

ПРИРОДА

№ 10, 2005 г.

Е.И. Воробьев

Таусонит синтезирован в США, открыт в недрах России

© “Природа”

Использование и распространение этого материала
в коммерческих целях
возможно лишь с разрешения редакции



Сетевая образовательная библиотека “VIVOS VOCO!”
(грант РФФИ 03-07-90415)

vivovoco.nns.ru
vivovoco.rsl.ru
vivovoco.ibmh.msk.su

Таусонит синтезирован в США, открыт в недрах России

Е.И.Воробьев

Синтез драгоценных камней давно привлекал внимание человечества, но получил распространение только в конце XX в. и постепенно превратился в крупную мировую промышленную отрасль. Сейчас производятся аналоги почти всех природных драгоценных камней. Удачно синтезированы самоцветы, которые в природных условиях не встречаются (например, фианиты). Минерал таусонит (SrTiO_3) стал своеобразным исключением. Его синтетический аналог вначале получен в лабораторных условиях, и только спустя 30 лет этот новый минеральный вид был установлен в значительных количествах в природе.

В 1953 г. американский исследователь Л.Меркер впервые синтезировал кристаллический титанат стронция. При температуре 2050°C его кристаллы растут неделями. За 10–11 недель они достигают 10–12 мм. Полученные таким образом черные кристаллы отжигают в атмосферных условиях при 650 – 1700°C до их полной прозрачности. Синтетический титанат стронция получил широкое применение в специальной технике: электрике, радиотехнике и электронике благодаря выдающимся параэлектрическим, пьезоэлектрическим и диэлектрическим свойствам.

© Воробьев Е.И., 2005



Евгений Иванович Воробьев, кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник Института геохимии имени А.П.Виноградова СО РАН. Область научных интересов — геохимия, минералогия, минералого-геохимические методы поисков месторождений; новые редкие виды твердых полезных ископаемых.

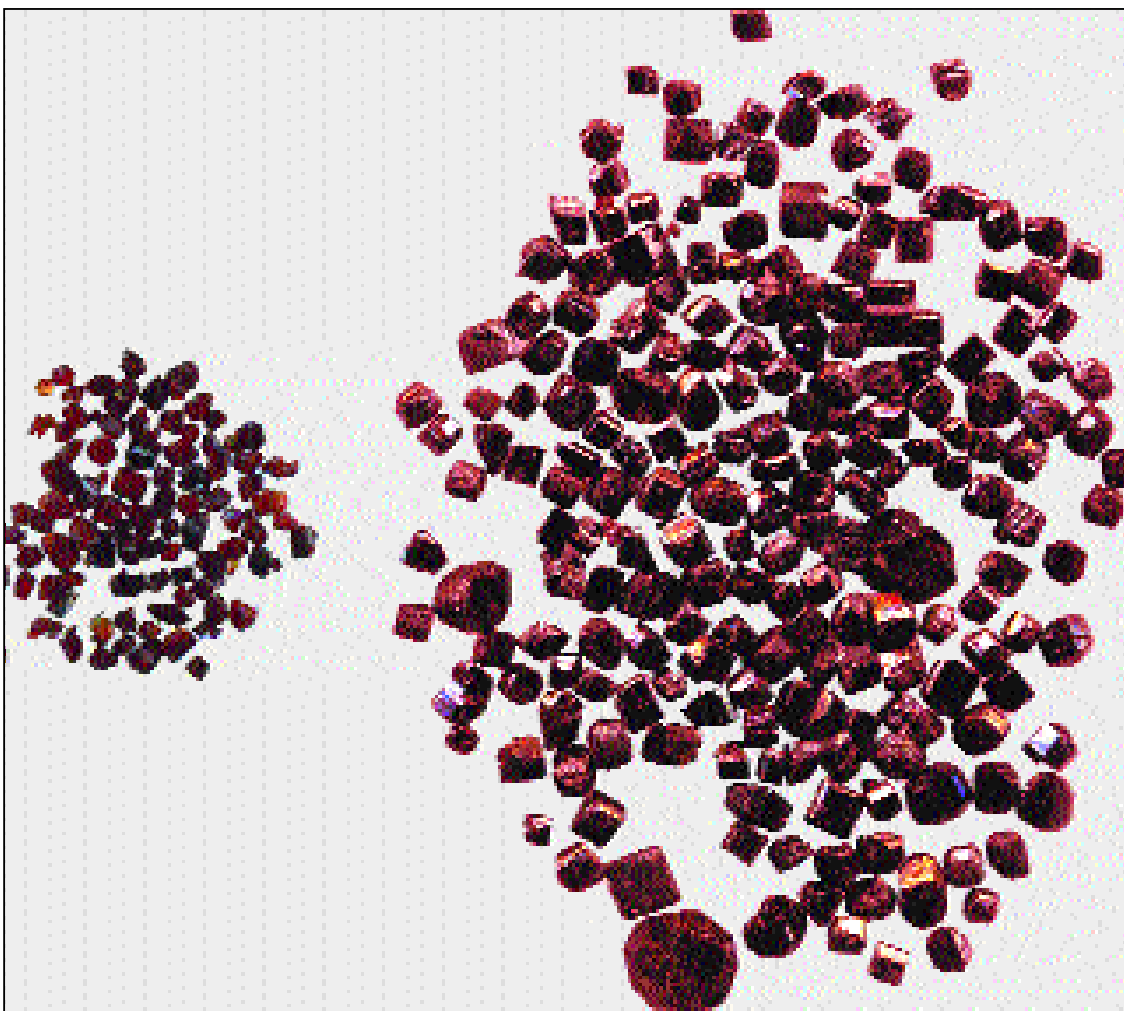
зоэлектрическим и диэлектрическим свойствам. Однако наибольшую известность он приобрел как синтетический ювелирный материал. Имея близкий к алмазу показатель преломления света и в четыре раза более высокий коэффициент дисперсии (способность разложения светового луча на отдельные цвета), в ограненном состоянии он используется в качестве одного из самых популярных имитаторов алмаза. Множество зарубежных ювелирных фирм изготавливают изделия с синтетическим титанатом стронция под разными коммерческими названиями: «стронциевый алмаз», «диагем», «фабулит», «баль де фе», «ювелит», «веллингтон», «зеленит» и др. «Искрящийся» эффект делает его в изделиях даже

