтые оттенки связаны с ионами железа. Особенности кунцита и гидденита являются дихроизм и плеохроизм. Кунцит по  $Np$  (при рассматривании кристалла с торца) – тёмно-фиолетовый или тёмно-сиреневый, по  $Ng$  – бесцветный, а по  $Nm$  – фиолетовый или сиреневый. Гидденит по  $Np$  – изумрудно-зелёный, по  $Nm$  – голубовато-зелёный до аквамаринного, по  $Ng$  – бесцветный. Окраска кунцита нередко неустойчива, и бледноокрашенные кристаллы обесцвечиваются при длительном воздействии света.

Крупные месторождения ювелирного сподумена связывают с миароловыми микроклиново-альбитовыми пегматитами, в которых присутствуют кварцево-сподуменные зоны, являющиеся аналогами кварцево-микроклиновых. Пегматитовые линзы с кунцитом обычно зональны. В блоковой кварцево-сподуменной зоне крупные кристаллы породообразующего сподумена находятся в блоковом кварце, являясь по отношению к нему более ранними. Этот сподумен обычно серовато-зелёный, зеленовато-жёлтый, непрозрачный. Досчатые кристаллы его могут иметь гигантские размеры – до нескольких метров в длину. Кунцит в миароловых полостях образует досчатые, реже – столбчатые кристаллы. Они могут быть продолжением породообразующего сподумена блоковой зоны, либо новообразованиями, нарастающими на блоковый кварц и сподумен. На кристаллах кунцита нередки нарастания корок кристаллов светло-дымчатого кварца, клевеландита, поздних генераций бесцветного или бледноокрашенного водянoproзрачного сподумена, воробьевита. В миароловых кунцитсодержащих пегматитах находятся также цветные ювелирные турмалины.

К числу наиболее крупных месторождений кунцита относятся пегматиты района Пала в округе Сан-Диего в Калифорнии, в штате Минас-Жерайс в бассейне р. Риу Доси (Бразилия), на Мадагаскаре, в Афганистане (пегматитовое поле Кулам) и другие. В 1973–1975 гг. на месторождении Кулам было добыто 1200 кг кунцита, в районе Пала за 1904–1929 гг. – 600 кг кунцита на сумму 152 тыс. долл.

Несмотря на широкое развитие сподуменных пегматитов в Забайкалье, месторождения кунцита не известны. В одном из крупнейших Завитинском пегматитовом поле сподуменных пегматитов в Восточном Забайкалье отмечены лишь редкие находки дефектных кунцита и гидденита. Тем не менее, нет оснований считать изучаемый регион бесперспективным на этот ювелирный камень.

В *Восточно-Саянской зоне* в бассейне Оки и Урика в ряду пегматитовых полей развиты редкометалльные сподуменные бесполостные пегматиты. В Урикском пегматитовом поле известно 29 пегматитовых жил мощностью 1,5–50,0 м и протяжённостью 170–1200 м, содержащих от 1 до 50 % сподумена. Сподумен, развивающийся в ассоциации с кварцем, микроклином, альбитом, бериллом, турмалином, распределён неравномерно в виде вкрапленности и гнездообразных скоплений (0,25–0,5 × 0,3–0,6 м). Размеры кристаллов широко варьируют от 0,5 × 0,5 × 1,0 до 4 × 8 × 30 см, реже – до 1,5 м в длину и 35–40 см в поперечнике; цвет – белый, серый с желтоватым и зеленоватым оттенком, голубовато-зелёный, яблочно-зелёный. Кристаллы часто раздроблены, перемяты. Прозрачных бездефектных индивидов не наблюдалось. Оценка на кунцит не производилась, хотя находки его в зональных участках с раздувами и миаролами вполне вероятны. При отработке наиболее мощных и пологопадающих жил необходимо учитывать возможность обнаружения ювелирных разностей сподумена.

В поле распространения гранитоидов саянского комплекса известны Хэртэ-Жалгинское (правый борт долины р. Хэртэ-Жалга) и Зубкогонское (верховье долины р. Большой Зубкогон) поля редкометалльных пегматитов со сподуменом. Содержание сподумена в литиеносных пегматитах варьирует от 10 до 30 %. Пегматиты бесполостные. Поэтому вероятность обнаружения ювелирных разностей сподумена невелика.

В Кодаро-Удоканской зоне в Олондинском прогибе в биотитово-амфиболовых сланцах борсалинской свиты закартированы послойные тела ортоамфиболитов, с которыми ассоциируют пегматитовые жилы микроклиново-альбитово-сподуменного состава [Глуховский, 1978]. Пегматиты изучались в 1971–1972 гг. на цезий и тантал И. Б. Орловым, Е. В. Субботиным и В. В. Архангельской. Ювелирные камни (цветные

турмалины, берилл и сподумен) установлены в жилах № 57 и 3. Жилы зональны, наиболее развиты существенно альбитовые зоны. Сподумен образует досчатые кристаллы длиной до 5–15 см белого, зеленоватого, розового цвета. Интенсивность окраски слабая. Специализированных работ на ювелирный сподумен не проводилось. Жилы относятся к типичным бесполостным, перспективы которых невелики, хотя, как это имеет место на Канаканском месторождении в Афганистане, могут иметь промышленное значение как комплексные на редкие металлы и драгоценные камни.

Литиеносные, сподуменовые в особенности, пегматиты локализуются в полях, где терригенные алюмосиликатные метаморфиты ассоциируют с амфиболитами различного генезиса. Как правило, литиеносные пегматиты одной из боковых пород имеют амфиболиты. Поэтому в тех пегматитовых полях, где развиты амфиболиты, следует искать сподуменовые пегматиты. Это относится к соответствующим участкам Борщовочного хребта, а также Яблонового, в частности, в пределах Каменско-Черновского пегматитового поля, где именно в таких условиях известны лепидолитовые пегматиты, содержащие ювелирный воробьевит.

#### *2.2.3.2. Данбурит*

Ювелирный данбурит (силикат бора) описан В. Е. Загорским и И. С. Перетяжко [1992] в жиле Гранатовая Малханского пегматитового поля. Данбурит этой жилы отличается необычной оранжевой окраской совершенно прозрачных кристаллов. Монообласти ювелирного качества достигают  $1,5 \times 2,0$  см и пригодны для фасетной огранки. В других жилах (Орешная, Моховая, Соседка, Данбуритовая) этот минерал также присутствует, но очень редко даёт хорошие кристаллы ювелирного качества.

#### *2.2.3.3. Поллуцит*

Поллуцит иногда встречается в крупных бесцветных кристаллах, содержащих ювелирные монообласти. На месторождении Кулам в Афганистане, например, отдельные кристаллы кубического или кубооктаэдрического габитуса достигают 12 см в поперечнике и содержат ювелирные монообласти  $3 \times 4$  см.

В пегматитах Малханского поля поллуцит – характерный минерал [Загорский, Перетяжко, 1992], составляющий иногда до 10 % лепидолитсодержащих продуктивных комплексов. Однако в большинстве случаев его индивиды невелики ( $1 \times 2$  мм). Крупные индивиды бесцветного прозрачного поллуцита встречаются в жилах Светлая и Солнечная, где размер их достигает  $3 \times 4$  см; такие образования пригодны для фасетной огранки. Подобные выделения поллуцита известны также в миаролах жилы Водораздельная Мензинского поля.

#### *2.2.3.4. Гамбергит*

Гамбергит – редкий минерал, борат бериллия. Малханское поле – единственное место в России, где встречен этот минерал, обнаруженный и описанный В. Е. Загорским и И. С. Перетяжко [1992]. Он присутствует в рыхлом материале, заполняющем миаролы жил Моховая и Соседка, а также в парагенезисе с клевеландитом, полихромным турмалином и лепидолитом в поздних комплексах жилы Орешная. Гамбергит образует призматические бесцветные кристаллы. Чаще всего кристаллы невелики ( $0,1 \times 0,5$  см), но встречаются и индивиды, достигающие 5,5 см в длину при толщине 1,0 см. Такие кристаллы могут граниться. Но наибольшую ценность они представляют как коллекционное сырьё.

### 2.3. Перспективы обнаружения промышленных месторождений берилла и топаза формации апогранитных грейзенов

*Орогочинское проявление* находится в пределах Селенгино-Витимской складчатой области в Хилок-Удинской зоне и локализовано в апикальной части Орогочинского гранитного массива. Представляет собой штокверк, состоящий из разноориентированных крутопадающих грейзеновых тел шириною до 10–60 м и сети кварцевых прожилков. Содержание берилла – от 0,2 до 1,5 %. Берилл приурочен к зальбандам кварцевых жил и прожилков. Берилл бесцветный или слабо-зеленоватый в виде мелкой вкрапленности или кристаллов до 1,5 см в кварце, иногда до 4 см; редко отмечался голубоватый и ещё реже – изумрудно-зелёный. Оценка на ювелирное сырьё не проводилась, но сведения о характере окраски дают обоснование необходимости ревизии на аквамарин и изумруд месторождений типа Куу в Казахстане.

*Яхактинское проявление* находится в гранитоидах гуджирского комплекса в юго-восточной части Становой зоны. Установлено Чингиканской ПСП ЧГУ на территории листа N-50-XXV Н. В. Сачуновым, К. Ф. Хацкевичем и другими в 1962 г. Локализовано в лейкократовых аляскитовидных гранитах Яхактинского массива в виде зоны мощностью 3–4 м, протяжённостью 70–400 м. Берилл встречается в гнёздах в кварцевых и слюдяных грейзенах до 0,6–0,8 м в поперечнике. Отдельные кристаллы – до 10–15 см в длину. В кварцевых грейзенах в основном крупные мутные кристаллы берилла, а в слюдяных – мелкие прозрачные аквамарины. Присутствует топаз (24,6–5 678,9 г/т). Несмотря на ревизионные работы экспедиции «Байкалкварцсамоцветы», окончательной оценки объекта на ювелирный берилл нет. Здесь же, в гранитах гуджирского комплекса, локализовано Ушмунское проявление, образованное 17 зонами грейзенизации. Слюдистые и слюдисто-кварцевые грейзены содержат гнёзда берилла. Берилл голубовато-зелёный, размер – до 15 см; часто прозрачен. Содержание аквамарина и топаза – до 15 кг/т, топаза – до 1,6 кг/т.

В юго-восточной части *Становой зоны* известен ряд грейзеновых полей, сопровождающих бериллоносные пегматиты.

*Конталакское поле* отличается наличием зеленовато-голубого полупрозрачного берилла не только в грейзенизированных (миароловых?) гранитах, но и в цементе эруптивных брекчий, развитых по лейкократовым гранитам. На проявлении, установленном при геолого-съёмочных работах масштаба 1 : 200 000 в 1962–1963 гг. И. Д. Победашем и И. Н. Павловой, проведена оценка на бериллий и тантал Е. С. Пинчуком, И. Н. Титовым в 1969 г.; на ювелирные камни оно не оценено. Подобные образования с бериллом известны в эксплозивных брекчиях Багдаринского эруптива в бассейне верхнего течения р. Багдарин, описанных Е. И. Недорей, М. С. Шереметом и другими. В Витим-Чина-Амалатском междуречье, в пределах Нырокского вольфрамово-молибденового месторождения, связанного с грейзенизированными гранит-порфирами гуджирского комплекса, известны мусковитово-топазово-кварцевые жилы с гнёздами берилла до 5 см в длину (Лево-Нырокское проявление). На ювелирный берилл не оценивалось.

В междуречье Черного Урюма и Шилки среди нижнепротерозойских гранитов в зонах грейзенизации, связанных с воздействием лейкократовых гранитов амалатского комплекса, развиты пегматиты и кварцевые альбититы (*Желтугинское, Кирпичное, Косинское*) соответственно с танталит-колумбитом, бериллом и флюоритом. Грейзены взаимопереходами связаны с пегматитами, содержащими берилл. Берилл – в кристаллах желтовато-зелёного, яблочно-зелёного, бледно-зелёного цветов, а на

Желтугинском проявлении – до тёмно-зелёного. Величина кристаллов – 0,3–2,5 см по оси *a* и до 10 см по оси *c*. На Желтугинском проявлении следует особое внимание обратить на бериллы в связи с флюоритом, т. к. на месторождении Куу в Казахстане в аналогичных условиях известны изумруды. Это же относится и к Косинскому проявлению. Изученные здесь В. К. Пинчуком и Н. Ф. Вагиным в 1960 г. грейзены (Косинское и Желтугинское проявления) на самом деле могут оказаться верхними частями пегматитовых тел.

Из значительного числа объектов, условно отнесённых к формации апогранитных грейзенов *Аргунской и Даурской зон*, как возможно перспективные на ювелирный берилл отметим Гранитовое, Цаган-Золотуевское проявления. Среди грейзенов и апогранитов Спокойнинского месторождения изредка встречаются кристаллы жёлтого берилла или гелиодора ювелирного качества; но попутная добыча их связана с проведением специальных организационных мероприятий. Это же относится и к бериллоносным танталовым рудам Орловского месторождения, где встречаются крупные салатно-зелёные бериллы и аквамарины (до 18 см в длину и 10 см в поперечнике). Кристаллы содержат монообласти 2–3 до 10–15 мм.

Перспективно на обнаружение ювелирного берилла проявление Асакан-Дербульское. Не исключены находки ювелирных бериллов на Шумиловском месторождении вольфрама.

Своеобразные бериллоносные грейзены, изучавшиеся нами и являющиеся, вероятно, продуктами кристаллизации остаточных расплавов, обогащённых летучими, развиты на Булуктаевском редкометалльном месторождении в правобережье р. Джидда. Здесь ярко-голубой аквамарин находится в ассоциации с микроклином, флюоритом, шеелитом, пиритом, гентгельвином, а также молибденитом и вольфрамитом. Аквамарин образует кристаллы до 5 мм по оси *a* и 10–12 мм по оси *c*. Кристаллы полупрозрачны и могут быть использованы для изготовления небольших кабошонов. Попутное извлечение аквамарина возможно при отработке месторождения на редкие металлы.

**Перспективы грейзеновых формаций на ювелирный берилл.** Среди объектов, традиционно относящихся к грейзеновой формации, наиболее перспективно Шерловогорское месторождение. Ситуация, как указывалось выше, такова, что месторождение изучено на глубину 10–20 м, и то – лишь в отдельных своих частях. Оценка месторождения в целом может быть дана только при условии работ по единому плану, включающему использование известных закономерностей локализации берилло- и топазоносных миароловых тел, которые заключаются в следующем.

Все продуктивные тела находятся в миароловых гранитах, обогащённых кварцем, топазом, флюоритом. Они отображаются в аномалиях геохимических полей бериллия, фтора, вольфрама, молибдена, висмута. Для продуктивных на ювелирные камни участков шерловогорских гранитов характерна обогащённость протолок вольфрамитом, висмутином, топазом, флюоритом. Наиболее продуктивны участки со слабо развитыми прожилковым тонкозернистым окварцеванием и флюоритизацией, хотя они и являются индикаторами наличия на глубине бериллоносных тел. Но в этих условиях ювелирные разности менее развиты вследствие неоднократного приоткрывания полостей, в которых идёт формирование кристаллов. Геологическое изучение их с попутной эксплуатацией следует проводить карьерами шириной до 100 м, так как насыщенность гранитов миаролами должна быть высокой. В связи с тем, что Шерловогорский массив представляет собой лишь незначительную апикальную часть круп-

ного гранитного тела, по аналогии с Адун-Челонским массивом, на интервале глубин до 0,05–0,6 км предполагаются нескрытые эрозией тела камерных пегматитов, поиски которых рекомендуется проводить с помощью бурения.

Из числа других объектов грейзеновой формации наиболее перспективны Уш-мунское и Яхактинское проявления, а также Орогочинское, где известны зелёные бериллы и не исключена изумрудоносность типа Куу, известная в Казахстане. Однако последнее находится вдали от транспортных коммуникаций и может быть предметом изучения в неопределённом будущем.

Своеобразные пегматиты, переходящие в грейзены, известны по р. Желтуге. С учётом близости к обжитым местам в сочетании с золотоносностью бассейна р. Желтуги этот объект отнесён к весьма перспективным. Аналогичные образования – на Косинском проявлении.

С учётом близости БАМа и крупности кристаллов берилла следует отнести к объектам, требующим первоочередных ревизионных и поисково-оценочных работ, Даванскую группу бериллоносных жил.

Среди апокарбонатных грейзенов наиболее перспективно Снежное проявление в Восточно-Саянской зоне.

#### 2.4. Апокарбонатные грейзены

В *Восточно-Саянской зоне* известно Снежное проявление аквамарина и фенакита. Оно находится на водоразделе р. Тэргэтэй и Хойто-Ока среди известняков и сланцев монгошинской свиты протерозоя и представлено плитообразным телом метасоматитов с тремя зонами, содержащими флюорит, берилл и фенакит. Берилл – прозрачный и полупрозрачный, голубой, зеленоватый до 2–4 см в длину. Фенакит прозрачный, бесцветный либо жёлтый в кристаллах от 1 до 10 мм. Подобные образования известны в Аргунской зоне, где в связи с Лубиинской интрузией находится проявление Студёное, открытое в 1931 г. И. В. Моисеевым. В скарнах обнаружены тела, содержащие берилл, фенакит, бавенит, флюорит, топаз и другие (Сарин, 1961). К этой же генетической группе берилловой минерализации относятся проявления Звериное и Булугьинское.

В *Муйской зоне* в связи с витимканским гранитным комплексом непосредственно в гранитах и вмещающих их карбонатно-терригенных породах бамбуйской свиты, в бассейне р. Бамбуйки, широко развиты бериллоносные грейзены. Они распространены в её верховьях, по её притокам и р. Бамбукоя – Индустриальному, Известковому, Спокойному, ключу Валунному. Берилл заслуживает внимания (голубые кристаллы до 2 см; светло-зелёные, слабо прозрачные, 3 × 5 см, голубые и светло-голубые), известен, соответственно, на проявлениях Бамбукойское и Бамбуйское II (Упханов, Видулов, 1960; Зуев, 1961).

В *Прибайкальской зоне*, в зоне Даванского разлома, на западном крыле Байкальского антиклинория и переходе к платформе (район Даванского перевала) по данным Ю. В. Шемякина, М. П. Лобанова (1961), М. П. Лобанова, Б. В. Альбицкого (1968) и других геологов известна серия проявлений бериллоносных грейзенов. Размеры кристаллов берилла 0,2 × 0,5–7 × 20 см, жёлто-зелёного цвета, иногда в ассоциации с гильвином. Грейзены распространены на площади до 50 км<sup>2</sup> в виде жил 107 м мощностью и до 200 м длиной. Имеются сведения о том, что среди кристаллов аквамарина экспедицией «Байкалкварцсамоцветы» были обнаружены крупные индивиды с голубыми монообластями ограночного качества высшего сорта.

Указанные поля развития апокарбонатных грейзенов заслуживают самого пристального внимания.

## 2.5. Перспективы изумрудоносной бериллиевой минерализации

Специфика геологических ситуаций, в которых возникают и развиваются изумруды, заключается в геохимических особенностях изумрудов [Киевленко, 1980; Киевленко и др., 1982; Методические..., 1975, вып. 6; Мороз, 1978; Шерстюк и др., 1975]. К ним относятся условия, при которых в структуру берилла могут встраиваться магний и хром, отчасти – ванадий и железо. Магний замещает бериллий в Be-тетраэдрах, либо щелочные элементы катионной части структуры. Хром, ванадий и железо замещают алюминий в Al-октаэдрах. Зелёная окраска изумруда обусловлена примесью хрома, содержания которого достигают 0,15–0,6 %. Синяя составляющая обусловлена примесью ванадия, а жёлтая – железа.

Сказанное свидетельствует о необходимости иметь источники хрома в изумрудообразующих флюидах. Поэтому не случайно, что абсолютное большинство месторождений изумруда локализовано в основных либо ультраосновных породах и продуктах их эпигенетических преобразований, а также в песчанико-сланцевых толщах с линзами мраморов, содержащих необходимые магний и хром.

Среди месторождений изумрудов выделяются две генетических группы – пегматитовые и гидротермальные. Е. Я. Киевленко и др. [1982] и другие авторы (А. А. Беус, Д. А. Минеев) среди гидротермальных выделяют пневматолитово-гидротермальные и телетермальные. К первой группе относят Изумрудные Копи (Урал), ко второй – месторождения Колумбии и Афганистана.

Среди пегматитовых месторождений следует выделять две группы: миароловых пегматитов, где изумруд является минералом миаролового друзового комплекса (гранитные пегматиты округа Кливленд, Александер и Митчелл, штат Северная Каролина, США, и Эйдсволл, 45 км севернее г. Осло, Норвегия) и десилицированных пегматитов (Изумрудные копи), по А. Е. Ферсману [1940, 1962], К. А. Власову и Е. И. Кутуковой [1960]. К последним относятся крупнейшие месторождения изумрудов, в которых он локализован преимущественно во флогопитовых слюдитах и, в меньшей мере, непосредственно в пегматитах, аплит-пегматитах и гранит-аплитах. Особенностью этих месторождений является локализация их в метаморфизованных гипербазитах (серпентинитах, актинолитовых сланцах, биотитово-роговообманковых гнейсах и т. д.). В приконтактных частях пегматитов, пегматит-аплитов и гранит-аплитов всегда развиты зоны слюдитов, которые, по современным представлениям, являются аналогами грейзенов. Типичные минеральные ассоциации включают берилл, апатит, флюорит, полевые шпаты (преимущественно – плагиоклазы), а также – эвклаз, хризоберилл, фенакит, турмалин, циркон (нередко радиоактивный), ильменит. Известны месторождения, в которых присутствуют тантало-ниобаты, лепидолит, сподумен (Мустард-Пеппер в Зимбабве, Г. Банк [Bank, Gubelin, 1976]). Иногда наряду с изумрудом в условиях высоких концентраций глинозёма присутствуют корунд, маригарит, шпинель и александрит (Лейк-Маньяра, Танзания).

Другой генетический тип месторождений изумруда, относимый к телетермальным образованиям, включает две изумрудоносных провинции – Колумбийскую (Музо, Чивор и Коскуэс) и Афганскую (провинция Панджшер, месторождения Хенч и Херсканда).

Отнесение их к телетермальным образованиям, скорее всего, ошибочно. При изучении месторождений Хенч и Херсканда нами [Юргенсон и др., 1980; Юргенсон, Пасеков, 1982] установлены непосредственные генетические связи изумрудоносных жил и тел, локализованных в песчанико-сланцевой толще с линзами мраморов, с ин-

трузией монцонит-диоритов, выходящей на дневную поверхность. Изумрудная минерализация локализована в жилах с ферридоломитом, баритом, кварцем, дравитом, адуряром, фукситом, пиритом, бадделеитом. Эти жилы находятся либо непосредственно во флогопитовых слюдитах по дайкам монцонит-диоритов, либо в мраморах, песчаниках и сланцах, в различной степени слюдизированных. Известны также случаи нарастания кристаллов изумруда непосредственно на стенках трещин.

Непосредственная связь изумрудоносных жил с жильной фацией монцонит-диоритов, фазовый состав ферридоломита, а также температуры гомогенизации ГЖВ (до 500 °С) в изумрудах однозначно свидетельствуют о собственно высокотемпературном гидротермальном их образовании. Установленные характеристики месторождений Панджшера, минеральный состав изумрудоносных жил и условия их локализации в месторождениях Колумбии, описанные А. А. Беусом и Д. А. Минеевым в 1974 г., близки, поэтому следует, вероятно, и эти объекты не относить к телетермальным.

## 2.6. О перспективах хризоберилл (александрит)-изумрудной ассоциации

Александрит является ювелирной разновидностью минерала хризоберилла. Название получил от греческого «хризос» – золотистый и «вириллос» – берилл, то есть, золотистый берилл. Однако он, в отличие от берилла, не силикат, а алюминат бериллия ( $\text{BeAl}_2\text{O}_4$ ). В качестве примесей обнаружены железо, хром, титан. Впервые как разновидность берилла описан Плинием Старшим в его энциклопедии в 70-х гг. I в. н. э. Затем хризоберилл уже как самостоятельный минеральный вид рассмотрен Ленцем в 1781 г., А. Вернером описан в 1789 г., Карстеном в 1800 г. и Хаусманом в 1813 г. Хромовая изумрудно-зелёная разновидность хризоберилла, изменяющая окраску на красно-фиолетовую при искусственном освещении, впервые найденная в Изумрудных коях на Среднем Урале, была описана Н. Норденшельдом в 1842 г. Сингония ромбическая. Класс симметрии ромбо-пирамидальный. Пространственная группа  $Pbnm$ . Кристаллы толстотаблитчатые, короткопризматические. Простые формы:  $\{100\}$ ,  $\{010\}$ ,  $\{011\}$ ,  $\{120\}$ ,  $\{111\}$  (см. рис. 32).

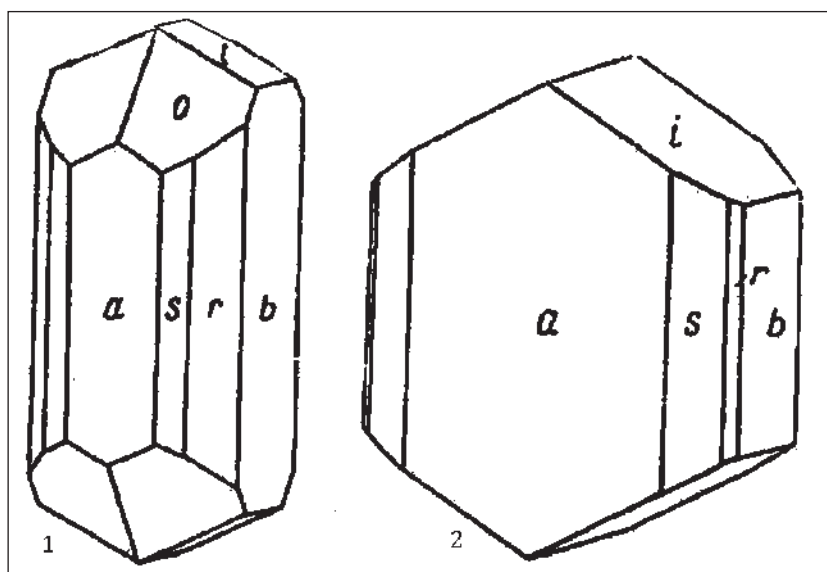


Рис. 32. Формы кристаллов хризоберилла:

1 – Бразилия (по Мельцеру); 2 – Санарка (Урал) (по Кокшарову) [Минералы, 1967]



Характерны тройники по призме  $\{031\}$ , похожие на шестигранные (гексагональные) монокристаллы (см. рис. 33).

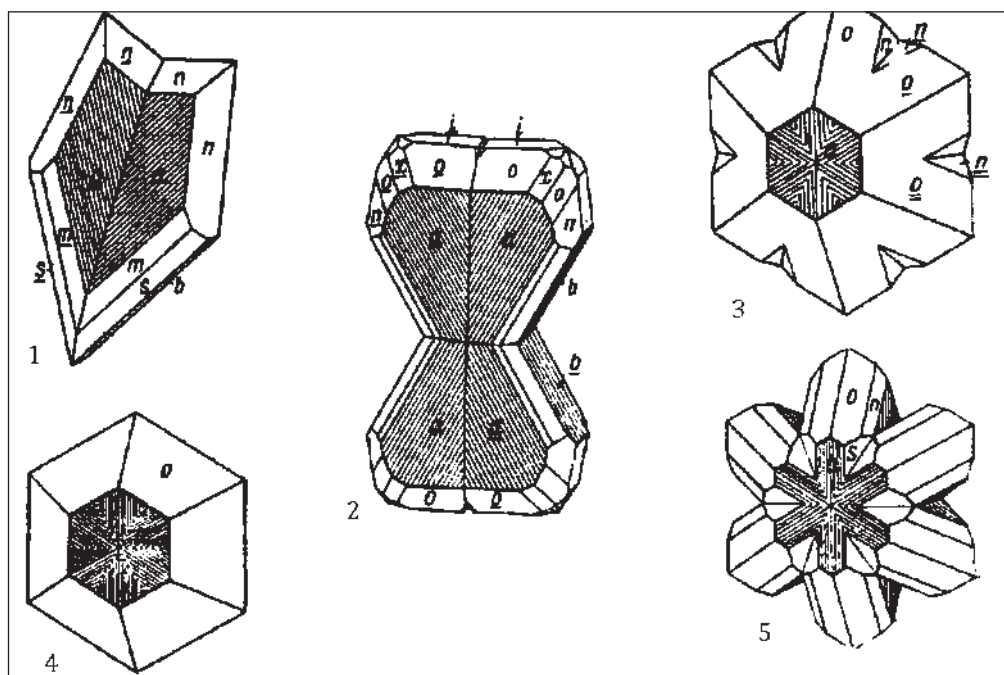


Рис. 33. Двойники хризоберилла:

1 – р. Токовая, Урал, Изумрудные копи (по Кокшарову); 2 – Цейлон (по Лифа); 3–5 – тройники, р. Токовая, Урал (по Кокшарову) [Минералы, 1967]

Кристаллы прозрачные, полупрозрачные. Цвет обычно зеленовато-жёлтый, различных оттенков. Также интенсивно зелёный, желтовато-серый, коричневый, фиолетовый, красный, красно-фиолетовый, редко – бесцветный. Собственно александрит бывает изумрудно-зелёный, голубовато-зелёный, бледно-зелёный при дневном свете. При искусственном электрическом освещении окраска его изменяется на фиолетовую до красной и пурпурной. Среди хризобериллов выделяют также цимофан, обладающий эффектом кошачьего глаза. Цвет его варьирует от жёлто-зелёного до жёлтого и жёлто-коричневого.

Александритовый эффект обусловлен примесью хрома, жёлто-зелёный цвет связан с примесью железа. Александрит в ультрафиолетовых лучах с длиной волны 253 нм обладает слабым красным свечением, а при длине волны ультрафиолетовых лучей 365 нм – бледно-зелёным, жёлто-зелёным и красным. Блеск александрита стеклянный, показатели преломления:  $n_g = 1,753-1,758$ ,  $n_m = 1,747-1,749$ ,  $n_p = 1,744-1,747$ . Характерны высокая дисперсия показателей преломления (0,015) и плеохроизм, в желтовато-зелёных цветах – в жёлтых и коричневых тонах для цимофана и красных ( $Ng$ ), оранжевых ( $Nm$ ) и зелёных ( $Np$ ) – для александрита.

Твёрдость александрита высокая – 8,5, хрупок, спайность совершенная по ромбическим призмам  $\{110\}$  и несовершенная по  $\{010\}$ , а также по пинакоиду  $\{001\}$ . Направления спайности должны учитываться при выборе формы огранки. Излом раковистый. Плотность александрита 3,68–3,77 г/см<sup>3</sup>, для других разновидностей она несколько меньше (3,64–3,77 г/см<sup>3</sup>).

Образуется в десилицированных пегматитах, контактово-пневматолитовых образованиях. Из них при выветривании переходит в россыпи, из которых извлекается по-

путно с другими ювелирными камнями. На Урале, в Изумрудных коях, добывается попутно из коренных горных пород, содержащих берилл, изумруд, эвклаз, фенацит.

В зависимости от форм кристаллов применяются различные виды фасетной огранки или кабошенов. Цимофан с эффектом кошачьего глаза обрабатывают в форме кабошенов. В ювелирном деле используются искусственные кристаллы как корунда с эффектом александрита, так и выращенные хризобериллы, легированные хромом.

Месторождения александрита достаточно редки. А. Е. Ферсман сетует на малую известность в России этого фактически русского самоцвета. Связано это было с тем, что даже в период «...усиленных добыч, особенно с 1839 г., лучшие камни были увезены за границу, а позднее на александрит обращали мало внимания или на коях даже боялись его, так как господствовало убеждение (и, по-видимому, довольно правильное), что появление в копи александрита неблагоприятно для нахождения хороших изумрудов» [Драгоценные и цветные камни СССР, с. 43]. С александритом связано множество легенд. Н. С. Лесков удачно сказал, что в александрите «утро – зелёное, но вечер – красный». В связи с этим некоторые склонны считать, что в названии ювелирного хризоберилла использованы коллизии жизни и смерти императора Александра II: во время его царствования завершились разрушительные войны, в России начала развиваться промышленность, крестьяне после отмены крепостного права могли относительно свободно собой распоряжаться. Всё это с их точки зрения ассоциировалось с мягким, спокойным цветом естественного хода событий. Но в 1881 г. бомба, брошенная революционером Н. Каракозовым, насильственно прервала жизнь императора, обогрив его кровью российскую землю. Так, естественный зелёный цвет был в результате насилия превращён в кроваво-фиолетовый.

Но это всего лишь приукрашенная легенда, сочинённая верноподданными после смерти царя. Камень назван Н. Норденшельдом в связи с днём пятнадцатилетия будущего императора Александра II в честь новорождённого, когда о насильственной смерти его никто и не помышлял.

Мода на ношение александрита в перстнях распространена была в России в 1880-х гг., после смерти Александра II. В литературе о магических свойствах камней хризобериллу отводится одно из почётных мест. Его считают талисманом игроков, он защищает от имущественных потерь. Двойственность цвета александрита связывают с двойственностью человеческой крови – артериальной и венозной. Александрит, якобы, регулирует кроветворение, укрепляет кровеносные сосуды и очищает кровь. Рекомендуют перстень с александритом перед сном снимать, класть в воду, а утром отпивать несколько глотков воды, ставшей целебной. Александриту приписывают свойства миротворчества. Он успокаивает холериков, делает их сговорчивыми и спокойными.

Александрит – камень редкий и очень дорогой. Александритовые гранёные вставки массой от трёх до десяти карат (0,6–2,0 г) на мировом рынке стоят от 300 долл. до 50 тыс. Имеются сведения о том, что в Изумрудных коях на Урале с 1831 по 1921 гг. добыто 80 кг кристаллов, из которых получены тысячи карат превосходных вставок в ювелирные изделия. На этом месторождении чудо-камень добывают и по сей день. На мировой рынок александриты поступают также из россыпей Шри-Ланки, Мадагаскара, из месторождений Бразилии и США. В связи с популярностью и редкостью камня научились его подделывать, и в большинстве продающихся в ювелирных магазинах колец и серёжек вместо александрита вставлен искусственный корунд, легированный ванадием, который и обеспечивает ему изменение окраски от серова-

то-голубой на солнце до интенсивно сиреновой при искусственном освещении, или синтетический александрит, выращенный фирмой «Криэйтив кристалс» в Калифорнии, где их научились делать в 1970 г. Но, как и все искусственные камни, он сверхослепительен, сверхчист и сверхкрасен при искусственном свете.

По данным В. А. Новикова [1960], в Селенгинской подзоне *Селенгино-Становой зоны*, в бассейне р. Чикой, широко развиты редкометалльные пегматиты с хлопитом, микроклином, олигоклазом, пиритом, халькопиритом, ильменитом, ортитом, турмалином, титанитом, монацитом, зеленым жильбертитом (возможно, фуксит?), биотитом, бериллом, гуммитом, уранофаном, эшинитом, самарскитом. Пегматиты локализованы в пачке, где переслаиваются кристаллические известняки, пироксеновые, биотитовые и амфиболовые сланцы и гнейсы, а также карбонатные сланцы. Они связаны с гуджирским редкометалльным комплексом гранитоидов. Исходя из вышеизложенного, возможны находки изумруда и хризоберилла как в самих пегматитах, так и в возможных зонах слюдитов, особенно в участках развития пироксеново-биотитовых пород, контактирующих с пегматитами. Отмеченные пегматиты, по В. А. Новикову [1960], развиты на Больше-Гутайском, Мангиртуйском, Ново-Сретенском, Сатюртовском, Байц-Кундуйском, Мало-Гутайском, Нарын-Горхонском пегматитовых телах.

В *Дурской зоне*, по мнению А. Д. Канищева (устное сообщение), в Дербульском пегматитовом поле, где пегматиты находятся в диоритах, возможны находки изумрудов. Это нам представляется не лишённым оснований, так как на месторождении Хенч в Афганистане изумрудодоносны специфические слюдиты по монзонит-диоритам, содержащим фуксит, дравит и зелёный берилл. Не лишено оснований также представление о возможной изумрудодоносности некоторых бериллоносных пегматитов Малханского хребта, локализованных в диорито-гнейсах. По левобережью Мензы в толще гнейсов, инъецированных пегматитами, там, где развиты габброиды и габбро-пегматиты, можно рекомендовать поиски плагиоклазитов и слюдитов с корундом, изумрудом и хризобериллом. При этом важно сочетание даже слабоконтрастных геохимических ореолов хрома и бериллия, незначительные аномалии, связанные с торием и ураном.

Возможны находки изумруда в зонах контактов известных здесь тел серпентинитов с бериллоносным Шерловогорским гранитным массивом в пределах Шерловогорского рудного узла. Проявления изумруда могут быть связаны с Хадабулакским неким монзонитом по аналогии с упомянутыми выше месторождениями провинции Панджшер в Афганистане. Выше указывалось на находки бледно-зелёного берилла в слюдитоподобных породах Верхне-Наринского проявления бериллия [Барабашев, Трущева, 1983]. Учитывая благоприятную геологическую обстановку и наличие берилла, следует обратить на этот объект самое пристальное внимание.

