

К ИСТОРИИ ОТКРЫТИЯ УНИКАЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ОПТИЧЕСКОГО ФЛЮОРИТА КУЛИКОЛОН

*Я сердце оставил в Фанских горах,
Теперь бессердечный хожу по равнинам,
И в тихих беседах, и в шумных пирах
Я молча мечтаю о синих вершинах.
Когда мы уедем, уйдем, улетим,
Когда оседаем мы наши машины, —
Какими здесь станут пустыми пути,
Как будут без нас одиноки вершины!
Юрий Визбор «Фанские горы»**

*В 1933 г. лучшие научные кадры Таджикско-Памирской экспедиции направились исследовать недра Республики Таджикистан. В это время создается Флюоритовая геологоразведочная партия Института прикладной минералогии (с 1935 г. ВИМС). В ее задачи входят поиски оптического сырья в районе оз. Куликолон. 24 июля 1933 г. открывается уникальное месторождение оптического флюорита. В первый год разведочных работ из погребов и гнезд скалы Флюоритовая добыто около 5 т высококачественного сырья. Отдельные друзы прозрачного бесцветного флюорита весили до 200 кг. Эксплуатационные работы на месторождении завершились в 1954 г. **Ключевые слова:** Таджикско-Памирская экспедиция, оптический флюорит, Куликолон, Институт прикладной минералогии, Зеравшано-Гиссарская провинция, синтетический флюорит.*

Pechenkin I.G. (VIMS)

KULIKOLON — THE UNIQUE OPTICAL FLUORITE DEPOSIT. TO THE HISTORY OF OPENING

*In 1933, as part of the activities of the Tajik-Pamir Expedition, the best scientific personnel went to explore the subsoil of the Republic of Tajikistan. The Geological survey party of the Institute of Applied Mineralogy (since 1935 VIMS) is being created. Its tasks included the search for optical raw materials in the area of the Kulikolon Lake. July 24, 1933, a unique deposit of optical fluorite was discovered. In the first year of exploration, about 5 tons of high-quality raw materials were extracted from ore nests. Separate druses of transparent colorless fluorite were weighing up to 200 kg. Mining operations on the Kulikolon deposit ended in 1954. **Keywords:** Tajik-Pamir Expedition, optical fluorite, Kulikolon, Institute of Applied Mineralogy, Zeravshan-Gissar Province, synthetic fluorite.*

Введение

Оптический флюорит — уникальное промышленное сырье. Это не отдельный минерал, а обычный флюорит CaF_2 в виде кристаллов или образцов, выби-

тых по спайности, бесцветных или слабо окрашенных, с бездефектными областями, отличающимися совершенной прозрачностью, чистотой, отсутствием трещиноватости и опалесценции. Его исключительные оптические свойства известны с 1800-х годов. Он способен преломлять падающий пучок белого света с малым рассеиванием, свободно пропускать ультрафиолетовые и инфракрасные лучи, имеет низкий показатель преломления и, будучи минералом кубической сингонии, лишен эффекта двупреломления. Эти свойства используются при изготовлении ультрафиолетовых микроскопов, призменной оптики, вакуумных приборов (монокроматоров, спектрографов), в космической технике, квантовой оптике, фурье-спектроскопии и других областях. Использование его особых свойств позволяет значительно повысить качество изображения супертелеобъективов, а низкий коэффициент преломления — достичь значительного снижения длины объектива, сохранив высокое качество изображения [11].

Интенсивные технические разработки в области приборостроения и оптической промышленности в первой трети XX в. предопределили рост потребности в оптических минералах (флюорит, барит, исландский шпат), особенно в их крупных монокристаллах. Добыча ценного минерального сырья велась стихийно. Она осуществлялась при разработке месторождений флюорита для металлургии и химической промышленности или из комплексных руд жильных объектов свинца, цинка, серебра, барита и др.; из случайно вскрытых погребов и гнезд**. Поставки редкого оптического сырья в небольших объемах велись при разработке многочисленных месторождений. Наиболее значимые из них широко известны: Кэйв-ин-Рок, входящее в флюоритовый пояс штата Иллинойс США, Консберг в Норвегии, многочисленные жилы Сан-Рокью в Аргентине, Тарш и Лозер на Центральном Французском массиве. Работы осуществлялись на отдельных объектах Италии, Великобритании, Германии, Швейцарии, Южной Африки и других стран [13].

Крупные кристаллы были исключительной редкостью, поэтому из флюорита изготавливалась мелкогабаритная оптика или делались клеенные детали. В 1920–1930 гг. известные фирмы использовали оптический флюорит только для изготовления дорогих объективов-апохроматов, где без него было обойтись практически невозможно. Особенно сложной была ситуация с крупными (больше 2–3 см по ребру) кристаллами. Даже такая известная фирма, как «Хильгер»*** в Лондоне, была вынуждена изготавливать оптические приборы с деталями, клееными из отдельных кусочков, к тому же часто содержащих включения.

** Под погребом подразумевается полость с кристаллами, имеющая объем от 0,5–1,0 м³ и более. Полости меньшего размера называются гнездами.