интереснее бриллианта, но он значительно уступает алмазу по твердости, недостаточно высокой для элитного ограночного материала. Японские ювелиры исправили это положение, изготовив так называемый «дуплет». На основание (из титаната стронция) наплавляется головка из очень твердых материалов типа синтетического корунда или шпинели. После огранки такого «дуплета» получается очень красивый ювелирный камень — диамонтин. Рыночная стоимость кристаллов титаната стронция по сравнению с другими синтетическими камнями весьма высокая из-за сложной технологии выращивания и длительной кристаллизации.

В России природный титанат стронция был открыт в количе-



Коренное обнажение таусонитсодержащих пород на вершине «Таусонитовой горки». Тонкоплитчатая отдельность обусловлена гнейсовидной текстурой пород.

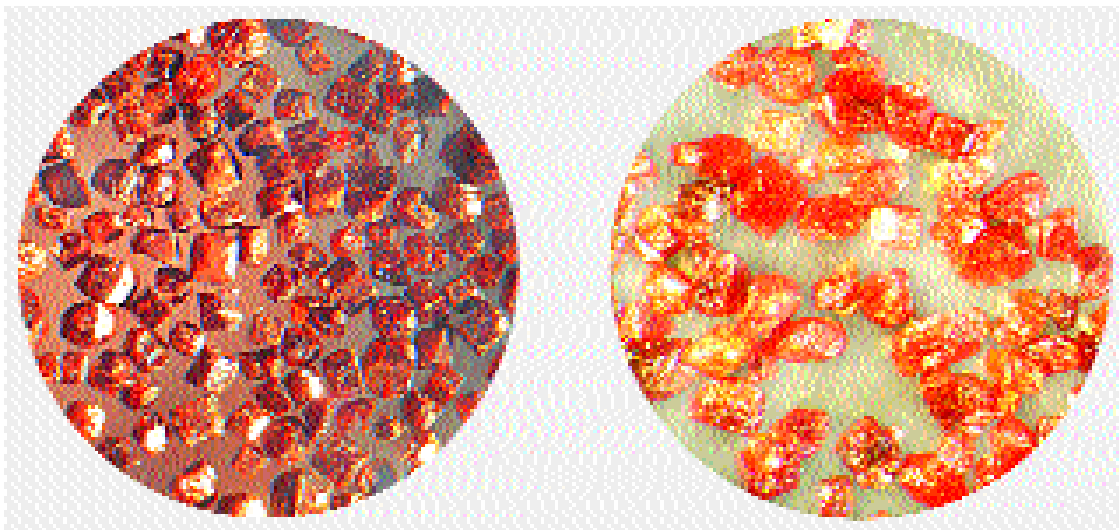


Кристаллы таусонита.

стве, исчисляемом тысячами тонн. Сейчас он известен всем минералагам мира как таусонит. Его пока единственное в мире месторождение находится на Мурунском сиенитовом массиве в Бодайбинском р-не Иркутской обл., недалеко от известного месторождения чароита.

Впервые породы с таусонитом мы обнаружили в 1981 г. при доизучении Мурунского массива, необходимость которого была вызвана открытием здесь карбонатитов и месторождений щелочных амфиболовых асбестов (калиевых рихтерит-асбестов). Внимание привлекли совершенно необычные породы, обозначенные на детальной геологической карте как гранатсодержащие сиениты. Ничего подобного я в своей практике не встречал, и по традиционным визуальным признакам не мог даже четко сориентироваться, к какому семейству горных пород их следует относить. Все в них было необычно, от минерального состава до структуры. С одной стороны, это полнокристаллические свежие породы явно магмати-

ческого типа, с другой — ярко выраженная разгнейсованность (от очковой до листоватой), как у классических метаморфических гнейсов, и резкая неравномерность минерального состава по слоям (полосам). Кроме того, в них было большое количество довольно крупных выделений слюдоподобного желтовато-коричневого минерала, часто собирающегося в почти мономинеральные полосы. С таким минералом мне не приходилось встречаться раньше. Явно что-то очень редкое, но почему так много? Да и сама порода никак не походила на сиенит. Убедившись, что эти образования распространены на многие сотни метров, мы решили их детально исследовать. Коричневые минералы (их оказалось два) были извлечены из породы. При этом обнаружилось еще и буровато-красные мелкие кубические кристаллики, очень похожие на гранат, в том числе и по оптическим характеристикам, но с необычным для граната сильным алмазным блеском. Рентгеновский анализ установил, что коричневые зернышки представляют собой впервые обнаруженные на Муруне лампрофиллит и крайне редкий баритолампрофиллит (вторая находка в мире). Незамедлительно решили проверить и красный гранат. С большим трудом набрали около 50 мг кристаллов и передали их на рентгеновский и качественный спектральный анализы. Уже через час спектральщики сообщили, что в этом минерале есть только стронций и титан. Через день рентгенистки выдали свой результат: минерал по параметрам кристаллической решетки соответствует синтетическому титанату стронция. Стало ясно, что мы имеем дело с новым минералом. За 20—25 дней были получены все необходимые данные для подачи заявки в Международную комиссию по новым минералам и названиям минералов. Минерал решили назвать таусонитом в честь академика Л.В.Та-



После высокотемпературного отжига таусонит приобретает оранжево-красный цвет.

усона — основателя сибирской геохимической школы.