Безусловно, одним из перспективных районов на изумруды и александрит следует считать поля развития бериллоносных пегматитов в зоне Абчадского глубинного разлома. К первоочередным объектам в плане ювелирных хризоберилла, фенакита и изумрудов следует отнести Тулуокитское проявление, впервые описанное в 1960 г. И. К. Аслановым и М. М. Мануйловой. Здесь известна серия пегматитовых жил, относящихся к мусковитово (биотитово)-микроклиновому (амазонитово-бериллово-альбитовому) типу, локализованных в гнейсах, сланцах и амфиболитах нижнего протерозоя. Мощность жил – 0,5–8,3 м при протяжённости 40–250 м. В зоне контакта с амфиболитами и сланцами – диопсидовые скарны со скаполитом, хризобериллом и фенакитом. Берилл – в гнездах и вкрапленниках в лежащем боку. Цвет его зелёный.

Величина кристаллов – 0,3–3 см по оси *a* и 2–10 см по оси *c*. С учётом геологической ситуации необходимо обязательное обследование на александрит, ювелирные скаполит и фенакит, а также на изумруд, так как факт наличия в лежащем боку зелёного берилла в ассоциации с хромсодержащими породами (амфиболиты и сланцы) весьма симптоматичен. Присутствие хризоберилла указывает на высокий потенциал глинозёма и возможность образования корунда (рубина либо сапфира). Кроме того, необходимо определение магнезиальности слюды, ассоциирующей с зелёным бериллом, описанной как мусковит.

Определённый интерес в качестве возможных объектов для изучения на изумрудноносность представляют поля развития пегматитов в зоне развития доросского комплекса, закартированного М. З. Глуховским [1978], где отмечаются биотитизация и амфиболизация. Выбор участков для поисковых работ должен производиться на основе учёта четырёх факторов: 1) слабоконтрастные радиоактивные аномалии; 2) сочетание слабоконтрастных аномалий хрома, бериллия и фтора; 3) наличие биотитизации (флогопитизации) в условиях контактов ультраосновных пород и пород, обогащённых полевыми шпатами; 4) сочетание этих признаков с повышенным содержанием редких земель.

Возможны находки изумруда в приконтактных зонах редкометалльных пегматитов Читкандинского, Сакунского, Горного пегматитовых полей, а также в бассейнах рек Олондо, Камканда, в междуречье Юс-Кюэль-Сакукан в верховьях рек Большая Икабья, Читканда. Для прогнозирования следует пользоваться сочетанием четырёх приведённых выше факторов и признаков изумрудноносности. Эти же признаки важны и при оценке территории на хризоберилл (александрит).

В заключение отметим важность оценки на изумруды известных грейзеновых полей, в частности, тех, где известны зелёные бериллы (Орогочинское, Яхактинское). Особый интерес в этом отношении представляет Желтугинское проявление. Б. И. Меттихом в 1953 г. в геолого-промышленном отчёте описаны штоки в грейзенизированных гранитах своеобразных пород сечением до  $8 \times 13$  м, внешняя зона которых представлена грейзеном. Грейзен состоит из зелёной слюды, дымчатого кварца, альбита с примесью берилла и тёмно-фиолетового флюорита. Берилл прозрачный, бледно-зелёный, частью непрозрачный, тёмно-зелёный. Кристаллы призматические, нередко образующие берилловые солнца, имеют размеры от 2 до 10 см по длинной оси и до 2,5 см в поперечнике. К. К. Анашкина и другие указали на находки изумрудов в пегматитах в связи с Борщовочным и Цаган-Олуйским (Цаган-Олуевским) плутонами [1989, с. 224]. Эти сведения требуют специальной проверки.

### 3.1. Общие замечания

Гранат, особенно его красные разновидности, на протяжении тысячелетий относился к числу популярных самоцветов. Среди гранатов ювелирного качества выделяют красные (пироп, альмандин, родолит, спессартин), жёлто-оранжевые (гессонит, некоторые разновидности спессартина), жёлтые, медово-золотистые и золотисто-жёлтые (топазолит, гроссуляр), зелёные, жёлто-зелёные (демантоид, уваровит и гроссуляр). К числу наиболее ценных относятся демантоид и родолит.

### 3.2. Некоторые свойства гранатов

Гранаты широко распространены, но ювелирного качества кристаллы относительно редки.

Все гранаты образуют кристаллы кубической сингонии. Формы их достаточно специфичны. Обычно это изометричного облика кристаллы, по форме напоминающие зёрна граната, отчего они и получили своё название (см. рис. 34).

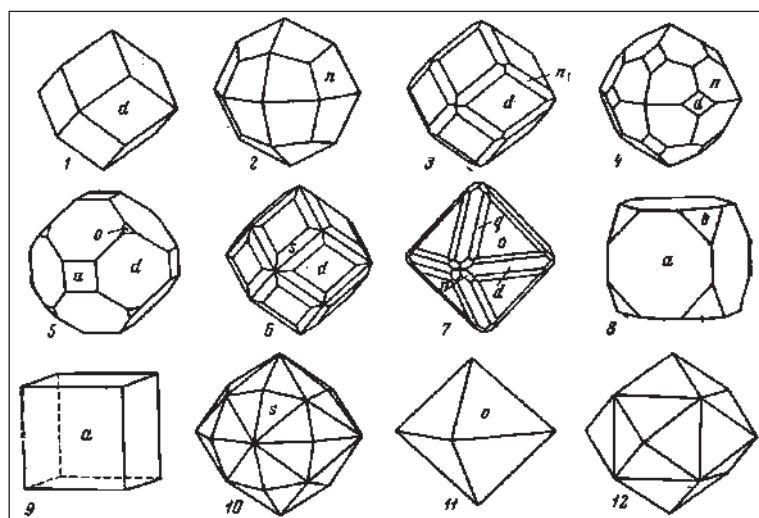


Рис. 34. Формы кристаллов граната:

1 – место не известно (по Аюи); 2 – Финляндия (по Аюи); 3 – Сибирь (по Аюи); Урал (по Кокшарову); 5 – Березовск (по Кокшарову); 6 – место не известно (по Нойману); 7 – Эльба (по Бауэру); 8 и 9 – Богемия (по Преслу); 10 – место не известно (по Моосу); 11 – Эльба (по Бомбиччи); 12 – Богемия (по Славичу)  
[Минералы, 1972]

Практически все кристаллы граната оптически изотропны, но встречаются аномально двуосные, в основном гидрогроссуляры. Гранаты обладают достаточно большой твёрдостью (6–7,5), плотность их варьирует от 3,58 г/см<sup>3</sup> у алюминистых альмандинов до 4,18 г/см<sup>3</sup> у железистых. Показатели преломления изменяются от 1,705 у пироба до 1,895 у андрадита. Разновидности, а фактически и минеральные виды гранатов представлены в табл. 3.

## Разновидности гранатов

Название	Химическая формула	Цвет
Пироп	$Mg_3Al_2[SiO_4]_3$	Красный, фиолетово-красный, оранжевый, розовый, фиолетовый, с александритовым эффектом
Родолит		Розовый, красновато-розовый
Альмандин	$Fe_3Al_2[SiO_4]_3$	Красный, фиолетово-красный, коричнево-красный, тёмно-красный
Спессартин	$Mn_3Al_2[SiO_4]_3$	Оранжевый, красновато-оранжевый, жёлто-коричневый, розовый
Уваровит	$Ca_3Cr_2[SiO_4]_3$	Зелёный, изумрудно-зелёный
Гроссуляр	$Ca_3Al_2[SiO_4]_3$	Зелёный, желтовато-зелёный, белый
Гессонит	То же	Медово-жёлтый, медово-оранжевый, коричневый, коричнево-красный, жёлтый
Тсаворит	То же	Зелёный, бледно-зелёный, голубовато-зелёный, бесцветный
Лейкогранат	То же	Бесцветный
Розолит		Розовый
Андрадит	$Ca_3Fe_2[SiO_4]_3$	Красный, чёрный
Демантоид	То же	Зелёный, желтовато-зелёный
Топазолит	То же	Жёлтый
Меланит (шорломит)	То же, но с большим содержанием железа	Чёрный

## 3.3. Условия образования

Гранаты образуются в различных геологических ситуациях, но в основном это минералы метаморфических процессов. Источниками ювелирных их сортов являются и магматические породы. Большое значение имеют месторождения пироба, связанные с ультраосновными (кимберлиты, гранатовые перидотиты, пироксениты) и основными (эруптивные брекчии щелочных базальтов) породами. В первом случае пироп ассоциирует с оливином, алмазом, феррошпинелидами, во втором – с пироксеном, ильменитом, рутилом, цирконом.

Указанные формационные типы являются источниками гранатосодержащих россыпей, из которых извлекают алмазы, пиропы, хризолит, циркон, благородные разновидности корунда.

Ювелирный альмандин происходит из эффузивов среднего и кислого состава, где он ассоциирует с рутилом, магнетитом, шпинелью и кварцем, а также из микроклиновых мусковитово-берилловых пегматитов, нередко со сподуменом. Из пегматитов происходят в основном пиральспитовые, обогащённые спессартиновой молекулой альмандины. Кроме того, важным источником ювелирных альмандинов, родолитов в том числе, являются кристаллические сланцы и гнейсы, относящиеся к фациям эпидотовых амфиболитов и кианит-мусковитовой субфации амфиболитовой фации.

Добыча граната ведётся в основном из связанных с ними россыпей и кор выветривания. К таким россыпям относятся знаменитые гранатосодержащие россыпи Индии и Шри-Ланки (Дунбара, Ратнапура и др.).

Коренные месторождения демантоида связаны с процессами гидротермальной переработки (серпентинизации, оталькования, асбестизации) дунитов, перидотитов, пироксенитов. Особенностью демантоида является присутствие даже в кристаллах самого лучшего качества тончайших вростков – игл асбеста. Это важнейший диагностический признак природного происхождения камня. Как и хризолит, он находится в тонкодисперсной массе, состоящей из серпентина либо талька.

На изучаемой территории известны проявления граната четырёх рудных формаций: гранитных пегматитов; апокарбонатных метасоматитов; кристаллических сланцев и гнейсов и связанных с ними россыпей; щелочных базальтов с включениями глубинных пород и связанных с ними россыпей.

### 3.4. Перспективы Забайкалья на ювелирный гранат

**Формация гранитных пегматитов.** Гранат альмандин-спессартинового ряда развит в гранитных пегматитах как минерал, сопутствующий бериллу, топазу, турмалину и горному хрусталу. На изучаемой территории известны многие десятки минералогических находок граната, но абсолютное их большинство бесперспективно по причине малых размеров кристаллов, их трещиноватости, трудности извлечения и удалённости от обжитых районов. Здесь рассмотрим лишь объекты, в которых гранат можно извлекать попутно при добыче берилла, топаза либо турмалина и горного хрусталя. Таких объектов известно около десятка.

В *Восточно-Саянской зоне* спессартиновая минерализация известна в Урикском и других полях редкометалльных пегматитов. Размеры кристаллов достигают 10–15 мм, реже – более. Необходимо малообъёмное технологическое опробование на гранат делювиально-пролювиальных отложений в долинах, пересекающих пегматитовые поля.

В западной части *Селенгино-Становой зоны*, в среднем течении р. Чикой, известен ряд пегматитовых полей с гранитными пегматитами (Малханское и другие), содержащими кристаллы граната 0,5–15 мм в диаметре. Поэтому целесообразно обратить внимание на гранаты в россыпях, связанных с гранитными пегматитами. Гранатоносными по аналогии с Каменским полем мусковитовых пегматитов могут быть широко развитые в северной части Селенгино-Становой области керамические и редкоземельные мусковитовые пегматиты, связанные с формированием позднестанового плутонического комплекса.

В *Муйской зоне*, в баргузинском комплексе, в бассейне р. Янгуды распространены гранитные пегматиты с турмалином и иризирующим полевым шпатом (Митрофанов, Белокопытов, 1969). Они содержат гранат альмандин-спессартинового ряда в кристаллах до 15 мм в поперечнике. Отрепарированные зерна граната могут быть в аллювии р. Янгуды ниже устьев ручьёв Люнку и Илеир.

В пределах *Прибайкальской зоны* в полях развития берилловых пегматитов Абчадской структуры известен ряд мест с находками граната. В частности, на Северном проявлении, по данным А. А. Брензей и др. (1981), находящемся в Чуйской структурно-формационной зоне, среди сланцев, гнейсов и амфиболитов протерозойского возраста развиты зональные альбитово-микроклиновые пегматиты, содержащие

кристаллы тёмно-красного, вишнёвого и тёмно-вишнёвого граната от 1 мм до 5 см в диаметре, на сколах просвечивающие на глубину до 2 мм; в некоторых кристаллах прозрачные участки до 1,5 см. Кристаллы величиною до 1 см хорошо огранены.

В *Удино-Витимской зоне*, в левобережье р. Араkit, в 4,5 км от устья, в массивах порфириовидных гранитов раннепротерозойского возраста закартированы пегматитовые жилы, содержащие кристаллы граната 0,5–3,0 мм, редко – до 1 см (Рукавец, Ладаева, 1983). В рыхлых отложениях возможны гранатоносные россыпи.

В *Кодаро-Удоканской зоне* в пегматитах, связанных с гранитами Чуйско-Кодарского комплекса, в верховьях р. Мучукачи и на левобережье рек Аяна и Дороса, в ассоциации с амазонитом, турмалином и касситеритом присутствует гранат [Федоровский и др., 1978]. Учитывая значительные размеры жил (при мощности 10 м прослежены по простиранию до 10 км), следует оценить накопление дезинтегрированных кристаллов граната в рыхлых отложениях.

В *Пришилкинской подзоне Селенгино-Становой зоны* Ю. Ф. Мисником [1970] в левобережье р. Шилки (бассейны р. Боты, руч. Мангадайский) в лейкократовых гранитах описаны крупные буровато-красные кристаллы спессартинового граната тетрагонтриоктаэдрического габитуса.

В *Хэнтэй-Даурской зоне* розовые гранаты известны в Улурийском трубчатом пегматитовом теле в ассоциации с полихромным турмалином, клевеландитом и лепидолитом. Качество граната в источниках информации не указано. Может иметь практическое значение лишь в россыпи. Нашими маршрутными наблюдениями 1957 г. масштаба 1 : 100 000, исследованиями Н. П. Костякова 1973 и 1984 гг., В. Л. Яковлева 1979 г. и др. [Геологическое строение... , 1997], на юго-восточном крыле Асакан-Шумиловского антиклинория (бассейны р. Убур-Катанца, Менза; Курепинский и другие водораздельные гольцы) в гнейсовой части улелейской толщи выявлены турмалиново-мусковитовые и хрусталеносные пегматиты с гранатом (0,5–1,5 см в поперечнике). С ними могут быть связаны гранатсодержащие россыпи, в которых алмадин может попутно извлекаться при отработке россыпей на золото и олово.

В *Аргунской зоне* в Нерчинском, Урюмканском, Газимурском хребтах, на северо-востоке Борщовочного хребта (в Восточно-Борщовочной зоне), в низовьях Урова известны пегматиты с гранатом и турмалином. В низовьях Урова и Урюмкана они описаны А. М. Лейтесом в 1953 г. Все они связаны с полями развития ультраметаморфических гранитоидов, относимых К. К. Анашкиной и др. [Геологическое строение... , 1997] к позднерифейским образованиям.

Особое значение как возможный источник ювелирных гранатов могут иметь пегматиты Борщовочного кряжа, в которых алмадин-спессартиновая разновидность этого минерала широко распространена. Например, на проявлении Моховом, по наблюдениям А. В. Татарина, зональные кристаллы граната, внешние зоны которых сложены буро-красным алмадином, а центральные – оранжевым спессартином, имеют диаметр до 2 см. Аналогичное строение и размеры имеют кристаллы граната на Киберевских и других пегматитовых телах лепидолитово-рубеллитового типа. В телах мусковитово-бериллового типа преобладают гранаты спессартин-алмадинного ряда красных и буро-красных тонов. Добыча граната, естественно, не может иметь самостоятельного значения. В коренном залегании он представляет собой в составе штуфов преимущественно коллекционный материал. Ювелирные его разновидности могут быть получены из сопутствующих пегматитам россыпей. При оценке на гранат пегматитовых тел, залегающих в слюдяных гнейсах и сланцах, следует обращать вни-



мание на возможность обнаружения ювелирных и коллекционных кристаллов в зонах мусковитовых слюдитов в приконтактных частях пегматитовых жил. На Друмгальском пегматитовом поле в Афганистане (Нуристан) в 1977 г. нами извлечены кристаллы спессартина, огранённые комбинацией граней ромбододекаэдра и тетрагонтриоктаэдра, до 4 см в диаметре, с ювелирными монообластями до 2 см. Опытная фасетная огранка граната дала хорошие результаты. Именно из слюдитовых зон возможно извлечение кондиционных кристаллов в коренном залегании. Надёжным признаком возможности образования ювелирных разновидностей гранатов альмандин-спессартинового ряда служит наличие во вмещающих сланцах и гнейсах кристаллов граната, огранённых комбинациями указанных выше граней [Юргенсон, Савкевич, 1989].

**Формация базальтов с включениями глубинных пород и связанных с ними россыпей.** Рассматриваемая формация перспективна на пиропа и связана в регионе с кайнозойским вулканизмом, развитым преимущественно в Хамар-Дабанской зоне, где гранат присутствует в тех же вулканических постройках, что и хризолит (см. гл. 5).

Наибольший практический интерес представляет Бартойское проявление пиропа, где в результате работ ГГПП «Байкалкварцсамоцветы» (Беляевский, 1992) выявлено перспективное проявление с запасами по категории  $P_1$ : I сорта – 17,16 т и II сорта – 7,08 т. Наибольшая концентрация пиропсодержащих обломков и крупных зёрен пиропа находится на южном фланге внешней стенки вулканического конуса Большого, вблизи него найдены изометричные зёрна пиропа до 1,5 см в поперечнике. Размер наибольшего из найденных обломков пиропа составил  $2,5 \times 3,5 \times 7,0$  см. Продуктивными образованиями, имеющими практическое значение, являются структурный элювий и продукты его переотложения. Содержание пиропа в рыхлых отложениях – 30–40 г/т. Зёрна пиропа изометричные, несколько уплощённые, удлинённые. Крупные зёрна трещиноваты. Бездефектные и слаботрещиноватые окрашены в тёмно-красный цвет, хорошо просвечивают. Камень пригоден для галтовки и производства гранёных вставок. На проявлении проведены поисково-разведочные работы, сопровождавшиеся малообъёмным бороздовым опробованием и минералогическими исследованиями, показавшими значительные перспективы объекта.

Находки пиропа отмечены В. И. Беляевским также в продуктах разрушения оливиновых базальтов вулканов Хобольской группы, в частности, вулкана Вершинный, где он находится в ассоциации с хризолитом и корундом. Кроме того, В. И. Беляевским обнаружены пиропы в покровах кайнозойских базальтов Джилиндинской группы (Удино-Витимская зона) в бассейне нижнего течения р. Булыхта. Пироп оранжево-красный. В связи с этим вулканические постройки Джилиндинской группы могут быть перспективны на пиропа, а именно те из них, где развиты базаниты с включениями ксенолитов глубинных пород.

В пределах Удоканского лавового плато при детальном изучении, учитывая наличие базальтов и их аналогов с включениями глубинных пород (в частности, с включениями шпинелевых лерцолитов, описанными Ф. М. Ступаком [1987]), возможны находки пиропа.

**Формация апокарбонатных метасоматитов.** К этой формации относятся гранатсодержащие скарны и другие метасоматиты, развивающиеся по породам, содержащим карбонатные минералы. С ними связаны преимущественно гранаты ряда уграндита (гроссуляр, андрадит, гессонит, шорломит). Среди них редко встречаются индивиды ювелирного сорта, но тем не менее, изредка в скарнах, особенно в приконтактных зонах пегматитовых тел, залегающих в карбонатных породах, встреча-

ются кристаллы, пригодные для галтовки, изготовления кабошонов и для фasetной огранки. Во всяком случае, в Пакистане и Афганистане (пегматиты в окрестностях кишлака Варадеш) известны ювелирные разновидности зелёного гроссуляра, так называемого «пакистанского изумруда». Камень имеет яркий блеск, светло-зелёную, желтовато-зелёную окраску и похож на демантоид. Показатель преломления (1,730–1,742) и порошкограмма свидетельствуют о принадлежности его к гроссуляру. Великолепные красно-оранжевые ограночные гессониты были обнаружены в крупнокристаллических известняках на контакте с пегматитами в Друмгальском пегматитовом поле Нуристана (Афганистан). В 70-х гг. в Кении и Танзании в скарнированных мраморах Лалатема, Миралани, Луаленья, Тсаво и других были обнаружены ювелирные гроссуляры высокого качества, получившие название тсаворитов [Киевленко и др., 1982]. Известны также ювелирные разновидности андрадита медово- и золотисто-жёлтого цвета, имеющие специальное – по сходству с жёлтым топазом – название «топазолит». Он обнаружен в Италии, Швейцарии и в Африке. Изредка жёлтые топазолиты встречаются в скарнах Соколовско-Сарбайского месторождения в Казахстане.

Сведения о ювелирного качества гранатах в скарнах на территории Забайкалья крайне скудны. По В. И. Беляевскому, гессонит медово-жёлтого цвета в кристалле величиной  $4 \times 3,5$  мм найден в россыпи, связанной с размывом мраморов, содержащих прослой гранатово-силлиманитово-биотитовых сланцев, развитых в бассейне верхнего течения р. Баргузин.

Перспективными на возможность нахождения ювелирного граната, прежде всего, в связи с продуктами разрушения коренных пород, могут быть перечисленные ниже площади и поля распространения гранатсодержащих скарнов и апокарбонатных метасоматитов.

В *Хамар-Дабанской зоне* известна Верхне-Джидинская полоса гранатовых скарнов, внутри которой развита зона кварцево-турмалиновых скарнов с гроссуляром тёмно-зелёного цвета, имеющая субширотное простирание и мощность 0,2–2,0 м при длине 8 м.

В *Удино-Витимской зоне* в долине р. Салбули среди мраморов талалинской свиты нижнего протерозоя в связи с гранитоидами витимканского комплекса (Руковец, Ладаева, 1983) развиты линзовидные тела гранатово-пироксеновых скарнов, среди которых в настоящее время ювелирных разновидностей граната не установлено. По данным Н. В. Осокина [1971], в карбонатных породах этой же свиты широко развиты скарны с гранатом на водоразделах рек Чокчокачи и Эльдонги. Это же относится и к карбонатным породам якшинской свиты по р. Дипкоше, где закартированы гранатово-скаполитово-эпидотовые породы. В случае наличия в скарнированных породах кондиционных индивидов граната не исключена возможность их препарирования в процессе выветривания и формирования россыпей. Среди скаполитов, отмечаемых в скарнах, могут быть их ювелирные разновидности, особенно в полях развития контактов с пегматитами витимканского и угольканского комплексов. Примеры образования фиолетовых ювелирных скаполитов известны на Памире.

В *Селенгино-Становой области* (Западно-Становая подзона) в объёме тунгирского метаморфогенного комплекса А. Ф. Озерским выделен карбонатный подкомплекс (бывшие тундакская и асынканская свиты), слагающий ядра купольных структур и содержащий линзующиеся прослой сильно скарнированных мраморов, среди которых при геологическом доизучении могут быть выявлены гранатовые скарны. Все они должны быть рассмотрены с позиций требований к камнесамоцветному сырью.

В *Баргузинской зоне*, согласно сводке В. Ф. Рукавца и В. М. Ладаевой (1983), в бассейне р. Аргада известно Иликчинское проявление исландского шпата и граната, связанного со скарнами, образовавшимися на контакте мраморов шаманской свиты протерозоя с гранитами и диоритами витимканского комплекса. В зоне скарнов присутствуют крупные кристаллы и гнёзда граната, реже пироксена и эпидота, крупные скопления исландского шпата. На проявлении добывался исландский шпат, на ограночный гранат указаний нет. Рассмотренный пример указывает, тем не менее, на возможность нахождения граната для галтовки и кабошонов, а также коллекционного сырья. С учётом нахождения проявления в обжитом районе целесообразна разборка отвала и коренной части его на коллекционный, кабошонный и галтовочный гранат. По данным А. Н. Булгатова, в верховьях р. Турокчи и междуречье Маректы и Муясына выявлено Турокчинское проявление гроссуляра, находящееся в пироксеново-скаполитово-гранатовых скарнах. Содержание граната до 15 %. Оценка качества гроссуляра не проводилась. Возможен материал для галтовки и кабошонирования. Н. И. Фомин и С. А. Гурелев в 1951–1955 гг. в Баргузинском хребте (водораздел р. Октоит и ключа Большой) среди кембрийских доломитов и известняков выявили зону дробления и скарнирования с гематитовой минерализацией. В скарновых залежах гематитовых руд присутствует тёмно-зелёный, реже – розовый гранат с размерами кристаллов до 3–4 см. Гранатосодержащие скарны имеют форму залежи мощностью до 1,0 м при простирании 200–300 м. Судя по окраске и величине кристаллов, среди них могут быть кондиционные разности.

В *Прибайкальской зоне* гранатоносные скарны развиты в сланцах олокитской свиты и локализованы в полях развития гематитовых руд. Гранат является составной частью гранатово-актинолитовых метасоматитов, в которых образует хорошо огранённые розовато-коричневые кристаллы до 3 см в поперечнике. Диопсидово-гранатовые скарны отмечаются, по сведениям В. Ф. Рукавца и В. М. Ладаевой (1983), в верховье р. Средний Амнундакан на водоразделе его с ручьём Олений. Зоны скарнирования находятся среди гранатово-кордиеритовых сланцев. Кристаллы граната имеют размеры 0,5–1,5 см, хорошо огранены.

В *Муиской зоне*, по данным В. Т. Григорова и П. М. Григоровой [1968], в чилигринской свите верхнего протерозоя в бассейнах р. Чаяндры, Куикты и ручья Нижний Орлов широко развиты известняки с мусковитом, биотитом (флогопитом? – Г. Ю.), гранатом. Наиболее интенсивно гранатообразование развито в кальцитовых известняках в зонах контактов их с гранитоидами конкудеро-мамаканского интрузивного комплекса. Специального изучения на возможность обнаружения ювелирного граната не проводилось. С известняками кедровской (самокутской), шаманской (булундинской) и устьгулдунской свит в участках скарнирования могут быть обнаружены гранатовые скарны с разностями граната, соответствующими требованиям к камнесамоцветному сырью. По В. А. Кривенко, среди пород борсалинского метаморфического комплекса встречаются скарноиды (эвлизиты), содержащие в своём составе гранат.

В *Хэнтэй-Даурской зоне* в ксенолитах улелейской толщи, как установлено Н. П. Костяковым в 1973, 1984 гг., В. Г. Борисовым в 1972, 1975, 1976 гг., В. Л. Яковлевым в 1979 г., на северо-западном крыле Даурского свода закартированы амфиболово-биотитовые сланцы с линзами и горизонтами известняков в полях раннепалеозойских гранитоидов. В местах скарнирования возможно развитие гранатовых скарнов с кондиционным материалом.

В *Аргунской зоне* в полях развития урулюнгуевской (гнейсы, кристаллосланцы, мраморы субстрата гранитогнейсовых Урюмканского и Ишагинского куполов, а так-

же западной части Борщовочного хребта), нортуйской и кактолгинской свит в зонах контактов с палеозойскими гранитоидами вероятны зоны гранатосодержащих метасоматитов и скарнов. Учитывая наличие линз мраморов в метаморфических породах, вмещающих борщовочные граниты и связанные с ними редкометалльные и миароловые пегматиты с драгоценными камнями, следует обратить пристальное внимание на те из них, что контактируют с мраморами, с целью поисков ювелирных гранатов. При поисках зон скарнирования в этом районе следует иметь в виду, что всякие проявления с гранатами могут представлять практический интерес, так как, по нашим данным, гранат альмандин-спессартинового ряда из Киберевских пегматитовых жил содержит высокие концентрации иттрия, иттербия, лантана. Эта особенность представляется нормальной для условий залегания борщовочных гранитов и связанных с ними пегматитов, так как вмещающие их породы обогащены указанными элементами.

Среди желтовато-зелёных гроссуляров скарнов Быстринского поля (например, Малый Медный Чайник) также изредка встречаются кристаллы ювелирного качества (см. рис. 35).



Рис. 35. Кристаллы гроссуляра. Быстринское рудное поле

В Аргунской зоне гранатовые скарны наиболее широко развиты в породах быстринской свиты на контактах с палеозойскими и мезозойскими гранитоидами. Скарны полиметаллических месторождений изучались С. С. Смирновым, К. С. Талдыкиной, В. В. Архангельской, М. З. Кантором и др. Скарновый процесс является одним из пред- и синрудных на многих полиметаллических месторождениях Кличкинского узла (Савинское № 5 и Почекуевское), где гранатовые (иногда с аксинитом) скарны развиваются на контактах известняков с диоритами. Кроме того, гранатовые скарны известны на Благодатском, Октябрьском, Донинском и многих других месторождениях. Известны они также на Аркиинском олово- редкометалльном месторождении. При изучении этих месторождений не обращалось внимания на возможность находок ювелирного граната, а если в друзовых полостях они и обнаруживались, то либо не извлекались, либо попадали в частные коллекции. Гранатовые скарны развиты в бассейне Урюмкана на участках ниже устья Алентуя в известняках быстринской свиты на контактах с ундинскими гранитами.

Вероятно, при геологическом доизучении региона следует обратить внимание на возможность обнаружения кондиционного граната, имея в виду факты находок в подобных ситуациях, особенно при условии широкого развития слюд, высококачественных гроссуляров в Кении и Танзании.

Одним из источников ювелирного и поделочного тонкозернистого гроссуляра и гидрогроссуляра являются своеобразные апогипербазитовые и апокарбонатные гидротермально-метасоматические породы тремолитово-везувианово-гроссулярового состава. Они возникают в краевых частях существенно диопсидовых (с гранатом, амфиболом, хлоритом) зон в относительно малоглубинных апогипербазитовых метасоматитах либо входят в состав зональных или субмономинеральных гроссуляровых, гидрогроссуляровых, везувиановых жил, относящихся к родингитам. Возможно их образование и по карбонатным породам в зонах контактов с гранитоидами либо в участках переслаивания кальцитовых известняков и алюмосиликатных пород в зонах термального воздействия магматических тел.

В *Восточно-Саянской области* в Иркутно-Окинской структурно-формационной зоне в пределах Оспинско-Китойского гипербазитового массива, в истоках р. Саган-Сайр и Змеевиковый, среди серпентинитов ильчирского комплекса известны тела гранатово-диопсидово-хлоритовых и амфиболово-диопсидовых пород длиной до 17 м при мощности 1,8–3,5 м [Колесник, 1966, 1976]. Везувианово-гроссуляровые, хлоритово-гроссуляровые породы слагают периферические части тел. Иногда тела гроссулярово-везувианового состава находятся в центральной части. Гроссуляр – зелёный, светло-зелёный, мелкозернистый, хорошо полируется. Предполагается наличие демантоида. В этой же зоне на водоразделе истоков р. Горлык-Дабан-Жалгай и ручья Змеевиковый М. Ф. Шестопаловым описаны линзообразные ксенолиты метаморфических пород, залегающие в гипербазитах. Длина линз – 120–150 м при мощности 60–70 м. Ядра линз сложены гроссулярово-диопсидовыми или гроссулярово-везувиановыми породами, реже – гроссулярово-актинолитовыми. Вокруг них – оторочки опаловидного серпентинита, в которых присутствуют скопления мелкозернистого гроссуляра и крупных (3,5 × 2,5 см) кристаллов диопсида и гроссуляра, включающего диопсид. В последнем нередко включения везувиана, иногда в виде хорошо образованных кристаллов. Гроссулярсодержащие породы монолитны, вязки, тверды и хорошо полируются. Подобные образования, в которых зелёный везувиан (идокразитит) образует нефритоподобные тонкозернистые агрегаты, просвечивающие на глубину до 0,5 см, известны, например, на Верхней Индигирке. Как и на Саган-Сайрском проявлении, где гроссуляр ассоциирует с нефритом, целесообразна оценка на демантоид в участках серпентинизации и оталькования.

**Формация кристаллических сланцев и гнейсов.** Рассматриваемая формация месторождений граната является основным источником альмандина и его наиболее ценной разновидности – родолита [Киевленко и др., 1982]. Обычными носителями альмандина являются двуслюдяные кварцево-полевошпатовые сланцы и гнейсы, содержащие альмандин, силлиманит либо дистен. Типичный представитель таких месторождений – Кительское на северном берегу Ладожского озера. Содержание граната составляет в среднем 2 %. При этом наибольшая концентрация его связана с сильноплочатыми сланцами, богатыми силлиманитом и биотитом. Диаметр зёрен альмандина достигает 70 мм, но крупные (>8–10 мм) обычно замутнены и трещиноваты. По качеству подразделяются на кабошонный и ограночные сорта. Подобные месторождения известны в Индии (районы Хазарибаг, Аравелли, Кишенгарх и др.), в Шри-Ланка, в США (штаты Айдахо, Каролина), в Гренландии, Афганистане (Друмгальское пегматитовое поле) [Юргенсон, Савкевич, 1989] и других странах. Метаморфогенные месторождения граната являются основным источником россыпей. При этом большое значение имеют месторождения кор выветривания на сланцах.

В Забайкалье гранатовые сланцы и гнейсы распространены достаточно широко, но к настоящему времени не выявлено ни одно промышленное месторождение. Тем не менее, о возможности их открытия в полях развития гранатово-ставролитовых сланцев в «Олёкмо-Витимской системе золотых приисков», где встречаются кристаллы до дюйма (2,54 см), писал ещё в 1910 г. известный исследователь Сибири П. Л. Драверт в статье «К вопросу о драгоценных камнях Якутской области», опубликованной в газете «Сибирская жизнь» (№ 77, с. 2). Гранатоносные толщи связаны с докембрийскими метаморфическими комплексами, выходящими на дневную поверхность в пределах региональных орогенных структур сиалической коры, обрамляющих крупные батолитоподобные гранитные тела. Они представлены, главным образом, двуслюдяными гнейсами и гранатово-дистеновыми и гранатово-силлиманитовыми слюдяными кристаллическими сланцами и реже – гранатово-ставролитовыми сланцами и гранатовыми амфиболитами. Последние тяготеют к линзам амфиболитов в гнейсах и сланцах, гранатообразование (преимущественно альмандиново-спессартинового ряда) в которых связано со становлением среднеглубинных редкометалльных пегматитов и гипабиссальных штоков.

В *Восточно-Саянской зоне* гранатово-дистеновые сланцы развиты в основании и кровле иркутной свиты. Одна из минералогических находок граната в поле её развития известна в правом борту долины ручья Барун-Богдашка. Мощность пластов – 10–20 м, содержание альмандина – до 20–50 %. Гранат красновато-коричневый, иногда – тёмно-красный, среди кристаллов встречаются нетрещиноватые полупрозрачные индивиды.

Относительно широкое развитие гранатоносные гнейсы и сланцы имеют в *Селенгино-Становой области*. В частности, в Селенгинской подзоне, в полях развития битуджидинской толщи, на водоразделе р. Тальная и Бузиха Викуловым в 1961 г. при работах на алюминий выявлено пластообразное тело силлиманитово-гранатовых сланцев мощностью 10–12 м протяжённостью до 1 км. Содержание граната до 30 %.

В Хилок-Ингодинской подзоне в пределах Яблонового, Черского и Даурского хребтов, по данным И. Н. Фомина и В. И. Бурбы [1965], Е. И. Барабашева, Н. А. Трущевой [1963], Е. А. Белякова, Н. Н. Чабана [1963] и других исследователей широко развиты докембрийские-нижнепалеозойские (?) гранатсодержащие сланцы и гнейсы, которые могут быть источниками гранатоносных россыпей. В частности, они известны во вмещающих породах Каменско-Черновского пегматитового поля в Яблоновом хребте, в Читино-Кондинском и Хилок-Ингодинском междуречьях. По Е. И. Барабашеву и Н. А. Трущевой [1963], гранатово-силлиманитовые гнейсы и сланцы развиты в виде различной величины ксенолитов в нижнепалеозойских гранитоидах в Оленгуй-Ингодинском междуречье. Интенсивность гранатообразования, сопровождающегося ставролитом, возрастает в зонах контактов с юрскими гранитоидами в купольных структурах. Гранатоносные останцы гнейсов, с которыми связаны известные россыпи с гранатом, распространены в бассейнах рек Чернушка, Маланга, Маэльта и др.