*** Фирма *Adam Hilger Ltd.* основана в 1904 г. В 1948 г. она слилась с *E.R. Watts and Son* с созданием *Hilger & Watts*. Специализировалась на выпуске геодезических приборов и фотокамер.

* Визбор Ю.И. Не верь разлукам, старина. — М.: Изд-во Эксмо, 2004. — С. 318.

Данные об отечественных крупных прозрачных кристаллах флюорита впервые опубликовал Н.И. Кокшаров* для ряда уральских месторождений, в частности, Изумрудных копей. В начале XX в. обнаружили оптический флюорит на месторождениях Забайкалья, который привлек внимание зарубежных оптиков, впоследствии закупивших часть его. Фирма Карл-Цейс приобрела кусковый флюорит из Малышевского прииска Изумрудных копей, представлявший собой спайные выколки и монокристаллы размером 1–2 см. Все эти операции по добыче и сбыту отечественного оптического флюорита были совершенно случайны и незначительны [10 и др.].

Таджикско-Памирская экспедиция — первые шаги

В начале 1930-х годов стремительно развивалась отечественная оптическая промышленность, испытывающая острую потребность в поставках оптического флюорита. Он завозился из-за рубежа, стоил дорого и детали из него монтировались только в самые важные приборы. Надо было срочно организовывать энергичные поиски отечественного оптического сырья. С этой целью первоначально была проведена переоценка известных проявлений оптических минералов, однако ярких открытий не последовало.

10 июля 1932 г. в Доме дехканина Сталинабада (ныне Душанбе) состоялось экстренное заседание пленума горсовета с участием членов правительства Таджикистана, городского и кишлачного актива и руководства Таджикской комплексной экспедиции (ТКЭ) АН СССР во главе с Н.П. Горбуновым (1892–1938) — академиком, видным советским государственным деятелем, одним из организаторов советской науки.

В своем выступлении Николай Петрович отметил, что экспедиция предполагает всестороннее научное изучение производительных сил и промышленных ресурсов Таджикистана. До 1932 г. Таджикистан оставался *terra incognita*. Экспедиция 1932 г. стала одной из самых крупных, из результатов которой была создана очень подробная геологическая карта региона, где были отмечены проявления золота, свинца, олова, меди, флюорита, берилла, вольфрама, радия. По результатам работ было решено преобразовать ТКЭ в постоянно действующее учреждение при Совете Народных Комиссаров СССР и переименовать ее в Таджикско-Памирскую Экспедицию (ТПЭ, 1932–1936), а в 1937 г. — в Среднеазиатскую экспедицию.

При проведении рекогносцировочных геологических маршрутов 1932 г. Т.Н. Ивановой, сотрудницей Ломоносовского института АН СССР, в большой осыпи устья Сарга-оби-хунук была найдена известковая брекчия, сцементированная совершенно прозрачным бесцветным плакиковым шпатом. В пустотах брекчии встречены хорошо сформированные кристаллы флюорита, достигающие размеров 1×1×0,5 см. Здесь же геологи получили подарок от местного

жителя — охотника Худояра Науруза — несколько друз прозрачных кристаллов, оказавшихся оптическим флюоритом первоклассного качества, одну из которых, как образец, не привязанный к месторождению, передали в Сталинабадский краеведческий музей [2]. Ее увидел известный минералог В.И. Соболевский, объяснивший, какую ценность она собой представляет. Проведенное в Институте прикладной минералогии (ИПМ) исследование показало превосходные качества минерала и предопределило создание в 1933 г. специальной группы для поиска коренного месторождения, точное местоположение которого было неизвестно.

По инициативе Академии наук СССР с 10 по 16 апреля 1933 г. в Ленинграде прошла Первая конференция по изучению производительных сил Таджикистана. Доклады, основанные на результатах научных экспедиций 1928–1932 гг., легли в основу разработки дальнейших планов развития региона. Председатель научного совета ТПЭ акад. А.Е. Ферсман в своем докладе отметил: «Тает и исчезает старая легенда о том, что Средняя Азия бедна полезными ископаемыми, сейчас нам все яснее и яснее делается, что в сущности те богатства, о которых мы сейчас знаем, являются лишь частью многочисленных ископаемых богатств Средней Азии, которые еще сокрыты в ее недрах» [6].

ТПЭ 1933 г. стала уникальной. Лучшие научные кадры направились исследовать недра Таджикской республики. В этот год в бассейне Зеравшана Экспедицией были организованы четыре партии под общим руководством Бориса Николаевича Наследова (1885–1942) — горного инженера-геолога (1915), в 1923–1929 сотрудника Геолкома, профессора Самаркандского и Среднеазиатского (Ташкент) университетов, исследователя рудных месторождений Средней Азии, знатока Кара-Мазарского рудного узла, создавшего узбекскую школу рудной геологии.

