

УДК 549.621.9

## ДЕМАНТОИДНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ КОРЯКСКО-КАМЧАТСКОГО РЕГИОНА

©2003 В. Л. Семенов<sup>1</sup>, Л.П. Аникин<sup>1</sup>, Е. Г. Сидоров<sup>1</sup>, В.А. Рашидов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт вулканологии ДВО РАН, 68306, Петропавловск-Камчатский, бульвар Пийпа, 9;

<sup>2</sup>Институт вулканической геологии и геохимии ДВО РАН, 68306, Петропавловск-Камчатский, бульвар Пийпа, 9;  
e-mail: rashidva@kcs.iks.ru

В пределах Корякско-Камчатского региона установлены коренные и россыпные месторождения и проявления демантоидов, приуроченные к концентрически-зональным пироксенит-дунитовым и дунит-гарцбургитовым (альпинотипным) массивам.

Самый ценный ювелирный камень группы граната - демантоид, являющийся редкой разновидностью андрадита, известен на Среднем Урале в россыпях р. Бобровки с 1856 г. (Александров, 1975; Алферова, 2000; Иванов, 1997, 1998; Киевленко, 1980; Кисин 1997; Кисин, Мурзин, 1997; Кропанцев, 1997а, 1997б, 2000а; Мельников, 1885; Поляков, 1999; Потапов и др., 1996; Серкова, Потапов, 1996; Смит, 1980; Цюцкий, Шайдуллин, 1999а, 1999б; Таланцев, 2000; Krzemnicki, 1999; Phillips, Talantsev, 1996; Rost et al., 1979), на Южном Урале в ультрамафитовом массиве Крака на р. Катерыш (Кропанцев, 2000б), а также на Полярном и Приполярном Урале в Тиманско-Североуральской камнесамоцветной провинции (Алехина, 2002). Урал долгое время являлся единственным регионом мира, в котором были известны месторождения демантоидов.

Сейчас проявления и месторождения демантоидов установлены на Камчатке (рис. 1), Кольском полуострове, Чукотке, в Армении, Азербайджане, Афганистане, Китае, Италии, Австрии, Швейцарии, Венгрии, Саксонии, Словакии, Канаде, США, Заире, Кении, Южной Корее и на о. Шри-Ланка (Горелова, Леснов 1991; Горная энциклопедия, 1986; Киевленко и др., 1982; Корчагина, Парсманян, 1966; Крылова и др., 1985; Кутыев и др., 1983; Мир-Али-Кашкай, 1939; Семенов, 1988; Семенов, Аникин, 2000; Сидоров и др., 1999; Смит, 1980; Чернавцев, 1985; Guobin, 1986; Fleisner, 1937; Wise, Moller, 1995). Недавно демантоиды обнаружены в Мексике, а очень перспективное месторождение найдено в Намибии (Gray, 2002; Lind et. al., 1997).

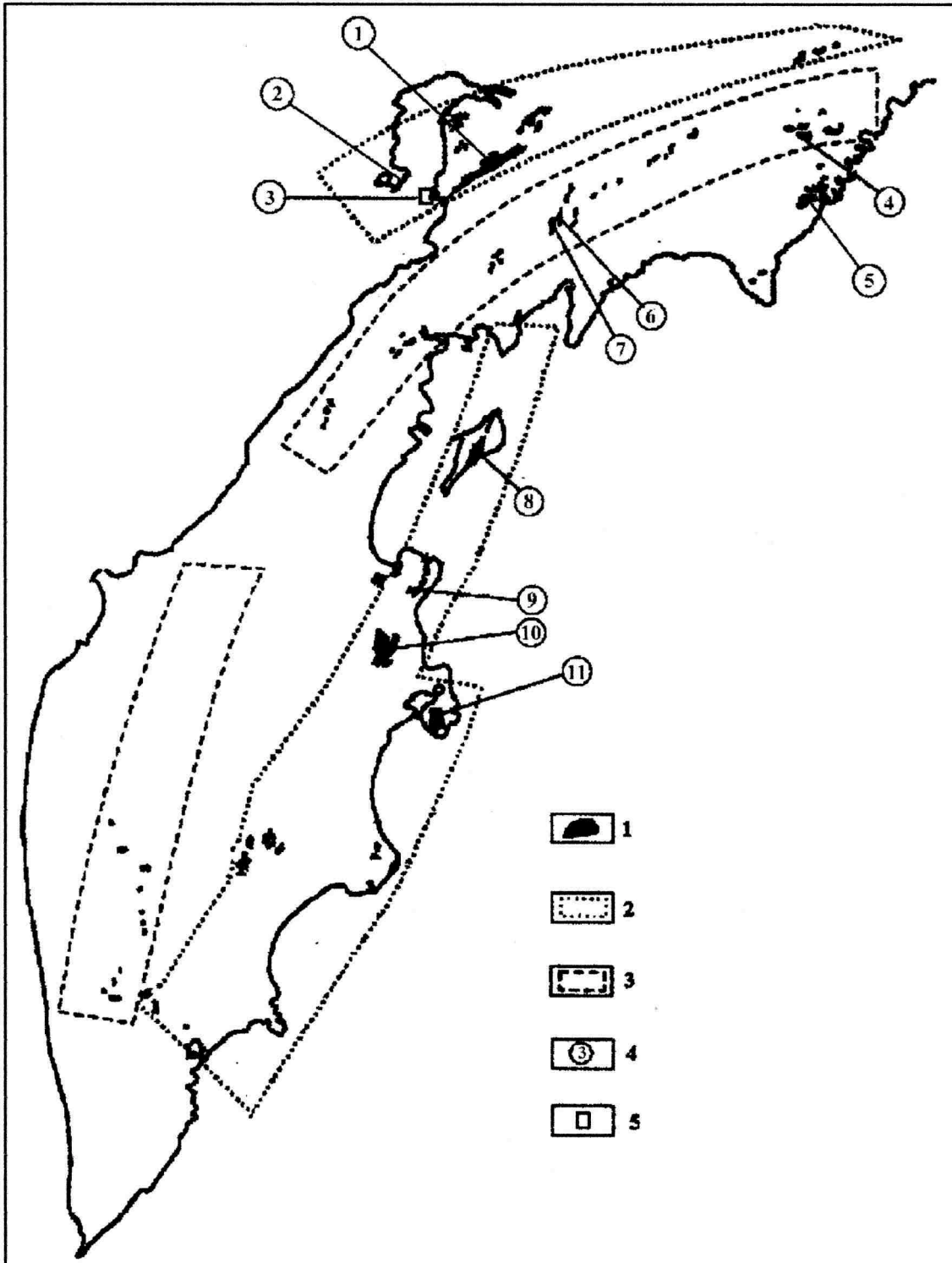
Запасы демантоидов на большей части проявлений незначительны и представляют лишь минералогический интерес. Уральский демантоид по своим свойствам является лучшим в мире и конку-