В северо-восточной части Селенгино-Становой области (Каларская и Западно-Становая подзоны) среди пород верхнеолёкминского метаморфогенного комплекса в глинозёмистом подкомплексе, сопоставимом с борсалинским комплексом, развиты охристо-бурые глинозёмистые сланцы с биотитом, силлиманитом, гранатом, кордиеритом, с пачками и линзами гранатовых гнейсов. В участках, где они насыщены пегматоидным аляскитовым материалом и перекристаллизованы в крупнозернистые мигматиты с гранатом, могут быть россыпи, содержащие гранат альмандин-спессар-

тинового ряда, аналогичные Чернушкинской, описанной ниже. Подобные образования Г. А. Шевчуком установлены в гнейсовом подкомплексе никитинского метаморфического комплекса [Геологическое строение... , 1997].

В Пришилкинской подзоне среди пород джорольского метаморфогенного комплекса архея в пределах Уктычинской глыбы, по Ю. Ф. Миснику и В. В. Шевчуку, известны прослои и линзы мраморов и биотитово-роговообманковых гнейсов с гранатом. Во внутреннем сегменте глыбы П. С. Шмарлиным и другими в 1964 г. отмечены биотитово-силлиманитово-гранатовые кристаллические сланцы.

В *Баргузинской зоне* гранатоносные кристаллические сланцы известны в няндонинской и других свитах котерской серии. В междуречье Баргузина и Донгодеи в гранатово-биотитовых сланцах альмандин тёмно-вишнёвого цвета отмечается в кристаллах до 1,5 см в диаметре. В бассейне верхнего течения р. Баргузин включая левые притоки Ловоктон и Безымянный, по данным В. И. Беляевского (1992), в гранатово-силлиманитово-биотитовых сланцах присутствует розовый, нередко малиновый прозрачный и полупрозрачный гранат, отнесённый к родолиту. Со сланцами связаны россыпи с родолитом, описанные ниже.

В *Прибайкальской зоне* гранатсодержащие сланцы и гнейсы распространены на больших площадях. По Л. Е. Иванову [1975], гранатово-биотитово-амфиболовые сланцы, гнейсы и амфиболиты закартированы в составе нюрндуканской свиты нижнего протерозоя. По р. Гасан-Дякиту [Дедюкин и др., 1971] развиты гранатово-актинолитово-биотитово-кварцевые сланцы; гранат представлен родолитом в кристаллах 3–4 см в диаметре; содержание – до 5 %. К юго-западу П. Б. Дедюхиным в 1958–1960 гг. закартирована широкая полоса гранатово-дистеново-слюдистых сланцев в составе харгитуйской свиты нижнепротерозойского возраста в бассейнах р. Тья, Нюрндукан, Горбылак, Гоуджекит и др. На водоразделе рек Тья – Нюрндукан в гранатово-дистеново-слюдистых сланцах гранат образует кристаллы красновато-розового цвета до 1 см в диаметре; на Тыйском проявлении в полосе сланцев шириной до 1 км и длиной до 18,5 км изучавшиеся кристаллы граната трещиноваты, но обследованию подвергалась лишь их незначительная часть; по правому склону долины р. Гоуджекит пласты гранатоносных сланцев имеют протяжённость 12 км при мощности 10–100 м и содержат до 10 % альмандина, качество которого не изучалось. На водоразделе р. Тья и Гоуджекит в поле распространения дистеновых сланцев и гнейсов соответственно харгитуйской и иликтинской свит П. Б. Дедюхиным выявлен участок Маректа, в пределах его развиты альмандиноносные сланцы, в которых альмандин присутствует в форме крупных порфириобласт. В долине р. Нюрндукан в кристаллических сланцах харгитуйской и очковых гнейсах унгдарской свит широко развит гранат альмандинового ряда. Диаметр кристаллов до 1 см. Содержание граната до 20 %. Окраска красновато-розовая. На водоразделе р. Иманда и Гула сланцы унгдарской свиты на контакте с плагиогранитами муйского комплекса содержат до 20 % альмандина. По р. Бира в трёх изолированных друг от друга (на расстоянии 1,5–2,5 км) пластах кристаллических сланцев мощностью 0,8–1,0 м, как следует из сводки В. Ф. Рукавца и В. М. Ладаевой (1983), развиты гранатоносные тела длиной 15–20 м, содержащие 30–50 % граната. Кристаллы его легко отделяются от вмещающих минералов, хорошо огранены, тёмно-коричневого цвета. Диаметр их варьирует от 5 до 20 см, в среднем составляя 5–6 см. В верховьях ручья Севиликон в результате геолого-съёмочных работ масштаба 1 : 50 000 среди сланцев, гнейсов и амфиболитов харгитуйской свиты протерозоя выделяются горизонты мощностью 100–150 м при протяжённости до

10 км и пласты мощностью 0,2–1,0 м дистеново-силлиманитово-гранатовых сланцев, содержащих от 8 до 60 % граната в виде рассеянной вкрапленности и линзообразных скоплений. Кристаллы вишнево-красного цвета имеют размеры 4–12 мм. На предмет ювелирного сырья гранаты не изучались.

Альмандиноносные кристаллические сланцы в виде трёх согласных горизонтов протяжённостью до 3,5 км, средней мощностью 50 м выделены в нижней части харгитуйской свиты в районе оз. Круглое. Содержание граната варьирует от 1 до 40 %. Альмандин имеет красно-бурый цвет и диаметр кристаллов 2,0–2,5 см. В процессе геолого-съёмочных работ Кузнецовым в 1966 г. подсчитаны прогнозные ресурсы технического граната в объёме 1 млн т. На участке следует провести ревизионное обследование на ювелирный гранат. На левом борту долины р. Горбылак в осевой части антиклинальной структуры среди гнейсово-сланцевой толщи харгитуйской свиты В. П. Сафроновым, А. И. Трепалиным при геолого-съёмочных работах масштаба 1 : 50 000 в 1967–1968 гг. закартированы пласты гранатово-силлиманитово-дистеново-слюдистых сланцев мощностью от 10 до 100 м при протяжённости до 12 км, содержащие до 10 % граната.

Следовательно, область распространения пород харгитуйской свиты представляет собой один из наиболее перспективных районов на гранат формации высокоглинозёмистых метаморфитов и, прежде всего, связанных с ними гранатсодержащих россыпей. Сами по себе вряд ли они могут представлять промышленный интерес, за исключением особо богатых, с сырьём высокого качества. Целесообразно оценить на россыпной гранат золотоносные россыпи с целью его попутного извлечения. Тем не менее, ряд участков, несомненно, необходимо подвергнуть ревизии и оценке.

В *Муйской зоне* среди метаморфических образований талалинского комплекса нижнего протерозоя, как следует из материалов Ф. М. Ступака [Геологическое строение... , 1997], развиты слюдистые, эпидотово-плагиоклазово-кварцевые сланцы, содержащие гранат. Возможны россыпи, связанные с разрушением этих пород.

В *Кодаро-Удоканской зоне*, согласно данным Л. И. Салопа [1964], В. С. Федоровского и др. [1978] и других исследователей, мраморы, кварциты, кристаллические сланцы и гнейсы кодарской свиты содержат крупные порфиробласты кордиерита, граната, андалузита. Гранатово-кордиеритово-биотитовые сланцы известны также в разрезе усувкаунского метаморфического комплекса. Анализ «Металлогенической карты Кодаро-Удоканского прогиба и его обрамления масштаба 1 : 200 000» [Богданов и др., 1989] обнаруживает широкое развитие гранатсодержащих кристаллических сланцев и гнейсов в разрезах борсалинской (бассейны рек Сулумат, Нижний Саукан, Калакан и др.), давачанской (бассейны р. Сукуканнур, Эбгах, нижнего течения Калакана, среднего течения Калара, нижнего течения Катугина, Южного Саукана, нижнего течения Луча и др.) и олёминской свит. Особенностью граната в амфиболитах, гнейсах и сланцах Кодаро-Удоканской зоны является наличие в них прозрачных ярко-малиновых монообластей.

В *Аргунской зоне*, по данным И. А. Томбасова, в низовьях р. Газимур широко распространены гранатово- и гиперстеново-гранатово-слюдяные кварцитосланцы общей мощностью 1800–2000 м. Гранат содержат и инъецирующие их граниты, с которыми могут быть связаны гранатсодержащие россыпи.

**Формация гранатоносных россыпей.** Выше указывалось, что основное промышленное значение имеют россыпные и остаточные месторождения граната. При этом чаще всего гранат добывается как попутный компонент, так как цены его на мировом



рынке невысоки. Главными источниками аллювиальных и морских россыпей являются метаморфогенные месторождения, а остаточные и элювиальные россыпи связаны также и с пиропиноносными эффузивами.

На территории Забайкалья промышленные россыпи граната не известны. В. И. Беляевским в 1992 г. описаны минералогические находки граната-родолита в аллювиальных отложениях в левых притоках рек Баргузин, Ловоктон и Безымянный. Зёрна родолита величиной 2–7 мм яркой-розовой, до пурпурной, окраски образуют незначительные концентрации (до 10 знаков в 1 м<sup>3</sup>). Здесь же найден кристалл гессонита, медово-жёлтого цвета, 4 × 3 × 5 мм. Эти находки, не имея утилитарного значения, тем не менее, свидетельствуют о возможности обнаружения промышленных концентраций россыпного граната в Баргузинской зоне.

В Хилок-Ингодинской подзоне в связи с гнейсами и кристаллическими сланцами в процессе отработки золотоносной Чернушкинской россыпи геологами артели «Унда» выявлена её обогащённость алмандином. Россыпь имеет длину около 1 км. Размеры лишённых трещин обломков граната варьируют от 1 до 10 мм, в среднем – 3–6 мм. Цвет алмандина – фиолетово-розовый. Зёрна прозрачны при толщине 3–5 мм. Опытная галтовка пробы из 100 обломков граната, смешанных с аквамаринном Шерловогорского месторождения, дала 67 галтованных камней удовлетворительного качества, практически бездефектных и пригодных для изготовления бус либо вставок в серьги. Размеры камней 3–8 мм, в среднем 4–6 мм. Содержание кондиционных обломков граната в россыпи не известно.

В аллювиальных отложениях Мензы и её притоков, по её левобережью, в местах развития гранатсодержащих пегматитов (Курепинский галец, реки Дончиха, Сёстры, Кострючиха, район Игнатьевского (Водораздельного) поля и др.), постоянно встречаются алмадин и спессартин-алмадин в зёрнах 1–6 мм. Отмечались гранаты и в золотоносных россыпях прииска Дrajный. Однако специального изучения гранатоносности указанных отложений не проводилось. Поэтому при изучении и отработке россыпей на золото, олово, тантал следует учитывать вероятную их гранатоносность с целью возможного попутного извлечения граната. Сказанное относится к бассейнам Катанцы, Куналея, Чикокона и других притоков р. Чикой.

В аллювиально-пролювиальных отложениях ручьёв Каменка и Черновка, дренирующих Каменско-Черновское пегматитовое поле, отмечаются ярко-красные алмадины в зёрнах 1–6 мм. Источниками граната здесь являются не только пегматиты, но и вмещающие их сланцы и гнейсы. Характерны гранаты для рыхлых отложений водотоков, дренирующих пегматиты Борщовочного кряжа, прежде всего, рек Ургучан, Пешкова, Киберева (встречаются преимущественно спессартиновые разности), а также Кангинского и Шивкинских полей. Алмандиновые разности типичны для бериллсодержащих шерлово-мусковитово-микроклиновых пегматитов.

К числу элювиально-делювиальных или остаточных россыпей можно отнести проявления и находки пироба, коренными источниками которых являются кайнозойские базальты с включениями глубинных пород. Фактический материал по распространённости граната на территории Забайкалья свидетельствует о возможности формирования россыпей, связанных с пегматитами, апокарбонатными и апобазитовыми метасоматитами и кристаллическими сланцами и гнейсами.

#### 4.1. Общие замечания

Шпинель наряду с рубином и сапфиром является одним из популярных красных (лал) и синих самоцветов, увлечение которыми на Востоке (Юго-Восточной Азии) уходит в глубь веков. Только в XIII–XV вв. она появляется в Европе [Пыляев, 1896]. Несмотря на довольно широкое распространение в роговиках, магнезиальных скарпах, кристаллических сланцах и гнейсах, основных и ультраосновных породах, драгоценные разновидности шпинели встречаются относительно редко.

Среди ювелирных шпинелей традиционно выделяют: кроваво-красную рубиновую шпинель (лал), розово-красную балэ-шпинель, фиолетово-красную альмандиновую или жёлтую – рубицелл, голубую – сапфировую шпинель или кандит, синюю – ганношпинель, травяно-зелёную хлоршпинель, тёмно-зелёную шпинель – плеонаст или цейлонит. Красная и розовая шпинель связана с замещением алюминия в октаэдрических позициях трёхвалентным хромом, зелёная и бурая – двухвалентным железом, а фиолетовые и красно-бурые тона обусловлены сочетанием хрома и железа, замещающих алюминий.

#### 4.2. Форма кристаллов и свойства

Наиболее распространённые формы кристаллов шпинели представлены на рис. 36, а двойники – на рис. 37.

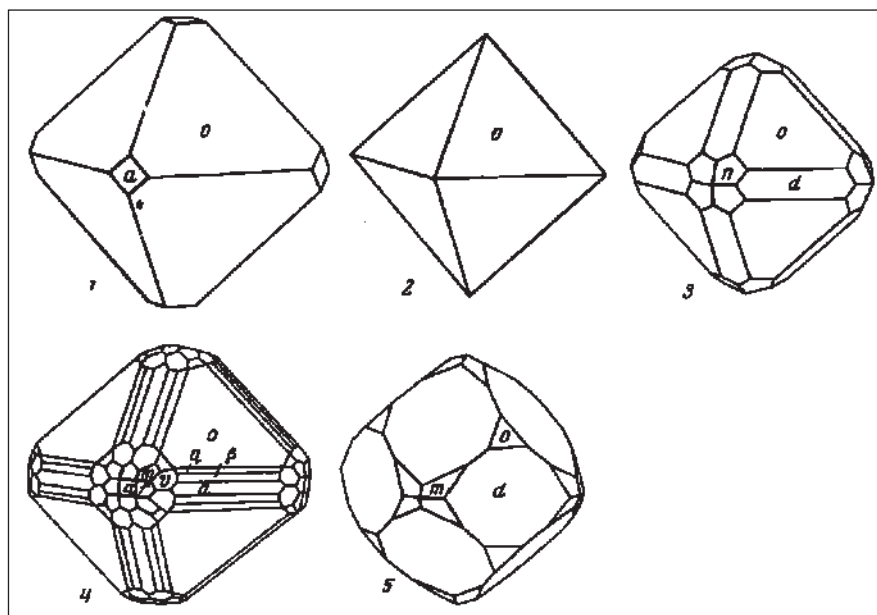


Рис. 36. Формы кристаллов шпинели:

1 – Везувий (по Преслу); 2, 3 – Шишимские горы (по Кокшарову); 4 – плеонаст, Латум, Италия (по Стрюверу); 5 – Слюдянка (по Калинину) [Минералы, 1967]

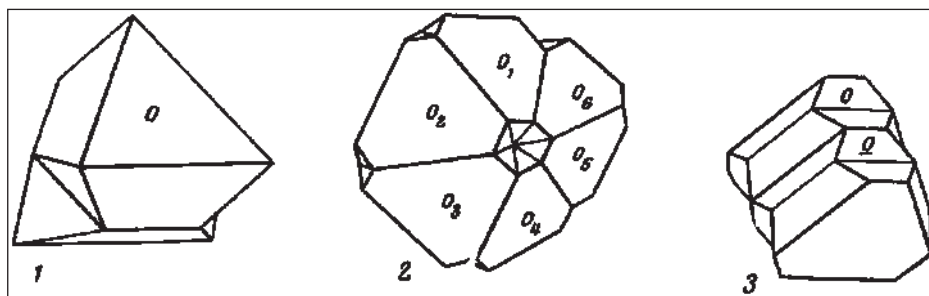


Рис. 37. Двойники кристаллов шпинели:  
 1 – двойник, Урал (по Кокшарову); 2 – сложный двойник (шестерник), Цейлон (по Стрюверу);  
 3 – полисинтетический двойник, Цейлон (по Ниггли) [Минералы, 1967]

Шпинель кристаллизуется в кубической сингонии. В зависимости от примесей изменяется её окраска. Она зависит от состава и варьирует от бесцветной до чёрной. В качестве примесей присутствуют кобальт, цинк (ганит), никель и марганец. Для розовых шпинелей характерно присутствие хрома и ванадия. К ювелирным разновидностям относится красная, зелёная, синяя. Показатели преломления находятся в пределах 1,716–1,780, твёрдость – 7,5–8. Уд. вес – 3,59–4,12 г/см<sup>3</sup>.

#### 4.3. Условия образования

Коренные месторождения ювелирной шпинели связаны, главным образом, с магнезиальными скарнами, развивающимися на контактах доломитов и магнезитов с мигматизированными гнейсами, пегматитами и другими алюмосиликатными породами [Россовский, Бабаев, 1988; Киевленко, 1983; Комаров, 1960; Лицарев, Платонов, 1980, Дроздов и др., 1984]. В скарнах (кальцифирах) шпинель сопровождает флогопит, форстерит, хондродит, рубин. Из минералов-индикаторов обычен чёрный рутил – нигрин. Типичными представителями шпинели этого формационного типа являются месторождения в Бирме (Могок), Кух-и-Лал на Памире, Джекдалек в Афганистане и др. К этому же типу относится проявление шпинели на месторождении мраморов Перевальном (район р. Слюдянки на Байкале).

Кондиционная шпинель обычно находится в рыхлых, обогащённых серпентином, бруситом либо манассеитом гнёздах, откуда она относительно легко извлекается. Шпинеленосные скарны и кальцифиры являются источниками шпинельсодержащих россыпей – основных промышленных месторождений ювелирных разновидностей этого камня.

#### 4.4. Перспективы Забайкалья на ювелирную шпинель

На изучаемой территории, по данным В. И. Беляевского (1992), в *Восточно-Саянской зоне* известны шлиховые ореолы шпинели в бассейнах р. Зэгэн-Гол и Дзэн-Гол и Урик (её притоки Ехэ-Шинга и Ара-Шинга). Наибольший интерес представляет ореол шпинели по р. Шинге, где она может быть связана с кальцифирами распространённого здесь карбонатно-гнейсового комплекса. Содержание шпинели – до 0,3 кг/т, величина зёрен – до 0,5–1,0 мм, цвет бледно-розоватый, розовато-сиреневый, зеленовато-синий. В ассоциации с нею в редких знаках присутствуют уваровит и хромдиопсид.

В связи с Сыннырским массивом на контактах с карбонатными породами коктинской свиты широко развиты форстеритово-диопсидово-флогопитовые, реже –

шпинелево-форстеритовые скарны [Артемьев, Иванов, Тарасов, 1984], которые не обследовались на ювелирную шпинель. Особый интерес в смысле находок ювелирной шпинели и корунда могут представлять зоны контактов нефелиновых пегматитов с карбонатными породами, поиски которых могут оказаться плодотворными. Шпинеленосными могут быть доломитизированные известняки ондокской свиты в контактовых зонах с Довыренской интрузией, а также в зонах смятия по р. Уокиту Тыйскому и на водоразделе Абчады и Олокита [Дедюхин и др., 1971]. Следует обратить внимание на возможность комплексного развития самоцветов (шпинель, александрит, изумруд, рубин) в участках контактов бериллоносных пегматитов и карбонатных пород по аналогии с месторождениями Шри-Ланки.

В *Муйской зоне*, по данным Е. М. Фалькиной и Н. А. Фалькиной [1982], в кальцифирах, развитых в октокитской свите, известны гнёзда, обогащённые шпинелью (Талакитское проявление). Размер гнёзд и конкреций со шпинелью достигает 3–30 см по длинной оси. Внешняя зона конкреций сложена флогопитом, внутренняя – кальцитом в ассоциации со шпинелью. Содержание шпинели в кальцифирах не превышает 1 %, а в конкрециях – 30–40 %. Кристаллы тёмно-голубого и синего цвета, реже – слабо окрашенные, полупрозрачные, с поверхности трещиноватые, имеют размеры от 3–4 мм до 1,5 см в поперечнике. Проявление перспективно. В последние годы на нём проводились ревизионно-оценочные работы, прекращённые из-за отсутствия финансирования. Шпинеленосные кальцифиры развиты также среди мраморов, амфиболитов и кристаллических сланцев витимской серии и давачанской свиты [Юргенсон, 2001]. Бледно-голубая шпинель известна в верховьях ручьёв Губикон и Каширкачи в ассоциации с форстеритом, диопсидом, флогопитом, бруситом, скаполитом и сфеном. Перспективными на шпинель могут быть также форстеритовые кальцифиры с гумитом и флогопитом, описанные А. Ф. Петровым [1978] в породах борсалинской свиты в бассейне р. Ималык и Кебекта.

В связи с магматическими телами витимского интрузивного комплекса в карбонатных породах известны зоны скарнирования [Осокин, 1971] и образования родингитов. В связи с витимканским комплексом известны также и амазонитовые пегматиты. По аналогии со Слюдянским (Перевальным) месторождением красной шпинели в подобной ситуации на периферии листа N-50-VII возможны находки шпинели в кальцитовых мраморах, а также лавровита и других цветных разновидностей диопсида в участках присутствия хром- и ванадийсодержащих алюмосиликатных прослоев.

В *Удино-Витимской зоне* кальцифиры со шпинелью описаны В. И. Шуликой, А. Ф. Озерским и З. Н. Киселевой [1974] в отложениях октокитской свиты могочинской серии (лист N-50-X), распространённых в бассейне р. Тундак (между устьями р. Турик и Чашевитая). В этой же зоне находится Юмурченское месторождение флогопита, разведывавшееся в 1945 г. Н. К. Дорошенко. Им указывалось на шпинельсодержащие «зеленодиопсидовые породы», состоящие из роговой обманки, диопсида, плагиоклаза, цоизита и флогопита, скаполита и шпинели. Особенность породы – её друзоватость и наличие в друзовых полостях диопсида (от 1–3 мм и более), скаполита (3–4 см), шпинели (0,5–0,7 см). Шпинель чёрная; в друзовых полостях со скаполитом не встречается. О присутствии шпинели во флогопитовых жилах указаний нет. Эти «зелёно-диопсидовые породы» со шпинелью пространственно обособлены от флогопитовых жил и образуют две полосы шириной 10–60 м; по простиранию не прослежены. Лишь изредка в них присутствуют линзочки и мелкие жилы пегматитов и гранитоподобных пород. Объектом ревизионного обследования на шпинель различных

цветовых разновидностей должны быть как указанные выше «зелёно-диопсидовые породы», особенно их друзоватые разности, так и приконтактовые части флогопитовых жил. Следует обратить внимание на возможность нахождения шпинели в рыхлых отложениях, делювии и руслах ручьёв.

Выше, при рассмотрении возможной корундоносности скарированных мраморов и кальцифиров в Хэнтэй-Даурской зоне (улелейская толща), а также в борщовочной серии (вмещающие породы массивов борщовочных гранитов) указывались конкретные объекты и площади, которые представляются перспективными на рубин и сапфир. Учитывая факт присутствия в околопегматитовых скарнах горы Ланцова сиреневой шпинели (26 122–28 8860 г/т) наряду с корундом следует провести обследование всех указанных участков развития кальцифиров и на шпинель. На шпинель перспективны кальцифиры, распространённые в отложениях нарынской, цагатуйской и хангарульской (Хамар-Дабан) свит, келянской толщи (Муйская зона), аркиинской, нортуйской и кактолгинской свит (Аргунская зона), кулиндинской (Агинская зона), бондихинской и глубокинской свит (Верхнеамурская зона). Так, по данным П. В. Комарова [1960], в магнезиальных скарнах Железного Кряжа присутствуют крупные кристаллы шпинели. Кристаллы до 5 мм тёмно-зелёной шпинели наблюдались нами в 1961 г. в скарнах у совхоза «Красный великан» в Юго-Восточном Забайкалье. У пос. Усть-Наринзор, по данным В. Ю. Шенфиля и И. Д. Чацкиса [1970], залегают мелкозернистые биотитовые гнейсы и плагиогнейсы, содержащие линзы мраморов и биотитово-амфиболовых и амфиболовых кристаллических сланцев. В мраморах могут присутствовать шпинель и сопутствующие ей минералы. Это же относится и к пачке мраморов мощностью до 200 м у пос. Адома. В Баргузинском районе, в бассейне р. Ины, в поле развития карбонатных пород с горизонтами биотитово-роговообманковых, биотитовых, графитовых сланцев тилимской свиты, по данным В. И. Беляевского (1992), известны шлиховые ореолы корунда и шпинели. Аномальное содержание шпинели в пробе делювия известняков достигает 708 г/т. Цвет минерала желтовато-бурый, бутылочно-зелёный, голубой. Величина зёрен – до 1 мм.

Одним из возможных источников шпинели могут быть гипербазиты и продукты их изменений – флогопитово-биотитовые слюдиты, серпентиниты. В. С. Шульгиной и др. [1984] в линзовидных телах метагипербазитов архея, имеющих субсогласное залегание среди гранито-гнейсов куандинского комплекса, описаны зоны серпентинитов и флогопитово-биотитовых слюдитов с аксессуарной шпинелью. Промышленные скопления ювелирной шпинели могут быть связаны и со щелочными оливиновыми базальтами. Во всяком случае, В. И. Беляевским в 1992 г. розовая, сиренево-розовая, сиреневая и красная шпинель с размером зерен  $1 \times 1 \times 1$  мм установлена в россыпях, связанных с оливиновыми базальтами в Урик-Бельском вулканическом районе. Не исключена возможность находок ювелирной шпинели и в базальтах Удоканского вулканического плато.

### 5.1. Общие замечания

Среди оливинов к числу драгоценных камней традиционно относят хризолит – золотисто-зелёную и зелёную благородную разновидность оливина. Эта разновидность отличается преобладанием форстеритового (магнезиального) компонента (80 % и более  $Mg_2SiO_4$ ). Среди оливинов указанного состава по условиям образования выделяются две группы – магматогенная и метаморфогенная [Киевленко, 1980, Методические..., 1976, вып. 9]. Первая связана с кимберлитами и щелочными базальтами, вторая – с альпинотипными гипербазитами (серпентинизированные перидотиты, гарцбургиты и дуниты) и ультраосновными щелочными интрузиями центрального типа (дуниты, оливиниты). Обе группы эндогенных месторождений хризолита являются источниками для образования элювиальных и элювиально-делювиальных россыпей.

Хризолит относится к тем камням, которые были известны человеку и использовались для ритуальных изделий и украшений в древности: известны ювелирные изделия с ним в качестве вставок работы античных греческих мастеров.

### 5.2. Свойства

Оливин имеет формулу  $(Fe, Mg)_2SiO_4$ . Железистый оливин называется файялитом, а магниевый – форстеритом. Железо-магниевый оливин имеет оливково-жёлтую или бутылочно-жёлтую окраску, иногда янтарно-жёлтую, бурую. Жёлто-зелёный оливин разных оттенков получил название хризолит. Он нередко обладает ювелирными качествами. Кристаллизуется в ромбической сингонии ромбо-дипирамидальном классе. Формы кристаллов призматические, удлинённые по оси  $c$ , нередко таблитчатые (см. рис. 38). Спайность практически отсутствует. Показатели преломления изменяются в зависимости от содержания железа.

Цвет хризолита зелёный с различными оттенками – желтоватым, фисташковым, золотистым, травяным, бурым, табачным. Окраска обусловлена различными формами железа, что подтверждено новейшими исследованиями А. Н. Платонова, М. Н. Тарана, которые показали, что «...интенсивность и тональность окраски ювелирных хризолитов определяется как общим содержанием в них примеси железа, так и соотношением содержаний примесей  $FeO$  и  $Fe_2O_3$ » [Платонов и др., 1984, с. 148]. Особенностью хризолита является его неустойчивость при эпигенетических процессах, определяющих относительную редкость кондиционных кристаллов.

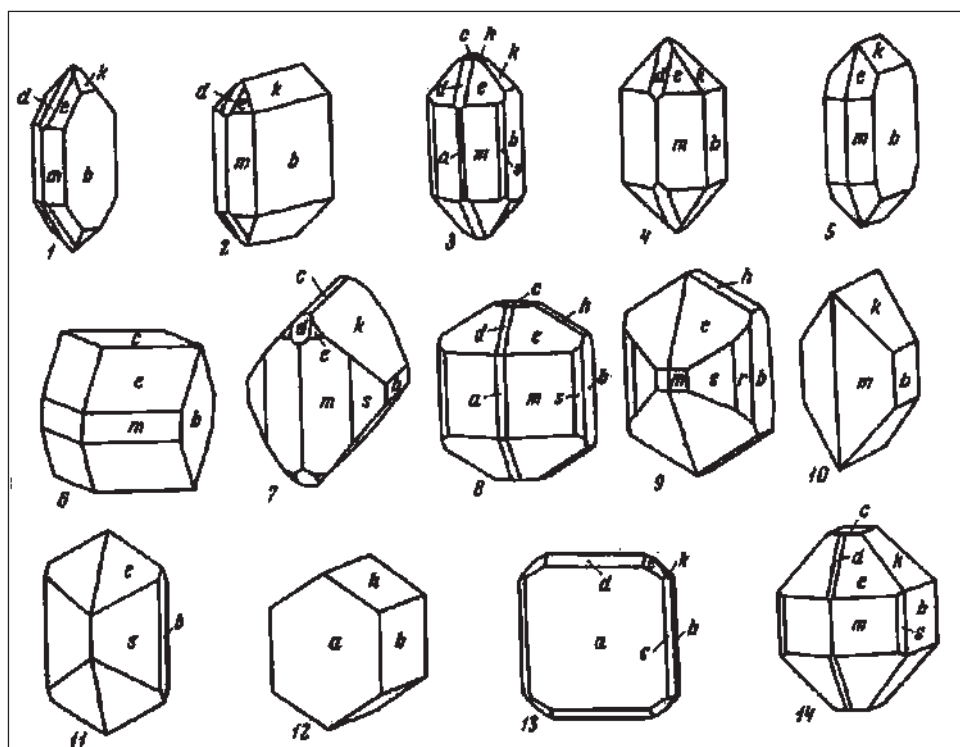


Рис. 38. Формы кристаллов оливина:  
1–7 форстерит; 8–11 – оливин; 12–14 – фаялит [Минералы, 1972]

### 5.3. Условия нахождения

В кимберлитах, одним из основных компонентов которых является оливин, известны две его генерации. Ранний протемагматический оливин образует относительно крупные выделения (от единиц миллиметров до 5–7 см), иногда бывает прозрачен и может использоваться как ювелирный камень. Поздний оливин, выполняющий роль составной части цемента кимберлита, тонко- и мелкозернист. В коренном залегании в зоне гипергенеза свежие, неизмененные хризолиты встречаются редко. В трубке «Мир», например, до глубины 50 м свежие хризолиты вообще не встречались. Хризолиты из кимберлитов в коренном залегании обрабатывать выгодно только совместно с алмазами. На территории Забайкалья до настоящего времени не выявлены кимберлиты, но возможность их обнаружения не исключена в зонах кайнотипного вулканизма.

Другим промышленно важным формационным типом месторождений хризолита являются щелочные оливиновые базальты, в которых хризолит находится в ксенолитах лерцолитов, вынесенных магмой из глубин [Киевленко и др., 1982, Методическое... , 1976, вып. 9], месторождения ювелирного хризолита в базальтах отрабатываются совместно со связанными с ними элювиально-делювиальными россыпями, в США, в частности, из базальтов лавового поля Датил, расположенного в восточной части штата Аризона и на западе штата Нью-Мексико. Лавовые покровы слагают столовые горы, являющиеся останцами крупного лавового плато, главная фаза формирования которого относится к плиоцену. Месторождения хризолита находятся как непосредственно в базальтах лавового потока (Сан-Карлос), так и в жерлах вулканов (Буэлл-Парк и Килбоурн Хоул).

Хризолит, содержание которого в базальтах составляет 25–40 %, присутствует в двух формах – в качестве вкрапленников, которые можно извлечь только взрывным

способом, и грубозернистых скоплений, окружённых ноздреватым шлакоподобным базальтом. Эти обособления хризолита являются, вероятно, фрагментами глубинных агрегатов. В зоне структурного элювия они сравнительно легко разрушаются. Величина зернистых агрегатов достигает 70 см, в среднем составляя 7–20 см. Размер зёрен зелёного с жёлтыми или бурыми оттенками хризолита – 6–16 мм. Камень хорошего качества. Наряду с хризолитом встречаются пироп, диопсид, энстатит, ильменит, авгит и другие минералы.

#### 5.4. Перспективы Забайкалья на ювелирный хризолит

В Забайкалье типичными аналогами описанных образований являются минералогические находки хризолита в Удоканском лавовом плато, где, по наблюдениям Ф. М. Ступака [1987], в окрестностях голоценовых вулканов Аку, иногда Чепе и Долинного, встречаются вулканические бомбы до 30 см в поперечнике или их фрагменты, сложенные агрегатами оливина (хризолита), клинопироксена, керсутита, плагиоклаза (см. рис. 39, 40).



Рис. 39. Хризолит с Удоканского лавового плато, размеры зёрен – 3–4 мм



Рис. 40. Хризолитовый лерцолит. Удоканское лавовое плато



В базанитах плиоценового возраста встречаются участки с содержанием оливинных и шпинелевых лерцолитов (3–20 см в поперечнике), а также крупных (5–10 мм) вкрапленников хризолита. В базанитах и гавайитах плейстоцен-голоценового возраста также присутствуют включения шпинелевых лерцолитов. В окрестностях вулканов Аку, Чепе и Долинного, исходя из генетического типа, устанавливаемого в данном случае для оливина, мы имеем обнадеживающие предпосылки для обнаружения россыпей с хризолитом. Возможность промышленно важных находок ювелирного хризолита в полях развития Удоканского лавового плато предполагал и Ф. П. Кренделев [1985].

В результате прогнозно-поисковых работ ГПП «Байкалкварцсамоцветы» В. И. Беляевским в 1992 г. охарактеризована хризолитоносность кайнозойских вулканических образований Джилдиндинской группы вулканитов, развитых в бассейне р. Витим (*Удино-Витимская зона*), в частности, по р. Джилдинде, правому притоку р. Большой Амалат. Здесь известны многочисленные проявления и минералогические находки хризолита (Нижнее течение р. Верея, по р. Булыхта, правому притоку р. Джилдинда и др.). Хризолит присутствует в лерцолитовых обособлениях, где он ассоциирует с энстатитом, анортоклазом, реже – с пиропом. Например, в пролювиальных и делювиальных отложениях (мощность 0,8–1,0 м) хризолит присутствует в весовых количествах (до 300 г/м<sup>3</sup>). Преобладающий размер зёрен – 2–3 мм; сортовой (3–5 мм) хризолит встречается преимущественно в знаковых количествах, изредка – до 30 г/м<sup>3</sup>. На Булыхтинском проявлении хризолит в ассоциации с пиропом является составной частью лерцолитсодержащих базанитов. Хризолит в шпинелевых лерцолитах образует зёрна 6–8 мм, в одном случае – 40 × 30 × 15 мм. В участках структурного элювия и развития коротких делювиально-пролювиальных россыпей возможна в ограниченных количествах добыча хризолита (В. И. Беляевский, 1922). Нами наблюдались шпинелевые лерцолиты с хризолитом и санидином в структурном элювии вулкана Кадидушка, расположенного у дороги по долине р. Джилдинды. Продуктивная часть базальтоидов отработана и увезена на отсыпку автодороги.

В *Хамар-Дабанской зоне* в связи с вулканическими постройками кайнозойского возраста (в частности, с вулканами Бартойской группы плейстоценового возраста), хризолитовая минерализация широко развита. На *Бартойском проявлении* известно 6 бескратерных шлаковых конусов трахибазальтов высотой 40–60 м, содержащих шпинелевые лерцолиты, в состав которых входят хризолит, шпинель, хромдиопсид. Основной практический интерес представляют продукты выветривания трахибазальтов, в которых содержание хризолита составляет 300–350 г/т. Зёрна хризолита – от 2 до 9 мм. Хризолит оливково-зелёный, лимонно-жёлтый, яркий; относится ко II сорту, принимает зеркальную полировку. Пригоден для изготовления огранённых вставок. Ресурсы по Р<sub>1</sub> – 28,5 т, по данным А. В. Татарина (1980). Практическое значение имеют также образующиеся при разрушении трахибазальтов с включениями перидотитов пироп, санидин и энстатит. Увеличение перспектив возможно за счёт доизучения озёрных отложений. Аллювиальные отложения с сортовыми зёрнами хризолита В. И. Беляевским (1992) установлены в отложениях р. Цаган-Морин.