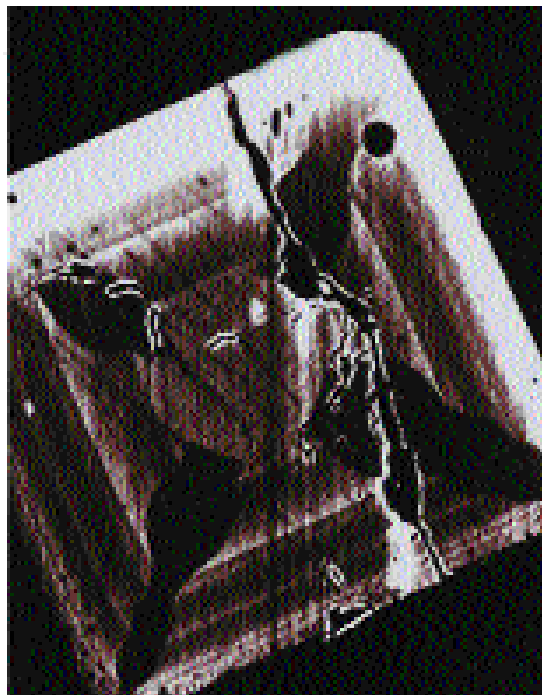
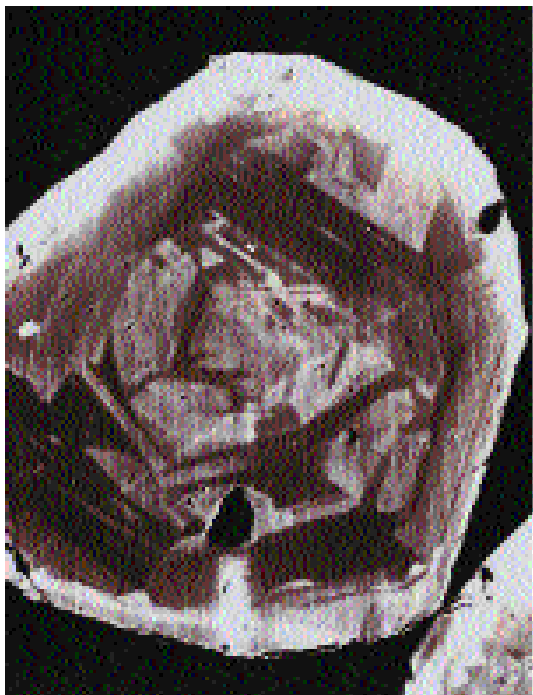
Примечательно, что об утверждении минерала мы впервые узнали не от Комиссии, а из письма С.Хаггерти — известного исследователя алмазных месторождений из Массачусетского научного центра в США. Он поздравил нас с открытием и сообщил, что они нашли аналогичный минерал в Парагвае, но их заявку на открытие нового минерала отклонили, поскольку она поступила на две недели позже. Минерал, обнаруженный нашими американскими коллегами, находился в породе в виде микроскопических включений размером 50—200 мкм. Его хотели назвать гуронитом в честь индейского племени гуронов, представитель которого изображен на гербе штата Массачусетс. Когда в 1983 г. вышла их статья, оказалось, что в американском минерале чистого таусонита всего 42 мол.% (против нашего с 85 мол.%), т.е. он по сути является разновидностью известного лопарита (точнее, стронциевым лопаритом), но никак не таусонитом, до которого ему не хватает по меньшей мере еще 8 мол.% таусонитового минерала. Таусонит же до сих пор больше нигде так и не найден. Несколько лет спустя мы передали Хаггерти несколько граммов кристаллов «нашего» минерала и только что изданную книгу «Тау-

сонит»*. К тому времени мы научились выделять их из элювиально-делювиальной сыпучки — песчано-гравийного продукта разрушения таусонитсодержащих пород. Легко, быстро и много. В ответ американский коллега признал, что приоритет таусонита несомненен. Такое количество качественного материала позволяет получить исчерпывающие данные как о свойствах самого минерала, так и о геологии его уникального месторождения.

Таусонит принадлежит к группе перовскита (правильнее теперь ее называть группой таусонита), в которую входят шесть минералов: перовскит (CaTiO_3), лопарит ($\text{NaREETi}_2\text{O}_6$), латрапит ($\text{NaCa}_4\text{FeNb}_2\text{TiO}_{15}$), луешит (NaNbO_3), македонит (PbTiO_3) и таусонит (SrTiO_3). Среди них самые распространенные — перовскит и лопарит.

Таусонит единственный из группы имеет кубическую кристаллическую решетку. Его кристаллы размером 0.01—3.0 мм в поперечнике чаще всего обладают кубической же формой или комбинацией куба и октаэдра. Окраска самая разнообразная: от буровато-красной до коричневой и черной. Ответственна за нее незначительная примесь железа, присутствующая

* Воробьев Е.И., Конев А.А., Малышенок Ю.В. и др. Таусонит (геологические условия образования и минеральные парагенезисы). Новосибирск, 1987.



