

В. Г. Кориневский

**ПЕРВАЯ НАХОДКА ДРАВИТА  
В КРИСТАЛЛОСЛАНЦАХ ИЛЬМЕН**

V. G. Korinevsky

**THE FIRST FIND OF DRAVITE  
IN CRYSTALLINE SHISTS OF ILMEN**

On east beach of Zyryanovka bay of Bol. Miassovo lake (Ilmen Nature Reserve) in garnet-gedrite-biotite crystalline shists of amphibolite facies the small crystals of ferroan dravite at first discovered. The data of chemical and X-ray analysis of dravite, Messbauer and IR-spectrum, drawing crystals form of dravite have been given. Dravite containing shists are product of metamorphism of magnesium boro containing pararocks.

До недавнего времени упоминание о дравите в Ильменских горах имелось лишь в рукописной работе А. И. Симонова [4]. Только что вышла статья Е. В. Белогуб с соавторами [3], где по данным химических анализов турмалинов из амазонитовых гранитных пегматитов Ильмен часть их можно отнести к серии дравит-шерл. В музее Ильменского заповедника экспонируется (без привязки и указания источника поступления) образец жильного кварца с довольно крупными кристаллами черного турмалина, названного дравитом. Какие-либо сведения о находках дравита в кристаллических сланцах и других метаморфитах ильменогорского комплекса до сих пор в литературе отсутствуют.

В пределах развития пород кыштымской толщи ильменогорского метаморфического комплекса у оз. Бол. Миассово на восточном побережье залива Зыряновка автором в 1995 г. были обнаружены элювиальные развалы жедритсодержащих биотитовых кристаллосланцев и куммингтонитовых амфиболитов с гранатом или без него. Пройденная в 1996 г. канава (копь 288) вскрыла эти породы в коренном залегании. С помощью небольших расчисток выяснено, что на протяжении 90 м с юго-запада на северо-восток здесь обнажена толща видимой мощностью более 10 м рыхлых жедрит-биотитовых кристаллосланцев с редкими, но крупными, кристаллами пироп-альмандина с мелкими включениями ставролита в центре кристаллов. Тонкие (от нескольких

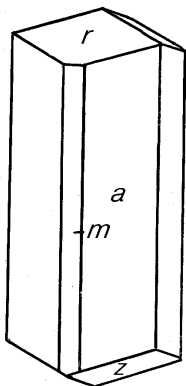
до 20 см), нередко будинированные по падению, прослой в них слагают существенно куммингтонитовые или обычные рогово-обманковые с куммингтонитом амфиболиты. Поверхности будин окружены каймой, где появляются крупные (до 2 см) призмы коричневого жедрита. Примечательно, что большинство темноцветных минералов указанных пород (биотит, куммингтонит, жедрит, роговая обманка) являются существенно магнезиальными: их железистость редко превышает 40 %. А плагиоклазы в породах оказались очень основными (лабрадор-битовниты). Породы имеют довольно крутое (40—50°) юго-восточное падение плоскостей сланцеватости и полосчатости. По особенностям химического и минерального состава пород есть основания полагать, что на побережье Зыряновки обнажаются породы, метаморфизованные в условиях верхних ступеней амфиболитовой фации.

В стенке канавы, вскрывшей пачку биотитовых кристаллосланцев (собственно копь 288), примерно в 5 м от ее северо-западного конца среди рыхлых вермикулитизированных жедрит- и гранатосодержащих кристаллосланцев обнаружен согласный прослой подобных же кристаллосланцев мощностью 40 см с редкими и тонкими (менее 1 см) пропластками мелкозернистых куммингтонит-плагиоклазовых амфиболитов. Именно в этом прослое и встречены мелкие (1—3 мм в длину и до 1 мм толщиной) короткопризматические кристаллы гексагонального габитуса темно-коричневого дравита. Они вытянуты по сланцеватости породы и распределены в ней довольно равномерно, слагают 1—3 % ее объема. Границы пачки дравитосодержащих кристаллосланцев с окружающими сланцами нерезкие.

Дравиты Ильмен обнаруживают типовые характеристики — это коричневые («чайные») оптически отрицательные одноосные кристаллы с показателями преломления:  $n_0=1.635$ ,  $n_e=1.614$ ;  $n_0-n_e=0.021$ . Обладают отчетливым плеохроизмом: темным бурозеленым цветом по  $N_0$  и светло-желтым — по  $N_e$ . Микротвердость четырех кристаллов дравита, измеренная на приборе «Durimet», меняется в пределах 1378—2628 кгс/мм<sup>2</sup>, что заметно выше значений, приведенных в [6].