С *Хобольской группой вулканов* связаны проявления хризолита *Болдосокское-I, II и Нарын-Гольское* в аллювиальных и пролювиально-делювиально-солифлюкционных отложениях. Опробование их показало высокое содержание хризолита. Встречаются также сапфир и пироп. По данным В. И. Беляевского (1992), на Болдосокском-I проявлении хризолита, пироба и сапфира площадь выхода вулканических пород на вулкане Болдосок (Вершинный) – 1 км<sup>2</sup>. На периферии в основном развиты породы

лавовых покровов – массивные, плотные, чаще пористые базальты с мелкими (до нескольких сантиметров) включениями коровых и мантийных пород (чаще – шпинелевых лерцолитов) и мегакристаллов клинопироксена, реже оливина, анортоклаза. В центральной части выхода развиты пористые мелкообломочные туфобрекчии. Шлиховое опробование элювия туфобрекчий установило неравномерное содержание зёрен пироба, хризолита и других минералов. Рыхлые отложения представляют практический интерес. Мощность элювия и элювиально-делювиальных отложений – от 0,3 до 1,2 м на предвершинном участке и 0,8–1,8 м – на низких уровнях лавового поля. Делювиальные отложения достигают 1,5–2,0 м по мощности. Аллювий представлен валунно-галечно-гравийным материалом, валуны – массивные оливиновые базальты. Установлено повышенное содержание хризолита (до 39,5 г/м<sup>3</sup>) в пролювиально-делювиальных образованиях р. Болдосок, у подножия вулканической постройки. Здесь же, в шлиховых пробах, – редкие знаки корунда. Поверхность лавового поля перекрыта делювиально-солифлюкционными отложениями, продуктивность которых не выяснена.

Отмечается наличие сортового хризолита. Корунд – размером 1,5 мм, угловатый, пятнистый, полупрозрачный, окрашенный в голубые тона. Находки хризолита известны на водоразделе р. Цакирка и Оронгодой и в истоках р. Салбаргуй.

В юго-западной части *Селенгино-Становой зоны* в правобережье р. Чикой, на склонах горы Малый Кумын, в пробах рыхлых образований за счёт оливиновых трахидолеритов В. И. Беляевским и др. (1989) обнаружены зёрна хризолита размером 2–3 мм и корунд.

В *Хэнтэй-Даурской зоне* перспективными на хризолит, по данным А. В. Татаринова и др. (1980), являются поля развития базальтов в левобережье р. Мензы в бассейне верхнего течения р. Буркал (долина р. Харчевка, левого притока Буркала, и его левобережье выше и ниже устья Харчевки), где известны находки крупных обломков оливина. Проявление медово-жёлтых хризолитов известно также в верховьях р. Харчевка. Предлагается хризолитонность всей площади распространения кайнозойских базальтов в верховьях Буркала и в междуречье Буркал-Большая в их верхнем течении.

В *Агинской зоне* в Кыра-Алтанской депрессии развиты кайнозойские оливиновые трахибазальты, в которых встречаются вкрапленники оливина до 1–2 см. Цвет оливина – светло-зелёный. Возможно поступление его в россыпи. В поле оливиновых базальтов возможны участки развития жерловых и шлаковых фаций, содержащих шпинелевые лерцолиты и хризолит. Предполагаются россыпи в 13 рыхлых образованиях в полях развития шпинелевых лерцолитов на россыпные хризолитом с корундом и пиропом.

По указаниям П. Л. Драверта (1923), в Аргунской зоне известны находки хризолита в базальтах долины р. Аргунь.

К числу наиболее важных относятся месторождения хризолита, связанные с ультрабазитами. Среди них выделяют месторождения, локализованные в альпинотипных гипербазитах и в интрузивах щелочных гипербазитах центрального типа. Альпинотипные гипербазиты, среди которых преобладают дуниты и гарцбургиты, обычно интенсивно серпентинизированы. Серпентин может быть представлен антигоритом (классическое месторождение на о. Зебергет в Красном море) либо хризотил-сепиолитовой волокнистой породой (Улан-Ходинское и Дибинское в Хара-Нурском массиве в Восточном Саяне).

В Хара-Нурском массиве хризолит находится в прожилках и жилах. Хризолитонные жилы локализованы в различной степени серпентинизированных и катаклазированных дунитах. Границы жил нечёткие. Хризолит рассеян в них неравномерно

в виде зёрен и их скоплений от 0,1 до 3–5 см. Содержание его в жилах достигает 50 %. Цвет оливково-зелёный. На Хара-Нурском (Холбын-Хайрханском) проявлении [Методические... , 1976, вып. 9] И. С. Якшиным и другими в 1973 г. было вскрыто шесть линз, из которых три содержали хризолитовую минерализацию. Характерно, что каждый кристалл находился в тонковолокнистой серпентиновой массе. Кристаллы не имели чётких границ, обладали веретенообразной формой и были ориентированы под углами 30–45° к стенкам трещин. Наибольшее число кристаллов – в осевых частях линзообразных тел.

Хризолит и алмаз впервые (в 1939 г.) описаны М. Ф. Шестопаловым и А. С. Ивановым в районе Оспинского и Графитового гольцов среди графитизированных ультрабазитов и вмещающих их метаморфических пород (см. рис. 41). Хризолит, пироп и алмаз содержатся в зонах обуглероженных разностей указанных выше пород. Мощность зон и линз – 0,1–20,0 м, протяжённость – 10–800 м. Хризолит – в рассланцованных серпентинитах в виде микропрожилков до 2 мм; в микробрекчиях по дуниту – произвольно ориентированные крупные зёрна хризолита. Эти находки представляют несомненный интерес для дальнейших исследований.

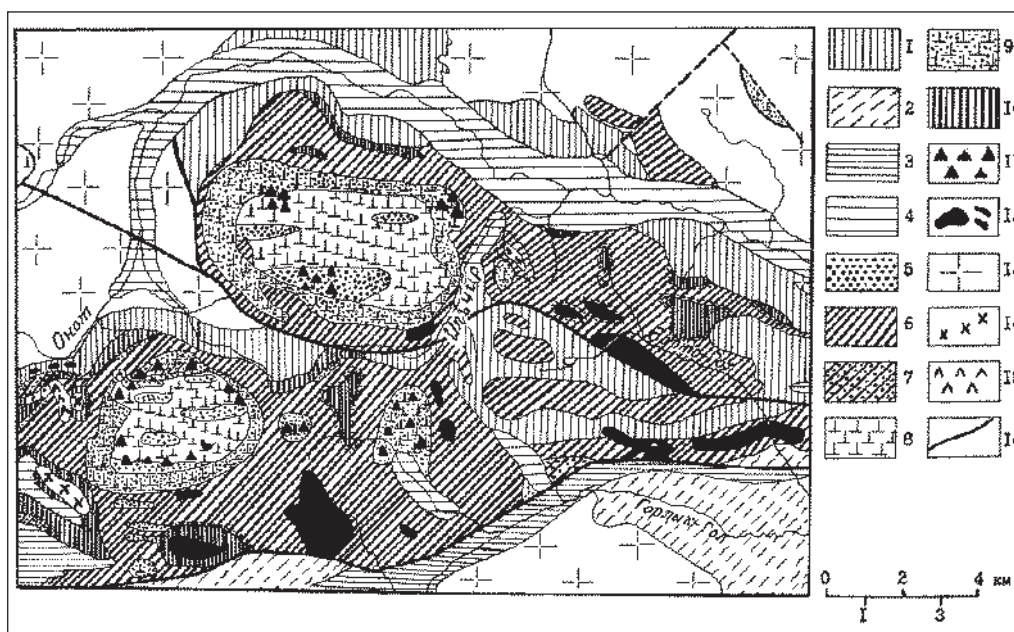


Рис. 41. Схема геологического строения участка проявлений алмаза в гипербазитах Оспинско-Китойского массива [по: Колесник, 1966]:

- 1 – уртагольская свита: метаморфизованные диабазы, кератофиры, ортосланцы, филлитовидные углистые сланцы, кварцево-биотитовые, серицитово-кварцевые актинолитовые сланцы, прослой известняков;
- 2 – монгошинская свита: известняки и доломиты с прослоями сланцев и песчаников; 3 – боксон-сархойская серия: конгломераты, песчаники, сланцы, прослой известняков; 4 – четвертичные отложения; 5 – дуниты;
- 6 – серпентиниты; 7 – карбонатизированные серпентиниты; 8 – гарцбургиты; 9 – частично серпентинизированные гарцбургиты; 10 – тальково-карбонатные и кварцево-карбонатные породы;
- 11 – графитизированные гипербазиты; 12 – габбро-, габбро-диабазы; 13 – нерасчленённые граниты неясного возраста; 14 – граниты; 15 – базальты; 16 – главные тектонические нарушения

Хризолит в аллювиальных отложениях, по-видимому, неустойчив. Известно из работы П. Л. Драверта (1923), что на притоках Оки в Восточном Саяне добывались желтовато-зелёные ювелирные хризолиты величиной до 3–4 мм. Есть сведения о добыче хризолита в дореволюционное время из аллювия р. Дибя; возможным источником его мог быть массив трахибазальтов значительной протяжённости, картирующийся на левобережье реки (Сизых и др., 1980).

### 6.1. Общие замечания

Циркон ( $ZrSiO_4$ ) в природе встречается в виде хорошо огранённых кристаллов тетрагональной сингонии. Чаще всего это комбинации тетрагональных призм и бипирамид. Он – один из популярных ювелирных камней, ценность которого определяется, прежде всего, его ярким алмазоподобным блеском. Его ювелирная разновидность называется гиацинтом. Она прозрачная красновато-коричневая, иногда красно-жёлтая, малиново-оранжевая, красная, коричневая, коричнево-красная, отличается сильным алмазным блеском. Циркон известен с античных времён и своё имя получил от персидского слова «царгун» «золотой камень, или златоцветный». Гиацинт высоко ценился в XV и XVI вв., а затем то выходил из моды, то возвращался в неё, как, например, в 30-х гг. XIX в. Гиацинтам чаще всего придают форму кабошона. Его широко используют в ювелирном деле. Природные кристаллы циркона, пригодные для огранки, редко бывают прозрачны. Обычно они окрашены в густой оранжево-красный, густо-фиолетовый, буро-красный цвета. Для уменьшения густоты окраски и придания необходимой для ограночного камня прозрачности кристаллы циркона облагораживают нагреванием.

### 6.2. Условия нахождения

Коренные месторождения циркона связаны со щелочными гранитоидами и пегматитами, с миаскитовыми сиенитами и их пегматитами. Встречаются также в цирконовых и циркон-пироклоровых альбититах, мариуполитах. Ювелирные цирконы преимущественно связаны с кимберлитами и сапфириноносными щелочными базальтами.

Коренные месторождения являются источниками циркононосных россыпей, откуда добывается основная масса ювелирного циркона. Поэтому возможными территориями распространения циркононосных россыпей в регионе являются районы распространения щелочных гранитоидов и альбититов.

### 6.3. Перспективы Забайкалья на ювелирный циркон

На территории северного Забайкалья разведано крупное редкометалльно-редкоземельное Катугинское месторождение. Оно содержит крупные запасы циркония в форме циркона. В районе месторождения известны цирконийсодержащие россыпи, которые не изучались на предмет нахождения в них ювелирной разновидности этого минерала. Здесь вполне могут встречаться зёрна циркона, пригодные для огранки. Известно, что для огранки пригодны кристаллы циркона и их фрагменты размером более 2 мм.

Циркон широко развит в щелочных гранитоидах III фазы алданского комплекса. В протолочках проб, отобранных в 1981–1985 гг. Е. А. Зайковым и другими по рекам Джемку, Желинде, присутствуют обломки прозрачного сиреневого циркона до 0,3 мм.

В *Удино-Витимской зоне* в бассейне р. Курба (р. Нелега, Кика) Л. Н. Малышевой и другими в 1956–1958 гг. установлено широкое распространение россыпей с высоким содержанием циркона ( $0,9\text{--}4,176\text{ кг/м}^3$ ). Вероятность нахождения циркона ювелирного качества, особенно по р. Саналей, не исключена.

В Селенгинской подзоне *Селенгино-Становой зоны*, по данным А. С. Монякина (1957), циркононосные россыпи известны в бассейне р. Нижний Убукун. Содержание циркона  $0,2\text{--}2,4\text{ кг/м}^3$ . Возможны находки циркона ювелирного качества.

Высокие содержания циркона известны в золотоносных россыпях по р. Кручине. Отдельные фрагменты серо-сиреневых кристаллов достигают 2 мм. Они очень слабо просвечивают, трещиноваты. Тем не менее, сам факт находки зёрен циркона (гиацинта) величиною до 2 мм свидетельствует о возможности находок более крупных кристаллов ювелирного качества.

С целью поисков возможных источников ювелирного циркона следует провести ревизию отвалов золотоносных россыпей после анализа архивных и фондовых данных по россыпной золотоносности. Следует также провести анализ вероятности россыпеобразования в связи с площадями развития щелочных высокоглинозёмистых базальтов и щелочных гранитов, сиенитов и редкометалльных циркониево-ниобиевых альбититов.

В пределах Удоканского лавового плато в междуречье Лурбуна и Верхнего Ингамакита, по Ф. М. Ступаку (устное сообщение), среди базальтов известна находка довольно крупного (до 0,8 см) кристалла розового циркона. Этот факт представляет значительный интерес: подобного размера розовый циркон может оказаться пригодным для использования в ювелирном деле. Поэтому есть все основания для поисков циркона на указанной площади развития щелочных базальтов, обращая внимание на структурный элювий и делювиально-пролювиальные отложения.

### 7.1. Общие замечания

Благородный опал является одним из самоцветов, которые известны человеку с давних времён, и всегда высоко ценился. Он представляет собой аморфную разновидность природного кремнезема, содержащую до 30 % воды. Другими словами, это твёрдый гель, состоящий из воды и кремниевой кислоты. Со временем вода теряется, и камень тускнеет. Опал состоит из огромного количества мелких кристаллитов, которые образуют одинаковые по диаметру сферические частички кремнезёма. Это обеспечивает возможность многократного разложения в спектр белого света и, соответственно, его чарующую игру.

### 7.2. Условия нахождения в природе

Опал [Киевленко и др., 1982; Методические... , 1978, вып. 22] встречается либо в эффузивах и туфах как продукт поствулканической гидротермальной деятельности, либо в корах выветривания по гипербазитам (Иджимское проявление в Западном Саяне, Сарыкулболды в Северном Казахстане), либо в корах выветривания на осадочных меловых и третичных породах, в которых находятся знаменитые месторождения Австралии (Лайтнинг-Ридж и Уайт-Клифс в Новом Южном Уэльсе, Андамука и Кубер-Педи в Южной Австралии, Куннамулла и Ироманга в Квинсленде). Эти месторождения дают до 95 % мировой добычи благородного опала. Их особенностью является определённый профиль коры выветривания, в котором опалоносные породы представлены либо монтмориллонитовыми глинами (Лайтнинг-Ридж), либо каолиновыми силицифицированными породами (Уайт-Клифс). Кроме того, опалоносные породы находятся на контакте монтмориллонитовых и каолиновых глин, цементирующих конгломератоподобные породы (Андамука), в песчаниках, залегающих на глинах, или в галечниках, в которых опал концентрируется в виде четких прослоев галечникового горизонта мощностью 0,15–0,6 м (Куннамулла и Ироманга). Эти прослои похожи на конгломераты и состоят из рыхлого песчанистого материала с большим количеством глинистых галек, имеющих конкреционное строение и содержащих в центре благородный опал. Диаметр их варьирует от 6 до 150–200 мм. Иногда опал образует ветвящиеся прожилки. Для всех месторождений типичен так называемый кремнистый панцирь, под которым и находятся опалоносные слои. Другой особенностью опалоносных кор выветривания является повсеместное развитие гипса.

### 7.3. Перспективы нахождения благородного опала в Забайкалье

На территории Забайкалья известны лишь единичные находки благородного опала. Абсолютное их большинство относится к категории минералогических находок, и глубоко не изучалось. Исключение составляет лишь Эхэ-Горхонская находка обломка красно-оранжевого опала в аллювии р. Заза. Здесь в косовой россыпи среди гальки терригенно-эффузивных пород хысехинской свиты найден полуокатанный уплощен-

ный обломок жилы мощностью 1,0 см. Размеры обломка 0,8–1,1 × 2,0 × 4,0 см. Он полупрозрачен, разбит трещинами усыхания. Нужны поиски коренного источника, который должен находиться поблизости в эффузивно-терригенных отложениях хысехинской свиты. Опал в россыпи ассоциирует с агатом и сердоликом.

Типичный огненный опал в 1995 г. был обнаружен в долине Витима в 40 км выше железнодорожного моста жителями ст. Куанды во время охоты. Эта информация поступила от геофизика В. В. Альперта, работавшего в Удоканской экспедиции. Пять кусочков размером до 1,4 см из числа подаренных ему одним из первооткрывателей В. В. Альперт передал автору для определения и технологической оценки. Камень оказался технологичным и эффектно смотрится в ассоциации с золотом. Летом 1995 г. В. В. Альперт посетил проявление огненного опала и привёз образцы. Точное местонахождение проявления им не сообщено, но известно, что опал образует прожилки и гнёзда в породе, похожей на песчаник либо кварцит. Прожилки опала, судя по обломкам, имеют мощность 0,5–1,5 см (см. рис. 42). Это проявление, условно назовём его Витимское, высококачественного огненного опала может стать единственным месторождением высокоценного сырья в России. Судя по информации В. В. Альперта и общегеологической обстановке, огненный опал может быть связан с продуктами изменения ультрабазитов Шаманского массива в правобережье Витима либо в долине р. Талакан, и тогда должны тщательно обследоваться коры выветривания, может быть, под четвертичными отложениями, где они сохранены от выветривания. Находки огненного опала возможны также в осыпях. Кроме того, если эти опалы происходят из древней коры выветривания или зон воздействия низкотемпературных гидротерм в пределах Шаманского массива, следует обратить внимание на возможность их находок по всей его площади. Другим источником могут быть продукты изменения базитов буричинского комплекса, развитых по р. Талакан.

Следует иметь в виду, что благоприятная обстановка, напоминающая обстановку, в которой развиты опалы Австралии (на месторождениях Лайтинг-Ридж, Уайт Клифс, Йовах, Хейрике и др.), наблюдается в долине и бассейне р. Куанда, где под четвертичными отложениями (или в них) могут быть проявления благородного опала, особенно в полях развития ультрабазитов довыренского комплекса. Могут быть опалы и в дизъюнктивной зоне сочленения Шаманского массива и шаманской свиты в междуречье Таксимы и Талакана. Возможность обнаружения опалов в связи с корами выветривания в песчаниково-глинистых образованиях в бассейне нижнего течения р. Куанды может быть обусловлена подтоком кремнезёмистых растворов в кайнозойские рыхлые отложения по разломам, контролирующим долины Витима и Куанды.



Рис. 42. Обломки огненного опала и изделие из одного из них, оправленное в золото. Натуральная величина. Фото В. Г. Дианова

Несколько лет спустя коллекционер Блохин (устное сообщение) в приустьевой части долины р. Калакан обнаружил в рыхлых отложениях линзовидные тела огненного опала размером до 4–5 см и толщиной до 1–1,5 см.

Автором обнаружен зелёный опал на Шивычинском проявлении агата и цветного халцедона. Обломок размером 1 × 1,5 см характеризуется яркой игрой света. Опал отмечался в миндалинах из окрестностей оз. Цаган-Нур, а также в районе Абагайтуя. На этом проявлении, получившем название Илковское, опал встречается в газовых пузырях и тонких прожилках в нижнемеловых андезитах. В Забайкальском районе Читинской области в верхней части андезитового покрова на горе Молоканка в миндалинах, наряду с халцедоном, отмечен голубой опал. По данным М. А. Апенко (1967), опал пригоден для поделок. На проявлении возможен сбор коллекционных и поделочных образцов. Других сведений, за исключением единичных находок мелких (до 1–1,5 см) осколков опала в районе Агатной Сопки, а также проявления цветного халцедона Шивычи, не известно.



### 8.1. Общие замечания

В ювелирном деле используются две разновидности андалузита. Наиболее важная – это прозрачные, естественно огранённые кристаллы, из которых изготавливают гранёные вставки. Вторая – это «сигарообразные» (по выражению Дж. Синкенкеса) непрозрачные или просвечивающие кристаллы, нередко имеющие чёрные крестообразные включения углистого материала. В таком случае они называются хиастолитами. Цвет андалузита – серо-розовый, серо-зелёный, розовый, коричневатый, оливково-зелёный до ярко-зелёного. Очень редко встречаются двуцветные или полихромные кристаллы. На мировой рынок поступают в основном бразильские андалузиты из россыпей. Добывается андалузит также из россыпей с драгоценными камнями, в Шри-Ланке и Бирме. Хиастолиты относительно широко распространены в россыпях из контактовых зон андалузитовых сланцев и гранитов.

### 8.2. Условия нахождения андалузита

Андалузит является обычным пороодообразующим минералом слюдяных сланцев и гнейсов, возникающих в купольных структурах гипабиссальных гранитов; иногда образуется в приконтактных зонах пегматитовых жил. Несмотря на широкую распространённость, андалузит редко образуется в кристаллах ювелирного качества. Некоторое исключение составляют хиастолиты, имеющие относительно более высокую частоту встречаемости. В отличие от дистена, являющегося триклинной модификацией минерала состава  $Al_2SiO_5$ , андалузит образует кристаллы с гранями ромбической призмы. Возникает андалузит в условиях небольших давлений и высоких температур. Нередко он ассоциирует с кордиеритом, ставролитом. Андалузит – типичный минерал метапелитов в условиях фации эпидотовых амфиболитов. Ювелирные его разновидности связаны с гранитными пегматитами и кварцевыми жилами в зонах развития контактового, реже – регионального метаморфизма.

### 8.3. Перспективы территории Забайкалья на ювелирный андалузит

К настоящему времени ограночные разновидности андалузита в Забайкалье не обнаружены, но в ряде мест для этого имеются предпосылки. Известно около десятка минералогических находок андалузита, которые могут представлять интерес для изучения.

В *Восточно-Саянской зоне* в бассейне р. Большой и Малый Ургэдэй среди биотитовых гнейсов протерозойского возраста кристаллы андалузита длиной 10–15 см обнаружены в зальбандах коротких кварцевых жил. А. А. Шафеев, детально изучавший в 1964–1967 гг. метаморфическую зональность Юго-Западного Прибайкалья и хребта Хамар-Дабан (между ядром Утуликского синклинория и Большим Саянским разломом), в направлении с юга на север выделяет пять метаморфических зон: граната; ставролита и андалузита; силлиманита; мигматизации; гиперстена [Добрецов и др., 1972]. Первые три могут представлять интерес с точки зрения поисков ювелирных

разностей граната, ставролита, андалузита и силлиманита в участках контактового воздействия гранитоидов и связанных с ними пегматитов (см. рис. 43).

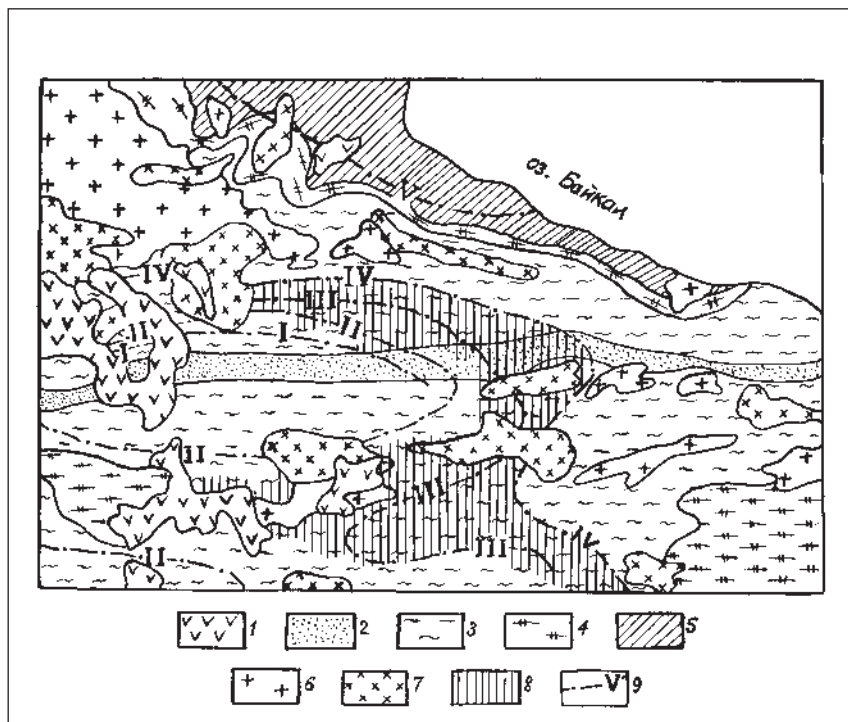


Рис. 43. Метаморфическая зональность Юго-Западного Прибайкалья (по Шафееву):

1 – неогеновые базальты. Докембрийские образования: 2 – шубутуйская свита (филлиты, слюдиисто-карбонатные сланцы, мраморы); 3 – корниловская и безымянская свиты (глинозёмистые и биотитовые сланцы, мраморы); 4 – харагольская свита (известковистые гнейсы, мраморы и кальцифилы); 5 – перевальная и култукская свиты (мраморы, биотитово-гранатовые гнейсы); 6 – протерозойские гранитоиды; 7 – нижнепалеозойские гранитоиды; 8 – поля массового распространения пегматитов; 9 – изограды: I – граната, II – ставролита и андалузита, III – силлиманита, IV – калишпата в метапелитах, V – гиперстена

В *Хэнтэй-Даурской зоне* образование крупных кристаллов андалузита возможно в связи с прогрессивным метаморфизмом терригенных пород куналейской свиты, а также в контактовых зонах турмалиново-мусковитовых пегматитов, связанных с гранитами асакан-шумиловского комплекса. Широко развиты андалузитовые сланцы с кварцевыми жилами, содержащими андалузит, в верховьях р. Горначихи. Кристаллы андалузита розового цвета достигают 5 см в длину. Поля андалузитовых сланцев в связи с контактовыми воздействиями гранитов в бассейне р. Чикой описаны Н. П. Костяковым, а также А. Д. Канищевым, Е. Т. Бубновым и Д. Х. Мансуровым.

В *Аргунской зоне* также известен ряд находок андалузита в связи с контактовым метаморфизмом метапелитов быркинской свиты. Андалузит представлен как собственно однородными его кристаллами (проявления Халтуйское, Старожила), так и кристаллами хиастолита (Богдатское, Халтуйское).

**Халтуйское проявление андалузита.** Аналогом Халтуйского проявления по качеству хиастолита может быть Богдатское, которое посещалось нами в 1961 г. Кристаллы имеют до 10 см в длину при 1–2 см в поперечнике и находятся в углистых сланцах в окрестностях одноимённого оловянно-бериллиевого проявления. Хиастолит хорошо полируется и пригоден для изготовления кабашонов и плоских вставок розового и серо-розового цвета. В 1985 г. хиастолитовые сланцы были описаны А. Ф. Озерским и Е. Л. Винниченко в бассейне Урюмкана и Урова.

Проявление расположено в верховье левых притоков р. Урулюнгуи, Бирка и Алгача (Александрово-Заводский район). Изучалось в 1960 г. на высокоглинозёмистое сырьё Хен-Мон-Бланом. Зона развития андалузита-хиастолита связана с контактовым метаморфизмом нижнепермских песчаниково-глинистых пород под воздействием биотитовых гранитов кукульбейского комплекса и связанных с ними пегматитов. В результате метаморфизма образовались вторичные кварциты, андалузитовые сланцы и контактовые роговики. Продуктивный горизонт сложен андалузитовыми сланцами с прослоями кварцитовидных песчаников и доломитовых мраморов. Мощность горизонта – 300–600 м, по простиранию прослежен на 3 км при ширине полосы 0,5–2,0 км; общая площадь выхода – около 5 км<sup>2</sup>. В 1983 г. В. Н. Зиновьевым (ПГО «Читагеология») проявление обследовано с целью оценки на ювелирное сырьё. После положительной оценки объект передан для изучения экспедиции «Байкалкварцсамоцветы». В 1987–1988 гг. Смоленским отрядом этой экспедиции (Беляевский, 1989) проведены горно-опробовательские работы, канавами вскрыто две сближенные субпараллельные зоны с содержанием хиастолита-сырца в трёх валовых пробах от 1,13 до 3,38 кг/т. Хиастолит был представлен в основном обломками кристаллов длиной 5–60 мм (среднее 20–30 мм) и поперечным сечением со сторонами субквадрата 3–20 мм, реже – от 5–8 до 10–14 мм. Хиастолит – серый, розовый, голубой, иногда – полихромный. Слабо просвечивает в тонких пластинках. В сечении, перпендикулярном оси с, наблюдается чёрный крест; 60–70 % кристаллов трещиноваты. Выход сырца, пригодного для изготовления заготовок для кабошонов, – 10–15 %. Из этого материала выход заготовок составил 65 %, а выход готовых кабошонов – из заготовок – 30–35 %. Выход готовой продукции (кабошон) составил 2,5–3,0 % от хиастолита-сырца.

Поверхность кабошонов зеркальная. Сырьё пригодно как редкий коллекционный и поделочный камень для изготовления кабошонов и плоских таблитчатых вставок. При площади прогноза 0,35 км на глубину 10 м, среднем содержании андалузита-сырца 2,26 кг/т, объёмном весе 2,43 т/м<sup>3</sup> прогнозные ресурсы составляют 19 200 т. Содержание торгового камня составляет 1,44 или 3,5 кг/м<sup>3</sup>.

Исходя из значительных объёмов минерализации и качества сырья, удовлетворяющего требованиям для изготовления товарных кабошонов и плоских таблитчатых вставок, Халтуйское проявление хиастолита рекомендуется для поисково-оценочных работ с опытной отработкой.

В целом Аргунская зона представляет собой один из перспективных регионов на ювелирный андалузит. Андалузит с дистеном, кордиеритом и гранатом широко развит в терригенных породах даурской и газимурской серий в участках их метаморфизма в условиях фации эпидотовых амфиболитов. Это же относится и к даурской серии нерасчленённой. Самые нижние горизонты даурской серии метаморфизованы гранитогнейсами урулюнгуевского комплекса с образованием пород, содержащих андалузит, кордиерит и гранат. Гранитогнейсы и метапороды даурской серии пересекаются дайками пегматитов, связанных с урулюнгуевским комплексом. В связи с ними в участках развития высокоглинозёмистых метапелитов можно ожидать образование крупных кристаллов андалузита (хиастолита, в том числе), кордиерита и граната. Крупнокристаллические образования андалузита, кордиерита и граната возможны в ксенолитах пород даурской серии, заключённых в позднерифейских ультраметаморфических гранитоидах, развитых в Нерчинском, Урюмканском, Газимурском хребтах, на северо-востоке Борщовочного хребта, в низовьях Урова, в контурах полихромных

гранито-гнейсовых куполов, особенно в контактовых зонах с кварцевыми жилами и пегматитами. Наибольший интерес могут представлять места их взаимодействия с поздними гранитоидами.

В лубиинской свите борщовочной серии в обрамлении Аникинского плутона развиты глинозёмисто-кварцевые сланцы, метаморфизованные в условиях фации эпидотовых амфиболитов [Геологическое строение... , 1997]. В участках контактового метаморфизма в них могут быть образованы крупные кристаллы андалузита и кордиерита. В юго-западном обрамлении Борщовочного хребта среди метаморфитов борщовочной серии развиты высокоглинозёмистые сланцы (Беляков, Шубкин, 1991). В результате их метаморфизма в условиях эпидот-амфиболитовой фации в связи с воздействием Борщовочного плутона, особенно на контактах с мусковитовыми пегматитами, вполне могут образоваться зоны с крупными кристаллами андалузита, включая хиастолит. По аналогии с Богдатским проявлением андалузитовые (хиастолитовые) сланцы могут быть обнаружены в составе углисто-слюдистых сланцев богдатской и алтачинской свит аргунской серии в зонах контактового воздействия гранитоидов. Андалузитсодержащие сланцы с розовато-серыми кристаллами андалузита, достигающими 5–6 см, известны в зонах контактового метаморфизма нижнебыркинской подсвиты в районе с. Бырка (падь Старожила).

В *Селенгино-Становой зоне* определённый интерес как возможный источник ювелирных андалузита и кордиерита может представлять малханский метаморфогенный комплекс, где развиты биотитовые, биотитово-роговообманковые плагиогнейсы, иногда содержащие гранат и кордиерит, а также глинозёмистые сланцы и кварциты с андалузитом и силлиманитом. В связи с широким развитием пегматитов в полях малханского комплекса, а также купольных структур, обусловленных внедрением гранитоидов, в их контактовых зонах могут быть ювелирные андалузит и кордиерит в пределах Малханского, Заганского, Яблонового, Черского и других хребтов Западного и Центрального Забайкалья.

В *Удино-Витимской и Хилок-Витимской* подзонах в бассейне р. Каренга и в южной части Западно-Становой зоны, в бассейне р. Белый и Чёрный Урюм, в районе пос. Букачача, подобные образования с андалузитом могут быть в иргаинской свите. В отложениях тыпинской свиты известна Богоджейская находка андалузитовых сланцев, образующих пачки мощностью до 50 м, прослеживающиеся по простиранию на 500–3500 м. Андалузит в виде порфиробласт величиной до 5 см; как ювелирное сырьё не оценивался. Среди пород этой же свиты в междуречье Витима и Нерчи, представляющих собой небольшие останцы кровли и тектонические блоки (50–120 км<sup>2</sup>) в полях раннепалеозойских и более молодых гранитоидов, севернее Хулуглинской зоны разломов (реки Тыпа, Юмурчен, Укшакинда), известны пятнистые андалузитовые сланцы [Геологическое строение ..., 1997].

В *Кодаро-Удоканской зоне* в борсалинском комплексе андалузитовые сланцы широко развиты. В пределах восточной части зоны (Удокано-Каларский прогиб, гольцы Бурпала, бассейн р. Калакан) С. П. Кориковским описана полоса прогрессивного метаморфизма шириной около 50 км [Добрецов и др., 1972]. В ней выделено пять сменяющихся зон метаморфизма (с СЗ на ЮВ): биотитовая (хлоритовая, по Кориковскому), гранатовая, андалузит-ставролитовая, андалузит-кордиеритовая и силлиманитовая. В указанном районе в отдельных местах встречаются крупные кристаллы граната, кордиерита, андалузита. Возможны находки их ювелирных разновидностей. Андалузит в ассоциации с кварцем, гранатом, мусковитом и биотитом, иногда ставролитом,

известен в Итчилякской зоне [Кривенко, Пинаева, 1987]. В верховьях р. Олдонгдо столбчатые кристаллы розоватого андалузита длиной до 7 до 0,5 см в поперечнике описаны в мусковитово-андалузитово-турмалиновых пегматитах, находящихся в метаморфических породах икабийской свиты вблизи выхода мелкозернистых гранитов. Протяжённость жил по простиранию достигает 20 м при мощности 5–10 м.

В *Прибайкальской зоне* в пределах Абчадской структуры перспективен на ювелирный андалузит водораздел р. Солоскит и Малый Ажиткан, где на контактах бериллово-альбитово-микроклиновых пегматитов с диафторированными гнейсами в последних образуются крупные кристаллы прозрачного синего и голубого кордиерита (2–26 см по оси *c* и 1–3 см по осям *a* и *b*), а также серовато-розовые до коричневого кристаллы андалузита (1–8 × 5–20 см). Кордиерит и андалузит пригодны для ювелирных работ. С ними ассоциирует аквамарин. Проявление перспективно на ограночное и коллекционное сырьё. Рекомендуются поисково-оценочные работы. В хребте Унгдар (северный водораздел р. Аэлита и Мечта) в пределах Абчадской антиклинали известно пегматитовое проявление берилла Мечта. Вмещающие пегматиты диафторированные гнейсы рассечены кварцевыми жилами. Диафториты и кварцевые жилы содержат кристаллы розового андалузита 1–2,5 см в поперечнике, а также васильково-синий кордиерит. Проявление перспективно на ювелирный и коллекционный андалузит и кордиерит. Территория обрамления Абчадского разлома представляется высокоперспективной на ювелирные андалузит и кордиерит в полях развития пегматитов и кварцевых жил в диафторированных гнейсах.

Оценивая территорию Забайкалья на андалузит и сопутствующий ему кордиерит ювелирного качества, можно сказать, что вероятность их находок, как указывалось выше, наиболее высока в местах развития мусковитсодержащих пегматитов среди высокоглинозёмистых пород в купольных структурах, образованных вследствие внедрения тел гранитоидов на относительно небольших глубинах.

### 9.1. Общие сведения

Кристаллосырьё группы кварца издавна используется в различных областях человеческой деятельности в связи с тем, что кварц по сравнению с другими минералами значительно чаще образуется в виде совершенных кристаллов. Как сказано в первой части монографии [Юргенсон, 2016, раздел 5.5], кристаллы кварца обладают широкой цветовой гаммой в сочетании с прозрачностью, сильным стекляннным блеском, достаточно высокой прочностью в комплексе с относительно хорошей технологичностью обработки, что в значительной мере и определило его популярность как ювелирного камня. Среди кристаллов кварца в зависимости от окраски принято выделять кварц бесцветный или собственно горный хрусталь, жёлтый различных оттенков – цитрин, дымчатый (от серо-дымчатого до розовато- или сиреневато-дымчатого) или раухтопаз, сиреневый до фиолетового и пурпурного – аметист, розовый кварц двух видов – льдистый, матово-прозрачный – из кварцевых ядер камерных пегматитов, и светло-розовый в виде прозрачных кристаллов, образующихся на поздних стадиях формирования литиево-фосфатных пегматитов [Балицкий и др., 1996]. Кроме того, широко распространён чёрный непрозрачный кварц – морион. Природа окраски кварца относительно хорошо изучена. Все цветовые аналоги природных кристаллов кварца успешно выращиваются на специальных заводах. Сводка по природе окраски кристаллов кварца и условиям их образования дана в работах В. С. Балицкого и др., [1981] и нами [Юргенсон, 1984, 2016].