ренцию ему способен составить только намибийский демантоид.

### ПРОЯВЛЕНИЯ ДЕМАНТОИДОВ КОРЯКСКО-КАМЧАТСКОГО РЕГИОНА

Первые находки демантоидов на территории Корякско-Камчатского региона в пределах Маметчинско-Кууюльского гипербазитового пояса в аллювии р. Айнын (рис. 2; рис. 3 на 3 странице обложки) были сделаны в августе 1978 г. (Кутыев и др., 1983). Год спустя были выявлены коренные проявления демантоидов в Кууюльском массиве (Крылова и др., 1985; Горелова, Леснов, 1991).

В результате детальных поисковых и поисково-оценочных работ на ювелирный гранат в пределах Маметчинско-Кууюльского гипербазитового пояса, выполненных в 1979-1985 гг. экспедицией «Далькварцсамоцветь», установлено Чечатваямское россыпное месторождение и обнаружен ряд коренных и россыпных проявлений ювелирных и коллекционных демантоидов. В 1984 г. в пределах Елистратовского альпинотипного массива были обнаружены мелкие шетки демантоидов, а в 1986 г. – эндогенная минерализация в пределах Ватыно-Вывенского пояса зональных гипербазитовых массивов, сначала на Эпильчикском, а затем на Сейнавском и Гальмознанском массивах (Семенов, 1988; Семенов, Аникин, 2000). Дальнейшее минералогическое изучение тяжелых фракций и шлиховых проб аллювия водотоков, дренирующих гипербазитовые массивы, позволило установить мелкие кристаллы демантоидов в массивах Восточно-Камчатского пояса: Кротонском, Усть-Камчатском, Озерновском, Карагинском (Семенов, Аникин, 2000) (рис. 1).



**Рис. 1.** Распространение демантоидов в базит-гипербазитовых формациях Корьякско-Камчатского региона. 1- выходы пород базит-гипербазитовых комплексов; 2- области распространения ультраосновных пород дунит-гарбурцитовой формации; 3- области распространения концентрически-зональных массивов габбро-клинопироксенит-дунитовой формации; 4 - базит-гипербазитовые массивы, в которых известны проявления демантоидов; 5 - Чечатваямское россыпное месторождение. Цифрами обозначены массивы: 1- Куюльский, 2 - Елистратовский, 3 - Маметчинский, 4 - Эпильчикский, 5 - Прижимный, 6 - Сейнаровский, 7 - Гальмознанский, 8 - Карагинский, 9 - Озерновский, 10 - Кротонский, 11 - Усть-Камчатский.

По мнению (Байков, 2003) есть основания рассматривать Корякско-Камчатский регион как наметчающуюся демантоидную провинцию.

### ДЕМАНТОИДЫ МАМЕТЧИНСКО-КУЮЛЬСКОГО ПОЯСА

Маметчинско-Куюльский гипербазитовый пояс приурочен к зоне глубинного разлома северо-восточного простирания и представлен двумя пространственно-разобщенными массивами Маметчинским (юго-западная ветвь) и Куюльским (северо-восточная ветвь).

Протяженность Куюльского массива достигает 100 км, ширина его колеблется от 1 до 12 км, а мощность пластины оценивается в 8-9 км. Площадь массива составляет 350 км<sup>2</sup>. Наиболее значимые проявления демантоидной минерализации в пределах этого массива сосредоточены в его северо-восточной и центральной частях (Крылова и др., 1985).

Маметчинский массив вытянут в северо-восточном направлении более чем на 5 км при максимальной ширине 2.8 км.

Массивы сложены дунитами, гарцбургитами, лерцолитами, пироксенитами и являются типичным представителем альпинотипных ультрабазитов гарцбургитовой формации. Все интрузивные породы массивов условно считаются меловыми (Крылова и др., 1985). Для массивов характерна обширная серпентинизация пород, вплоть до образования серпентинитов, особенно в эндоконтактах. Отмечается большое разнообразие гидротермально-метасоматических пород, представленных листовниками, родингитами, тремолититами, новообразованными пироксенитами и пектолит-ксонотлитовыми жилами.

Гранат-диопсидовые метасоматиты образуют зоны прожилкования штокверкового типа, размером от 1-1.5 до 4-16 м, преимущественно в зонах интенсивного дробления гипербазитов: в Куюльском массиве - в северо-восточном, а в Маметчинском - в северо-восточном и северо-западном эндоконтактах. В незначительных количествах гранатовая минерализация встречается в серпентинитах и серпентинизированных перидотитах центральных частей массивов и приурочена к дизъюнктивным нарушениям.

В Маметчинско-Куюльских гипербазитах встречаются две разновидности андрадита - демантоиды и топазолиты. Цвет демантоидов изменяется от изумрудно- и травяно-зеленого до бледного серо-зеленого. На окраску демантоидов влияет совмест-

ное поглощение ионов Fe<sup>3+</sup> и Cr<sup>3+</sup> (Терехова и др., 1980). Цвет топазолитов - от бледно-желтого до ярко-желтого и зеленовато-желтого. Нередко окраска в кристаллах гранатов варьирует от желтовато-зеленой в центре, до светло-зеленой и зеленой по периферии, что связано с неравномерным распределением хромофорных примесей.