Короткопризматические кристаллы с соотношением длины и поперечника около 3 : 1, имеют хорошо сформированные головки. По измерениям на столике Федорова В. А. Попов установил наличие следующих простых форм (рис. 1) в кристаллах дравита:  $r \{1011\}$ ;  $z \{0111\}$ ;  $m \{1010\}$ ;  $a \{1120\}$ . Оптически кристаллы дравита достаточно однородны, не содержат посторонних включений, не затронуты вторичными изменениями.

Рис. 1. Кристалл дравита из копи 288:  
 $a$  {1120},  $m$  {1010},  $r$  {1011},  $z$  {0111}.



По химическому составу (табл. 1) дравиты Ильмен относятся к железистым разновидностям. Наблюдается слабо выраженное зональное распределение главных компонентов. Как и в дравитах метаморфических толщ Японии [6, стр. 183] от ядра к периферии описываемых нами кристаллов дравитов уменьшаются содержания  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ . Соответственно возрастают количества  $\text{FeO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ .

Мессбауэровский спектр дравита (рис. 2) получен и проанализирован А. Б. Мироновым (ИМин УрО РАН) на спектрометре МС-2201 с источником излучения  $\text{Co}^{57}$  в матрице Rh (естественная ширина линии 0.26 мм/с) в режиме постоянных ускорений. Спектрометр откалиброван по стандартному образцу нитро-

Таблица 1

**Химический состав (мас.%) кристаллов дравита (проба ИК-105-55) из жедрит-биотитового сланца копи 288**

| Компоненты              | Кристалл 1 |       | Кристалл 2 |       | Среднее по 4-м ядрам |
|-------------------------|------------|-------|------------|-------|----------------------|
|                         | ядро       | край  | ядро       | край  |                      |
| $\text{SiO}_2$          | 36.21      | 35.88 | 36.25      | 36.29 | 35.92                |
| $\text{TiO}_2$          | 0.27       | 0.91  | 0.89       | 0.87  | 0.63                 |
| $\text{Al}_2\text{O}_3$ | 33.62      | 32.67 | 33.67      | 33.07 | 32.75                |
| $\text{FeO}$            | 3.41       | 3.22  | 3.04       | 3.25  | 3.33                 |
| $\text{Fe}_2\text{O}_3$ | 0.83       | 0.77  | 0.74       | 0.79  | 0.81                 |
| $\text{MnO}$            | -          | 0.05  | -          | 0.02  | 0.02                 |
| $\text{MgO}$            | 7.68       | 8.24  | 8.18       | 8.34  | 7.92                 |
| $\text{CaO}$            | 0.73       | 2.10  | 1.22       | 1.43  | 0.98                 |
| $\text{Na}_2\text{O}$   | 2.00       | 1.73  | 1.83       | 1.75  | 1.94                 |
| $\text{K}_2\text{O}$    | 0.03       | 0.06  | 0.09       | 0.06  | 0.05                 |
| F                       | 0.08       | -     | 0.16       | -     | 0.06                 |

*Примечание:* анализы выполнены Е. И. Чуриным и В. А. Муфтаховым в ИМин УрО РАН на JEOL. Superprobe-733;  $U=15$  kv;  $I=25$  nA. Значения  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и  $\text{FeO}$  определены по данным мессбауэровского спектра дравита (табл. 2).

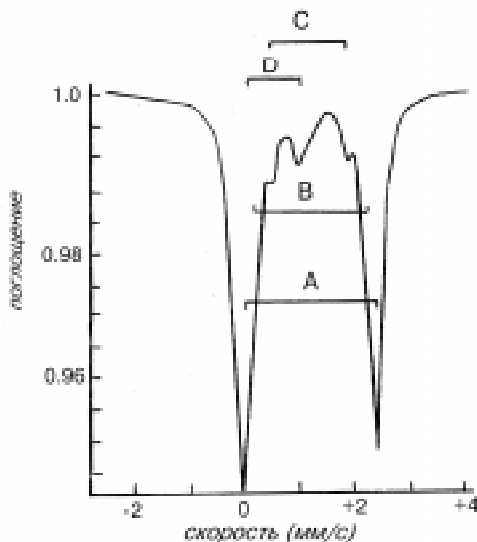


Рис. 2. Мессбауэровский спектр дравита (проба ИК-105-55)