В связи с тем, что все цветовые разности кварца производятся в значительных объёмах в России, Германии, Франции и США, цены на природные камни не высоки. Тем не менее, если природные камни точно диагностированы, они ценятся выше выращенных. Цены на огранённый цитрин составляют 1,0–10,0 долл. за карат, на дымчатый кварц – 0,25–2,00 долл. за карат. Аметист ценится значительно выше – 3–30 долл. за карат огранённого камня.

Забайкалье было одним из исторических центров добычи оптического и ювелирного кварца. Основные месторождения здесь связаны с камерными пегматитами Адун-Челона, Борщовочного кряжа и Мензинской пегматитовой полосы. Но, начиная с 50-х гг. XX в., Забайкалье утрачивает своё былое значение в связи с открытием Полярно-Уральской хрусталеносной полосы, камерных пегматитов на Украине (Коростеньский гранитный массив), в Казахстане (Кент, Акджайляу и др.). Тем не менее, несмотря на истощение крупных камер ряда пегматитовых тел, перспективы для находок новых тел и новых камер и миарол в известных телах не исчерпаны. В целом же, по оценкам Е. Я. Киевленко [1980], Н. И. Морозовой и других [Методические..., 1979, вып. 21], месторождения горного хрусталя Забайкалья относятся к мелким. Опыт изучения кварцевого кристаллосырья этих месторождений свидетельствует о высоком их качестве как ювелирного сырья, особенно это касается розово-дымчатых разновидностей.

Для территории Бурятии последняя сводка по кварцевому оптическому и ювелирному сырью была сделана В. Ф. Рукавцом и В. М. Ладаевой в 1983 г., составлена со-

ответствующая карта масштаба 1 : 1 500 000. Авторами учтены все находки кристаллов кварца, могущие иметь поисковое значение. Общее их число составило 93 точки. Нами учтен лишь 71 объект, имеющий какое-либо отношение к ювелирному или оптическому кварцу. Остальные объекты мы сочли не заслуживающими внимания с точки зрения пригодности в качестве возможных источников ювелирного сырья.

По территории Читинской области специализированная на пьезооптический и ювелирный кварц сводка была составлена в 1954 г. А. М. Лейтесом. Нами учтено 106 объектов (Юргенсон и др., 1996). В целом по Забайкалью учтено 177 объектов. Среди них в отдельную группу выделены аметист и аметистовидный кварц (36 объектов).

Формационная типизация объектов проведена с учетом методических указаний [Методические указания... , 1979, вып. 21]. Выделены формации гранитных пегматитов, апогранитных грейзенов (или миароловых гранитов), безрудных кварцевых жил, рудоносных кварцевых жил, миндалекаменных зффузивов, россыпей.

## 9.2. Аметист

На изучаемой территории не известно ни одного собственно аметистового месторождения. Весь небольшой объём добытых камней был попутно извлечён из пегматитов Киберевских копей, Анги, Мулиной горы. Тем не менее, находки аметиста и аметистовидного кварца нередки: зафиксировано 36 находок и проявлений этого ценного самоцвета.

### *9.2.1. Некоторые особенности генезиса аметиста и формационная типизация*

При оценке на аметист пегматитов следует иметь в виду, что аметистовая минерализация типична для тех из них, где развито позднее кварцеобразование с условиями, способствующими вхождению в кварц  $Fe^{3+}$  и Li в качестве компенсатора, а также возможности последующего облучения в недрах, т. к. само по себе вхождение  $Fe^{3+}$  и Li структуру кварца без последующего облучения аметистовой окраски не даёт.

Известно, что аметисты образуются в завершающую стадию гидротермального процесса при относительно низких (менее 200 °С) температурах и давлениях из силико-карбонатных водных растворов, обогащённых железом, литием, калием, имеющих рН не выше 6, с высокой активностью ионов железа. Этот процесс на практике выражается в широком развитии железистых карбонатов. Миндалины с аметистом, как правило, находятся в базальтах или андезито-базальтах, претерпевших интенсивное изменение, фиксирующееся обильным образованием железистых гидрослюд, ферригаллуазита и ферримонтмориллонита. Вмещающие породы разрыхлены, интенсивно обохрены и имеют рыжевато-бурую окраску. Как правило, это верхние части лавовых покровов. Лучшие аметисты образуются в минерализованных трещинах в кварцево-хлоритовых и кварцево-слюдистых сланцах, гранитоидах, обогащённых железом в подвижных формах. В них аметист ассоциирует с горным хрусталём, кальцитом, гематитом, анкеритом, сидеритом. Как и вся группа горного хрусталя, аметист образуется в достаточно широком диапазоне условий и процессов.

Выделяются следующие формационные типы: 1) гранитных пегматитов с подтипами камерных (миароловых – камерных) [Киевленко и др., 1982] и миароловых (миароловых – занорышевых) [Киевленко и др., 1983]; 2) безрудных кварцевых жил с выделением собственно хрусталоносных жил в метаморфических породах зеленосланцевой фации и минерализованных трещин в гранитоидах; 3) рудоносных

кварцевых жил (малоглубинных золото-серебряной, золото-полиметаллической и кварцево-флюоритовой формаций и формации железорудных метасоматитов); 4) вулканогенно-гидротермальный (миндалекаменных эффузивов); 5) экзогенный (россыпей) [ Юргенсон, 2001].

Как особый вид аметистового сырья выделяют также аметистовые щетки и аметистовидный кварц, которые могут присутствовать в месторождениях всех формаций.

### 9.2.2. Изученность Забайкалья на аметистовое сырьё

**Формация гранитных пегматитов.** В *Аргунской* зоне аметист известен в пегматитах Борщовочного плутона (Киберева гора, Буторихинское поле) (см. рис. 44), где он добывался попутно в прошлом веке; Цаган-Олуевского массива (Белетуевские жилы, Яма Сабанцева).



Рис. 44. Аметист. Киберева гора  
[по: Юргенсон, 1997]

В *Хэнтэй-Даурской* зоне в ассоциации с дымчатым кварцем аметист добывался в Ангинских камерных пегматитах, связанных с асакан-шумиловскими гранитами. Описание его дано ниже в разделе о горном хрустале.

В западной части Селенгино-Становой зоны в Малханском пегматитовом поле, связанном с гранитами харалгинского комплекса, образующими Орешный и Большереченский массивы, на его восточной окраине известны жилы с аметистом. Проявления аметиста на участках Зимовейный и Скакунья открыты Чикойской ПРП экспедиции «Байкалкварцсамоцветы» в 1985–1987 гг. Жилы участка Скакунья находятся в зоне экзоконтакта ранней фазы харалгинского комплекса,

представленной биотитовыми порфиroidными среднезернистыми, реже крупнозернистыми массивными, иногда гнейсовидными гранитами. На Зимовейном участке жилы с аметистом находятся в лейкократовой разности этих же гранитов. Пегматиты – существенно микроклиновые в отличие от олигоклазово-микроклиновых, продуктивных на цветной турмалин.

В *Хамар-Дабанской* зоне в граносиенитах протерозойского возраста известно Ключевское проявление шлировых и мелкокамерных пегматитов с полостями  $10 \times 10 \times 20$  см, иногда –  $30 \times 35 \times 60$  см, содержащими друзы дымчатого кварца, ассоциирующего с аметистом, головки которого окрашены в бледно- до тёмно-фиолетового цвет. Кристаллы трещиноваты, покрыты корочкой халцедона, короткостолбчатые, величиной от 1,0 до 3,5 см по оси *a* и 2,0–4,5 см по оси *c*. Перспективы объекта не ясны, но вероятность находок полостей с кристаллами без позднего халцедона реальна. Это проявление отнесено к пегматитовому типу с неопределённой долей условности, так как оно имеет признаки и безрудных кварцевых жил, и минерализованных зон.

В *Баргузинской* зоне в бассейне р. Уро, в пределах Уринского пегматитового поля, связанного с витимканскими гранитами, широко развиты миароловые пегматиты (участок Гари). Аметист совместно с кристаллами других разновидностей кварца (горный хрусталь, дымчатый кварц, морион) встречается в занорышах размерами от  $10 \times 15$  до  $1 \times 1,5$  м. Он образует как самостоятельные кристаллы 0,5–1,0 см по оси *a* и 2,0–2,5 см по оси *c*, так и скипетровидные наросты на дымчатом кварце. Окраска – от



бледно-сиреневой до густо-фиолетовой. О пригодности их для фасетной огранки сведений нет. Из 9 изученных В. И. Беляевским (1992) кристаллов дымчатого кварца два имели бездефектные области I сорта для фасетной огранки; часть кристаллов кварца имеют тонкоигольчатые включения шерла, создающие эффект «волосатиков» и обеспечивающие высокую декоративность при изготовлении кабошенов. Присутствует и розовый кварц. Наряду с кварцем практический интерес представляет и салатно-зелёный амазонит с крупной (до 30 см) блочностью. В период между 2001–2005 гг. в пегматитах Уро обнаружены эффектные кристаллы кварца – волосатики, среди которых встречаются аметриноподобные экземпляры.

*Формация безрудных кварцевых жил* представлена девятью объектами. Все они относятся к категории минералогических находок. Все объекты с аметистом, находящиеся в южной части Восточного Забайкалья, локализованы либо в гранитоидах кыринского комплекса (Онкоекское, Верхне-Онкоекское, Нижне-Онкоекское и Шугутуйское, Хапчерангинское), либо в осадочно-вулканогенных толщах юрского возраста (Тарбальджейское и Хадабулакское), либо в верхнепермских песчано-сланцевых толщах (Курултыкенское). Везде аметист или аметистовидный кварц находится в секущих трещинах, оперяющих относительно крупные тектонические структуры.

Нами посещено Онкоекское и Хадабулакское проявления. Хадабулакское проявление находится в Борзинском районе в 30 км к СВ от ж.-д. станции Борзя, в окрестностях с. Хадабулак. Открыто одним из местных жителей. Ю. И. Тулугуровым в 1975 г. в процессе проверки этой заявки установлено широкое развитие брекчирования и аргиллизации порфиритов. В отвалах старательских работ обнаружены обломки слабоокрашенного аметиста, молочного и розового кварца, синеватого халцедоно-видного кварца, хорошо образованные кристаллы кварца, иногда аметистовидного, что указывает на наличие полостей с кристаллами. Участок рекомендован для проведения поисково-оценочных работ на камнесамоцветное сырьё М. Г. Кычаковым в 1993 г.

*Бургусутайское проявление* аметиста и аметистовых щёток относится к формации безрудных жил, спецификой которых является локализация в верхнеюрских-нижнемеловых андезибазальтах вне видимой связи с процессом заполнения миндалин. Проявление открыто автором при участии Т. Н. Юргенсон в 1992 г. в придорожном карьере на водоразделе падей Бургусутай и Бейлесутай в западном борту Тургино-Харанорской приразломной впадины (см. рис. 45) в 7 км южнее пос. Шерловая Гора.

Оно представлено зоной тонких (2–7 см) крутопадающих ветвящихся кварцевых жил суб-

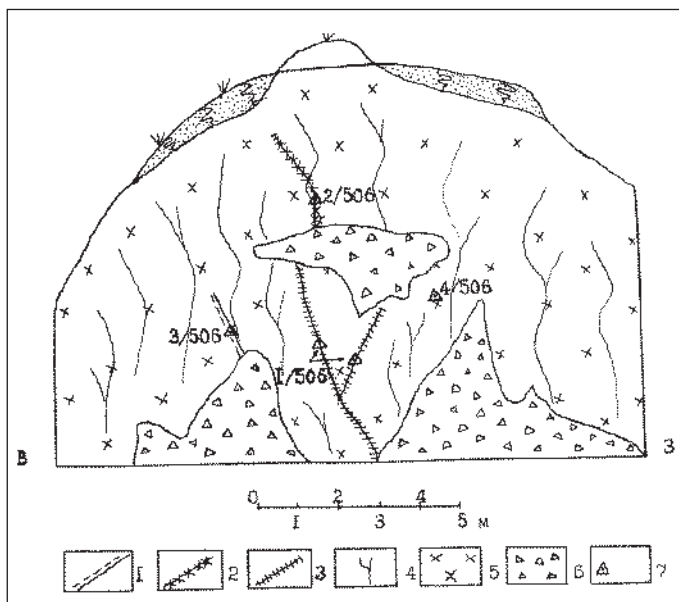


Рис. 45. Схема геологического строения Бургусутайского проявления аметистовидного кварца:

- 1 – трещины с гидроокислами железа; 2 – жила с аметистом;
- 3 – жилы халцедоновидного кварца; 4 – трещины;
- 5 – микродиорит; 6 – осыпь; 7 – место взятия образца и его номер

меридионального простирания. Строение жил зональное. Приконтактные части сложены тонкозернистым тонкополосчатым, иногда халцедоновидным, кварцем, осевые части – шестоватый кварц, часто представленный аметистом. По простиранию жилы прослежены на 6 м. Кристаллы имеют размеры 3–6 мм в длину, 2–4 мм в поперечнике. Цвет сиреневый до фиолетового. Сырьё может быть отнесено к III сорту аметистовых щёток и коллекционному. На известном месторождении аметистовых щёток мыс Корабль (Карелия), где отдельные щётки достигают 2 дм<sup>2</sup> площади (Киевленко и др., 1987), учёт запасов производится в дм<sup>2</sup> площади. При предполагаемой длине жил до 50 м, глубине их распространения 10 м и выходе сырца 60 %, а сортового материала – 20 %, для трёх жил прогнозные ресурсы категории Р<sub>2</sub> по состоянию на 01.01.98 г. учтены в количестве 72 000 дм<sup>2</sup> сырых аметистовых щёток при выходе сортового материала 20 %.

Бургусутайское проявление представляется одним из фрагментов зоны окварцевания, проявления которой отмечал в 1829 г. А. Таскин при описании «долины Онон-Борзинской». Он обращал внимание на «...кварц белого и луково-зелёного цвета, похожий на праз (празем – Г. Ю.), он образует незначительные прожилки, пересекающие породу по разным направлениям, особенно по долине Ариден-Кондую или просто Ариде; но прожилки кварца зелёноцветного чаще всего встречаются при вершине долины Харгуйтуя, например, в ущёсе Алтан-эмян и близ онаго» [Таскин, 1829]. Встречается он и «мелкими кристалликами, сидящими в пустотах» в сланце. Зелёную окраску при выветривании приобретает, как известно [Юргенсон, 1984], только аметист или аметистовидный кварц. Если учесть, что аметист развит в эффузивах по Бургусутаю (водораздел падей Бургусутай и Бейлесутай, входящих в ту же структуру, что и Ариден-Кондуй), то можно предположить продолжение Бургусутайской аметистонной зоны на юг, в долину Кондуя, Харгайтуя.

Среди объектов рассматриваемой формации наиболее интересным представляется Тошальгольская группа проявлений аметиста в *Прибайкальской зоне* в гранитах витимканского комплекса в пределах полей развития оперяющих трещин Тошальгольского разлома. Здесь в брекчированных окварцованных гранитах в 1970–1971 гг. П. Ф. Зайцевым, В. Н. Бабанским и другими в верховьях р. Тошальго выявлены участки с густой сетью прожилков мощностью 8–10 см. Их плотность на 1 м<sup>2</sup> достигает 4–12 штук. Участки окварцевания имеют площади 70 × 200–300 м, а также 40 × 300 и 140 × 180 м. В раздувах прожилков развиты полости с размерами до 20 × 60 см, выполненные отдельными кристаллами, друзовыми сростками аметиста и дымчатого кварца. Аметист образует кристаллы от светло- до тёмно-фиолетового цвета, полупрозрачные, трещиноватые, в поперечнике 3–4 см (иногда до 6 см) и 3,5–6,0 см в длину, с преимущественным развитием граней ромбоэдра. Кристаллы дымчатого цвета имеют меньшие размеры.

**Формация миндалекаменных эффузивов.** К ней отнесено 17 объектов. Все они связаны с позднемезозойским вулканизмом, широко представленным в бортах депрессии, трассирующих шовные зоны глубинного заложения, имеющие северо-восточное простирание. Основная масса проявлений аметистовой минерализации локализована в базальтах и андезибазальтах верхних частей вулканических покровов вблизи от жерл и характеризует жерловую фацию с широко развитой гидротермальной деятельностью. Практически повсеместно миндалекаменные базальты наряду с агатом, халцедоном, горным хрусталём и дымчатым кварцем содержат и аметист. Но последний в большинстве случаев развит значительно менее интенсивно, чем остальные раз-

новидности кварца. Для образования аметиста необходимо наличие некоагулирующей примеси трёхвалентного железа в порции водо-силикатного раствора-расплава, впрыснутой в полость, оставшуюся после дегазации пузырьчатых лав. Миндалины, содержащие кристаллы кварца, отличаются относительной тонкостью халцедоновидной корки, коричневым цветом вмещающей массы базальта или андезибазальта, как правило, рыхлой за счёт растворения железистых силикатов и стекол, а также присутствием сине-зелёного или голубовато-зелёного селадонита. При этом концентрация трёхвалентного железа должна быть невысокой. Это необходимо для того, чтобы оно не давало собственной минеральной фазы и накапливалось в растворе по мере кристаллизации основной части кремнезёма. Для этого необходимо присутствие либо карбонат-иона, либо фтора для слабого подкисления раствора, т. к. железо входит в кварц преимущественно при рН менее 7, но не более 6.

Исходя из сказанного, поисковыми признаками аметистосодержащих миндалин являются: 1) обохренность вмещающих эффузивов; 2) наличие в них миндалин и прожилков карбоната; 3) преимущественное развитие тонкостенных миндалин; 4) наличие тонких прожилков аметистовидного кварца либо трещин, выполненных щётками аметиста.

Наиболее яркими примерами таких аметистоносных миндалекаменных эффузивов являются трапповые покровы в Бразилии и Уругвае в бассейне р. Параны. Здесь скопления кристаллов локализованы в верхних частях лавовых потоков, сложенных миндалекаменными витробазальтами (мандельштейнами). Повсеместно витробазальты аргиллизированы. Именно к этому типу относятся знаменитые месторождения Риу-Гранди-ду-Сул (Бразилия), Артигас, Такуарембо, Сальто и Пайсанду (Уругвай). Месторождения Армении и Мулина гора в Забайкалье также относятся к этому типу.

Однако указанные признаки аметистоносности характерны для аргиллизированных андезибазальтов и трахибазальтов, имеющих относительно крупные миндалины, в которых возможны находки кристаллов аметиста, содержащих монообласти для фasetной огранки, кабошонирования или галтовки. Такие миндалекаменные эффузивы изливались, возможно, как следует из материалов Ф. М. Ступака [1995], в подводных озёрных условиях.

Иной облик имеют аметистоносные базальты ичетуйской свиты в пределах Джиндинской зоны (данные В. И. Беляевского и др., 1989). Они содержат большое число относительно небольших плотных миндалин, сложенных дымчатым и аметистовидным кварцем. Основная масса чёрного базальта очень слабо изменена, и вся порода представляет собой довольно крепкий агрегат, пригодный для использования в качестве своеобразного декоративно-подделочного материала. В участках развития крупных (до 10 см) миндалин все признаки миндалекаменных аметистоносных мандельштейнов аналогичны описанным выше. В левобережье р. Армак Е. Е. Зеленским и другими (1981) среди базальтов ичетуйской свиты закартированы аметистоносные миндалекаменные трахибазальты. Размеры кристаллов аметиста – 1–10 мм в поперечнике. В. И. Беляевским и другими в 1986–1989 гг. на проявлении проведены прогнозно-поисковые работы. Особенности аметистовой минерализации позволили автору отнести её к наиболее перспективному генетическому типу, связанному с эффузивными породами основного состава, подобно известным месторождениям в Бразилии, Уругвае и Австралии. В качестве перспективных В. И. Беляевским названы Алцакская и Санигинская площади.

Аметистоносность подобных эффузивов установлена нами и в верхнем течении р. Торей, левого притока р. Джиды. Число миндалин – 5–20 шт. на 1 м<sup>2</sup>, размеры – 1–10 см, головки аметиста – 0,3–0,6 × 0,2–0,3 см.

В пределах *Хэнтэй-Даурской зоны*, в Алтан-Кыринской депрессии, в левобережье р. Онон широко развиты эффузивы среднего и основного состава верхнеюрского возраста, среди которых известны многочисленные проявления миндалекаменных базальтов и андезитобазальтов, с которыми связаны коренные, элювиально-делювиальные, пролювиально-коллювиальные россыпи миндалин халцедонового состава, содержащих жеоды с аметистом. К ним относится Переднеалтанское проявление миндалекаменных оливиновых базальтов, содержащих трубообразные полости с кристаллами кварца, редко имеющими аметистовые головки. Аметист известен также на Шивычинском проявлении агата и в приустьевой части р. Дальние Шивычи, где он изредка встречается в миндалинах и прожилках. Миндалины с аметистом обнаружены Б. Г. Елдаковым и А. С. Виноградовым в 1974 г. в приустьевой части р. Долонго, в междуречье Былыры и Тырина в базальтах джаргалантуйской свиты; диаметр миндалин – до 10 см, кристаллы аметиста – до 1 см. Оценка на ювелирное сырьё не проводилась. Объект заслуживает дальнейшего изучения.

В пределах Курулга-Джаргалантуйской агатоносной площади аметист и аметистовидный кварц обнаружен нами на водоразделе падей Джаргалантуй и Анкаикта. Здесь коренные выходы базальтов с миндалинами, заключающими мелкие кристаллы аметиста, прослеживаются в полосе 1–1,2 км в субмеридиональном направлении. Миндалины с аметистом встречаются также и в россыпях в полосе СВ простирания шириной 0,5–0,7 км. Размеры миндалин – 0,5–10 см, кристаллов аметиста – 0,2–1,0 см.

В *Агинской зоне* аметистовидный кварц известен в жеодах базальтов бырцинской свиты (падь Гашун), а также в открытом М. Г. Юргенсон проявлении Марьино в вулканических постройках в бассейне р. Хойто-Ага. Здесь на водоразделе ручьёв Сахюрта и Хобдори в меловых миндалекаменных базальтах обнаружены миндалины (1–15 см), содержащие аметистовидный кварц в виде кристаллов 1–15 мм. Кроме того, обнаружены щётки и корки аметистовидного кварца, имеющие площадь до 5 × 6 × 6–5 × 6 × 8 см. Кристаллы – бледно-сиреневой окраски, длина – до 10 мм. Среди миндалекаменных базальтов Дурулгуевской впадины, в западных окрестностях оз. Цаган-Нур, в интенсивно обохренных их разностях встречаются зоны, обогащённые относительно крупными миндалинами (до 15 см по длинной оси), часто уплощёнными, содержащими аметист и аметистовидный кварц. Аметистовые головки кристаллов достигают 0,5 см. Целесообразно провести поисково-оценочные работы для определения ценности сырья, площади распространения и закономерностей размещения миндалин с аметистом.

В *Аргунской зоне* аметистоносность юрских и меловых базальтов известна с XVIII в., но основные разработки их на аметист начались после открытия жеод с ним на *Мулиной горе*. Мулина гора, находящаяся в 1,5–2,5 км к западу от с. Мулино, представляет собой асимметричную возвышенность с отметкой 760,8 м, круто обрывающуюся к р. Калдыгатуй, огибающей её с юга. Месторождение изучалось автором в 1991–1992 гг. Площадь месторождения сложена верхнеюрскими миндалекаменными базальтами и андезито-базальтами шадоронской серии. В краевой части покрова, обнажённого в обрывах долины реки, выходят интенсивно обохренные рыхлые пузырчатые и шаровые лавы; миндалинами заполнена лишь незначительная часть пузырей-пустот. Концентрация миндалин подчиняется положению линейных зон.

В них же, по данным В. Титова, «...шары, наполненные аметистами, идут в одной только выработке, как бы узким штоком» [Титов, 1855]. Коренные обнажения, частью представляющие собой следствие старинных «работ», длиной 18–30 м, прослеживаются на протяжении 1,5 км. Мощность миндалекаменного горизонта – 2,5–3,0 м. Вероятно, он не единственный, так как на всхолмленном пологом склоне горы, на пашнях, встречаются участки элювиально-делювиальных россыпей агат-халцедоновых миндалин площадью  $5 \times 20$  м и более, до  $30 \times 60$  м. Размеры миндалин – от 1 до 25 см. В настоящее время крупные миндалины (до 10–12 см) встречаются редко. Они сложены в основном серым, голубовато-серым халцедоном. Особенностью миндалин Мулиной горы является наличие в них кристаллов горного хрусталя, реже – аметиста (см. рис. 46).

Содержание миндалин с аметистом – не более 10 %. Диаметр шарообразных миндалин с аметистом – до 20 см. Последний обычно окрашен в бледно- или светло-сиреневый цвет. Кристаллы густой окраски редки. Длина – до 10 см, но бездефектные аметистовые участки редко превышают 2 см. Месторождение, судя по тому, что А. Таскин в 1828 г. вёл разведку на горе Далан-Чолон к югу от Кулусутая в надежде, как он сообщал в 1829 г., найти здесь образования такие же, как на горе Мулиной, отрабатывалось задолго до этого времени. Добыча шаров с аметистами была успешной, по крайней мере, вплоть до 1855 г., когда месторождение посетил В. Титов. В известном очерке о цветных камнях Нерчинского края он сообщал, что проводились «работы, первоначально разносами и разрезами, потом чудскими выработками без крепей, без целиков, которые могли бы поддерживать своды; длина выработок – от 6 до 8 м, ширина – от 10 до 13 м, высота – от 2 до 0,75 м, причём масса миндального камня более  $100 \text{ м}^2$ , толстым слоем висит над головой, но не было случая, чтобы она обрушилась, хотя и бывают небольшие обвалы» [Титов, 1855, с. 484–485]. В настоящее время все эти навесы обвалились и образовали огромные осыпи. Но старатели вновь вскрыли продуктивный горизонт, хотя миндалины с аметистом встречаются редко.

При поисках зон, обогащённых аметистоносными миндалинами, необходимы специализированные работы, которые следует проводить с учётом поисковых признаков, изложенных выше.

Оценка перспектив Мулиной горы различными авторами неоднозначна. Тем не менее, любые геологически грамотные работы приводили к добыче миндалин с аметистовидным кварцем. Аметист и аметистовидный кварц Мулиной горы, по нашим данным (Юргенсон, 1996), хорошо галтуется, и из него могут быть получены товарные бусы. Кроме того, жеоды с аметистом представляют собой ценный коллекционный материал. При мощности содержащего миндалины горизонта 2,5–3,0 м (среднее 2,75 м) при ширине продуктивной зоны 18–30 м (среднее 24 м) и протяжённости 1,5 км объём продуктивной зоны составляет  $99\,000 \text{ м}^3$ . При ориентировочном содержании миндалин  $3 \text{ кг/м}^3$ , выходе из них миндалин с аметистом около 10 % ( $0,3 \text{ кг/м}^3$ )



Рис. 46. Жеода с аметистом, Мулина гора.  $6 \times 7$  см

и коэффициенте надёжности прогноза 0,5 оценка прогнозных ресурсов категории  $P_2$  по состоянию на 01.01.98 г. составляет 14 850 кг аметистовидного кварца (Юргенсон, 1998).

С нижнемеловыми базальтами годымбойской свиты связана аметистовая минерализация в миндалекаменных их разностях в пади Жипкагуча и в пределах Уровской депрессии. Специальных работ по оценке этих находок аметиста не проводилось. С учётом крупных (до 10–20 см) миндалин с аметистами, по-видимому, целесообразно их обследовать. В СВ части Ундино-Даинской депрессии в бассейне р. Даи известны проявления аметистовых миндалин (Шивиинское, или гора Бурунда) и небольших трубообразных тел с аметистами (гора Кремлевка).

На *Шивиинском проявлении* миндалины с аметистом встречаются как на пашнях, на склонах горы Бурунды, так и в коренном залегании. Диаметр миндалин – до 6 см, аметист – в кристаллах до 1–2 см, сиреневой и бледно-фиолетовой окраски. Проявление обследовано автором в 1972 г., изучалось с проходкой траншеи Шивиинской партией (С. П. Шубкиным, Е. А. Беляковым, И. П. Боляковым) в 1987–1990 гг. *Проявление горы Кремлевки* отличается локальным сгущением аметистосодержащих миндалин, имеющих иногда форму небольших (15–30 см) трубообразных тел со щётками и мелкими друзами горного хрусталя, дымчатого и аметистового кварца. Они приурочены к водораздельной части горы. Имеется небольшой карьер, образованный старательскими отработками. Кристаллы имеют размеры до 1–1,5 см, в среднем 0,4–0,8 см, и могут быть использованы для галтовки и (не более 0,5–1,0 %) для изготовления кабошонов, а также как дешёвое коллекционное сырьё. Проявление посещалось автором в 1974 и 1989 гг. Специальных работ с проходкой горных выработок не проводилось. Оба проявления находятся вблизи от оживлённой транспортной магистрали Сретенск – Балей и Балей – Шелопугино.

В *Удино-Витимской зоне* среди базальтов Инэлоктинского покрова хысехинской свиты в долинах рек Инэлокты и Кулурихты В. И. Пановым, В. М. Ладаевой и другими закартированы пять потоков шаровых лав, имеющих червеобразные каналы с раздувами и замкнутые полости, размеры которых варьируют от  $5 \times 10$  до  $10 \times 15 \times 80$  см. Полости составляют до 15 % объёма покрова. В них присутствуют халцедон, агат, яшма, опал, а также аметист и исландский шпат. Наиболее насыщены аметистом и исландским шпатом верхние горизонты лав и перекрывающие их слои трахиандезитов. Аметист бледно-фиолетовый, кристаллы –  $0,2 \times 0,3$ – $1,5 \times 2,0$  см. Специального изучения для оценки пригодности аметиста как ювелирного сырья не проводилось. Судя по имеющимся данным, здесь могут быть как ювелирные разности аметиста, так и аметистовые щётки. Аметисту сопутствует горный хрусталь. В этой же зоне, к югу, в междуречье Погромки и Поперечной, правых притоков р. Уды, среди трахитовых покровов встречаются миндалины с халцедоном и полостями ( $30$ – $35 \times 80$  см) с кристаллами горного хрусталя длиной 0,5–1,5 см, у части которых головки сложены бледно-фиолетовым аметистом. При разрушении трахитов образуются элювиально-пролювиальные россыпи.

С аметистоносными миндалекаменными эффузивами связаны россыпи миндалин и их фрагментов, а также отдельных кристаллов аметиста, горного хрусталя и дымчатого кварца. В той или иной мере они присутствуют на всех упомянутых выше объектах. К числу собственно россыпных относятся Аталангинское и Витимканское (в Удино-Витимской зоне) проявления агата и сопутствующих аметиста и горного хрусталя. На Аталангинском проявлении, перспективном по качеству и запасам агатово-халце-

доновой гальки, аметистовые жеоды могут, в случае их кондиционности, добываться попутно. Это же относится и к Витимканскому проявлению агата, где кристаллы бледно-фиолетового аметиста достигают 1,5 см. Изредка встречаются темноокрашенные его индивиды.

### ***9.2.3. Оценка перспектив на аметист***

Рассмотрение известных к настоящему времени проявлений аметистового сырья позволяет сделать выводы о том, что, во-первых, собственно аметистовых месторождений, за исключением в значительной мере отработанной в XIX в. Мулиной горы и недостаточно изученных аметистовых пегматитовых жил Малханского поля, не известно; во-вторых, в пегматитах Ангинского, Кибереvского и Адун-Челонского полей аметист извлекался лишь попутно без всякого учёта, поэтому оценка доли этой разновидности кварца в них невозможна; в-третьих, все они изучены крайне недостаточно, без применения необходимого объема горных и буровых работ.

Во всём мире, как указывалось выше, главными источниками высококачественного аметиста являются безрудные кварцевые жилы в кварцитах и сланцах фации зелёных сланцев (Хасаварка в России, Монтесумо, Гроту-до-Кошо в Бразилии и др.), а также в минерализованных зонах трещин гранитоидных пород (Мвакамбико, Зимбабве; Ватиха, Обман, Россия). А миндалекаменные базальты являются источниками россыпей, из которых в субтропиках и умеренных широтах добывают основную массу ювелирного камня. Исходя из указанных особенностей, следует считать, что для открытия месторождений аметиста в Забайкалье предпосылки имеются. Они сводятся к тому, что здесь представлено большинство их формационных типов. Анализ фактического материала позволил выделить наиболее перспективные на открытие промышленных месторождений объекты и площади, представленные в прил. 2.

Среди объектов формации гранитных пегматитов следует признать первоочередными для проведения поисково-оценочных работ с опытной отработкой жилы участков Зимовейный и Скакунья на восточном фланге Малханского пегматитового поля. К объектам II очереди отнесены пегматитовые поля Ангинское и Уринское, а также Ключевское, целесообразность изучения структуры которого вытекает из особенностей строения, формы полостей и факта нахождения в граносиенитах, что более типично для формации безрудных кварцевых жил, которые ассоциируют с минерализованными зонами. Остальные пегматиты, в которых известны были находки аметиста (Адун-Челон, Соктуй, Цаган-Олуй, Киберева гора, Сухолесная и др.), будучи перспективными прежде всего на топаз-берилловое сырьё, дымчатый кварц и морион и вследствие этого рекомендованные для дальнейшего изучения, могут представлять интерес и на попутное аметистовое сырьё. В связи с крайне слабой изученностью объектов с аметистом, отнесённых к формации безрудных кварцевых жил, все они, кроме Тошальгольского и Бургусутайского, отнесены к малоперспективным. Из объектов формации миндалекаменных эффузивов наиболее перспективными представляются Мулина гора, Армакское проявление базальтов с аметистом, Алцакская и Торейская площади, Инэлоктинское проявление, где возможно выявление участков развития линзо- и трубообразных полостей с аметистом, Марьино, Шивиинское проявление, гора Кремлевка, Аталангинское, Витимканское.

### 9.3. Нерюнгринские диаманты

Среди множества морфологических разновидностей кристаллов кварца с середины XIX в. в Альпах среди мраморов находили так называемые мармарошские диаманты. Они представляют собой короткостолбчатые псевдогексагональные кристаллы кварца с необычно сильным блеском, похожим на алмазный. Другая особенность этих кристаллов заключается в том, что они образованы комбинацией тригональной призмы в виде относительно узкой полоски и хорошо образованными гранями ромбоэдров. Обычно представлены обе головки кристаллов. Такие двухголовые почти изометричные сверкающие кристаллы кварца весьма похожи на алмазы. Отсюда и их название. Подобные кристаллы затем стали находить во Франции, Германии и Северной Америке. В литературе имеются сведения о месторождении кристаллов такого кварца в местности *Herkimer* (Херкимер), штат Нью-Йорк, которые пользуются популярностью у коллекционеров уже более 100 лет [<http://www.rocksandminerals.org/Back%20Issues/2008/gm8303.html>]. Здесь ежегодно добывают много кристаллов, но находки хороших образцов требуют больших затрат труда. Есть такие кристаллы и в других местах, но они менее совершенны. Тем не менее, кристаллы, добытые в других местах, также продаются под названием *Herkimer quartz*, или *Herkimer diamond*.

Мармарошские диаманты, отличающиеся сильным, почти алмазным блеском, используются для вставок после фасетной огранки или в первоначальном виде, иногда с предварительной подшлифовкой и полировкой природных граней. Они являются популярным минералогическим материалом как для коллекционирования, так и изготовления украшений (бус, кулонов, подвесок, гранёных вставок в кольца, перстни и др.). Подобные кристаллы дымчатой окраски разной интенсивности обнаружены в карьере месторождения каменного угля Нерюнгри в Южной Якутии и названы нами нерюнгринскими диамантами [Юргенсон, 2001]. Они залегают в полостях на контакте буровато-серого песчаника и каменного угля. Типичный почти бесцветный кристалл величиной 4,5 см по оси *c* представлен на рис. 47. В песчанике установлены зародыши таких кристаллов, развивающихся на мелких фрагментах обломочного кварца (см. рис. 48). Нередко они образуют щетки на стенках трещин (см. рис. 49).