Идеально ограненные и крупные кристаллы (до 13 мм) встречаются в аллювиальных и делювиальных отложениях. Часто кристаллы содержат в центральных частях микровключения хромшпинелидов, магнетита, халькопирита, пентландита, хризотила и диопсида, а также газовой-жидкие микровключения, распределяющиеся по радиально-концентрической системе роста кристаллов. В шлифах крупных монокристаллов и полированных препаратах наблюдаются фантомы роста, имеющие радиальное расположение.

Следует отметить, что на Среднем Урале в демантоидах Нижнетагильских месторождений волосяные включения представлены хризотил-асбестом (Александров, 1975), в Полдневской группе месторождений - биссолитом (Таланцев, 2000; Phillips, Talansev, 1996), в Каркодинском месторождении из Полдневской группы - хризотилом из апогарцбургитовых серпентинитов и волосовидными трубчатыми включениями без твердой фазы (Кисин, Мурзин, 1997), а на Полярном Урале встречены включения актинолита (Алехина, 2002).

Из всего многообразия проявлений можно выделить два типа демантоидной минерализации: 1 - в диопсидовых и диопсид-тремолитовых метасоматитах; 2 - на плоскостях трещин в серпентинитах, вне видимой связи с метасоматитами.

Первый тип минерализации является наиболее продуктивным на коллекционные образцы, в связи с тем, что формирование гранат-диопсидовых метасоматитов происходило в динамически спокойных условиях, способствующих полноценному росту кристаллов демантоида. Гранат-диопсидовые метасоматиты образуют прожилки мощностью 1-5 см и протяженностью до 1 м, которые часто ветвятся и имеют раздувы. Демантоиды приурочены к периферическим участкам прожилков, выполняя стенки трещин и пустоты в виде кристаллических щеток, микропрожилков, друзовых скоплений и колломорфных образований. В щетках кристаллы демантоидов непрозрачные, тесно сросшиеся с угнетенными кристаллическими формами. Размеры кристаллов - 2-3 мм. Нередко кристаллы находятся среди лучистых и метельчатых агрегатов тремолита и диопсида (рис. 2).

Минерализация второго типа не представляет практического интереса. Это, как правило, тонкие

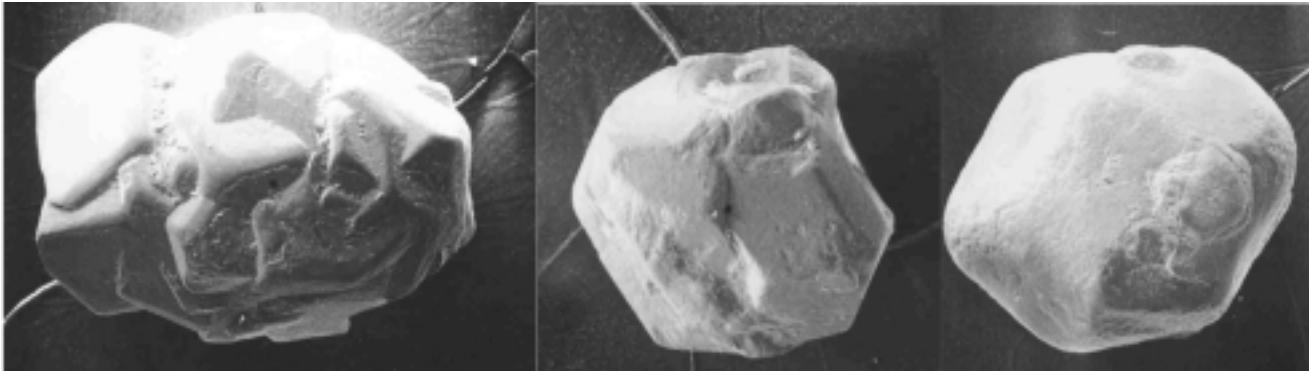


Рис. 2. Кристаллы демантоидов из аллювия р. Айнын. Увеличение 14<sup>x</sup>.

(0.1- 3 мм), незначительные по протяженности прожилки с раздувами до 1 см. Демантоиды образуют корочки, щетки мелких кристаллов, примазки на зеркалах скольжения.

Наиболее распространенной формой демантоидов является ромбододекаэдр и его разновидности. Колломорфные поликристаллические агрегаты представляют собой гроздевидные обособления, в которых гранулы демантоидов сцеплены либо мелкозернистым агрегатом демантоидов, либо тончайшими волокнами белого волокнистого хризотил-асбеста и метаксита. Ограненные кристаллы нередко образуют двойники и тройники (Кутыев и др., 1983; Семенов, Аникин, 2000).

Для обоих типов демантоидной минерализации характерно присутствие волокнистого, шелковистого субстрата хризотил-асбеста и беспорядочно-волокнистого метаксита зеленовато-белого цвета. Характерной особенностью, сопутствующей гранатовой минерализации, является сильное осветление пород.

**Чечатваямское россыпное месторождение** расположено в юго-восточной части Маметчинского гипербазитового массива (рис. 1). Оно включает в себя два участка: Чечатваямский (россыпь р. Чечатваям) и Темный (россыпи руч. Темный). Источником поступления демантоидов (рис. 4 на 3 странице обложки) в россыпи являются гранатоносные тела Маметчинского массива, которые большей частью эродированы. Имеются единичные находки щеток кристаллов демантоида в делювии в истоках р. Чечатваям.