пруссида натрия. Параметры спектра определены с помощью программы MOSREF. Спектр дравита представляет собой суперпозицию трех дублетов ионов  $\text{Fe}^{2+}$  (A, B, C) и одного дублета иона  $\text{Fe}^{3+}$  (D). У дублетов A, B и C наблюдаются (табл. 2) близкие значения изомерного сдвига (1.21—1.24 мм/с), но существенно разные — квадрупольного расщепления (2.49; 1.96 и 1.34 мм/с соответственно), что отвечает разным позициям  $\text{Fe}^{2+}$  в решетке дравита. Наиболее заселена ионами  $\text{Fe}^{2+}$  структурная позиция A,

Таблица 2

**Параметры мессбауэровского спектра дравита (проба ИК-105-55) из жердит-биотитовых кристаллосланцев Ильмен (копь 288)**

| Структурная позиция ионов Fe (дублет) | Изомерный сдвиг, мм/с | Квадрупольное расщепление, мм/с | Ширина, мм/с | Относительная заселенность позиции, % |
|---------------------------------------|-----------------------|---------------------------------|--------------|---------------------------------------|
| A ( $\text{Fe}^{2+}$ )                | 1.22                  | 2.49                            | 0.26         | 61.5                                  |
| B ( $\text{Fe}^{2+}$ )                | 1.24                  | 1.96                            | 0.24         | 14.5                                  |
| C ( $\text{Fe}^{2+}$ )                | 1.21                  | 1.34                            | 0.22         | 6.0                                   |
| D ( $\text{Fe}^{3+}$ )                | 0.57                  | 0.97                            | 0.46         | 18.0                                  |

что соответствует октаэдрической позиции Y в структуре турмалина [6, стр. 169]. Как и в железистом дравите, исследованном В. Ф. Беловым и др. [1], в составе ильменского дравита резко преобладают ионы  $Fe^{2+}$ , тогда как в дравитах других регионов основная роль принадлежит  $Fe^{3+}$  [6, стр. 173—174]. В нашем случае доля ионов  $Fe^{3+}$  (дублет D, табл. 2) не превышает 18 %, а в дравите из работы [1] дублет  $Fe^{3+}$  вообще не установлен. Видимо, повышенные количества  $Fe_2O_3$ , определяемые силикатным анализом, обусловлены окислением железа при подготовке проб к исследованию. Данные мессбауэровских спектров [1, 2 и наши] свидетельствуют в пользу того, что в дравитах основной формой нахождения железа являются ионы  $Fe^{2+}$ .

Дифрактограмма дравита из ильменогорских кристаллосланцев (табл. 3) практически идентична таковой из [8, card 14-76]. Параметры его элементарной ячейки:  $a_0=15.942 \text{ \AA}$ ;  $c_0=7.190 \text{ \AA}$ ;  $c_0/a_0=0.451$ ;  $v=1582.667 \text{ \AA}^3$ , что полностью соответствует характеристикам дравита [1, стр. 162, фиг. 74]. ИК-спектр дравита (рис. 3), снятый В. Е. Еремяшевым на «Spectrum 75 IR», характеризуется теми же полосами поглощения, что и у других дравитов [6, стр. 169, фиг. 81].

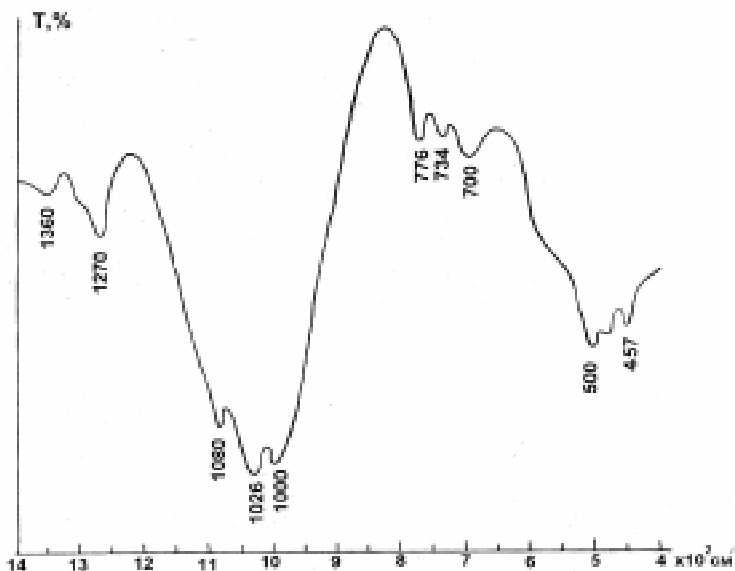


Рис. 3. ИК-спектр дравита (проба ИК-105-55)