Рис. 47. Кристалл нерюнгринского диаманта

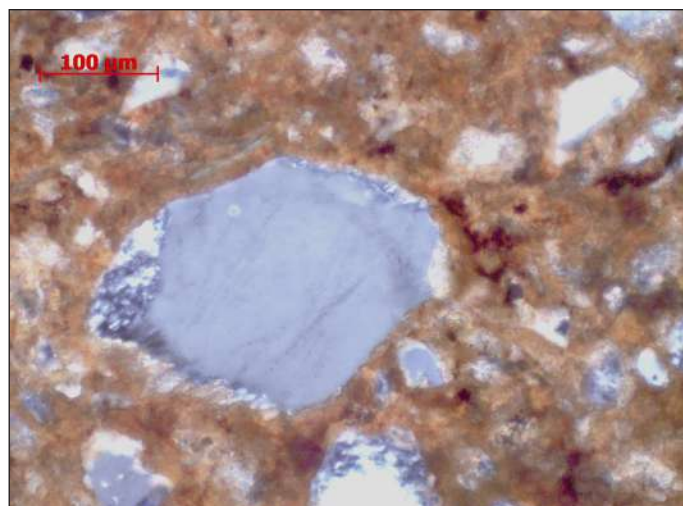


Рис. 48. Зародыш кристалла кварца в песчанике



Возможность новообразований кварца в песчанике в постдиагенетическое время обусловлена присутствием натрия, обеспечившим подвижность кремнезёма и образование кварца как непосредственно в массе песчаника, так и в полостях свободного роста. Об активности кремнезёма и частью алюминия свидетельствуют данные ЭПР из которых видно, что наибольшими концентрациями алюминиевых ЭДЦ в исходном материале характеризуются тёмно-дымчатые кристаллы.

Размеры кристаллов варьируют в пределах первых 5 см. Визуально изучено более тысячи кристаллов. Среди них преобладают индивиды до 10 мм. Грани ромбоэдра развиты более интенсивно, чем тригональной призмы. Абсолютное большинство их субгексагональны и субизометричны. Другой особенностью кристаллов кварца является неровность граней ромбоэдров, реже – призм. Грани кристаллов обладают игрой света с разложением его в спектр за счёт тонкоступенчатого строения их поверхности, образующий оптический клин с чётко проявленной интерференцией. Для них характерны ступенчатые отрицательные полости роста (см. рис. 47), стенки которых выстланы кристаллами тёмно-дымчатого кварца. Нередко встречаются скелетные кристаллы.

Исследованием методом ЭПР определено, что, по крайней мере, часть из них своим сильным блеском обязана углеводородным центрам.

Великолепные светло-дымчатые и бесцветные кристаллы нерюнгринских диамантов в настоящее время, вероятно, недоступны. Места их находок засыпаны в процессе добычи угля. Подобные кристаллы кварца могут быть на контактах вмещающих пород и каменных углей на Апсатском месторождении, где прослеживаются участки более интенсивного метаморфизма углей. Имеет смысл также обратить внимание на возможность их находок на Арбагарском и других месторождениях угля в условиях гидротермального воздействия при формировании и метаморфизме угленосных толщ.



Рис. 49. Щётка кристаллов с синими отблесками

## 9.4. Морион, цитрин, дымчатый кварц, горный хрусталь

### 9.4.1. Общие замечания

Поскольку в первой части монографии [Юргенсон, 2016] достаточно детально рассмотрены свойства дымчатого и других разновидностей кварца, здесь приведём лишь сведения об их распространённости. Дымчатый кварц и горный хрусталь встречаются во всех перечисленных выше хрусталеносных формациях. В связи с тем, что в Забайкалье широко развиты месторождения грейзеновой формации, прежде всего, апогранитных грейзенов и связанных с ними кварцевых жил в гранитах и песчаникосланцевых толщах, вмещающих их апикальные части, здесь может быть выделена формация апогранитных грейзенов. Однако, как показано выше, это не типичные грейзены, а продукты остаточных водно-силикатных расплавов кристаллизации ми-

ароловых гранитов. Самостоятельного значения как собственно хрусталеносные месторождения они в большинстве случаев не имеют, и кварц может в них добываться попутно с касситеритом, бериллом, топазом.

Наиболее крупными источниками перечисленных в заглавии раздела разновидностей кварца является формация безрудных кварцевых жил и жильных зон в зелёных сланцах и кварцитах [Методические указания... , 1979]. Примерами являются месторождения хрусталеносной полосы Полярного Урала и Пережатное на Алдане. Цитрин попутно извлекается из месторождений тех же формаций, а также из пегматитов. Особенностью цитрина, как, впрочем, и других разновидностей кварца, за исключением, разве, мориона, является то, что он нередко слагает определённые части зонарных кристаллов и извлекается из них только при обогащении или разделке кристаллосырья. Морион добывается исключительно из пегматитов.

Согласно действующим ГОСТам, ОСТАм и ТУ, кондиционным ограночным материалом могут быть бездефектные монообласти кристаллов кварца не менее 2 см, хотя по договорённости с потребителем предельный минимальный размер их может равняться 1 см. Допускаются единичные ГЖВ или их скопления только по краям прирёберных частей заготовки. Для кварца с игольчатыми включениями (волосатиков) минимальные размеры те же. Особой разновидностью кристаллов кварца секториального строения является аметрин, до последнего времени почти не известный в России. Лишь в конце XX в. он стал известен в Уринском (Уро) пегматитовом поле и в 2013 г. впервые обнаружен и описан нами в жилах Шерловой Горы [Юргенсон, 2014; Юргенсон, Кононов, 2014; Yurgenson, Kononov, 2014].

#### **9.4.2. Геологические предпосылки и изученность Забайкалья на горный хрусталь**

**Формация гранитных пегматитов.** Основными предпосылками для месторождений кристаллосырья группы горного хрусталя формации гранитных пегматитов являются крупные гранитные массивы, в апикальных частях которых развиты поля камерных и миароловых пегматитов. К ним относится Борщовочный плутон, гранитоиды самсальского, витимканского, кыринского, асакан-шумиловского, кукульбейского комплексов, а также Халзанского и Саханайского массивов.

Максимальное число известных пегматитов связано с борщовочными гранитами, среди которых к хрусталеносным относятся внутригранитные камерные пегматиты – Золотая гора (см. рис. 50), Адун-Челон (см. рис. 51), Тулун (см. рис. 52), Душная, Черёмуховое проявления и др.



Рис. 50. Дымчатый кварц Золотой Горы. 20 × 40 см



Рис. 51. Морион. Адун-Челон.  
10 × 16 см [по: Юргенсон, 1997]

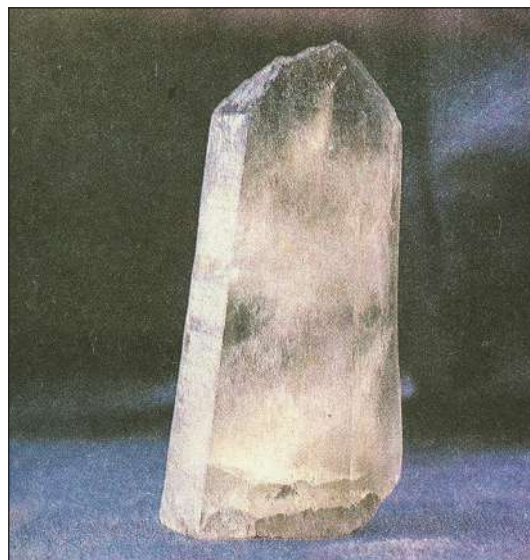


Рис. 52. Дымчатый кварц. Тулун.  
6 × 12 см [по: Юргенсон, 1990]

Хрусталеносные пегматиты кукульбейского комплекса, имевшие промышленное значение, известны в Адун-Челоне, Цаган-Олуевском и Соктуйском массивах, их потенциал ещё не исчерпан; перспективы на дымчатый кварц, морион и цитрин имеются в Харанорском массиве. Имеются данные о пегматитах проявления Чёрные Берёзы на горе Жерноковке в бассейне р. Ишаги в связи с кукульбейскими гранитами. На проявлении – следы старательских работ. В отвале найдены крупные кристаллы дымчатого кварца. Проявление очень слабо изучено, и не исключены находки новых жил. Не исчерпаны возможности находок пегматитов с дымчатым кварцем и морионом в Саханайском, Таптанайском и Дульдургинском массивах. Очень слабо изучена пегматитоносность Халзанского массива, где развиты миароловые пегматиты с бериллом и кристаллами кварца. Несмотря на находки относительно крупных камерных пегматитов и промышленную хрусталеносность Кыра-Былыринского поля (Догибкыл, Угдыри, Талача, пегматиты № 36, 49 и др.), оно изучено крайне не достаточно, прежде всего, вероятно, вследствие отдалённости и неразвитости инфраструктуры. Это же относится и к пегматитам асакан-шумиловского комплекса, например, Ангинскому полю и Мензинскому пегматитовому поясу.

Симптоматична находка в правом борту р. Баляга своеобразного огромного пегматитового тела Кварцевая Гора, связанного с гранитоидами джидинского (гуджирского?) комплекса (Стельмахович, 1957). Здесь, вероятно, вскрыто только кварцевое ядро (230 × 90 м), содержащее друзы бесцветного кварца 15 × 50 и 13 × 70 см. Кристаллы трещиноваты вследствие добычи кварца взрыванием для подшихтовки при металлургическом процессе на Петровск-Забайкальском металлургическом заводе. Под кварцевым ядром возможны хрусталеносные погребя, типичные для таких пегматитов. Сам факт такого крупного тела свидетельствует о том, что оно может быть не единственным, и целесообразны поиски подобных тел в окрестностях.

В Восточно-Саянской зоне в связи с самсальским гранитным комплексом известны находки миароловых пегматитов с дымчатым кварцем в кристаллах длиной 1,5–20 см, в поперечнике 1–15 см (по данным В. В. Лунькова, Ю. И. Темникова и др., 1978). Было извлечено 150 кг кварца и кварцево-топазовых друз, из которых выбраны

индивиды для огранки. Район относится, безусловно, к перспективным на кварцевое сырьё, сопутствующее бериллу и топазу. В этой же зоне находится Самсальское проявление, связанное с гранитами огнитского комплекса (Шестопалов, Иванов, 1939; Рихванов, Артемьев, 1958). Здесь выявлено 19 пегматитовых тел мощностью 2–4 м при длине 20–25 м, содержащих хрусталеносные полости и гнезда от  $0,1 \times 0,2 \times 0,4$  до  $0,5 \times 0,6 \times 0,8$  м. В них – густо-дымчатые призматические кристаллы массой 0,25–25,0 кг с размерами по оси  $c$  – 2–70 см, по оси  $a$  – 1–25 см. Из 40 кг кристаллосырья выбраковано 1,85 кг моноблоков, отвечающих требованиям на пьезосырьё. На месторождении проведены поисково-оценочные работы с попутной добычей. На ювелирное сырьё объект не оценён; отработан частично с поверхности.

В этой же зоне известны орликские пегматиты, в которых отмечались пустоты  $7 \times 8 \times 15$  см с кристаллами дымчатого кварца и мориона. В результате ревизионных работ на пьезокварц, проведённых Г. С. Гуревичем и Я. К. Аношкиным в 1961 г., вопрос об их перспективах остался открытым. В связи с гранитоидами огнитского комплекса известны проявления Морион, Даялыкское и Рамочное. Они относятся к внутригранитным камерным хрусталеносным пегматитам; кристаллы мориона, дымчатого кварца 0,2–20 см по оси  $a$  и 4,5–76 см по оси  $c$ . Масса кристаллов – 0,25–25 кг. На ювелирное сырьё изучено только проявление Морион, где установлены моноблоки I сорта для фасетной огранки. Все объекты могут быть отнесены к перспективным. Возможны находки новых тел.

С гранитоидами витимканского, конкудеро-мамаканского и других палеозойских комплексов связаны многие находки хрусталеносных пегматитов *Селенгино-Становой* (Кыджимитское, Бильчир, Она, Курба-Онинская группа, Контала) и *Прибайкальской* (Колдас и Смежное) зон. Определённый интерес на ювелирное сырьё могут представлять пегматиты участка Кыджимит (кристаллы до 10–15 см в поперечнике при длине до 20 см), Бильчир (Могой), где присутствует типичная для хрусталеносных камерных пегматитов минеральная ассоциация (горный хрусталь в кристаллах до 10–15 см по оси  $c$ , флюорит, исландский шпат), район водораздела р. Курба и Она, где известные кристаллы мориона достигали 10–15 см.

В Селенгинской подзоне Селенгино-Становой зоны в связи с гуджирским комплексом известны Надеинское и Верхне-Мангиртуйское проявления камерно-занорышевых хрусталеносных пегматитов. Размеры кристаллов дымчатого кварца и мориона достигают 8–13 см.

Не исключены находки кондиционного сырья в Абчадской зоне развития пегматитов.

Значительны предпосылки для обнаружения пегматитов с высококачественным ювелирным сырьём в Баргузинской зоне в связи с гранитоидами витимканского комплекса в бассейне р. Уро, подобных Уринскому пегматитовому полю и участку Гари.

В Хилок-Ингодинской подзоне Селенгино-Становой зоны в пределах Яблонового хребта имеется ряд пегматитовых проявлений с дымчатым кварцем и морионом, тесно ассоциирующих в ряде случаев с бериллом и воробьевитом. Морион и дымчатый кварц с кондиционными монообластями отмечены в пегматитах бассейна р. Кадалинки (урочище Дворцы, падь Красотун) в Каменско-Черновском пегматитовом поле. В хребте Черского известны пегматиты с дымчатым кварцем на его западном склоне, в пади Молоковка, к востоку от пос. Новая Кука. Кристаллы короткостолбчатые – до 4 см по оси  $a$  и 5 см по оси  $c$ .

На территории Бурятии имеется ряд проявлений дымчатого кварца и мориона в пегматитах, связанных с гранитоидами гуджирского и бичурского комплексов.

В *Хамар-Дабанской зоне* это – Хуртугинское проявление, где в камерных пегматитах встречаются кристаллы мориона и дымчатого кварца 0,5–6,0 см по оси *a*, 1,5–15,0 см по оси *c*. Часть их совершенно прозрачна. Изучение участка на ювелирное сырьё не проводилось.

**Формация апогранитных грейzenов.** Среди объектов этой формации выделяются Шерловая Гора, детально описанная выше, и Ушмунское проявление. Для шерловогорских раухтопазов типично развитие прозрачных головок и примыкающих к ним верхних частей зоны призмы. Цвет варьирует от дымчато-серого, дымчато-коричневого и коричнево-розового до цитринового. Цитриновые разности встречаются редко, но они есть. Минимальные размеры бездефектных зон, пригодных для огранки, – от 1 см, – редко – до 4 см. Около 40 % кристаллов кварца пригодно для галтовки и кабошонирования. Ограночные сорта составляют около 10 %. Они встречаются как в делювиально-техногенных россыпях, так и в жилах, в частности, в жиле Новикова, на Миллионной копи, на участке Побнебесных, на Золотом отроге и в других местах, и могут составить выгодную статью попутной добычи при проведении ГРП в пределах Шерловогорского гранитного массива.

**Формация рудоносных кварцевых жил.** Среди объектов рудоносных кварцевых жил выделяются связанные с грейзенами жильные тела на месторождениях вольфрама и олова, содержащие кристаллы кварца. К ним относятся Белухинское, Букуинское, Антоновогорское, Шумиловское, Отхорское месторождения, где хорошо образованные кристаллы горного хрусталя и дымчатого кварца, достигающие 5–60 см по оси *c* и до 25 см в поперечнике, находятся в рудоносных жилах. В связи с тем, что в настоящее время все эти месторождения не разрабатываются, оценка кварцевого кристаллосырья для ювелирных целей откладывается на неопределённый срок. Это же относится и к хрусталеносным жилам на оловорудных месторождениях (Сохондинское, Былыринское, Гремучинское, Яурское и др.). В золоторудных жилах кристаллы кварца, представляющие ограночное и коллекционное сырьё, встречаются нередко (Берёзовское месторождение на Урале, Караль-Веемское на Чукотке и др.). К этой формации относятся проявления по р. Китемяхте в Кодаро-Удоканской зоне, где кристаллы горного хрусталя встречались в золоторудных жилах и золотоносных россыпях; по р. Бургай, где он обнаружен в пологопадающих кварцевых жилах [Гиммельфарб и др., 1979]; на Ирбинском проявлении золота. Все эти объекты специальному изучению не подвергались. На Апрельковском золоторудном месторождении в золотоносных жилах присутствуют многочисленные небольшие пустоты, выполненные кристаллами горного хрусталя длиной 5–6 см и до 2–2,5 см в поперечнике. Сырьё частично пригодно для изготовления ювелирных вставок, частью может быть использовано как коллекционный материал. Возможна попутная добыча.

**Формация безрудных кварцевых жил.** На изучаемой территории очень широко представлены безрудные кварцевые жилы с кристаллами кварца. Но большинство из них плохо изучено, что, возможно, является одной из причин того, что промышленных объектов этой формации не выявлено. Наибольшее число находок кварцевого кристаллосырья приходится на древние метаморфические комплексы Муйской и Прибайкальской зон в связи с воздействием гранитоидов конкудеро-мамаканского комплекса. Здесь выделяется Келяно-Каралонская хрусталеносная полоса протяжённостью более 100 км, имеющая северо-восточное простирание и находящаяся в протерозойских породах муйского комплекса. Жилы и жильные зоны с горным хрусталем локализованы в гранитоидах, диоритах и габброидах и прорывающих их гибридных

породах, гранодиоритах и гранитах конкудеро-мамаканского комплекса. Максимальная концентрация проявлений и находок горного хрусталя отмечается в бассейне р. Каралон (Каралонское, Кристальное и др.), Большой Падоры (Хрустальное), Челолекка (Челолекское), Кичиги (Кичига-2).

Однако крупных объектов здесь в процессе специализированных работ В. А. Баранова, Ф. А. Кензина, В. П. Сафронова в 1950–1955 гг. не обнаружено. Лишь на Каралонском месторождении из 370 кг кристаллов 1,09 кг оказались кондиционными на пьезокварц. На Кристальном и Хрустальном проявлениях было добыто соответственно 30 и 20 кг кристаллов. Размеры кристаллов варьируют в пределах 1–20 см по оси *c*. Окраска бесцветная и дымчатая. На ювелирное сырьё объекты не оценивались. Основная масса кристаллов добыта из делювия. Разведка кварцевых жил не дала положительных результатов. Это связано, вероятно, с тем, что верхние половины жил, где обычно располагаются хрусталеносные полости, эродированы. Поэтому следует искать не вскрытые эрозией жилы. Примером в этом случае служит Караль-Веемское месторождение на Чукотке.

В связи с развертыванием ГРП в пределах уникальной хрусталеносной полосы на Алдане, а также с открытием хрусталеносных пегматитов в Казахстане (Акджайляу) и из-за отсутствия серьёзных успехов при разведке на пьезосырьё работы на этих объектах были прекращены. Тем не менее, в процессе геолого-съёмочных исследований в пределах выделяемой Келяно-Каралонской хрусталеносной полосы были найдены Осиновское, жила Хрустальная, Падора-Батраканское, Средне-Мамаканское и другие проявления горного хрусталя.

Ещё одна хрусталеносная полоса, связанная с гранитоидами конкудеро-мамаканского комплекса, находится в Прибайкальской зоне в бассейне верховьев Чаи,левой Мамы и Большой Чуи. Кварцевые жилы с горным хрусталём находятся среди песчаников холоднинской свиты (Нюсидек, Неручанда), известняков левомамской толщи (Соли), сланцев олокильской и ондокской свит (Амнундакан) и др.

Кроме охарактеризованных полос относительного сосредоточения хрусталеносных кварцевых жил, в *Баргузинской зоне* известны и отдельные их проявления, в частности, в Баргузино-Котерском синклинии в карбонатных породах баргузинской свиты (Сининда, данные И. Г. Креницкого и В. К. Хрусталева, 1980), где в зонах окварцевания встречаются занорыши с горным хрусталём. Размеры кристаллов – до 2–5 см по оси *c*. Возможны находки зон с кондиционными кристаллами, но сами по себе они могут иметь практическое значение при условии таких скоплений, которые было бы экономически целесообразно извлекать.

На севере *Удино-Витимской зоны* в бассейне р. Бамбуйки и Восточный Горбылак, в кислых эффузивах горбылокской, песчаниках гольцовой, доломитах бамбуйской свит известна группа проявлений хрусталеносных кварцевых жил. Из них наиболее важным объектом исследований для оценки на ювелирное сырьё может быть проявление Жанокское-II, где на площади 250 × 450 м выявлено 7 кварцевых жил мощностью до 2–10 м при протяжённости 50–100 м, содержащих полости объёмом до 0,5 м<sup>3</sup> с кристаллами кварца длиной 1–30 см и 1–10 см в поперечнике. На проявлении проведены поиски оптического сырья масштаба 1 : 50 000 Г. В. Упхановым и Г. Е. Видуловым в 1959 г. и отобрано 120 кг кристаллосырья. Часть кристаллов прозрачна, но сдвойникова, что не позволяет использовать их как оптическое сырьё. Тем не менее, оно требует дополнительной оценки, поскольку бразильские и дофинеийские двойники не противопоказаны для ювелирного кварца. На проявлении Жанокское-I,

локализованном в доломитах бамбуйской свиты, где известны кристаллы кварца до 10 см по длинной оси, специализированных работ не проводилось.

К юго-западу, на южном склоне Южно-Муйского хребта, известно Мухтунное проявление хрусталеносных кварцевых жил, оценка которых на ювелирное сырьё не осуществлялась, не проводились и поиски новых жил. Признаками возможной хрусталеносности кварцевых жил в гнейсах и древних гранитах в верховьях р. Ашиглы являются находки глыб жильного кварца с кристаллами его до 9 см в длину, бесцветными и прозрачными; находки среди гранитов джидинского комплекса, где в верховье р. Барун-Инлукта обнаружены водяно-прозрачные кристаллы кварца до 20–35 см в длину. Отдельные находки хрусталеносных жил известны в западной части Удино-Витимской подзоны среди гранитоидов джидинского и витимканского комплексов (Хомское-1, Брянское, Ониноборское).

В Пришилкинской подзоне *Селенгино-Становой зоны* среди древних гранитоидов и метаморфитов также известны лишь отдельные находки хрусталеносных жил (например, Зун-Жипкоши); в Каларской подзоне Селенгино-Становой зоны в подобной же геологической ситуации И. Д. Победаш и другие в 1967 г. при геолого-съёмочных работах масштаба 1 : 50 000 обнаружили хрусталеносные жилы в бассейне верхнего течения р. Лопча. Качество сырья низкое. Но находки имеют принципиальное значение как признаки возможных перспектив на горный хрусталь в зонах активизации станового и могочинского комплекса.

Отдельные проявления горного хрусталя зафиксированы в *Каларской* (р. Куанда) и *Кодаро-Удоданской зонах* (Ничатская и Бургайская группы проявлений). Эти проявления могут быть северо-восточным продолжением Келяно-Каралонской хрусталеносной полосы. Они находятся в кварцитах борсалинской и икабийской свит в местах развития протерозойской активизации [Гиммельфарб и др., 1979]. Находки свалов горного хрусталя известны в верховьях р. Несмуры и в бассейне р. Чукчуду, где аляскитовые и лейкократовые граниты прорывают метаморфиты давачанской свиты.

В *Хэнтэй-Даурской зоне*, где преимущественно горный хрусталь связан с пегматитами и рудоносными кварцевыми жилами, известны лишь единичные находки безрудных хрусталеносных кварцевых жил. Они приурочены к кварцево-биотитовым сланцам в зонах палеозойской активизации в связи со становлением лейкократовых гранитов даурского комплекса. К ним, по данным З. И. Жильцовой и других (1967), относятся жилы участка Мельничный, содержащие полости 10–20 см<sup>3</sup>, число которых на 1 м<sup>3</sup> жилы составляет 2–6. Кристаллы дымчатого кварца различной интенсивности имеют размеры 1,5–4,0 см по оси *a* и 4–10 см по оси *c*. Оценка на ювелирные камни не проводилась. На Конкинском проявлении хрусталеносных жил прозрачный участки, а чаще трещиноватый, дымчатый кварц образует кристаллы 2,5–4,0 см в поперечнике и до 7 см в длину. В этой же зоне, в верховьях р. Долотуй, Максимиха, Кузьмина, среди хлоритово-серицитовых сланцев развиты щётки друзовидного кварца. В восточной части зоны в связи с юрской активизацией, сопровождавшейся внедрением гранитоидов кыринского комплекса, известны кварцевые жилы в палеозойско-триасовых песчанико-сланцевых отложениях (Хамара); жилы небольшой мощности, содержат полости с небольшими кристаллами дымчатого кварца различной интенсивности окраски. Лишь в единичных случаях они достигают в длину 15 см при поперечнике до 6 см. Как пьезосырьё они непригодны, как ювелирное – не оценивались.

В *Агинской зоне* подобные образования известны в районе с. Агинское, где зафиксировано более 50 кварцевых жил. Кристаллы находятся в полостях до 5 × 25 см. Цвет –

дымчатый, размеры 0,1–2,0 см в поперечнике, 0,3–4,0 см в длину. По данным Е. В. Барабашева и Н. А. Трущевой [1984], в гранитах кыринского комплекса на водоразделе р. Байсы и Малой Чиконды находятся кварцевые жилы с друзами кристаллов кварца дымчатого цвета, прозрачных, до 20–40 см по длинной оси.

Отдельные проявления хрусталеносных кварцевых жил зафиксированы в *Аргунской зоне*. Причиной небольшого числа попавших в кадастры безрудных кварцевых жил является, во-первых, преимущественное развитие в рассматриваемой зоне геотектонического районирования рудоносных кварцевых жил и, во-вторых, то, что в период 1956–1975 гг. на который приходится апогей геолого-съёмочных работ масштаба 1 : 200 000 и частью 1 : 50 000, на них не обращалось должного внимания из-за отсутствия специальных требований о попутных поисках пьезооптического и камнесамоцветного сырья, так как они были объектами внимания специализированных структур геологической отрасли страны. Наибольший интерес с позиций возможности обнаружить типичные объекты южно-якутского (перекатнинского) типа представляет находка И. А. Томбасовым и И. С. Шульдинером в 1959–1960 гг. делювиальных развалов хрусталеносных кварцевых жил в поле развития гнейсов, кристаллических сланцев и кварцитов нижнепротерозойской борщовочной серии в долине р. Гореватая, правого притока р. Верхняя Лубия, впадающей в Аргунь в СВ части Аргунской зоны. Здесь в глыбах молочно-белого и полупрозрачного кварца встречаются полости 15 × 25 см с кристаллами дымчатого кварца и горного хрусталя. Кристаллы – 3–5 см в длину. Специальных работ не проводилось, на ювелирное сырьё кварц не оценивался. В этих условиях могут иметь место зоны гранулированного кварца.

**Формация россыпей.** На территории Забайкалья она представлена весьма незначительно. Это связано с особыми условиями процессов выветривания в условиях преимущественного влияния смены температур и слабого развития гипергенной аргиллизации в палеоген-антропогенный период геологической истории. Для сохранности кристаллов кварца от растрескивания необходимы условия, подобные тем, что создаются в зонах латеритного выветривания и длительно сохраняющегося пенеплена. Тем не менее, известны примеры сохранения в россыпях высококачественных кристаллов даже в условиях Забайкалья в его северной части. Пример – Китемяхтинская россыпь. Следует упомянуть и частично отработанные элювиально-делювиальные россыпи на Адун-Челоне.

Определённые перспективы на хрусталеносные россыпи могут быть в полях развития архейских и протерозойских кварцитов и гнейсо-гранитов могочинской, чарской серий, тунгирской, никитинской, тузалинской, даурской и малханской серий, олондинской, улелейской толщ, куналейской, грехневской, тепторгинской, ононской свит в участках взаимодействия с лейкократовыми и аляскитовыми гранитами. К образующимся в подобных условиях относится, например, крайне недостаточно изученная элювиальная россыпь на водоразделе р. Титки и Буторихты, правых притоков р. Ульдурги, где отмеченные А. А. Деминым в 1934 г. кристаллы горного хрусталя имели до 10 см в длину и 6–7 см в поперечнике. В 1949 г. В. П. Зайцевым в русловом аллювии в верховьях р. Нерчи была найдена галька прозрачного дымчатого кварца.

Эти примеры, а также данные о распространённости продуктов разрушения хрусталеносных кварцевых жил, приведённые выше, свидетельствуют о широком развитии коренной хрусталеносности на территории Забайкалья.



### 9.4.3. Важнейшие хрусталеносные зоны и оценка перспектив

Несмотря на большой объём кварца высокого качества, производимый промышленностью, потребность именно в природных ювелирных сортах кварцевого кристаллосырья, а также пьезокварца для наиболее ответственных деталей в системах, работающих в условиях высокой радиации (космические аппараты, ядерная техника), продолжает оставаться на высоком уровне. Следует отметить, что имеющиеся в стране кварцедобывающие предприятия, начиная с 1990 г., переживают глубокий кризис и спад производства.

Исходя из этого, мы считаем необходимым дать оценку перспектив на кристалло-кварцевое сырьё и наметить главные направления ГРП на далёкую перспективу для создания его сырьевой базы.

Учитывая фактически существующую ситуацию, когда в результате внедрения рыночной системы хозяйства вероятность инвестиций в развитие базы кристалло-кварцевого сырья сомнительна, а также сложившиеся тенденции преимущественной ориентированности на его добычу попутно с разработкой пегматитов с драгоценными камнями, предпочтение отдаётся именно этим объектам как имеющим реальные возможности быть вовлечёнными в сферу отработки в первую очередь.

На основе анализа пространственного распределения основных месторождений и проявлений горного хрусталя на территории Забайкалья рассматривается определённая зональность в их распределении (см. рис. 53).

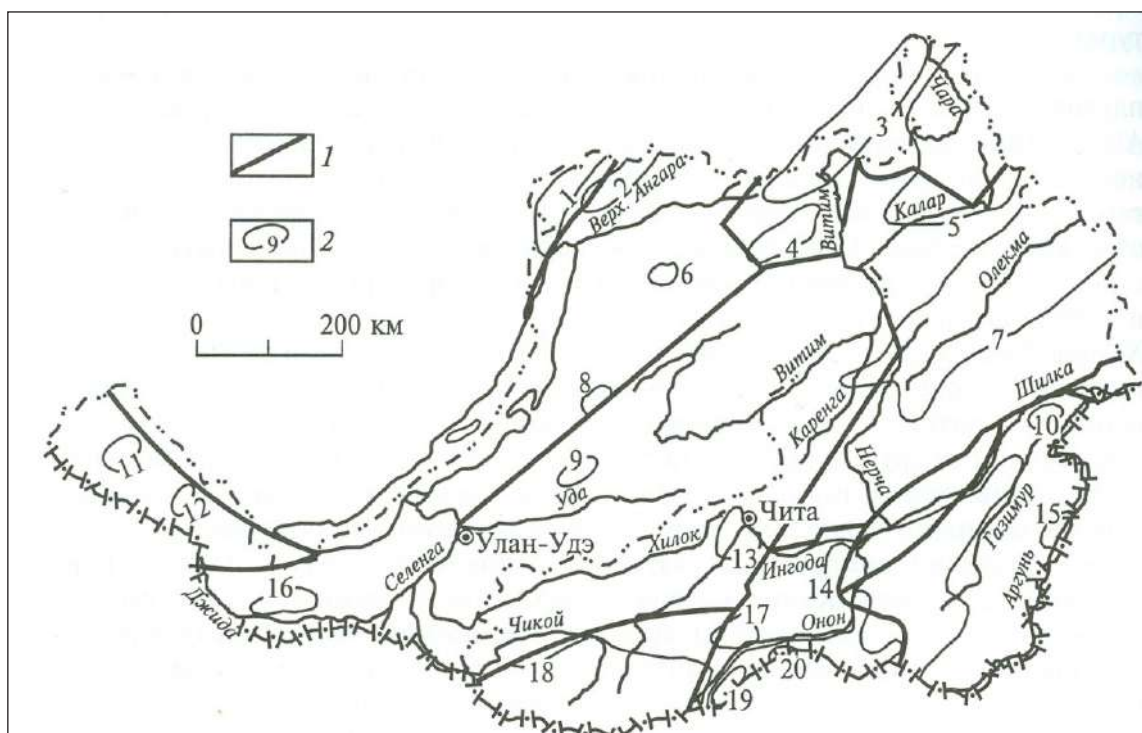


Рис. 53. Схема расположения основных хрусталеносных зон на территории Забайкалья:

1 — глубинный разлом; 2 — контур зоны и её номер. Обозначения зон даны в тексте

Анализ пространственного размещения проявлений кварцевого кристаллосырья и связи их с определёнными геологическими формациями свидетельствуют о том, что большинство из них образуют той или иной концентрированности скопления преимущественно в орогенных структурах.

Хрусталеносные пегматиты приурочены к апикальным частям крупных плутоногенных гранитоидных систем или их наиболее высоким фрагментам. Абсолютное их большинство находится внутри интрузивных тел. Хрусталеносные пегматиты связаны с лейкократовыми, реже аляскитовыми гранитами всех возрастных групп. Но к настоящему времени сохранились лишь в отдельных местах (Абчадская зона) камерно-миароловые пегматиты в связи с абчадским субщелочным комплексом позднепротерозойского возраста; с протерозойскими гранитоидами связано также Ключевское проявление в Хамар-Дабанской зоне. К ранне-палеозойским пегматитоносным относятся граниты джидинского, конкудеро-мамаканского (Кыджимит, Она, Курба-Онинская группа проявлений) и витимканского (Уринское поле) комплексов. Камерные хрусталеносные пегматиты, связанные с гранитоидами огнитского комплекса (Самсальское, Даялыкское и другие проявления), распространены в Восточно-Саянской зоне. С юрскими гранитоидами борщовочного комплекса связаны камерные пегматиты Борщовочного кряжа (Золотая гора, Тулун и др.), Халзанского массива и других, асакан-шумиловского комплекса – Ангинское поле, кыринского – проявления Угдыри, Талачинское, гуджирского – проявления Амнунное, Коллективное и другие, кукульбейского – Черные Березы, Мало-Соктуйское, Адун-Челонское и др.

Кварцевые жилы всех формационных типов также связаны с разновозрастными гранитоидами, но лучшие по качеству кристаллы связаны с преобразованием толщ, содержащих кварциты, песчаники и кварцево-хлоритовые сланцы.

Большинство скоплений проявлений хрустала находятся в зонах воздействия крупных шовных структур.

В пределах Забайкалья на основе анализа размещения хрусталеносных проявлений с целью прогнозирования кристаллокварцевого сырья выделяются следующие зоны (см. рис. 53): 1) Абчадская (1) – с развитием пегматитов и кварцевых жил в метаморфических толщах в зоне влияния Абчадской шовной структуры; 2) Левомамско-Чайско-Большечуйская (2) – с развитием формации безрудных кварцевых жил в протерозойских толщах холоднинской, олокитской и ондокской свит, метаморфизованных в условиях зеленосланцевой фации или диафторированной при регрессивном метаморфизме до этой фации (примеры – проявления Нюсидёк, Соли, Амнундакан и др.); 3) Келяно-Каралонская (3) – протяжённостью более 100 км от р. Келяны на ЮЗ до оз. Ничатка на СВ; она объединяет ряд проявлений, находящихся в гранитоидах, диоритах, габброидах, метаморфических породах и связанных с воздействием гранитоидов конкудеро-мамаканского или ингамакитского (на СВ) комплексов (Каралонское месторождение, Хрустальное, Челолек, Бургай и другие проявления); 4) Южно-Муйская (4), объединяющая расположенные в бассейнах р. Восточный Горбылак и Бамбуйка проявления хрусталеносных кварцевых жил Жанокское I и II, Мухтунное и другие, локализованные в эффузивах, песчаниках, доломитах, соответственно, горбылокской, гольцовой и бамбуйской свит; 5) Чарско-Каларская (5), объединяющая проявления хрусталеносных жил бассейнов верхнего течения р. Чары и Калара, где развиты поля взаимодействия гранитов, гнейсов, мигматитов станового комплекса, кварцитов, амфиболитов борсалинской серии и давачанской толщи с лейкократовыми и аляскитовыми гранитами ингамакитского комплекса; здесь возможны ситуа-

ции, аналогичные известным в Алданской хрусталеносной провинции; 6) Баргузино-Котерская (6), находящаяся в бассейне левобережья р. Котеры и в сопряжённой с нею верхней части бассейна р. Баргузин и Светлая в пределах Баргузино-Котерского синклиория (проявления Сининда, Гасакан, Чипчикон и др.); 7) Становая (7), включающая огромную территорию от бассейна нижнего течения р. Каренги (Конталакская группа проявлений) и верховьев р. Нерчи и Олёкмы на юго-западе до границы Читинской области и далее на северо-восток в полях развития станового комплекса и прорывающих его гранитоидов (проявления р. Платон, Лопча и др.); хрусталеносность формаций безрудных кварцевых жил и пегматитов здесь может быть связана с толщами кварцитов тунгирской и могочинской серий в купольных структурах воздействия лейкократовых и аляскитовых гранитов; 8) Уринская (8), связанная с развитием высокопродуктивных миароловых и камерных пегматитов в гранитоидах витимканского комплекса в пределах Баргузинской структурно-тектонической зоны; 9) Курба-Онинская (9) – на территории бассейнов р. Курба и Она в связи с пегматитами гранитоидов конкудеро-мамаканского комплекса (Она, Курба-Онинская группа, Бильчир и др.); 10) Лубинская (10) – в Аргунской структурно-тектонической зоне, где в архейских кварцитах находятся жилы с горным хрусталём; 11) Орликская (11) и Самсальская (12) зоны, где развиты миароловые микроклиновые пегматиты в гранитах огнитского комплекса, апикальные части полей развития которых перспективны на камерные и миароловые пегматиты; 12) Читино-Ингодинская (13), объединяющая места находок кристаллов кварца в Кадалинском, Каменско-Черновском, Молоковском и других местах Яблонового и Черского хребтов в бассейне среднего течения р. Ингоды; 13) Адун-Челонско-Борщовочная (14), объединяющая огромное число камерных и миароловых хрусталеносных пегматитов Адун-Челонского и Борщовочного хребтов, а также Кангинское, Завитинское, Мало-Соктуйское, Цаган-Олуевское, Хара-Норское и другие пегматитовые поля, связанные с борщовочными, кукульбейскими и другими позднеюрскими гранитами; это одна из главных составных частей Забайкальской хрусталеносной провинции; 14) Урово-Аргунская (15), связанная с кукульбейскими гранитами в бассейне р. Урова и Ишаги, где встречаются хрусталеносные пегматиты (Чёрные Берёзы); 15) Джидино-Армакская (16), выделяющаяся в связи с широким развитием хрусталеносных пегматитов (Армакское, Хуртугинское проявления) и аметистсодержащих эффузивов (Армакское, Алцакское, Торейское и другие проявления) на обширной площади в левобережье р. Джиды; 16) Иля-Саханайская (17), расположенная в бассейне левобережья р. Или и в правобережье, захватывая Саханайский гранитный массив; здесь в связи с гранитами кукульбейского комплекса широко распространены камерные и миаролово-камерные микроклиновые хрусталеносные пегматиты, а также кварцевые жилы; 17) Зачикойско-Даурская (18), объединяющая крупные Мензинское, Ангинское, Былыра-Кыринское, Улурийское и другие хрусталеносные пегматитовые поля, хрусталеносные кварцево-вольфрамитовые, кварцево-касситеритовые и переходные между ними месторождения (Шумиловское, Лево-Ингодинское, Надежнинское, Сохондинское, Букукунское), а также жилы аметистовидного кварца Тарбальджей-Хапчерангинской полосы и др.