#### ДЕМАНТОИДЫ ВАТЫНСКО-ВЫВЕНСКОЙ ЗОНЫ

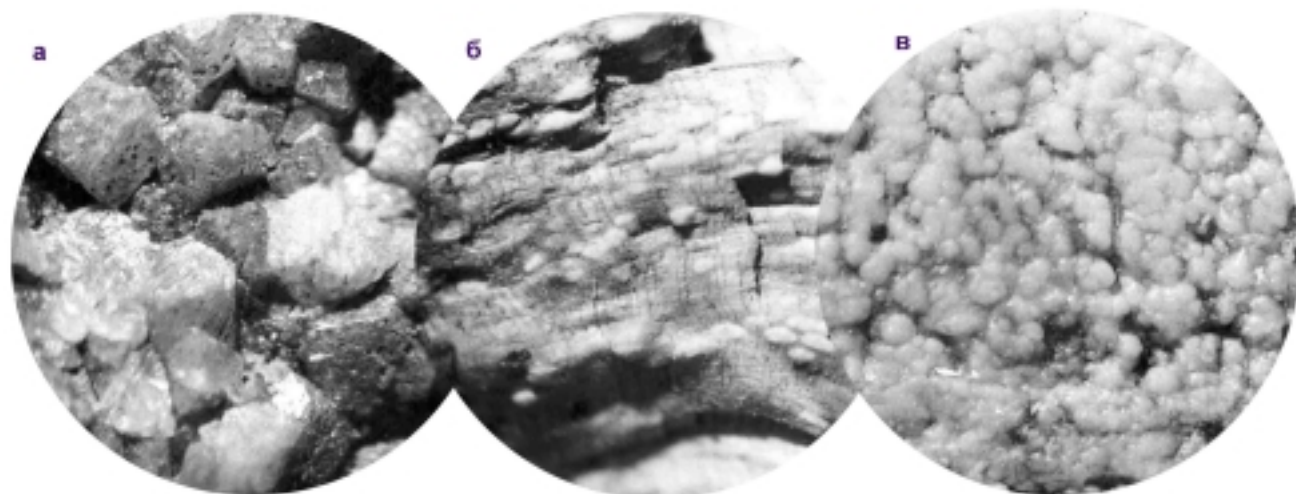
Ватынско-Вывенская зона концентрически-зональных гипербазитов приурочена к Вывенскому глубинному разлому, структурно сопряжена с

Центрально-Камчатским антиклинорием (Велинский, 1979) и прослеживается в виде прерывистой цепочки массивов более чем на 300 км от Камчатского перешейка до бухты Анастасии. В отличие от альпинотипных гипербазитов, которые представлены пластинообразными телами, приуроченными к границам крупных тектонических блоков, эти массивы имеют нормальные интрузивные контакты с вмещающими вулканогенно-кремнистыми породами верхнего мела. Интрузивные контакты часто затушены поздними тектоническими подвижками. Концентрически-зональное строение массивов отмечается как в крупных, так и в мелких по размерам телах, хотя отдельные фациальные разновидности либо отсутствуют, либо слабо выражены. Полная зональность массивов выглядит следующим образом: дунитовое ядро, перидотитовая, клинопироксеновая и габброидная оторочки. Контакты между фациальными членами как постепенные, через оливиновые и амфиболовые пироксениты, и пироксеновые дуниты, так и резкие.

По данным авторов для ультраосновных пород этих массивов характерно полное отсутствие ромбического пироксена. Клинопироксен представлен диопсидом с незначительной вариацией состава. Оливин изменяет железистость от  $Fa_7$  в дунитах, до  $Fa_{18}$  в оливиновых клинопироксенитах. В отличие от альпинотипных, концентрически-зональные гипербазиты слабо серпентинизированы. Серпентинизация проявлена интенсивно только в зонах тектонических подвижек. Металлогеническая специализация рассматриваемых массивов представлена хромитовым, титано-магнетитовым, платиновым и никелевомедным сульфидным оруденением.

В пределах Ватынско-Вывенской зоны проявления демантоидов выявлены в Эпильчикском, Сейнавском и Гальмоэнанском массивах (рис. 1).

Наиболее значительным является коренное проявление демантоидов Эпильчикского массива.



**Рис. 5.** Демантоиды Эпильчикского массива: *а* – кристаллические агрегаты; *б* – колломорфные выделения на призматической отдельности; *в* – колломорфные почковидные агрегаты. Размер кристаллов до 2 мм.

Оно приурочено к юго-восточному эндоконтакту массива, где интенсивно проявлена дизъюнктивная тектоника. Зона локально катаклазированных, брекчированных и серпентинизированных гипер-базитов, вмещающих демантоидную минерализацию, имеет мощность 200-250 м и прослеживается на северо-восток более чем на 800 м (Сидоров и др., 1999). Зона приурочена к дунит-верлит-пироксенитовому фациальному переходу, причем мощность верлитов здесь незначительна. Контакт дунитов с пироксенитами постепенный через промежуточные разности, либо с образованием пироксеновых жил в дунитах. Здесь же отмечены проявления и других разновидностей андрадита - топазолитов и мела-нитов. В гранатосодержащей зоне широко представлены мелкие (мощностью 1-1.5 м) тела плагиоклазитов. Плагиоклазиты иногда «цементируют» брекчированные пироксениты.

Демантоидная минерализация проявлена как в диопсидовых прожилках, так и самостоятельно, инкрустируя стенки зияющих трещин в серпентинизированных дунитах и серпентинитах.

Самостоятельная минерализация не представляет практического интереса. Как правило, это плохо образованные щетки мелких кристаллов (меньше 0.5 мм), колломорфные агрегаты на хризотиловой подложке, либо примазки.

Демантоидсодержащие диопсидиты образуют прожилки и жилы до 30 см в сильно серпентинизированных дунитах, имеют характерную светло-зеленую окраску за счет карбонатизации и развития белого, желтовато-белого тремолита и шелковистого светло-зеленого метаксита. Мелкокристалличес-

кие, волокнистые тремолитовые матасоматиты могут образовывать самостоятельные прожилки и жилы (мощностью до 10 см), с густой вкрапленностью мелкого (0.5-0.8 мм) демантоида. Демантоид в диопсидовом субстрате образует тонкие прожилки и жилы (до 0.8 мм), а также линзочки сливного агрегата.