**Дифрактограмма дравита (проба ИК-105-55)  
из жедрит-биотитовых кристаллосланцев копи 288**

| d, Å  | I   | hkl | d, Å  | I  | hkl | d, Å  | I  | hkl    |
|-------|-----|-----|-------|----|-----|-------|----|--------|
| 6.38  | 42  | 101 | 2.344 | 17 | 511 | 1.642 | 13 | 271    |
| 4.98  | 40  | 021 | 2.191 | 16 | 502 | 1.594 | 18 | 550    |
| 4.58  | 35  | 300 | 2.164 | 17 | 431 | 1.506 | 25 | 820    |
| 4.23  | 63  | 211 | 2.112 | 13 | 422 | 1.479 | 10 | 244    |
| 3.99  | 53  | 220 | 2.053 | 24 | 223 | 1.456 | 26 | 514    |
| 3.48  | 100 | 012 | 2.041 | 36 | 152 | 1.430 | 13 | 015    |
| 3.02  | 18  | 410 | 2.021 | 12 | 161 | 1.419 | 10 | 651    |
| 2.959 | 93  | 122 | 1.920 | 26 | 342 | 1.409 | 20 | 205    |
| 2.901 | 16  | 321 | 1.875 | 13 | 413 | 1.355 | 10 | 10.0.1 |
| 2.619 | 13  | 312 | 1.849 | 10 | 621 |       |    |        |
| 2.579 | 61  | 051 | 1.781 | 15 | 333 |       |    |        |
| 2.396 | 28  | 003 | 1.739 | 10 | 024 |       |    |        |
| 2.376 | 18  | 232 | 1.660 | 24 | 603 |       |    |        |

*Примечание:* дифрактометр ДРОН-2.0; FeK<sub>α</sub>-излучение; монохроматор. Аналитик П. В. Хворов, Ильменский заповедник.

Дравиты выявлены и в других породах из метаморфических толщ Ильмен. Редкие темно-коричневые короткостолбчатые кристаллики без продольной штриховки железистого дравита (табл. 4, проба У-933-1) наблюдаются в паргасит-гранат-хлоритовой породе (апоэклогитовый горнблендит), слагающей небольшой блок-включение в кварцевой сайтовской толще в окрестностях д. Уразбаево [5]. Такие же мелкие кристаллы дравита обнаружены и в кианитовых муковит-биотитовых с гранатом кристаллосланцах, слагающих олистолит в кварцитах кыштымской толщи Ильмен в межозерье Инышко-Бол. Таткуль (табл. 4, проба ИК-139-11). Видимо, к дравитам относятся и широко распространенные в кристаллических сланцах ильменогорской толщи буро-коричневые бочонкообразные кристаллы турмалина размером 0.5×0.2 мм, описанные по керну скважин на юго-западном склоне Ильменского хребта Ю. Д. Панковым [7, стр. 101]. На слоистых поверхностях кливажных плоскостей мусковитных кварцитов кыштымской толщи в межозерье Инышко-Бол. Таткуль и на северном побережье оз. Бол. Миасово также местами встречаются мелкие полностью ограниченные короткопризматические темные зеленовато-коричневые кристаллики дравита (табл. 4, проба ИК-42-1).

Существенно более магнезиальная разновидность дравитов (табл. 4, проба ИК-62-1) обнаружена нами в кварцитах максютовского метаморфического комплекса на р. Сакмаре. Темно-коричневые либо буро-зеленые короткопризматические с гексаго-