Внутреннее строение кристаллов таусонита. Изображения в обратно-рассеянных электронах. Слева — наблюдается ритмическая концентрическая зональность (перемежаемость светлых и темных полос), вызванная изменением химического состава минералообразующей среды в процессе роста кристалла и изменением количества примесных компонентов (повышенное содержание перовскитового минала — темные полосы, лопаритового — белые), и зональность по диагоналям (секториальная) куба (пирамиды роста, напоминающие шахматные фигуры), вызванная преимущественным накоплением перовскитового минала на ребрах растущего кристалла. Увел. 440. Справа — в кристалле из эгириновых сиенитов естественный отжиг вызвал относительную гомогенизацию состава, первичная зональность в нем разрушена. Увел. 320. Длина белой масштабной полосы на цифровом табло 100 мкм.

постоянно. Поэтому при отжиге в лабораторных условиях получить бесцветные прозрачные кристаллы пока не удастся. Когда таусонит из материнских пород переходит в более молодые эгириновые сиениты, его кристаллы за счет естественного отжига приобретают эффектный рубиново-красный цвет с сильным алмазным блеском. Минерал выглядит как явный драгоценный камень, но кристаллики невелики (около 1.0 мм). Твердость у таусонита 6.0—6.5 — как у нефрита. Удельный вес в зависимости от состава варьирует от 4.9 до 5.1. Его преобладающая разновидность имеет состав, выражающийся кристаллохимической формулой



Основная масса минерала сосредоточена на участке «Таусонитовая горка» в лейцитовых сиенитах с большим количеством темноцветных (меланократовых) минералов: псевдолейцита* (40—60%), эгирина (30—50%), лампрофиллита (3—5%), таусонита (1%), биотита (0—5%).

Эти породы претерпели интенсивный динамометаморфизм (возможно, за счет одностороннего сжатия), в результате которого они приобрели облик гнейсов с отдельными полосами и линзами из меланократовых и лейкократовых (светлых) минералов. Породы просто насыщены редчайшими минералами. Кроме вышеуказанных, в них наблюдались еще батисит $\text{Na}_2\text{BaTi}_2\text{O}_2[\text{Si}_4\text{O}_{12}]$ и юкспорит (вторая находка в мире).

* Смесь кальсилита и калиевого полевого шпата, образующихся за счет распада исходного лейцита.

На контакте с интрузиями более молодых эгириновых сиенитов образуются гибридные меланократовые эгирин-биотитовые породы (зоны мощностью до 1.5—2.0 м), где содержание таусонита достигает 10—15%. Общее его количество здесь ориентировочно оценивается в 10 тыс.т. Руды выходят на поверхность на водораздельном участке размером 1000×250 м².

Хочется отметить, что открытие месторождения таусонита было выполнено в полном соответствии с традиционными методами поисковой геологии. Ее золотое правило гласит: «Ищи аномалию!». Месторождения по своей сущности — аномальное явление в земной коре. По различным признакам (петрографическим, минералогическим, геохимическим и геофизическим) эти аномалии и ищут геологи, используя все современные научно-технические ресурсы. Поисковик всегда должен быть готов не упустить такой шанс, другого может и не быть. В данном случае аномалия выразилась в необычном характере пород и наличии незнакомых, явно очень редких минералов. На этот раз она не осталась пропущенной.

Как потенциальное полезное ископаемое таусонит может, в первую очередь, заменить более дорогой синтетический титанат стронция, использующийся в технике. В этом качестве он пока не прошел специальных испытаний, но если его свойства окажутся соответствующими для производства радиокерамики, месторождение может приобрести статус промышленного. Добыча таусонита никаких особых проблем не составит. В 1981 г. попасть на этот участок было весьма проблематично, так как приходилось преодолевать километровую полосу сплошных зарослей кедрового стланика. Однако вблизи водораздела все трудности с лихвой компенсируются крупными обнажениями таусонитовых пород.