Четко образованные кристаллы сформировались на стенках зияющих трещин и жеодоподобных пустот в катаклазированных диопсидах и на контакте диопсидовых жил с серпентинизированными дунитами (рис. 5). Хорошо ограненные прозрачные кристаллы формируют щетки, размеры индивидов в которых варьируют от 0.5 до 1.5 мм. Крупные кристаллы демантоида, размером 2-3.5 мм в поперечнике, были найдены в жеодоподобных пустотах. Они имеют яблочно-зеленый и изумрудно-зеленый цвета. Кристаллы прозрачные и имеют хорошую огранку. В отдельных кристаллах отмечаются минералы-включения, а на гранях – следы травления.

Повсеместно в парагенезисе с демантоидом отмечается тремолит, хризотил, метаксит, тальк, хлорит, которые образуют своеобразный шелковисто-волокнистый агрегат белого и светло-зеленого цветов.

Проявления топазолитов имеют хорошо образованные кристаллические формы. Размер кристаллов меняется в диапазоне от 0.1 до 1.5 мм. Кристаллы, как правило, прозрачные и имеют окраску от бледно - до ярко-медово-желтой (Сидоров и др., 1999). Кроме того отмечены полихромные топазолиты с варьирующей окраской от светло-зеленой - в центре, до табачно-желтой - по краям.

## ДЕМАНТОИДНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ

**Таблица.** Химический состав андрадитов, мас. %

| № п/п | SiO <sub>2</sub> | TiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | FeO  | MnO  | MgO  | CaO   | Na <sub>2</sub> O | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Сумма  |
|-------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|------|-------|-------------------|--------------------------------|--------|
| 1     | 34.87            | 00.8             | 1.44                           | 30.58                          | -    | 0.09 | 0.17 | 32.87 | 0.09              | -                              | 100.19 |
| 2     | 34.48            | 00.3             | 0.81                           | 32.37                          | -    | 00.6 | 0.25 | 33.02 | 0.19              | -                              | 101.21 |
| 3     | 35.63            | -                | 0.22                           | 30.61                          | -    | 0.02 | 0.08 | 33.73 | -                 | 0.49                           | 100.79 |
| 4     | 35.50            | -                | 0.24                           | 30.91                          | -    | -    | 0.13 | 34.06 | -                 | -                              | 100.84 |
| 5     | 35.44            | -                | 0.03                           | 31.58                          | -    | -    | 0.12 | 33.50 | -                 | -                              | 100.67 |
| 6     | 36.49            | 0.00             | 0.34                           | 30.54                          | 0.00 | 0.10 | 0.03 | 32.69 | -                 | 0.00                           | 100.18 |
| 7     | 35.45            | 0.02             | 0.47                           | 30.63                          | 0.46 | 0.02 | 0.08 | 32.68 | -                 | 0.05                           | 99.86  |
| 8     | 36.54            | 0.02             | 0.34                           | 30.48                          | 0.00 | 0.00 | 0.13 | 32.56 | -                 | 0.06                           | 100.12 |
| 9     | 35.24            | 0.53             | 1.29                           | 28.67                          | 0.00 | 0.02 | 0.04 | 33.10 | -                 | 0.00                           | 99.89  |
| 10    | 33.62            | 5.21             | 0.05                           | 25.47                          | 0.63 | 0.06 | 0.21 | 25.47 | -                 | 0.12                           | 98.27  |
| 11    | 34.42            | 2.85             | 0.04                           | 28.00                          | 0.70 | 0.09 | 0.10 | 32.46 | -                 | 0.07                           | 98.73  |
| 12    | 35.98            | 0.00             | 1.53                           | 29.14                          | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 32.99 | -                 | 0.08                           | 99.74  |
| 13    | 36.60            | 0.00             | 0.00                           | 31.04                          | 0.00 | 0.01 | 0.46 | 32.18 | -                 | 0.01                           | 100.30 |
| 14    | 36.22            | 0.00             | 0.47                           | 30.04                          | 0.00 | 0.00 | 0.15 | 32.62 | -                 | 0.07                           | 99.57  |
| 15    | 35.13            | -                | -                              | 33.22                          | -    | -    | 0.07 | 33.12 | 0.01              | -                              | 101.55 |
| 16    | 36.66            | -                | 3.89                           | 26.34                          | 0.23 | 0.23 | 0.06 | 33.02 | 0.01              | -                              | 101.37 |
| 17    | 33.44            | -                | -                              | 33.44                          | -    | -    | 0.04 | 32.29 | 0.01              | -                              | 100.24 |

Примечание. 1-5 - демантоиды Маметченско-Куюльского пояса: 1 – яблочно-зеленый демантоид из аллювия р. Айнынь, 2 – светло-зеленый демантоид из серпентинитов Куюльского массива, 3-5 – демантоиды Чечатваямского россыпного месторождения, соответственно: изумрудно-зеленый, светло-зеленый, голубовато-зеленый; 6-14 – андрадиты Ватыно-Вывенского пояса: 6-8 – демантоиды Эпильчикского массива, соответственно: яблочно-зеленый, травяно-зеленый, коломорфные выделения; 9- топазолиты Эпильчикского массива; 10-11 - меланиты Эпильченского массива; 12- демантоиды Сейнавского массива; 13-14 – демантоиды Гальмознанского массива, соответственно: светлоселеный, коломорфные выделения; 15 – демантоид из аллювия руч. Пенистый; 16 – демантоид из аллювия руч. Ледяной; 17 - демантоид из аллювия руч. Прижимный.

Анализ выполнен на рентгеноспектральном микрозонде «САМЕВАХ» (Институт вулканологии ДВО РАН). Аналитик В.М. Чубаров. Проверка – элемент не определялся.

В кристаллах демантоидов и топазолитов отмечены микровключения хромшпинелидов и вростки пироксена, хлорита, тремолита и хризотила.