Таблица 4

**Химический состав (мас.%) дравитов из других метаморфических пород Ильменогорского комплекса и из Максютовского комплекса Южного Урала**

| Проба                          | У-933-1 | ИК-139-11 | ИК-42-1 | ИК-62-1 |
|--------------------------------|---------|-----------|---------|---------|
| SiO <sub>2</sub>               | 36.62   | 36.88     | 37.46   | 37.48   |
| TiO <sub>2</sub>               | 0.51    | 0.27      | 0.54    | 0.36    |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 28.91   | 4.53      | 32.43   | 31.08   |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.16    | -         | 0.02    | 0.01    |
| FeO                            | 9.59    | 3.14      | 5.30    | 3.88    |
| MgO                            | 6.83    | 8.45      | 7.07    | 9.64    |
| CaO                            | 0.24    | 0.47      | 0.46    | 0.34    |
| MnO                            | 0.01    | 0.03      | 0.06    | 0.02    |
| Na <sub>2</sub> O              | 2.49    | 2.27      | 2.15    | 2.52    |
| K <sub>2</sub> O               | 0.01    | 0.06      | 0.04    | 0.02    |
| F                              | 0.11    | 0.13      | 0.07    | 0.20    |
| Cl                             | 0.01    | -         | 0.01    | 0.01    |
| Сумма                          | 85.49   | 86.20     | 85.61   | 86.18   |

*Примечание:* У-933-1 — паргасит-гранат-хлоритовая порода (апоэклогит) из олистолита в сайтовской толще Ильмен. У западной околицы дер. Уразбаево [4]; ИК-139-11 — кианитовый мусковит-биотитовый кристаллосланец с гранатом из олистолита в кварцитах кыштымской толщи Ильмен. Межозерье Инышко-Бол. Таткуль, копь 289; ИК-42-1 — гранатовый мусковитовый кварцит кыштымской толщи Ильмен. Канавка у проселочной дороги от пос. Биостанция к кордону Инышко. ИК-62-1 — гранат-фенгитовый кварцит с глаукофаном. Правый берег р. Сакмары в 2 км ниже развалин дер. Караяново. Максютовский комплекс. Анализы выполнены Е. И. Чуриным в ИМин УрО РАН на микрозонде JXA-733.

нальным поперечником кристаллы дравита здесь не превышают в длину 1—3 мм. Как и голубовато-серые столь же мелкие призмы глаукофана, дравиты беспорядочно размещены в фенгит-кварцевой матрице породы, слагая менее 1 % ее объема. Значительно чаще здесь встречаются отчетливо зональные ромбододекаэдры альмандина (0.2—0.5мм), резко обогащенные в краевых зонах магнием и обедненные марганцем и кальцием (по сравнению с ядрами кристаллов).

Как известно [6, стр. 179], дравиты широко распространены в метаморфических породах различных регионов. Теперь стало ясно, что он нередок и в метаморфитах Южного Урала. Находка дравитов в магнезиальных кристаллических сланцах ильменогорского комплекса, видимо, надежно свидетельствует о наличии среди этих глубокометаморфизованных образований

магнезиальных и боросодержащих парапород, скорее всего, осадочных.

Автор благодарит за большую помощь в исследовании дравита всех упомянутых выше сотрудников ИМин УрО РАН, а также Е. В. Кориневского, Н. И. Вализер, Е. И. Лекареву и Н. К. Никандрову.

## Литература

1. Белов В. Ф. и др. Гамма-резонансные исследования железистых турмалинов // Кристаллография, 1973. Т. 18. Вып. 1. С. 192—193.
2. Белов В. Ф. и др. О применении мессбаэровской спектроскопии для исследования железистых турмалинов // Докл. АН СССР, 1973. Т. 209. № 4. С. 922—925.
3. Белозуб Е. В., Попов В. А., Попова В. И. Турмалины из гранитных пегматитов Ильмен // Минералогия Урала. Материалы III-го регионального совещания. Т. 1. Миасс: ИМин УрО РАН, 1998. С. 46—49.
4. Кобяшев Ю. С., Поляков В. О. Минералы Ильменских гор, 1994 г. Миасс: УрО РАН, Ильменский заповедник, 1994. 73 с.
5. Кориневский В. Г. Паргасит из Ильменских гор // Уральский минералог. сборник № 8. Миасс: ИМин УрО РАН, 1998. С. 83—94.
6. Минералы. Справочник. Т. 3. Вып. 2. М.: Наука, 1981. 614 с.
7. Панков Ю. Д. Ильменогорский метаморфический комплекс // Ильменогорский комплекс магматических и метаморфических пород. Свердловск: УФАН СССР, 1971. С. 61—129.
8. ASTM: diffraction data cards and alphabetical and grouped numerical index of X-ray diffraction data. Philadelphia. Intern. Cent. for diffraction data, 1946—1977. Card 14—76.