С определённой долей условности выделены ещё две зоны пегматитовой хрусталеносности – Халзанская (19) и Дурулгуевская (20), связанные с соответствующими гранитными массивами. При этом в пределах Халзанской ожидаются преимущественно миароловые или миаролово-камерные пегматиты, а в Дурулгуевской зоне,

где известны миаролоносные пегматиты, – также и хрусталеносность формации рудоносных кварцевых жил в связи с месторождениями вольфрама на уже изученных и ещё не изученных объектах грейзеновой формации.

Анализ пространственного размещения выделенных хрусталеносных зон позволяет сделать следующие выводы.

На территории Забайкалья и прилегающих территориях можно выделить две хрусталеносные провинции: Южно-Забайкальскую и Северо-Восточно-Забайкальскую.

Южно-Забайкальская провинция объединяет преимущественно хрусталеносные пегматиты, связанные, за редким исключением (Самсальская и Орликская зоны, хотя, возможно, возраст самсальского комплекса также юрский), с мезозойским магматизмом, и обусловлена ореолом влияния Монголо-Охотского пояса. Она включает Зачикойско-Даурскую и связанную с нею Халзанскую зоны, Иля-Саханайскую, Адун-Челонско-Борщовочную, а также едва вскрытую эрозионными процессами Урово-Аргунскую зоны и Дурулгуевскую зону, переходную к редкометалльным пегматитам и рудоносным кварцевым жилам с олово-вольфрамовым оруденением. Обособлена Читино-Ингодинская зона, где преимущественно развиты миаролоносные редкометалльные пегматиты, связанные с яблонным комплексом гранитоидов. Южно-Забайкальская хрусталеносная провинция имеет своим продолжением зоны развития миароловых пегматитов в Монголии, где в крупных юрских гранитных массивах Горихо, Дзун-Баин и Чжанчублинг площадью до 120–450 км<sup>2</sup> находятся одноимённые месторождения горного хрусталя.

Северо-Восточно-Забайкальская хрусталеносная провинция, включающая Абчадскую, Левомамско-Чайско-Большечуйскую, Келяно-Каралонскую, Южно-Муйскую, Чарско-Каларскую и Становую зоны, к настоящему времени лишь намечается. Северная её ветвь тяготеет к северо-восточной системе тектонических швов зоны Байкальского рифта и структурам сочленения Чарской глыбы и Станового поднятия, содержащего реликты архейского фундамента (Становому глубинному разлому), и включает зоны взаимодействия архейских и протерозойских толщ, содержащих в своём составе кварциты, мигматиты и гранитогнейсы, с лейкократовыми и аляскиотовыми гранитами. Она может быть юго-западным продолжением Алданской хрусталеносной провинции с развитием преимущественно хрусталеносных жил и жильных зон формации безрудных кварцевых жил. Южная её ветвь, расположенная в бассейнах р. Каренги, Нерчи и Олёкмы, где в Становом сводовом поднятии имеются элементы архейид, претерпевших преобразования в связи с тектоно-магматической активизацией от протерозоя до мезозоя, может содержать как не открытые ещё месторождения алданского типа (Перекактинского) формации хрусталеносных безрудных жил (тектоно-магматическая активизация протерозойского и раннепалеозойского возраста, с внедрением аляскиотовых гранитов), так и миаролоносные пегматиты, связанные с тектоно-магматической активизацией мезозойской эпохи. Находки проявлений хрусталеносности обеих формаций описаны выше.

Особое положение занимают образующие полосу северо-восточного простирания Курба-Онинская, Уринская и Баргузино-Котерская хрусталеносные зоны, область развития которых увязывается с простиранием Байкальской рифтовой зоны и развитием пегматитоносных гранитоидов. Джидино-Армакская хрусталеносная зона контролируется Джидинским разломом, а Каровое проявление в Прибайкальской структурно-тектонической зоне – Лево-Миньским разломом глубинного заложения, опережающим Байкальскую шовную структуру.

Все выделенные хрусталеносные зоны имеют тенденцию к расположению в областях влияния крупнейших шовных структур глубинного заложения. Даже отдельные крупные проявления кварца сопряжены с ними. Например, Кварцевая Гора – это проявление в зоне влияния Балягинского глубинного разлома, оперяющего Джида-Витимский крупный глубинный разлом.

Северо-Восточно-Забайкальская провинция, имея продолжение на северо-восток, может быть объединена с Алданской (Южно-Якутской) с преимущественным развитием формации безрудных кварцевых жил;

Южно-Забайкальская провинция может быть составной частью единой Южно-Забайкальско-Монгольской провинции с преимущественным развитием формации хрусталеносных пегматитов и, в меньшей мере, рудоносных кварцевых жил.

Из рассмотренных выше объектов формации гранитных пегматитов наибольшими перспективами обладают камерные и миароловые микроклиновые их разновидности, перспективы и направления ГРР на пегматитах этого типа в пределах Борщовочного хребта, Адун-Челонского, Саханайского, Цаган-Олуевского массивов, а также Сорокского плутона, Уринского пегматитового поля при рассмотрении перспектив на ограночные берилл и топаз (см. прил. 1). Камерные пегматиты Анги и участка Гари как возможные источники аметиста включены в перечень перспективных. К числу камерных и миароловых пегматитов, перспективных на кристаллокварцевое сырьё, относятся также Соктуйское поле, проявление Чёрные Берёзы, Кыра-Былыринское (Угдыри, Талача), Самсальское, Курба-Онинское, Даялыкское и другие пегматитовые поля. Проявления ювелирного кристаллокварцевого сырья в жилах золоторудных, оловянно-вольфрамовых и других рудных месторождений не имеют самостоятельного значения и могут быть его источниками только при отработке на основной вид сырья. Среди проявлений, отнесённых к формации безрудных кварцевых жил, как перспективные выделяются Каралонская (бассейны р. Каралон, Большой Падоры, Челолека и Кичиги), Жанокская, Левомамско-Чайско-Большечуйская, Баргузинско-Котерская, Барун-Инэлуктинская, Ничатка-Бургайская, Конкинская, Байса-Малочикондинская, Лубиинская группы хрусталеносных жил.

Особый интерес как возможные источники горного хрусталя южно-якутского типа могут представлять области развития хрусталеобразования в архейских толщах кварцитов, мигматитов и гранито-гнейсов в выступах архейских глыб и их протерозойском обрамлении. В этом отношении заслуживают дальнейшего изучения отдельные участки в зоне влияния Абчадского глубинного разлома, где в кварцитах фации эпидотовых амфиболитов развивается гранулированный кварц (Даванская группа месторождений), а по периферии, где сохранены условия зеленосланцевой фации, – жилы с горным хрусталём, например, на южной периферии шва – Каровое проявление. Поэтому в Прибайкальской структурной зоне выделяется Абчадская хрусталеносная зона (см. рис. 53). С учётом возможности хрусталеобразования южно-якутского типа выделяется Левомамско-Чайско-Большечуйская хрусталеносная зона.

С этих же позиций определённый интерес представляют, хотя и разрозненные, описанные выше проявления хрусталеносных жил в Кодаро-Удоканской и Становой зонах. В позднеархейском структурно-формационном этаже в южной части Чаро-Олёкминского блока и в западной части Станового блока развита кварцит-амфиболит-биотитогнейсовая формация, соответствующая борсалинской серии. Породы борсалинской серии слагают ядра синклинальных структур во многих местах Чаро-Олёкминского блока. Перспективность их на обнаружение хрусталеносных площадей

по аналогии с Алданским и Верхне-Тимптонским мегаблоками, располагающимися к северо-востоку от Чаро-Олёкминского, заключается в том, что благоприятными для формирования хрусталеносных зон являются архейские (возможно – нижнепротерозойские) брахискладки и купола, в ядрах которых располагаются сильно гранитизированные породы и массивы аляскитовых гранитов. При этом предпочтительны существенно кварцитовые толщи. Хрусталеносные поля в этих условиях приурочены к крыльям куполов и участкам ундуляции осей складок [Методические... , 1979, вып. 21]. Хрусталеносные жильные тела залегают в кварцитах и могут группироваться в сложные жильные зоны в тектонических разрывах на контактах с гнейсами и амфиболитами.

В Кодаро-Удоканской зоне хрусталеносные площади могут быть связаны с воздействием на существенно кварцитовые пачки давачанской и борсалинской толщ реоморфических аляскитов станового комплекса, а также лейкократовых гранитов куандинского и кодарского комплексов. Наиболее перспективными на горный хрусталь могут быть участки взаимодействия указанных выше кварцитовых пачек с аляскитами или лейкократовыми гранитами ингамакитского комплекса.

Исходя из вышесказанного, перспективными на горный хрусталь и аметист, по аналогии с Ангаро-Илимскими месторождениями, где они широко развиты, могут быть Сулуматское и Нижнесакуканское поля железистых кварцитов борсалинской серии, взаимодействующих с аляскитами и лейкократовыми гранитами станового комплекса. Это же относится и к бассейну верховьев р. Китемяхты как в пределах известной Китемяхтинской железорудной зоны, так и южнее её, где толща борсалинской серии с юга имеет интрузивные контакты с аляскитами ингамакитского комплекса. Кроме того, хрусталеносные зоны могут быть и в пределах Среднекаларской железорудной зоны, выделяемой на «Металлогенической карте Кодаро-Удоканского прогиба и его обрамления масштаба 1 : 200 000» [Богданов и др., 1989], где вдоль юго-восточной границы распространения отложений борсалинской серии известно множество массивов ингамакитского комплекса, сложенных аляскитами. Это относится, прежде всего, к бассейну верховьев р. Абнунмакит.

Возможны находки горного хрусталя в кварцитах давачанской свиты в связи с воздействием аляскитов ингамакитского комплекса по р. Катугин в приустьевой его части (от устья до 5–6 км вверх) и в бассейне его правого притока Дялтукта. В подобных условиях можно ожидать проявления хрусталеносности в бассейне р. Южный Сакукан и нижнего течения р. Луча, впадающей в Калар слева. Сказанное относится и к Среднекаларской железорудной зоне в целом, где в купольных структурах, связанных со штоками и мелкими аляскитовыми интрузивами, их производными могут быть хрусталеносные поля в кварцитах давачанской свиты. В связи с воздействием лейкократовых гранитов кодарского комплекса в бассейне верховьев р. Катугин (р. Несмура) на породы давачанской свиты возможны месторождения кондиционного кварцевого сырья, о чём свидетельствует упомянутая выше находка в верховьях р. Несмуры (Ступак, Решетников, 1971) кварцевой жилы мощностью 25 см со щётками мелких кристаллов и кристалла мориона в делювии.

Анализ приведённого материала о находках ювелирных камней на территории Забайкалья однозначно свидетельствует о чрезвычайно широком их развитии.

К числу важнейших видов ювелирного сырья, промышленные скопления которых вследствие методически правильно организованных поисково-оценочных работ возможны в ближайшее время, относятся берилл, топаз, цветной турмалин и горный хрусталь формации гранитных пегматитов. Промышленные месторождения этих видов сырья могут быть обнаружены в издавна известных пегматитовых полях в связи с гранитами борщовочного типа. В этом отношении совершенно не изученными до сих пор остаются пегматиты Халзанского массива, где развиты граниты борщовочного типа и известны весьма перспективные типа Марианинского. При этом весьма интересным может оказаться Улурийский голец, очень слабо изученный. Многими признаками борщовочных гранитов обладают и граниты яблонового комплекса в одноимённом хребте.

Необходима оценка на зелёные бериллы, близкие к изумрудам известных грейзеновых полей, в частности, тех, где известны зелёные бериллы (Орогочинское, Яхактинское). Целесообразно детально опосредовать проявление медово-желтых хризолитов в верховьях р. Харчевка в Красночикойском районе Забайкальского края. Предполагается хризолитовость всей площади распространения кайнозойских базальтов в верховьях Буркала и в междуречье Буркал-Большая в их верхнем течении. Наибольший практический интерес представляет Бартойское проявление пиропы, где в результате работ ГГПП «Байкалкварцсамоцветы» (Беляевский, 1992) выявлено перспективное проявление с запасами по категории  $P_1$ : I сорта – 17,16 т и II сорта – 7,08 т. Именно этот объект заслуживает пристального внимания. Большой интерес представляет ореол шпинели по р. Шинге, где она может быть связана с кальфицирами распространённого здесь карбонатно-гнейсового комплекса. Содержание шпинели – до 0,3 кг/т, величина зёрен – до 0,5–1,0 мм, цвет бледно-розоватый, розовато-сиреневый, зеленовато-синий. В ассоциации с ней в редких знаках присутствуют уваровит и хромдиопсид. Разведанные запасы цветного турмалина (Малханское месторождение), аквамарина, гелиодора и других разновидностей берилла (Шерловогорское и Адун-Челонское месторождения), а также прогнозные ресурсы этих камней в пегматитах Борщовочного кряжа, Мензинского, Малханского, Завитинского, Халзанского, Уринского и других полей, Адун-Челон-Шерловогорской рудно-магматической системы и других объектов, составляющих для берилла более 30 тыс. кг и для турмалина – около 90 тыс. кг, могут быть надёжной сырьевой базой промышленности по выпуску ювелирных изделий и бижутерии.

Важнейшим источником ювелирных разновидностей кварца являются пегматиты известных полей, в которых они до сих пор оценивались лишь как пьезооптическое сырьё. По состоянию на 01.01.98 г., прогнозные ресурсы горного хрусталя составляют около 300 т. Из них в пегматитах Южно-Забайкальско-Монгольской провинции прогнозируется более 280 т ювелирных разновидностей горного хрусталя-сырца.

Значительный прирост ресурсов следует ожидать от специализированного изучения разновозрастных слабоэродированных пегматитовых гранитоидных комплексов в Восточно-Саянской, Абчадской, Муйской, Кодаро-Удоканской и Селенгино-Становой зонах, где сосредоточены крупные пегматитовые поля. При этом решающее значение имеет принадлежность продуктивных на камнесамоцветное сырьё апикальных частей реоморфических гранитов типа борщовочных.

Впервые выявлены предпосылки для обнаружения изумруда грейзеновых формаций и в миароловых гранитах, а также александрита.

Среди ограночных камней промышленное значение имеют хризолит и пироп, имеются предпосылки для открытий промышленных объектов алмадина, благородных разновидностей корунда, шпинели, опала.

## CONCLUSION

The analysis of the given material about finds of jeweler stones on the territory of Transbaikalia clearly indicates an extremely wide development of these stones.

Among the most important types of jewelry raw materials, industrial clusters of which, due to methodically correctly organized prospecting and evaluation works, are possible in the near future include beryl, topaz, color tourmaline and rock crystal of the granite pegmatite formation. Industrial deposits of these types of raw materials can be found in the well-known pegmatite fields in connection with granites of the borscht type. In this respect, the pegmatites of the Khalzan massif, where granite of the borscht type are developed, are known and still very promising types of Marianinsky are still not studied. In this respect, the Ulurian char, very poorly studied, may prove to be very interesting. Many features of borscht granites are also possessed by granites of the apple complex in the eponymous ridge.

An estimate is needed for green beryl, close to emeralds of known greisen fields, in particular, those where green beryl are known (Orohochinskoye, Yakhaktinskoye). It is advisable in detail to identify the manifestation of honey-yellow chrysolites in the upper reaches of the river. Kharchevka In the Krasno-Chikoysky district of the Trans-Baikal Territory. It is assumed that the entire area of the Cenozoic basalts spreads in the upper reaches of Burkala and in the interfluve of the Burkal-Bolshaya in their upper reaches.

Of greatest practical interest is the Bartoy manifestation of pyrope, where as a result of the work of the GGPP «Baikalquartzsamotsvety» (VI Belyaevsky, 1992), a promising manifestation with reserves in the category PI was revealed: 1st grade – 17,16 t and grade II – 7,08. It is this object that deserves close attention. A great interest is represented by the halo of the spinel along the river. Shinge, where it can be connected with the calcifications of the carbonate-gneiss complex that is widespread here. The spinel content is up to 0,3 kg/t, the grain size is up to 0,5–1,0 mm, the color is pale pink, mauve, greenish-blue. In association with her, in rare signs, there are uvarovite and chromediopside.

Explored reserves of colored tourmaline (Malhanskoe deposit), aquamarine, heliodor, and other varieties of beryl (Sherlovogorskaya and Adun-Chelonskoe deposit), as well as inferred resources of these stones in pegmatites Borschovochnogo Ridge, Menzinskogo, Malhanskogo, Zavitinsk, Halzanskogo, Urinskogo and other fields, Adun -Chelon Sherlovogorskaya-ore-magmatic system and other facilities that make up for more than 30 thousand kg beryl and tourmaline – approximately 90 thousand kg may be reliable source of raw materials for industrial production of jewelry Eliya and jewelry.

The most important source of jewelry varieties of quartz are the pegmatites of known fields, in which they have so far been estimated only as piezo-optical raw materials. As of 01.01.98, the estimated resources of rock crystal are about 300 tons. Of these, in the pegmatites of the South Transbaikal-Mongolian province, more than 280 tons of jewelry varieties of rock crystal are projected.

A significant increase in resources should be expected from a specialized study of the different-aged slightly eroded pegmatite-bearing granitoids in the East Sayan, Abchad, Muya, Kodaro-Udokan and Selengino-Stanovo zones, where large pegmatite fields are concentrated. At the same time, decisive importance belongs to the apical parts of rheomorphic granites of the borscht type, which are productive on stone-colored raw materials.

For the first time, prerequisites for the detection of emerald greisen formations in miarolic granites and alexandrite have been identified.

Among the limestone, chrysolite and pyrope are of industrial importance, there are prerequisites for discoveries of industrial objects of almandine, noble varieties of corundum, spinel, and opal.



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алешко, Ю. Б. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Бодайбинская. Л. О-50-XXXIII: объясн. зап. / Ю. Б. Алешко, И. В. Столбина. – Москва: Мингео СССР, 1978. – 78 с.
2. Амазонит / А. Я. Вохменцев [и др.]. – Москва: Недра, 1989. – 192 с.
3. Амштутц, Дж. Геологические, петрографические и минералогические наблюдения в некоторых месторождениях изумруда, танзанита, цаворита и рубина в Танзании и Кении Амштутц / Дж. Амштутц, Г. Банк // Ювелирные, ювелирно-поделочные и поделочные камни: реферативная информация. – Москва: Мингео СССР, 1980. – Вып. 7. – С. 32–33.
4. Аристов, В. В. Структура рудопоявления и условия образования Шерловогорского гранитного интрузива / В. В. Аристов [и др.] // Геология рудных месторождений. – 1961. – № 6. – С. 41–53.
5. Бажин, Ю. М. Геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Сер. Восточно-Саянская. Л. N-49-V: объясн. зап. / Ю. М. Бажин. – Улан-Удэ: БГУ, 1965. – 120 с.
6. Бажин, Ю. М. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Бодайбинская. Л. 0-49-XXXV: объясн. зап. / Ю. М. Бажин, В. А. Сорокин, А. Д. Дарижапов. – Москва: Мингео СССР, 1984. – 103 с.
7. Бакакин, В. В. Кристаллохимия берилла / В. В. Бакакин, Н. В. Белов // Геохимия. – 1962. – № 5. – С. 77.
8. Балицкий, В. С. Синтетические аналоги и имитации природных драгоценных камней / В. С. Балицкий, Е. Е. Лисицина. – Москва: Недра, 1981. – 158 с.
9. Банк, Г. Месторождение изумрудов и александрита близ озера Маньяра (Танзания) / Г. Банк, Э. Гюбелин // Ювелирные, ювелирно-поделочные и поделочные камни: реферативная информация. – Москва: Мингео СССР, 1980. – Вып. 5. – С. 89.
10. Барабанов, В. Ф. Минералогия вольфрамитовых месторождений Забайкалья / В. Ф. Барабанов. – Ленинград: Изд-во Ленингр. ун-та. – 1975. – Т. 2. – 360 с.
11. Барабашев, Е. В. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Восточно-Забайкальская. Л. М-50-VII: объясн. зап. / Е. В. Барабашев, Н. А. Трущева. – Москва: Мингео СССР, 1983. – 127 с.
12. Барабашев, Е. В. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Восточно-Забайкальская. Л. М-49-XI: объясн. зап. / Е. В. Барабашев, Н. А. Трущева. – Москва: Госгеолтехиздат, 1963. – 81 с.
13. Барабашев, Е. В. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Восточно-Забайкальская. Л. М-49-XII: объясн. зап. / Е. В. Барабашев, Н. А. Трущева. – Москва: Мингео СССР, 1984. – 110 с.
14. Барсанов, Г. П. Минералогия поделочных и полудрагоценных разновидностей тонкозернистого кремнезёма / Г. П. Барсанов, М. Е. Яковлева. – Москва: Наука, 1984. – 140 с.
15. Беляков, Е. А. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Восточно-Забайкальская. Л. М-49-XVII: объясн. зап. / Е. А. Беляков, Н. Н. Чабан. – Москва: Мингео СССР, 1963. – 80 с.

16. Беус, А. А. Геохимия бериллия и генетические типы бериллиевых месторождений / А. А. Беус. – Москва: Изд-во АН СССР, 1960. – 330 с.
17. Бируни, А. Р. Собрание сведений для познания драгоценностей. Минералогия / А. Р. Бируни. – Москва: Изд-во АН СССР, 1963. – 518 с.
18. Богданов, Ю. В. Металлогеническая карта Кодаро-Удоканского прогиба и его обрамления. Масштаб 1 : 200 000: объясн. зап. / Ю. В. Богданов, В. П. Феоктистов, В. С. Чечеткин. – Ленинград: ВСЕГЕИ, 1989. – 48 с.
19. Бойко, С. М. Использование типоморфных особенностей минералов грейзенов при поисках цветных камней (на примере Шерловой Горы) / С. М. Бойко, В. И. Гребенщикова, Ю. П. Трошин // Типоморфизм минералов и его прикладное значение. – Чита: Читин. отд-ние Всесоюз. минерал. о-ва, 1983. – С. 112–116.
20. Бойко, С. М. Типоморфные особенности кварцев и сульфидов в месторождениях оловянно-вольфрамового пояса Забайкалья / С. М. Бойко // Типоморфизм минералов и его прикладное значение. – Чита: Читин. отд-ние Всесоюз. минерал. о-ва, 1983. – С. 7–10.
21. Болдырев, А. К. Разведка коренных месторождений руд вольфрама, олова, висмута и бериллия на Шерловой Горе (в Забайкалье) и дополнительные данные разведки россыпей там же в 1928 и 1929 гг. / А. К. Болдырев, Я. А. Луи // Горн. журн. – 1929. – № 8–9. – С. 1338–1364.
22. Власов, К. А. Изумрудные копи / К. А. Власов, Е. И. Кутукова. – Москва: Изд-во АН СССР, 1960. – 251 с.
23. Габов, Н. Ф. Характерные метаморфические формации Байкальской горной области / Н. Ф. Габов // Эндогенные процессы и оруденение в Забайкалье. – Улан-Удэ: БФ СО АН СССР, 1986. – 198 с.
24. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Бодайбинская. Л. О-49-XXXII: объясн. зап. / П. Б. Дедюхин [и др.]. – Москва: Недра, 1971. – 72 с.
25. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Бодайбинская. Л. О-50-XXIII: объясн. зап. / В. И. Колесников [и др.]. – Москва: Мингео СССР, 1985. – 91 с.
26. Геологическая карта Читинской области. Масштаб 1 : 1 000 000 / Анашкина К. К. [и др.]; под ред. И. Г. Рутштейна, В. В. Старченко. – Чита: ЧГУ, 1976. – 40 с.
27. Геологическая карта юга Восточной Сибири и северной части Монголии. Масштаб 1 : 200 000 / З. М. Анисимова [и др.]; редкол. А. Л. Яншин [и др.]. – Ленинград: Мингео СССР: ВСЕГЕИ, 1980. – 7 с.
28. Геологическое строение Читинской области: объясн. зап. к геологической карте масштаба 1 : 500 000 / К. К. Анашкина [и др.]. – Чита: Читагеолком, 1997. – 239 с.
29. Геруволь, М. Т. Минералогия продуктивных минеральных комплексов пегматитов с драгоценными камнями Нуристана (ДРА) / М. Т. Геруволь, В. Ю. Алхазов, Г. А. Юргенсон // Самоцветы: сб. тр. конф. – Ленинград: Наука, 1980. – С. 63–70.
30. Гиммельфарб, Г. Б. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Бодайбинская. Л. О-50-XXII: объясн. зап. / Г. Б. Гиммельфарб, Л. Б. Белоножко, Ю. Т. Николаев. – Москва: Мингео СССР, 1979. – 75 с.
31. Гладышев, М. А. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Прибайкальская. Л. № 49: объясн. зап. / М. А. Гладышев, С. С. Гладышева. – Москва: Госгеолтехиздат, 1961.
32. Глуховский, М. З. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Бодайбинская. Л. О-50-XXX: объясн. зап. / М. З. Глуховский. – Москва: Мингео СССР, 1978. – 117 с.

33. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Бодайбинская. Л. 0-49-XXVIII (Орколикан): объясн. зап. / А. Н. Артемьев [и др.]. – Москва: Мингео СССР, 1984. – 99 с.
34. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Бодайбинская. Л. 0-49-XXVII (р. Чая): объясн. зап. / А. Н. Артемьев [и др.]. – Москва: Мингео СССР, 1984. – 50 с.
35. Гранадчикова, Б. Г. О природе окраски натуральных и синтетических сапфиров и экспрессный метод их идентификации / Б. Г. Гранадчикова, Л. В. Никольская, М. И. Самойлович // Докл. АН СССР. – 1979. – Т. 246, № 3. – С. 599–601.
36. Гребенников, А. М. Чалотское бериллийредкометалльное пегматитовое месторождение / А. М. Гребенников // Месторождения Забайкалья / под ред. Н. П. Лаверова: в 2 кн. Кн. 2. – Москва: Геоинформмарк, 1995. – Т. 1. – С. 108–115.
37. Григоров, В. Т. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Бодайбинская. Л. О-50-XXVI: объясн. зап. / В. Т. Григоров, П. М. Григорова. – Москва: Недра, 1968. – 88 с.
38. Гунбин, В. Д. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Восточно-Забайкальская. Л. М-50-IV: объясн. зап. / В. Д. Гунбин, Л. Ф. Чербянова. – Москва: Недра, 1968. – 78 с.
39. Гюбелин, Э. Александрит с озера Маньяра, Танзания / Э. Гюбелин // Ювелирные, ювелирно-поделочные и поделочные камни: реферативная информация. – Москва: Мингео СССР, 1980. – Вып. 5. – С. 91–94.
40. Давыдов, В. И. Краткая объяснительная записка к геологической карте Бурятской АССР масштаба 1 : 500 000 / В. И. Давыдов, А. А. Малышев, А. Л. Шпильков. – Улан-Удэ: Мингео СССР, БТГУ, 1981. – 148 с.
41. Демин, А. Н. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Бодайбинская. Л. О-49-XXVI: объясн. зап. / А. Н. Демин, Т. В. Демина. – Москва: Мингео СССР, 1973. – 92 с.
42. Добрецов, Н. Л. Фации метаморфизма умеренных давлений / Н. Л. Добрецов, В. С. Соболев, В. В. Хлестов. – Москва: Недра, 1972. – 288 с.
43. Драгоценные и цветные камни как полезное ископаемое: сборник / редкол. В. И. Смирнов [и др.]. – Москва: Наука, 1973. – 221 с.
44. Дроздов, В. П. Геологические особенности и принципы предварительной оценки месторождений кварцевого сырья: обзор / В. П. Дроздов, А. А. Евтропов, Ю. А. Шатнов. – Москва: ВИЭМС, 1984. – 61 с.
45. Дроздов, В. П. Поиски и оценка месторождений пьезооптического и камне-самоцветного сырья / В. П. Дроздов, И. Л. Комов, Е. И. Воробьев. – Москва: Недра, 1986. – 224 с.
46. Ермаков, Г. А. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Западно-Забайкальская. Л. М-49-II: объясн. зап. / Г. А. Ермаков. – Москва: Мингео СССР, 1983. – 84 с.
47. Ефимов, А. Н. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Восточно-Забайкальская. Л. М-49-XXIV: объясн. зап. / А. Н. Ефимов. – Москва: Недра, 1964. – 28 с.
48. Ефимов, А. Н. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Восточно-Забайкальская. Л. М-49-XXIII: объясн. зап. / А. Н. Ефимов. – Москва: Госгеолтехиздат, 1963. – 84 с.

49. Жалсабин, Д. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Прибайкальская. Л. N-50-IX: объясн. зап. / Д. Жалсабин. – Москва: Госгеолтехиздат, 1963.
50. Загорский, В. Е. Пегматиты с самоцветами Центрального Забайкалья / В. Е. Загорский, И. С. Перетяжко. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1992. – 224 с.
51. Зайцев, П. Ф. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Прибайкальская. Л. N-50-I: объясн. зап. / П. Ф. Зайцев. – Москва: Мингео СССР, 1971. – 95 с.
52. Зайцев, П. Ф. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Бодайбинская. Л. О-49-XXXVI: объясн. зап. / П. Ф. Зайцев. – Москва: Мингео СССР, 1979. – 62 с.
53. Иванов, Л. Е. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Прибайкальская. Л. N-49-III: объясн. зап. / Л. Е. Иванов. – Москва: Мингео СССР, 1975. – 98 с.
54. Кибанов, Г. А. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Прибайкальская. Л. N-50-II: объясн. зап. / Г. А. Кибанов. – Москва: Мингео СССР, 1971. – 126 с.
55. Киевленко, Е. Я. Геология месторождений драгоценных камней / Е. Я. Киевленко, Н. Н. Сенкевич, А. П. Гаврилов. – Москва: Недра, 1982. – 279 с.
56. Киевленко, Е. Я. Поиски и оценка месторождений драгоценных и поделочных камней / Е. Я. Киевленко. – Москва: Недра, 1980. – 168 с.
57. Киевленко, Е. Я. Цветные камни – сырьевые ресурсы и некоторые пути геологического изучения / Е. Я. Киевленко // Драгоценные и цветные камни. – Москва: Наука, 1980. – С. 5–10.
58. Киселев, В. И. Рубиновые и сапфировые разновидности корундов Юго-Западного Памира / В. И. Киселев // Докл. АН Тадж. ССР. – 1977. – Т. 20, № 6. – С. 42–52.
59. Кисин, А. Ю. Месторождения рубинов в мраморах (на примере Урала) / А. Ю. Кисин. – Свердловск: УрО АН СССР, 1991. – 130 с.
60. Козлов, В. А. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Прибайкальская. Л. N-50-VIII: объясн. зап. / В. А. Козлов, Е. П. Сурмилова. – Москва: Аэрогеология, 1982. – 92 с.
61. Кокшаров, Н. И. Материалы для минералогии России / Н. И. Кокшаров. – Санкт-Петербург: Тип. И. И. Глазунова и К, 1856. – Ч. 2. – 412 с.
62. Колесник, Ю. Н. Высокотемпературный метасоматоз в ультраосновных массивах / Ю. Н. Колесник // Тр. Ин-та геологии и геофизики. – Новосибирск: Наука: Сиб. отд-ние АН СССР, 1976. – Вып. 261. – 239 с.
63. Колесников, В. И. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Бодайбинская. Л. О-50-XXXIV: объясн. зап. / В. И. Колесников, Н. И. Степанова, Л. С. Симонова. – Москва: Мингео СССР, 1980. – 102 с.
64. Комаров, П. В. О взаимоотношениях магнезиальных и известковых скарнов на месторождении Железный Кряж в Восточном Забайкалье / П. В. Комаров // Материалы по геологии рудных месторождений Западного Забайкалья. – Иркутск: ВСГИ, 1960. – Вып. 1. – С. 174–181.
65. Корнилов, Н. И. Ювелирные камни / Н. И. Корнилов, Ю. П. Солодова. – Москва: Недра, 1982. – 239 с.
66. Костяков, Н. П. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Восточно-Забайкальская. Л. М-49-XVI: объясн. зап. / Н. П. Костяков, В. И. Шулика. – Москва: Мингео СССР, 1981. – 106 с.
67. Кривенко, В. А. Геология и петрология раннего докембрия Кодаро-Удоканского района / В. А. Кривенко, Т. А. Пинаева. – Новосибирск: Наука, 1987. – 136 с.

68. Кудинов, Б. П. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Бодайбинская. Л. О-49-XXIX: объясн. зап. / Б. П. Кудинов, В. А. Яковлев, В. А. Пушкин. – Москва: Недра, 1968. – 42 с.
69. Куликов, Б. Ф. Словарь камней-самоцветов / Б. Ф. Куликов, В. В. Буканов. – Ленинград: Недра, 1988. – С. 168.
70. Кушев, В. Г. Геологическое развитие и метаморфизм докембрия Байкальской горной области / В. Г. Кушев // *Метаморфические формации и метасоматиты Забайкалья*. – Улан-Удэ: Геологический ин-т Бурят. филиала СО АН СССР, 1977. – С. 6–25.
71. Лавров, М. М. Геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Сер. Восточно-Забайкальская. Л. М-50-III: объясн. зап. / М. М. Лавров, А. П. Сидоренко. – Москва: Недра, 1964. – 94 с.
72. Лал, К. П. Месторождения корунда в Индии / К. П. Лал // *Ювелирные, ювелирно-поделочные и поделочные камни: реферативная информация*. – Москва: Мингео СССР, 1980. – Вып. 6. – С. 22.
73. Лейфман, Е. М. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Олёкмо-Витимская. Л. N-50-XXIV: объясн. зап. / Е. М. Лейфман, В. П. Кириллюк, А. А. Сиворонов. – Москва: Недра, 1971. – 72 с.
74. Лицарев, М. А. Фиолетовая шпинель Юго-Западного Памира / М. А. Лицарев, А. Н. Платонов // *Драгоценные и цветные камни*. – Москва: Наука, 1980. – С. 199–211.
75. Лобанов, М. П. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Прибайкальская. Л. N-49-1: объясн. зап. / М. П. Лобанов, Б. В. Альбицкий. – Москва: Недра, 1968. – 65 с.
76. Ляхницкий, В. В. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Бодайбинская. Л. О-50-XXIV: объясн. зап. / В. В. Ляхницкий. – Москва: Мингео СССР, 1981. – 100 с.
77. Методические указания по поискам и перспективной оценке месторождений цветных камней (ювелирных, поделочных, декоративно-облицовочных) / Мингео СССР; Всесоюзное промышленное объединение. – Москва, 1974. – Вып. 6. Изумруд. – 54 с.
78. Методические указания по поискам и перспективной оценке месторождений цветных камней (ювелирных, поделочных, декоративно-облицовочных) / Мингео СССР; Всесоюзное промышленное объединение. – Москва, 1975. – Вып. 7. Берилл и топаз. – 70 с.
79. Методические указания по поискам и перспективной оценке месторождений цветных камней (ювелирных, поделочных, декоративно-облицовочных) / Мингео СССР; Всесоюзное промышленное объединение. – Москва, 1976. – Вып. 9. Хризолит. – 44 с.
80. Методические указания по поискам и перспективной оценке месторождений цветных камней (ювелирных, поделочных, декоративно-облицовочных) / Мингео СССР; Всесоюзное промышленное объединение. – Москва, 1976. – Вып. 11. Агат. – 70 с.
81. Методические указания по поискам и перспективной оценке месторождений цветных камней (ювелирных, поделочных, декоративно-облицовочных) / Мингео СССР; Всесоюзное промышленное объединение. – Москва, 1976. – Вып. 15. Гематит (кровоавик). – 44 с.
82. Методические указания по поискам и перспективной оценке месторождений цветных камней (ювелирных, поделочных, декоративно-облицовочных) / Мингео СССР; Всесоюзное промышленное объединение. – Москва, 1977. – Вып. 17. Гранаты. – 73 с.