В тесной ассоциации с тапазолитами встречается андрадит черного цвета – меланит, образующий микропрожилки, представленный в виде мелкокристаллической сыпи с размером кристаллов 0.1-0.2 мм.

Демантоидная минерализация в пределах Сейнавского и Гальмознанского массивов приурочена к тектоническим подвижкам и разломам северо-восточного простирания, которые наиболее выражены в эндоконтактах массивов, и где широко представлены тела габброидов. Минерализация локализуется в пироксенитах, перидотитах и верлитах в непосредственной близости с серпентинизированными дунитами. Демантоиды образуют щетки мелких кристаллов (0.1-0.3 мм) на стенках трещин, колломорфные зернистые скопления на зеркалах скольжения и хризотиловой отдельности, а также примазки с характерной для демантоида зеленой окраской. Цвет демантоидов меняется от желтовато-зеленого до изумрудного. Наиболее крупные кристаллы (до 3 мм) демантоида найдены в шлихах, но они практически непрозрачные.

### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ АНДРАДИТОВ

В таблице приведены средние химические составы демантоидов, топазолитов и меланитов Корякско-Камчатского региона.

Демантоиды из концентрически-зональных и альпинотипных проявлений близки по химическому составу как между собой, так и с андрадитами из родингитов Камчатки (Селиверстов, Осипенко, 1999).

Для демантоидов Корякско-Камчатского региона (Крылова и др., 1985; Семенов, 1988), как и для демантоидов Азербайджана (Мир-Али-Кашкай, 1939), Южного Урала (Кропанцев, 2000б) и Намибии (Lind et al., 1997), в целом характерно низкое содержание Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, не превышающее 0.49 вес. %. В демантоидах из Бобровского, Полдневого и Каркодинского месторождений на Среднем Урале содержание Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> достигает, иногда, 0.76-1.36 мас. % (Алферова, 2000; Мир-Али-Кашкай, 1939; Rost et al., 1979).

С увеличением содержания титана проявляется желтая окраска гранатов. Так, например, в топазолитах Эпильчикского массива среднее содержание TiO<sub>2</sub> составляет 0.56 мас. %, а максимальное - достигает 0.96 мас. %. В полихромных гранатах отмечается увеличение TiO<sub>2</sub> от центра зерен к периферии и,

соответственно, изменение окраски от зеленой до желтовато-зеленой и желтой. В топазолитах, наряду с большим содержанием  $TiO_2$ , отмечается повышенное содержание  $Al_2O_3$ , достигающее 1.29 мас. %. При этом содержание  $Fe_2O_3$  снижается, указывая на то, что титан представлен в виде  $Ti^{3+}$  и совместно с  $Al^{3+}$  изоморфно замещает  $Fe^{3+}$ .

В меланитах черная окраска обусловлена высокими содержанием  $TiO_2$ , достигающем 5.21 мас. %. Здесь титан изоморфно замещает  $Si^{4+}$ ,  $Fe^{3+}$  и, соответственно, представлен в четырех- и трехвалентных формах.

## ГЕНЕЗИС ДЕМАНТОИДОВ

Генезис демантоидов из различных регионов мира рассматривается в ряде работ (Алферова, 2000; Иванов, 1998; Мир-Али-Кашкай, 1939; Кропанцев, 2000б; Крылова и др., 1985; Кутыев и др., 1883; Поляков, 1999; Чернавцев, 1985; Guobin, 1986).

Для Камчатки и Среднего Урала отмечается приуроченность демантоидных проявлений к зонам полиэтапных динамотермальных изменений ультрамафитовых субстратов (Иванов, 1997, 1998; Крылова и др., 1985; Поляков, 1999), для Южного Урала – к расланцованным, смятым в складки апоперидотитовым серпентинитам (Кропанцев, 2000б), для Полярного Урала – к меланжу дунитов и гарцбургитов (Алехина, 2002), для Тамватнейского массива Чукотки – к меланжу перидотитов, практически полностью превращенных в серпентиниты (Чернавцев, 1985; Кропанцев, 2000б), а для ультраосновного комплекса Закавказья – к сильно перемятым, метаморфизованным серпентинизированным дунитам (Мир-Али-Кашкай, 1939).

Сопоставление геолого-минералогических особенностей локализации демантоидных объектов Корякско-Камчатского региона позволяет наметить общие черты их генезиса. Не вызывает сомнений тот факт, что демантоидная минерализация имеет гидротермально (инфильтрационно)-метасоматическое происхождение, в результате воздействия гидротерм на ультрамафитовые субстраты. Для альпинотипных гипербазитов это связано с внедрением малых интрузий гранитоидов и габброидов, а для концентрически-зональных – кроме того, это еще результат становления краевых габброидных фаций и их жильных дериватов (плагиоклазитов) (Сидоров и др., 1999).

В результате воздействия растворов на вмещающие породы образуется хризотил-асбест, метаксит по автометаморфическому серпентину (антигориту

и лизардиту) и другие метасоматиты, с которыми генетически тесно связаны демантоиды и топазолиты. От состава вмещающих пород во многом зависят катионный состав растворов и наличие в них углекислоты, которые, в свою очередь, определяют минеральный состав метасоматитов. Железо и хром, участвующие в формировании демантоида, усваиваются, главным образом, из оливина вмещающих пород (дунитов, перидотитов). Поэтому не случайно, что в зональных гипербазитах демантоидноносные метасоматиты тяготеют к клинопироксенитам в тесной близости с дунитами, либо к верлитам. Кроме того, растворы, в которых усваиваются некоторые компоненты из растворенных стенок, могут отжиматься на определенных стадиях тектогенеза и переноситься на некоторое расстояние. С этим связано образование щеток демантоида на стенках трещин и демантоидной «сыпи» вне видимой связи с характерными новообразованными минералами – пироксеном, тремолитом, хризотилом, метакситом.