сонитсодержащих пород. В начале 90-х годов там была проложена тракторная дорога, упирающаяся прямо в обнажения. Но разведку месторождения не успели начать. Так что у него еще все впереди.

Кристаллы таусонита размером более 5 мм могут представить интерес и для ювелирной промышленности. Особенно если они претерпели естественный отжиг, как, например, в эгириновых сиенитах.

Поиск крупных кристаллов специально не проводился, да и вообще на месторождении никаких оценочных работ (кроме отдельных пеших маршрутов), не велось, даже нет ни одной горной выработки. В минералогической практике нередко слу-

чай, когда новые минералы открываются в мельчайших выделениях, а потом обнаруживаются и крупные кристаллы. Так, очень редкий федорит (назван в честь выдающегося российского минералога и кристаллографа Е.Федорова) был открыт на Хибинском массиве (Кольский п-ов, Россия) в виде мелких включений размером 0.1—0.2 мм. Через несколько лет его обнаружили и на Муруне. Здесь встречаются крупные монокристаллические включения величиной с ладонь или даже жильные тела, нацело сложенные почти одним федоритом.

Конечно, на чисто таусонитовые жилы рассчитывать не приходится, но наличие отдельных участков с более богатой

минерализацией вполне вероятно. Многолетний опыт подсказывает, что крупнокристаллические разности пород на поверхности выветривания разрушаются значительно быстрее, чем более мелкозернистые. Их можно найти только при специальном вскрытии коренных пород горными выработками.

Геологическая ситуация, сложившаяся на Мурунском массиве, крайне экзотична*. Обнаружение таусонита в таких масштабах, как на «Таусонитовой горке», весьма маловероятно. Скорее всего, он на многие годы будет иметь только российское гражданство. ■

* Конев А. А., Воробьев Е. И., Лазебник К. А. Минералогия Мурунского щелочного массива. Новосибирск, 1996.

В июле 2004 г. погиб последний живой черенок кустарника *Robinsonia berteroi*, произраставшего только на о. Робинзона Крузо (архипелаг Хуан Фернандес, Чили). Эндемик стал жертвой интродукции разных видов животных и растений: крыс, коз, кроликов, многих колючих кустарников и др. Местные власти не приняли никаких мер по спасению растения, а попытки специалистов возродить его черенкованием и репродукцией *in vitro* не принесли успеха. Случившееся должно привлечь внимание к сохранению оставшейся уникальной флоры архипелага, вся территория которого в 1977 г. по решению ЮНЕСКО объявлена биосферным заповедником.

Terre Sauvage. 2004—2005. №201. P.46 (Франция).

В Швейцарии найдено уникальное скопление отпечатков

ног динозавров — более 580 на площади около 600 м². Следы размером 8—40 см ориентированы параллельно друг другу или крестообразно; принадлежат они завроподам (травоядным четвероногим динозаврам) и тероподам (плотоядным, передвигавшимся на двух ногах). Все эти динозавры жили в юрский период — примерно 152 млн лет назад. С отпечатков ног сделаны слепки.

Terre Sauvage. 2004—2005. №201. P.48 (Франция).

Респираторные заболевания, принявшие характер эпидемии, распространяются среди американских военнослужащих в Ираке. По материалам медицинского журнала «Jama», несколько случаев (18 экстренных госпитализаций, из которых две закончились летальным исходом) уже были описаны. Скорее всего, речь идет об ати-

пичной пневмонии, сопровождаемой инфильтрацией легочной ткани клетками-эозинофилами. Происхождение болезни пока остается неизвестным.

Sciences et Avenir. 2005. №696. P.21 (Франция).

По заключению Центра изучения снега в Гренобле, температура воздуха во французских Альпах возросла с 1958 г. на 1—3°C, что на 1°C больше, чем на всей Франции за весь XX в. Анализируя состояние снежного покрова на 23 горных системах французских Альп на протяжении 80-х и 90-х годов, исследователи установили соотношение между осадками и повышением температуры, а также чередование теплых и холодных лет: более теплые отличаются менее обильными снегопадами.

Science et Vie. 2005. №1050. P.36 (Франция).

Ресурсы