83. Методические указания по поискам и перспективной оценке месторождений цветных камней (ювелирных, поделочных, декоративно-облицовочных) / Мингео СССР; Всесоюзное промышленное объединение. – Москва, 1978. – Вып. 20. Турмалин. – 80 с.

84. Методические указания по поискам и перспективной оценке месторождений цветных камней (ювелирных, поделочных, декоративно-облицовочных) / Мингео СССР; Всесоюзное промышленное объединение. – Москва, 1979. – Вып. 21. Группа горного хрусталя. – 76 с.

85. Методические указания по поискам и перспективной оценке месторождений цветных камней (ювелирных, поделочных, декоративно-облицовочных) / Мингео СССР; Всесоюзное промышленное объединение. – Москва, 1978. – Вып. 22. Благородный опал. – 50 с.

86. Мильгром, Г. Б. Некоторые особенности геолого-экономической оценки месторождений цветных камней / Г. Б. Мильгром, В. М. Мусафонов // Драгоценные и цветные камни / отв. ред. В. П. Петров. – Москва: Наука, 1980. – С. 40–43.

87. Мисник, Ю. Ф. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Восточно-Забайкальская. Л. N-50-XXXV: объясн. зап. / Ю. Ф. Мисник. – Москва: Мингео СССР, 1970. – 106 с.

88. Михеев, В. И. Рентгенометрический определитель минералов / В. И. Михеев. – Москва: Госгеолтехиздат, 1951. – 867 с.

89. Новиков, В. А. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Западно-Забайкальская. Л. М-48-ХII: объясн. зап. / В. А. Новиков. – Москва: Госгеолтехиздат, 1960. – 69 с.

90. Об условиях образования кристаллов фосфорсодержащего розового кварца / В. С. Балицкий [и др.] // Доклады АН. – 1996. – Т. 349, № 3. – С. 358–360.

91. Озерский, А. Очерк минеральных богатств и горного промысла Забайкалья / А. Озерский. – Санкт-Петербург, 1867. – 90 с.

92. Озерский, А. Русский топаз необыкновенной величины / А. Озерский // Горн. журн. – 1846. – Ч. 1. – С. 308–310.

93. Осокин, П. В. Геологическая карта масштаба 1 : 200 000. Сер. Прибайкальская. Л. N-50-VII: объясн. зап. / П. В. Осокин. – Москва: Недра, 1971. – 98 с.

94. Осокин, П. В. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Прибайкальская. Л. N-50-VII: объясн. зап. / П. В. Осокин. – Москва: Мингео СССР, 1971. – 98 с.

95. Паллас, П. С. Путешествие по разным провинциям Российской империи / П. С. Паллас. – Санкт-Петербург, 1786. – Ч. 3.

96. Пенягин, Ю. Д. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Олёкмо-Витимская. Л. N-50-XXI: объясн. зап. / Ю. Д. Пенягин, Л. А. Матлашова, В. М. Жарков. – Москва: Мингео СССР, 1979. – 107 с.

97. Пермикин, М. Г. Рукопись о минералах Забайкалья / М. Г. Пермикин. – Санкт-Петербург: Тип. Акад. наук, 1853.

98. Петров, А. Ф. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Бодайбинская. Л. О-50-XVII: объясн. зап. / А. Ф. Петров. – Москва: Мингео СССР, 1976. – 92 с.

99. Петров, А. Ф. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Бодайбинская. Л. О-50-XVIII: объясн. зап. / А. Ф. Петров. – Москва: Мингео СССР, 1978. – 115 с.

100. Платонов, А. Н. Природа окраски самоцветов / А. Н. Платонов, М. Н. Таран, В. С. Балицкий. – Москва: Недра, 1984. – 196 с.

101. Победаш И. Д. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Олёкмо-Витимская. Л. N-50-XX: объясн. зап. / И. Д. Победаш, И. П. Павлова. – Москва: Мингео СССР, 1974. – 92 с.
102. Победаш, И. Д. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Олёкмо-Витимская. Л. N-50-XIX: объясн. зап. / И. Д. Победаш, И. П. Павлова. – Москва: Мингео СССР, 1974. – 88 с.
103. Предложения по предварительной оценке перспектив на дефицитные виды камнесамоцветного сырья различных регионов СССР / А. П. Акимов [и др.]; под науч. рук. Е. Я. Киевленко. – Москва: Мингео СССР, 1978. – 70 с.
104. Пыляев, М. И. Драгоценные камни. Их свойства, местонахождения и употребления / М. И. Пыляев. – Санкт-Петербург: [б. и.], 1896. – 195 с.
105. Россовский, Л. Н. Десилицированные пегматиты с дравитом и корундом (Юго-Западный Памир) / Л. Н. Россовский, С. И. Коваленко, Ю. П. Бовин // Изв. АН СССР. Сер. Геология. – 1978. – № 11. – С. 40–53.
106. Россовский, Л. Н. Турмалин как индикатор драгоценных камней рубина, сапфира и благородной шпинели / Л. Н. Россовский, М. А. Бабаев // Докл. АН Тадж. ССР. – 1988. – Т. 31, № 9. – С. 607–610.
107. Самоцветы: материалы XI Съезда ММА. – Ленинград: Наука, 1980. – 152 с.
108. Самусин, А. И. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Восточно-Забайкальская. Л. М-50-I: объясн. зап. / А. И. Самусин, С. Н. Самусина, Т. Е. Шишова. – Москва: Недра, 1970. – 77 с.
109. Синкенкес, Д. Руководство по обработке драгоценных и поделочных камней / Д. Синкенкес. – Москва: Мир, 1989. – 423 с.
110. Смит, Г. Драгоценные камни / Г. Смит. – Москва: Мир, 1980. – 586 с.
111. Соседко, Т. А. Изменение структуры свойств в бериллах с повышением содержания щелочей / Т. А. Соседко // Записки Всесоюзного минералогического общества, 1957. – Вып. 4.
112. Сосницкий, О. В. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Восточно-Забайкальская. Л. М-50-VIII: объясн. зап. / О. В. Сосницкий, А. И. Шишов, Д. Г. Джавахидзе. – Москва: Недра, 1970. – 74 с.
113. Ступак, Ф. М. Кайнозойский вулканизм хребта Удокан / Ф. М. Ступак. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1987. – 169 с.
114. Сущинский, П. П. Очерк месторождений цветных камней Юго-Восточного Забайкалья / П. П. Сущинский // Труды Института прикладной минералогии и петрографии. – 1925. – Вып. 16. – 88 с.
115. Таскин, А. Геогностическое описание долины Онон-Борзинской / А. Таскин // Горн. журн. – 1829. – Вып. 8. – С. 11–167.
116. Татаринев, А. В. Камнесамоцветные минеральные формации Сибири / А. В. Татаринев // Геология и геофизика. – 1992. – № 11. – С. 116–125.
117. Титов, В. Заметки о месторождениях цветных камней и соляных озёрах Нерчинского края / В. Титов // Горн. журн. – 1855. – Кн. 6. – С. 1–493.
118. Тихова, Т. Г. Каменско-Черновское месторождение слюды на Яблоновом хребте в Восточном Забайкалье / Т. Г. Тихова // Слюда СССР. – Ленинград: ЦНИГРИ, 1937. – С. 456–472.
119. Тихомиров, И. Н. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Восточно-Забайкальская. Л. М-50-V: объясн. зап. / И. Н. Тихомиров. – Москва: Госгеолтехиздат, 1963. – 106 с.

120. Трущева, Н. А. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Сер. Восточно-Забайкальская. Л. М-50-ХV и ХХI: объясн. зап. / Н. А. Трущева, К. К. Анашкина. – Москва: Мингео СССР, 1981. – 138 с.
121. Трянин, Ю. П. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Олёкмо-Витимская. Л. N-50-ХI: объясн. зап. / Ю. П. Трянин, В. Г. Борисов, А. Ф. Озёрский. – Москва: Мингео СССР, 1984. – 110 с.
122. Тулохонов, М. И. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Восточно-Забайкальская. Л. М-50-П: объясн. зап. / М. И. Тулохонов. – Москва: Госгеолтехиздат, 1962. – 72 с.
123. Фалькин, Е. М. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Олёкмо-Витимская. Л. N-50-IV: объясн. зап. / Е. М. Фалькин, Н. А. Фалькина. – Москва: Мингео СССР, 1982. – 108 с.
124. Федоровский, В. С. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Бодайбинская. Л. О-50-ХХХVI: объясн. зап. / В. С. Федоровский, Г. А. Немых, Л. С. Нусинсон. – Москва: Мингео СССР, 1978. – 104 с.
125. Федоровский, В. С. Стратиграфия нижнего протерозоя хребтов Кодар и Удокан (Восточная Сибирь) / В. С. Федоровский. – Москва: Наука, 1972. – 130 с.
126. Фекличев, В. Г. Берилл / В. Г. Фекличев. – Москва: Изд-во АН СССР, 1964. – 160 с.
127. Ферсман, А. Е. Драгоценные и цветные камни СССР / А. Е. Ферсман // Избранные труды. – Москва: Изд-во АН СССР, 1962. – Т. 7. – 534 с.
128. Ферсман, А. Е. Очерки по истории камня / А. Е. Ферсман. – Москва: Изд-во АН СССР, 1962. – Т. 2. – 372 с.
129. Ферсман, А. Е. Пегматиты. Т. 1. Гранитные пегматиты / А. Е. Ферсман. – Москва; Ленинград: Изд-во АН СССР, 1940. – 712 с.
130. Фишев, Н. А. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Прибайкальская. Л. N-49-ХII: объясн. зап. / Н. А. Фишев. – Москва: Мингео СССР, 1974. – 92 с.
131. Фомин, И. Н. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Восточно-Забайкальская. Л. М-49-VI: объясн. зап. / И. Н. Фомин, В. И. Бурба. – Москва: Недра, 1965. – 79 с.
132. Химка, М. Н. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Восточно-Забайкальская. Л. М-50-ХVI: объясн. зап. / М. Н. Химка, М. М. Лебедева. – Москва: Мингео СССР, 1981. – 116 с.
133. Чабан, Н. Н. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Восточно-Забайкальская. Л. М-49-ХVIII: объясн. зап. / Н. Н. Чабан, Е. А. Беляков. – Москва: Мингео СССР, 1974. – 96 с.
134. Чабан, Н. Н. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Восточно-Забайкальская. Л. М-50-ХIII: объясн. зап. / Н. Н. Чабан, Е. А. Беляков. – Москва: ВСЕГЕИ, 1974. – 103 с.
135. Шамес, П. И. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200000. Сер. Восточно-Саянская. Л. N-47-ХХХ: объясн. зап. / П. И. Шамес. – Москва: Госгеотехиздат, 1961.
136. Шенфильд, В. Ю. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Восточно-Забайкальская. Л. N-50-ХХХIV: объясн. зап. / В. Ю. Шенфильд, И. Д. Чацкис. – Москва: Недра, 1970. – 72 с.



137. Шептура, В. И. Использование данных минералого-геохимического изучения гранитов при поисках камерных пегматитов Волынского месторождения / В. И. Шептура, В. Т. Латыш, Л. С. Криволап // Науч.-исслед. сектор Киевского ун-та: сб. науч. работ. – 1975. – № 11. – С. 66–71.
138. Шулика В. И. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Олекмо-Витимская. Л. N-50-X: объясн. зап. / В. И. Шулика, А. Ф. Озерский, З. Н. Киселева. – Москва: Мингео СССР, 1974. – 96 с.
139. Шульгина, В. С. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Бодайбинская. Л. О-50-XXIX: объясн. зап. / В. С. Шульгина, Г. П. Шахов, К. А. Черняевская. – Москва: Мингео СССР, 1984. – 116 с.
140. Шуман, В. Мир камня / В. Шуман. – Москва: Мир, 1986. – Т. 1. Горные породы и минералы. – 215 с.; Т. 2. Драгоценные и поделочные камни. – 263 с.
141. Щербакова, С. В. Геохимия и минералогия метасоматитов с рубином / С. В. Щербакова, А. Н. Сутурин // Геохимические поиски самоцветов. – Новосибирск, 1990. – С. 169–198.
142. Энциклопедия Забайкалья. Читинская область. – Новосибирск: Наука, 2000. – Т. 1. – 300 с.
143. Юргенсон, Г. А. Особенности минералогии изумрудоносных жил участка Херсканда / Г. А. Юргенсон, В. Н. Измайлов, Г. А. Гармаль // VIII Науч.-метод. конф. – Кабул: Кабул. политехн. ин-т, 1980. – С. 116–119.
144. Юргенсон, Г. А. Аметистовидный кварц в рудных жилах / Г. А. Юргенсон, В. В. Бресковска // Материалы XIII Съезда ММА (г. Варна, 19–25 сент. 1982 г.). – София, 1982. – С. 42–43.
145. Юргенсон, Г. А. Геологические исследования и горно-промышленный комплекс Забайкалья / Г. А. Юргенсон, В. С. Чечеткин, В. М. Асосков. – Новосибирск: Наука, 1999. – 574 с.
146. Юргенсон, Г. А. Гигантский кристалл кварца / Г. А. Юргенсон // Записки ВМО. – 1961. – Ч. 90, № 6. – С. 747–749.
147. Юргенсон, Г. А. Кальций-содержащий воробьевит – новая разновидность берилла / Г. А. Юргенсон // Вестник научн. информ. Забайкальского отделения Географического общества СССР. – 1965. – № 2. – С. 45–48.
148. Юргенсон, Г. А. Каменная радуга / Г. А. Юргенсон. – Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1980. – 104 с.
149. Юргенсон, Г. А. Минералогия продуктивных изумрудоносных комплексов / Г. А. Юргенсон, Ю. М. Пасеков // Материалы XIII Съезда ММА (г. Варна, 19–25 сент. 1982 г.). – София, 1982. – С. 56–57.
150. Юргенсон, Г. А. О возможности использования форм кристаллов граната альмандин-спессартинового ряда при поисках пегматитовых тел / Г. А. Юргенсон, С. С. Савкевич // Зап. Всесоюз. минерал. о-ва. – 1989. – Вып. 6, ч. 118. – С. 117–119.
151. Юргенсон, Г. А. Об условиях образования ювелирных камней Шерловой Горы / Г. А. Юргенсон // Минералогия месторождений камнесамоцветного и поделочного сырья: тез. докл. Годичного собрания Минерал. о-ва при РАН. – Санкт-Петербург, 1996б. – С. 37–38.
152. Юргенсон, Г. А. Полосы поглощения ОНх-групп в турмалине как типоморфный признак / Г. А. Юргенсон, А. А. Козаченко, О. А. Распопина // Типоморфизм минералов и его прикладное значение. – Чита, 1983. – С. 116–119.

153. Юргенсон, Г. А. Радуга в колеснице / Г. А. Юргенсон. – Иркутск: Вост.-Сиб. изд-во, 1991. – 304 с.
154. Юргенсон, Г. А. Самоцветы Забайкалья / Г. А. Юргенсон. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1997. – 58 с.
155. Юргенсон, Г. А. Типоморфизм и рудоносность жильного кварца / Г. А. Юргенсон. – Москва: Недра, 1984. – 149 с.
156. Юргенсон, Г. А. Типоморфизм, условия образования и рудоносность жильного кварца: дис.... д-ра геол.-минерал. наук: 04.00.11 / Г. А. Юргенсон. – Чита, 1997. – 139 с.
157. Юргенсон, Г. А. Шерловая Гора: месторождение самоцветов и редких металлов / Г. А. Юргенсон, О. В. Кононов // Шерловая Гора: минерал. альм. – 2014. – Т. 19, вып. 2. – С. 12–93.
158. Юргенсон, Г. А. Ювелирные камни Забайкалья. Ч. 1. Промышленные месторождения пегматитов и грейзенов / Г. А. Юргенсон. – Чита: ЗабГУ, 2016. – 198 с.
159. Янов, Ю. М. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Прибайкальская. Л. N-49-XXVIII: объясн. зап. / Ю. М. Янов. – Москва: Мингео СССР, 1971. – 104 с.
160. Bank, H. Das Smaragd-Alexandritvorkommen von Lake Manyara (Tansania) / H. Bank, E. Gubelin // Z. dtsch. gemmol. Ges. – 1976. – Vol. 25, No. 3. – P. 130–147.
161. Bindheim, J. Ueber den sibirischen Aquamarin / J. Bindheim // Crell's chemisch Annalen. – 1790. – No. 1. – S. 490–495.
162. Gubelin, E. Alexandrite from Lake Manyara, Tanzania / E. Gubelin // Gems and Gemol. – 1976. – Vol. 15, No. 7. – P. 203–209.
163. Jakob Drei Analysen von Beril. – Schweiz. Min. Petrogr. – Mitt, 1938. – Vol. 18, No. 2.
164. Janse, A. J. A. The Argyle diamond discovery, Kimberley region, Australia / A. J. A. Janse // Explor. and Mining Geol. – 1992. – Vol. 1, No. 4. – P. 383–390.
165. Lal, K. P. Corundum deposits in India / K. P. Lal // Gem World. – 1976. – Vol. 3, No. 3. – P. 31–36.
166. Pallas, P. S. Mineralogische Neuigkeiten aus Sibirien / P. S. Pallas // Neue Nord. Beitrag. – 1793. – S. 275–300.
167. Patrin, E. Njtice mineralogique de la Daourie / E. Patrin // Observations sur la physique. – 1791. – Vol. XXXVII. – P. 289–290.
168. Rocks and minerals Magazin [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rocksandminerals.org/Back%20Issues/2008/rm8303.html> (дата обращения: 30.05.2017).
169. Strahlenberg, Ph. Das Nord- u. Ostliche Theil von Europa u. Asien / Ph. Strahlenberg. – Stockholm, 1730.
170. Yurgenson, G. A. Sherlova Gora: a deposit for Gemstones and Rare Metals / G. A. Yurgenson, O. V. Kononov // Mineralogical Almanac. – 2014. – Vol. 19, is. 2. – P. 12–93.

Приложение 1

Перспективные топазо-бериллоносные пегматиты

Морфолого-минеральный тип	Наименование объекта, гранитного массива, геолого-структурной зоны	Изученность, запасы, кг; добыча, кг	Качество сырья	
			берилл, размер, см	топаз, размер, см
1	2	3	4	5
Миароловые микроклиновые	Саханайский массив, Агинская зона	Старательская добыча и добыча при ГРР, поисково-оценочные ГРР с опытной отработкой; известно 12 участков; учтенная добыча кристаллосырья берилла – 203,2; сортового – 1,938; 500 кристаллов (Апенко, 1967)	Желтовато-зеленый, зеленый, желтый, голубовато-зеленый; кристаллы 1–9, редко до 25	Сведений нет
	Утёсовый, Блоковый, скалистый, Кангинское поле, Западно-Борщовочный блок Аргунской зоны	Старательская добыча, объёмы добычи и запасы неизвестны	Сведений нет	Сведений нет
	Сорокское, Восточно-Саянская зона. Гранитоиды самсальского комплекса, эндо- и экзоконтакты Сорокского плутона	Поиски редких металлов масштаба 1 : 10 000. Ревизионно-оценочные работы с отбором проб. Извлечено кварца и кварцево-топазовых друз – 15 кг. Содержание топаза – 1,7 кг/м <sup>3</sup>	Непрозрачные кристаллы до 1 мм по оси <i>a</i> и 2,5 мм по оси <i>c</i>	Короткостолбчатый, от первых мм до 2,5 × 6 × 8, массой до 1,25 кг. Кристаллы до 1,5 см, прозрачны, без трещин. Голубой, серый, розовато-бурый, II сорт для фасетной огранки
Миароловые микроклиново-мусковитово-берилловые с горным хрусталём	Западно-Борщовочный блок Аргунской зоны, в борщовочных гранитах. Буторихинское поле, Стрелка	Изучалось трестом «Русские самоцветы», 1935, ЧГУ (1954–1955) на глубину до 1,2 м. Выбрано 2 гнезда аквамарина массой 3 кг, 6 кристаллов мориона	Светло-зеленый до голубоватого аквамарин в ассоциации с морионом (10–15 см по оси <i>a</i> . Ограночные зоны до 10 × 10 × 8 мм)	Сведений нет
	Там же, Кулинда	Следы старательских работ. Изучалось на камнесамоцветное сырьё. Геологическая съёмка масштаба 1 : 200 000. В отвале найдено 40 кристаллов дымчатого кварца и горного хрусталя	Кондиционного сырья не обнаружено	Кондиционного сырья не обнаружено

1	2	3	4	5
Миароловые микроклиново-мусковитово-берилловые с горным хрусталём	То же, Широкая	Изучалось на пьезокварц	Сведений нет	Сведений нет
	То же, Золотая гора	Известно с 1853 г. Продуктивная часть жил отработана с поверхности. Из одной жилы извлечено 5 т кристаллосырья. Старательские и разведочно-эксплуатационные работы	То же	Идеально прозрачные кристаллы
	То же, Душная	Старательские и разведочно-эксплуатационные работы. Добыто 1300 кг кристаллов кварца, а также берилл, коллекционные друзы	То же	Сведений нет
	То же, Тулун	Старательские работы XIX в., ревизионные работы Савватеевской партии ЧГУ (1954–1955), работы на пьезосырье Западно-Борщовочной партии, 1958–1960 гг. Добыто мориона около 100 и аквамарина – 14	Аквамарин полупрозрачный, светло-зелёный низкого качества	То же
	Аргунская зона, Цаган-Олуевский гранитный массив. Цаган-Олуевское	Отрабатывалось, добыто кварца отличного качества – 66, Ассоциация: аквамарин, морион, дымчатый кварц	Голубовато-зелёный, зеленоватый, мутный. По оси <i>a</i> – 1, оси <i>c</i> до 10	То же
	Прибайкальская зона Абчадского глубинного разлома, в связи с гранитоидами ирельского комплекса. Верхнекутимское	Аэровизуальные поиски кварца с наземной заверкой масштаба 1 : 50 000 и 1 : 25 000	Аквамарин 4 × 12, интенсивной зелёно-голубой окраски	То же
	Баргузинская зона, в связи с гранитоидами баргузинского комплекса. Уринское поле (Уро)	Ревизионно-оценочные работы. В жилах – аметист, морион, берилл, турмалин, кварц-волосатик, аметрин	В делювии зелёный, бледно-жёлтый, непрозрачный	Сведений нет
Миароловые микроклиново-мусковитово-бериллово-топазовые	Западно-Борщовочный блок Аргунской зоны. Кур-Куринское поле в борщовочных гранитах. Кокертайское	Сведений о добыче нет. Отмечались аквамарин и зелёный турмалин	Бледно-зелёный	Сведений нет
	Кур-Куринское, Кур-Куринский утёс	Ревизионные и поисковые работы. В полосках – кристаллы горного хрусталя, берилла, топаза	Желтовато-зелёный, непрозрачный вследствие наложенных деформаций	Сведений нет

	Смородинное (Нижнекоренное) в борщовочных гранитах	Отрабатывалось неоднократно, последний раз в 1980–1990-х гг. карьерами до глубины 6 м. Добывали берилл, топаз, кварц, верделит	Светло-зелёный, трещиноватый, по оси <i>a</i> до 1	Бесцветный, реже – с желтоватым оттенком. Кристаллы до 4, кондиционные блоки до 10 × 10 × 8 мм. Хорошо гранятся
Миароловые альбитово-бериллово-топазовые, иногда с лепидолитом	Западно-Борщовочный блок Аргунской зоны. Шивкинское поле в борщовочных гранитах; Черёмуховое, Шивки	Выработаны с поверхности старателями в значительной мере. Изучались на самоцветы и пьезокварц	Светло-жёлтый, зеленоватый. До 4 × 2	Сведений нет
	Буторихинское поле в борщовочных гранитах; Жердовая	Сведений об отработке нет, известно о наличии миарол с дымчатым кварцем, бериллом, топазом	То же	То же
	Солонечное в борщовочных гранитах	Сведений о добыче нет	Светло-зелёный; по оси <i>a</i> – до 6. Ассоциирует с дымчатым кварцем	То же
	Буторихинское поле в борщовочных гранитах; Каменная стрелка	Оценивалось на пьезокварц. Отрабатывалось карьерами	Бесцветный, бледно-зелёный	Бесцветный, иногда с голубым оттенком
	Хэнтэй-Даурская зона, Халзанское поле, в гранитах Халзанской интрузии, Халзанское	Вскрыто канавами и шурфами при поисках пьезокварца	Желтовато-зелёный, 3 × 1, реже – 10 × 25; аквамарин бледно-зелёный, воробьевит по оси <i>a</i> до 7	Бесцветный
	Селенгино-Становая область, Хилок-Ингодинская зона, Черновское поле, в гнейсах и амфиболитах малханского комплекса в связи с гранитами яблоньского комплекса	Поисковые работы на редкие элементы и ревизионно-оценочные работы ЗабНИИ (1990–1995), ИПРЭК СО РАН (2008–2016)	Жёлто-зелёный, светло-зелёный до голубого, редко – гелиодор. По оси <i>a</i> 0,5 – 10 до 1–40 по оси <i>c</i> . Отдельные кристаллы аквамарина прозрачны, в воробьевите ограночные зоны до 1	Единичные находки. О качестве сведений нет
Миароловые микроклиново-мусковитово-альбитово-топазовые с рубеллитом	Западно-Борщовочный блок Аргунской зоны. Кур-Куринское поле в борщовочных гранитах. Слюдянское	Разрабатывалось старателями. Ревизионные и поисковые работы. Присутствуют топаз, берилл, турмалин, лепидолит, морион пьезооптический	Светло-зелёный, полупрозрачный до непрозрачного	Бесцветный прозрачный, 0,5–3,0
	Россыпистая. В приконтактной зоне борщовочных гранитов и скарнированных известняков, гнейсов и сланцев	Одна из жил вскрыта карьером до глубины 3 м. Присутствуют рубеллит, дымчатый кварц, розовый гранат, берилл	Бледно-зелёный	Сведений нет

1	2	3	4	5
	Буторихинское поле: Киберевские копи (жилы 136, 137, до- рогой Утёс, Стрелка, Сухолесная гора и др.)	Старательские работы, начиная с 30-х гг. XIX в. Добывались ювелирные и коллекционные топаз, берилл, аметист, турма- лин, дымчатый кварц. Изучено и отработано на глубину до 5 м	Светло-зелёный; аквамарин; воро- бьевит с ювелир- ными зонами	Бесцветный, голубой, дым- чатый различ- ных оттенков. Кристаллы массой до 13 кг, с ювелирными моноблоками
	Селенгино-Становая область, Хилок-У- динская зона, в связи с гранитами гуджир- ского комплекса. Кумыхтинское	ГРР масштаба 1 : 50 000. Кроме берилла при- сутствуют лепидолит, флюорит, кварц, полевые шпаты. Сведений о добы- че нет	Зеленоватый и голубоватый; по оси <i>c</i> , до 10	Сведений нет
Миароловые микроклиново- мусковитово- альбитово- топазовые с вер- делитом	Западно-Борщовоч- ный блок Аргунской зоны. Кангинское поле. Падь Сухая	Работы треста «Русские самоцветы»; ревизион- ные, поисково-разведоч- ные работы на драгоцен- ные камни и пьезосырьё. Объём добычи неизвес- тен	Светло-зелёный, реже – воробье- вит	Бесцветный
Миароловые редкометалль- ные микрокли- ново- альбитовые с мусковитом и верделитом	Хэнтэй-Даурская зона, Мензинское пегматит- овое поле; в гнейсо- видных биотитовых гранитах в связи с гранитами II фазы асакан-шумиловского комплекса.	Поисково-оценочные работы	Воробьевит, зональный	Сведений нет
Миароловые микроклиново- альбитово- сподуменовые с бериллом	Агинская зона, зави- тинское поле; в пес- чаниково-сланцевой толще карабачинской свиты. Стрелкинское	Детальная разведка на редкие металлы. Присут- ствуют берилл, дымчатый кварц, морион. Сведений о добыче берилла нет	По оси <i>c</i> : 8–15 (желтоватые), 1–10 (голубова- тый), 1–3 (жёл- то-зелёный). Также воробье- вит, ростерит	Сведений нет
	Восточно-Саянская зона, граниты са- янского комплекса. Хэртэ-Жалгинское	Поисковые работы на редкие металлы масшта- бов 1 : 50 000, 1: 10 000. Продуктивный комплекс: сподумен, берилл, гранат, шерл, колумбит, касси- терит	Бледно-зелёный; по оси <i>c</i> – 2–10, по оси <i>a</i> – 0,5–1,0	Сведений нет
Бесполостные микроклиново- мусковитово- альбитовые с миаролами	Прибайкальская зона, Байкальский антикли- норий, в гнейсо- во-сланцевой толще. Абчадское	Поиски редких металлов масштаба 1 : 25 000. При- сутствуют берилл, гранат, амазонит	Зелёный разных оттенков, голу- бой, бесцветный до желтоватого. По оси <i>a</i> – 2–10; по оси <i>c</i> – 0,5–35, редко – 40 и 60, соответственно	Сведений нет

	Поворотное, в гранито-гнейсах	Аэровизуальные поиски масштаба 1 : 25 000. Наряду с бериллом присутствует синий кордиерит	Голубовато-зелёный, жёлто-зелёный прозрачный (на контактах кварцевых ядер) и непрозрачный по оси <i>a</i> – 2–15, по оси <i>c</i> – 4–5	Сведений нет
	Болотистое, среди амфиболито-гнейсовой толщи	Поиски редких металлов масштаба 1 : 25 000	Жёлтый, зелёный, белый; большинство кристаллов – трещиноваты	Сведений нет
Бесплостные микроклиновомусковитово-альбитовые	Прибайкальская зона, в толще гнейсов. Сыркин	Поиски редких металлов масштаба 1 : 25 000.	Зелёный и голубой; по оси <i>a</i> – до 5,0, по оси <i>c</i> – до 12	Сведений нет
	Кодаро-Удоканская зона, кодарский комплекс, Ханинское поле	Геологическая съёмка масштаба 1 : 50 000. Зональные тела содержат берилл, гранат, турмалин, циркон	По оси <i>c</i> до 5	То же
	Олондинское поле. Читкандинское	Поисковые работы масштаба 1 : 50 000 на редкие металлы. Кустообразные скопления и отдельные кристаллы. Возможны находки изумрудов в приконтактных зонах с габбро	Желтоватые кристаллы до 10 – 12 см по оси <i>c</i>	То же
	Прибайкальская зона, среди зон диафтореза в гнейсах и гранитоидах. Малый Аkitкан	Аэровизуальные поиски гранулированного кварца и их наземная заверка в масштабах 1 : 50 000 и 1 : 25 000. 29 пегматитовых тел. Содержат аквамарин. Диафториты – с кордиеритом и андалузитом	Длина кристаллов 0,5–20	То же
	Массив гранитов витимканского комплекса. Усманское	Поиски редких металлов масштабов 1 : 50 000 и 1 : 10 000. Жилы амазонитовых пегматитов с гнездами и вкрапленниками берилла и топаза	Жёлтые кристаллы 1 × 6 – 3 × 15	Цвет жёлтый, хорошая огранка, длина 1–5

Перспективные проявления аметистовой минерализации

№ п/п	Название	Структурно-тектоническая зона, географо-административная привязка	Формационный тип	Характеристика сырья	Стадия изученности
1	2	3	4	5	6
1	Ангинское (Анги)	Хэнтэй-Даурская, Забайкальский край	Гранитных пегматитов	Кристаллы аметиста в ассоциации с дымчатым кварцем, смена зон в головке кристаллов	Поисковые работы масштаба 1 : 10 000
2	Уринское (Уро)	Баргузинская, р. Уро, Республика Бурятия	То же	Кристаллы аметиста, дымчатого кварца, редко аметрина-волосатика	Разведка на пьезокварц, добычные работы
3	Гари	Баргузинская, руч. Гари, Республика Бурятия	То же	Кристаллы в друзах 2–2,5 см, поперечник 0,5–1,0 см. Бледно- и густо-сиреневый. Иногда образует головки дымчатого кварца	Ревизия на цветные камни
4	Тошальгольское	Прибайкальская, р. Тошальго, Республика Бурятия	Безрудных кварцевых жил	Аметист в полостях размером до 2 × 6 см, отдельные кристаллы, друзы, сростки с дымчатым кварцем. Кристаллы светло- и темно-фиолетовые; полупрозрачные, трещиноватые; длина 3,5–6,0 см, поперечник – 3–4, реже – 6 см	Геологическая съёмка масштаба 1 : 200 000
5	Бургусугайское	Агинская, Забайкальский край	Безрудных кварцевых жил в андезибазальтах	Аметистовидный кварц сиреневого и фиолетового цветов разных оттенков, в виде щёток. Соответствует ТУ к аметистовым щёткам III сорта, кристаллы – 3–6 × 2–4 мм	Изучено с поверхности
6	Онкоевская группа	Хэнтэй-Даурская, Забайкальский край	Безрудных кварцевых жил в гранитах	Светло-фиолетовый; размеры 1–2 × 0,5–1 см. Для огранки можно выбирать монообласти 2 × 3,5 мм	Ревизионное обследование



7	Мулина гора	Аргунская, с. Мулино, Забайкальский край	Миндалекаменных эффузивов	Аметист в жеодах диаметром до 25 см; бледно- и светло-фиолетовый	Периодически обрабатывалось старателями с XVIII в.
8	Армакское	Хамар-Дабанская (Джидинская подзона), Республика Бурятия	Миндалекаменных эффузивов	Обломки щеток размером 15 × 20–30 × 100 × 150 мм. Окраска слабой и средней интенсивности. Головки кристаллов – хорошей огранки: длина 0,5–0,7 см, поперечник 0,2–3 см. Коллекционное сырьё	Геологическая съёмка масштаба 1 : 50 000, поисковые маршруты в масштабе 1 : 25 000
9	Алцакская, Торейская площади	Хамар-Дабанская (Джидинская подзона), Республика Бурятия	То же	То же	То же
10	Инэлоктинское	Удино-Витимская, р. Инэлокта, Республика Бурятия	То же	В линзо- и трубообразных полостях (5 × 10–10 × 15 × 8 см. Аметист в виде друз, желваков, кристаллов (0,2 × 0,3–1,5 × 2,0 см)	Геологическая съёмка масштаба 1 : 50 000
11	Марьино	Агинская, у с. Сахюрта, Забайкальский край	То же	Аметистовидный кварц в жеодах, миндалинах ( кристаллы 10–15 мм) и фрагменты щеток с аметистовидным кварцем 5 × 6 × 6–8 см. Окраска бледная , длина кристаллов до 10 мм	Открыто при проведении НИР ЗабНИИ в 1992 г.
12	Цаган-Нурское	Агинская, у оз. Цаган-Нур, Забайкальский край	Миндалекаменных эффузивов и связанных с ними россыпей	Щётки и корки аметиста и аметистовидного кварца в уплощенных миндалинах длиной до 15 см. Фиолетовые головки кристаллов 0,2–0,5 см	Открыто в 1974 г. в маршрутных исследованиях
13	Джаргалантуйское	Агинская, падь Джаргалантуй Забайкальский край	То же	Аметист и аметистовидный кварц в жеодах; кристаллы 0,2 × 1,0 см	Ревизия на агат и халцедон при выполнении НИР, ЗабНИИ, 1992 г.
14	Витимканское	Удино-Витимская, Республика Бурятия	Россыпей	Кристаллы бледно-фиолетовые, 0,5–0,8 × 1,0–1,5 см	Геологическая съёмка масштаба 1 : 50 000

*Научное издание*

**Юргенсон** Георгий Александрович

## **ЮВЕЛИРНЫЕ КАМНИ ЗАБАЙКАЛЬЯ**

**Ч. 2.**

**Перспективные проявления**

Редактор О. Ю. Гапченко  
Вёрстка Н. Ю. Добрецкой

Перевод на английский автора

Подписано в печать 14.09.2017.

Формат 60×84/8.

Бумага офсетная. Способ печати цифровой.

Усл. печ. л. 17,7. Уч.-изд. л. 11,6.

Заказ № 17175. Тираж 500 экз.

(1-й з-д – 100 экз.)

ФГБОУ ВО «Забайкальский государственный университет»  
672039, г. Чита, ул. Александро-Заводская, 30

*30p*

ӘК