По данным (Кутыев и др., 1983) температура гомогенизации газовой-жидких включений в кристаллах демантоидов Маметчинско-Куяльского гипербазитового пояса составляет  $43-45^\circ C$ , в то время как по данным (Крылова и др., 1985) – она достигает  $600 \pm 50^\circ C$ . Несомненно, что такое расхождение требует дальнейших специализированных исследований. Для сравнения отметим, что по данным (Кропанцев, 1997а) температура образования демантоида составляет  $\sim 200-350^\circ C$ .

Приуроченность демантоидов к зонам интенсивной тектонизации и рекристаллизации ультрамафитов может рассматриваться как рудоконтролирующий фактор в связи с тем, что именно эти зоны хорошей проницаемости для гидротерм способствуют наиболее активному и полному проявлению инфильтрационного метасоматоза. Сопутствующими демантоидной минерализации являются контактово-метасоматические и постмагматические преобразования ультрамафитов, также существенно кальциевого геохимического профиля – тальк-карбонатные, карбонатные, серпентин-актинолитовые породы, родингиты, новообразованные диопсиды, нефритоиды и термолиты.

Находки демантоидов в пределах Корякско-Камчатского региона позволяют установить их пространственно-генетическую связь с породами базит-гипербазитовых комплексов разных формационных типов: с дунит-гарцбургитовой формацией Маметчинско-Куяльского и Восточно-Камчатского поясов, а также с концентрически-зональными массивами габбро-пироксенит-дунитовой формации Ватыно-Вывенской зоны (рис. 1).



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В пределах Корякско-Камчатского региона отмечается широкое распространение андрадитовой минерализации, пространственно генетически ассоциирующей с базит-гипербазитовыми комплексами различных формационных типов – с тектонизированными массивами дунит-перидотитовой формации и концентрически-зональными массивами габбро-пироксенит-дунитовой формации. Встречены три разновидности ювелирных андрадитов: демантоиды, топазолиты и меланиты.

Сравнительный минералого-геохимический и геологический анализ исследуемых эндогенных проявлений демантоидов позволяет сделать вывод об их гидротермально-метасоматическом генезисе, независимом от формационной принадлежности вмещающих массивов. Главными условиями формирования демантоидной минерализации являются зоны повышенной проницаемости пород, широкое развитие даек габброидов и жил плагиоклазитов, а также наличие новообразований, характерных для кальциевого метасоматоза. Проявления демантоидов в Корякско-Камчатском регионе, как и в других районах мира, связаны с серпентинизированными ультраосновными породами. В тесной ассоциации с демантоидами встречаются топазолиты и меланиты.

Многочисленные точки демантоидной минерализации в пределах Корякско-Камчатского региона являются на данном этапе изученности лишь поисковыми признаками на россыпи ювелирного граната.

Широкое развитие проявлений демантоидов, также как топазолитов и маланитов, в пределах Корякско-Камчатского региона свидетельствует о перспективности проведения дальнейших комплексных исследований и разработки месторождений этого редкого минерального сырья.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Александров А.И.* Демантоид – хромосодержащий андрадит из Елизаветинской Бобровки (Средний Урал) // *Минералогия и петрография Урала*. Тр. Свердловского горного института. 1975. Вып. 106. С. 140-145.

*Алехина В.В.* Предпосылки к облагораживанию граната из нового проявления Полярного Урала // *Записки горного института*. 2002. Том 159. Часть 1. С. 10-12.

*Алферова М.С.* О минералогии Каркодинского месторождения демантоида, Средний Урал //

Уральская летняя минералогическая школа – 2000. Екатеринбург: изд. УГГГА, 2000. С. 15-21.

*Байков А.И.* Особенности нелинейной минерализации Камчатки // *Современный вулканизм и связанные с ним процессы*. Материалы юбилейной сессии Камчатского научного центра ДВО РАН, посвященной 40-летию Института вулканологии. Из-во КГПУ. Петропавловск-Камчатский, 2003. С. 7-8.

*Велинский В.В.* Альпиноидные гипербазиты переходных зон океан-континент. Новосибирск: Наука, 1979. 264 с.

*Горелова Н.Н., Леснов Ф.П.* О гранатосодержащих родингитах из гипербазитовых массивов Корякского нагорья // *Гипербазитовые ассоциации складчатых областей*. Вып. 6. Минералогия и геохимия. Новосибирск, 1991. С. 71-83.

*Горная энциклопедия*. Т. 2. М.: Советская энциклопедия, 1986. С. 210.

*Иванов О.К.* Концентрически-зональные пироксенит-дунитовые массивы Урала. Екатеринбург, 1997. 488 с.

*Иванов О.К.* Генезис демантоидных месторождений Урала // *Уральский геологический журнал*. 1998. № 1. С. 19-21.

*Киевленко Е.Я.* Поиски и оценка месторождений драгоценных и поделочных камней. М.: Недра, 1980. 166 с.

*Киевленко Е.Я., Сенкевич Н.Н., Гаврилов А.П.* Геология месторождений драгоценных камней. М.: Недра, 1982. 279 с.

*Кисин А.Ю.* Геммологические характеристики уральских демантоидов // *Уральская летняя минералогическая школа – 97*. Екатеринбург: изд. УГГГА, 1997. С. 156-157.

*Кисин А.Ю., Мурзин В.В.* Новые данные о включениях в уральских демантоидах // *Уральская летняя минералогическая школа – 97*. Екатеринбург: изд. УГГГА, 1997. С. 153-155.

*Кропанцев С.Ю.* Ново-Каркодинское месторождение демантоидов // *Уральская летняя минералогическая школа – 97*. Екатеринбург: изд. УГГГА, 1997а. С. 132-142.

*Кропанцев С.Ю.* Новые данные об уральском демантоиде // *Уральская летняя минералогическая школа – 97*. Екатеринбург: изд. УГГГА, 1997б. С. 142-149.

*Кропанцев С.Ю.* К вопросу о дисперсии показателей преломления уральского демантоида // *Уральская летняя минералогическая школа – 2000*. Екатеринбург: изд. УГГГА, 2000а. С. 110-114.

*Кропанцев С.Ю.* Демантоид из массива ультрамафитов Крака (Южный Урал) // *Уральская летняя*



минералогическая школа – 2000. Екатеринбург: изд. УГГГА, 2000б. С. 119-123.

*Крылова Г.И., Кокарев Г.Н., Смирнов А.А., Шуляева Л.Н.* Проявления цветных камней в Куолюском массиве ультрамафитов // Вопросы оруденения в ультрамафитах. Московское общество испытателей природы. М.: Наука, 1985. С. 117-125.

*Кутыев Ф.Ш., Аникин Л.П., Иванов Б.В. и др.* Находка демантоидов и топазолитов в Корякском нагорье // Докл. АН СССР. 1983. Т. 269. № 1. С. 198-200.

*Мельников М.* Обработка цветных камней в Екатеринбурге; современное состояние этого промысла и его будущее // Горный журнал. 1885. Т. 2. Май. С. 176–196.

*Мир-Али-Каишай.* О демантоиде из ультраосновных пород Азербайджана // Докл. АН СССР. 1939. Т. 22. № 8. С. 512-514.

*Поляков В.Л.* Уральские демантоиды: соотношение известных и новых данных // Уральский геологический журнал. 1999. № 5. С. 103-127.

*Потапов С.С., Серкова Л.Е., Котляров В.А.* Природа окраски демантоидов // Минералогия месторождений камнесамоцветного и поделочного сырья. Тез. докл. Годичного собрания МО РАН. Санкт-Петербург: МО РАН, 1996. С. 29-30.

*Селиверстов В.А., Осипенко А.Б.* Петрология родингитов Камчатки. Владивосток: Дальнаука, 1999. 155 с.

*Семенов В.Л.* Новые проявления демантоидов Корякского нагорья // Вулканологические исследования на Камчатке. Тезисы докладов конференции молодых ученых-вулканологов. Петропавловск-Камчатский, 1988. С. 42-45.

*Семенов В.Л., Аникин Л.П.* Демантоиды Корякско-Камчатского региона // Петрология и металлогения базит-гипербазитовых комплексов Камчатки. Тез. докл. научной сессии Камчатского отделения ВМО, посвященной памяти Ф.Ш. Кутыева. 26-28 апреля 2002 г. Петропавловск-Камчатский, 2000. С. 96-98.

*Серкова Л.Е., Потапов С.С.* К минералогии уральских демантоидов // Минералогия месторождений камнесамоцветного и поделочного сырья. Тез. докл. Годичного собрания МО РАН. Санкт-Петербург: МО РАН, 1996. С. 34.

*Сидоров Е.Г., Осипенко А.Б., Леднева Г.В.* Метасоматические образования Эпильчикского базит-гипербазитового массива, Олюторская тектоническая зона (Корякия) // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 1999. № 2. С. 10-22.

*Смит Г.* Драгоценные камни. М.: Мир, 1980. 586 с.

*Таланцев А.С.* О «полых» включениях в демантоидах // Уральская летняя минералогическая школа–2000. Екатеринбург: изд. УГГГА, 2000. С. 249-251.

*Терехова В.М., Самойлович М.И., Кутыев Ф.Ш.* Окраска и спектры оптического поглощения демантоида в области 10000-30000 см<sup>-1</sup> // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1980. № 6. С. 133-138.

*Цюцкий С.С., Шайдуллин С.С.* Новые находки демантоида на Среднем Урале // Уральский геологический журнал. 1999. № 3. С. 91-96.

*Цюцкий С.С., Шайдуллин С.С.* Новые находки демантоида на Среднем Урале // Уральский геологический журнал. 2000. № 4. С. 163-164.

*Чернавцев В.С.* Цветные камни Тамватнейского ультрамафитового массива // Вопросы оруденения в ультрамафитах М.: Наука. 1985. С. 141-149.

*Fleisher M.* The relation between chemical composition and physical properties in the garnets // Amer. Miner. 1937. V. 22. № 6. P. 752-759.

*Gray M.* Colored gemstones of Africa. (Statistical Data Included) // Rocks & Minerals. 2002. V. 77. № 2. P. 108-119.

*Guobin L.* On the Genesis of Demantoid from Xinjiang, China // Chinese Journal of Geochemistry. 1986. V. 5. № 4. P. 381–390.

*Krzemnicki M. S.* Diopside Needles as Inclusions in Demantoid Garnet from Russia: A Raman Microspectrometric Study // Gems & Gemology. Vol. 35. № 4. P. 192-195.

*Lind L. T., Henn U., Henn A., Bank H.* Neues Vorkommen von Demantoid in Namibia // Z. Dt. Gemmol. Ges. 1997. V. 46. № 3. P. 153-160.

*Phillips W.R., Talantsev A.S.* Russian demantoid, czar of the garnet family // Gems and Gemology. 1996. V. 32. P. 100-111.

*Rost F., Fuchs B., Saddrenu H.* Ueber demantoid aus dem Ural und seine Farbe // Aufschlus. V. 30. 1979. № 2. H. 51-56.

*Wise W. S., Moller W. P.* Geology and Mineralogy of the New Idria District, San Benito and Fresno Counties, California // Rocks and Minerals. 1995. V. 70. № 1. P. 30-35.

ДЕМАНТОИДНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ

**Demantoid mineralization in the Koryak-Kamchatka region**

© 2003 V.L. Semenov<sup>1</sup>, L.P. Anikin<sup>1</sup>, E.G. Sidorov<sup>1</sup>, V.A. Rashidov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*The Institute of Volcanology, FED, RAS, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683006, Piip blvd., 9, Russia;*  
<sup>2</sup>*Institute of Volcanic Geology and Geochemistry FED RAS, 683006, Petropavlovsk-Kamchatsky, Piip Blvd*

In the Koryak-Kamchatka region, we have documented demantoid bedrock and placer deposits, related to concentric-zoned pyroxenite-dunite and dunite-garzburgite (alpine) massives.