Одной из них стала Флюоритовая геологоразведочная партия В.И. Соболевского (ИПМ), в задачи которой входили поиски месторождений оптического флюорита в районе оз. Куликолон и в долинах рек Тандара и Лянгар, а также предварительная разведка обнаруженных месторождений. Соболевский Виталий Ипполитович (1892–1974) — геолог, минералог, кандидат геолого-минералогических наук. В 1909 г. он поступил в Санкт-Петербургский Политехнический институт, с 1914 г. — в Императорский Пажеский корпус, а в 1915–1917 гг. находился в действующей армии. В 1924 г. он окончил МГУ и работал в ВСНХ, позднее в Госплане СССР. В 1930–1935 гг. — сотрудник ИПМ, в 1935–1947 гг. — института НИГРИзолото, одновременно преподавал минералогии и кристаллографию в МГРИ и Московском горном институте (МГИ).

Великолепный образец идеального оптического флюорита будоражил воображение, и несмотря на то что в поисках его коренного залегания надо было взбираться на куликолонские пики, как бы высоки и круты они ни были, наверняка окупятся любые расхо-

* Kokscharow N. Materialien zur Mineralogie Russlands. St.-Petersburg. Gedruckt bei Alexander Jacobson, 1866. Bd. 5. — 400 s.

ды по разведке и эксплуатации такого месторождения. Однако волновали совершенно резонные опасения коллег, что нигде в мире это сырье не образует сколько-нибудь крупных скоплений и, возможно, будет добыто всего несколько килограммов. Проведенный предварительный анализ геологического строения района Куликоллона показал аналогию с флюоритовым месторождением Розиклер в штате Иллинойс, США. Несмотря на возможный риск получить отрицательный результат, организуется коллектив из сотрудников ИПМ (с 1935 г. ВИМС) для работ в столь труднодоступных местах [8].

Закончив опоиcкование и геологическую съемку района, партия ИПМ направляется к оз. Куликоллон (с тадж. «большое озеро») — второму по величине в Фанских горах, расположенному у западного края большой Куликоллонской котловины (2×2 км) на высоте 2800 м в окружении горных хребтов с пиками более 5500 м (рис. 1).

Именно здесь, за несколько лет до приезда геологов, юный пастушок Назар-Али из кишлака Яккахона принес отцу Ашуру Худайназару красивые камни, найденные им на пастбище у озера. Старик обратил внимание на их необычный блеск и прозрачность. Он нашел на вершине скалы один из погребов, из которого извлек крупные образцы и отвез их золотых дел мастерам Бухары. Они единодушно забраковали хрупкий минерал в качестве материала для создания ювелирных изделий и целый мешок прекрасных кристаллов до 10 см в ребре был брошен в реку Зеравшан [8, 11 и др.]!

Открытие и разведка месторождения Куликоллон

Перед самым заходом солнца 23 июля 1933 г., после тяжелого подъема из кишлака Яккахона в сопровождении «первооткрывателей» — Ашура Худайназара, Худояра Науруза и проводника-переводчика Заира Назирова, геологи вышли на берег оз. Куликоллон — жемчужину Фанских гор. Куликоллонскую котловину хорошо наблюдать, поднявшись на луговую вершину Флюорит (3450 м). По обе стороны в арчовых лесах блестят озера, внизу расстилается гладь Куликоллона,



Рис. 1. Район исследований



Рис. 2. Сотрудники Флюоритовой партии Института прикладной минералогии: 1 — Соболевский Виталий Ипполитович, 2 — Смолянский Евгений Николаевич, 3 — Шифрин Соломон Зосиевич, 4 — Сарычева Александра Васильевна, 5 — Соболевская Варвара Михайловна, 6 — Лучицкий Владимир Иванович

впереди видна вершина Рузерават, а сзади возвышается снежно-ледяной хребет Чимтарга со всемирно известными среди альпинистов пиками Аурондаг (4570 м), Рудаки (4400 м), Мария (4790 м) и Мирали (5106 м). К самому озеру спускается абсолютно отвесная стена, подойти к подножию которой было опасно из-за непрерывных камнепадов.

Коллектив, возглавляемый В.И. Соболевским, состоял из сотрудников ИПМ (горный инженер С.З. Шифрин, инженер-петрограф А.В. Сарычева, прорабы Е.П. Смолянский, Н.Ф. Якушев, топограф Л.Н. Говорова и старший коллектор В.М. Соболевская). Научным консультантом был Лучицкий Владимир Иванович (1877–1949) — знаменитый геолог, петрограф, профессор минералогии, заведующий кафедрой петрографии в Московской горной академии (позднее Московский геологоразведочный институт) (1923–1941), сотрудник ИПМ-ВИМС (1923–1935), профессор кафедры минералогии и петрографии Киевского университета (1945–1949), академик АН УССР с 1945 г., директор Института геологических наук АН УССР (1946–1949) (рис. 2).

Утром выяснилось, что проводники не могут вспомнить местоположение месторождения. Пришлось осматривать шаг за шагом осыпи с этих отвесных стен. Первый день — ничего утешительного, зато на второй обнаружили несколько образцов с необычайно крупными, как тогда казалось (до 3 см в ребре), но разбитыми кубиками великолепного оптического флюорита. Они скатились с выступавшего над озером гребня отвесной почти двухсотметровой скалы. Ашур Худайназар указал на этот гребень, подтвердив, что именно там он собрал эти красивые камни. Подняв-

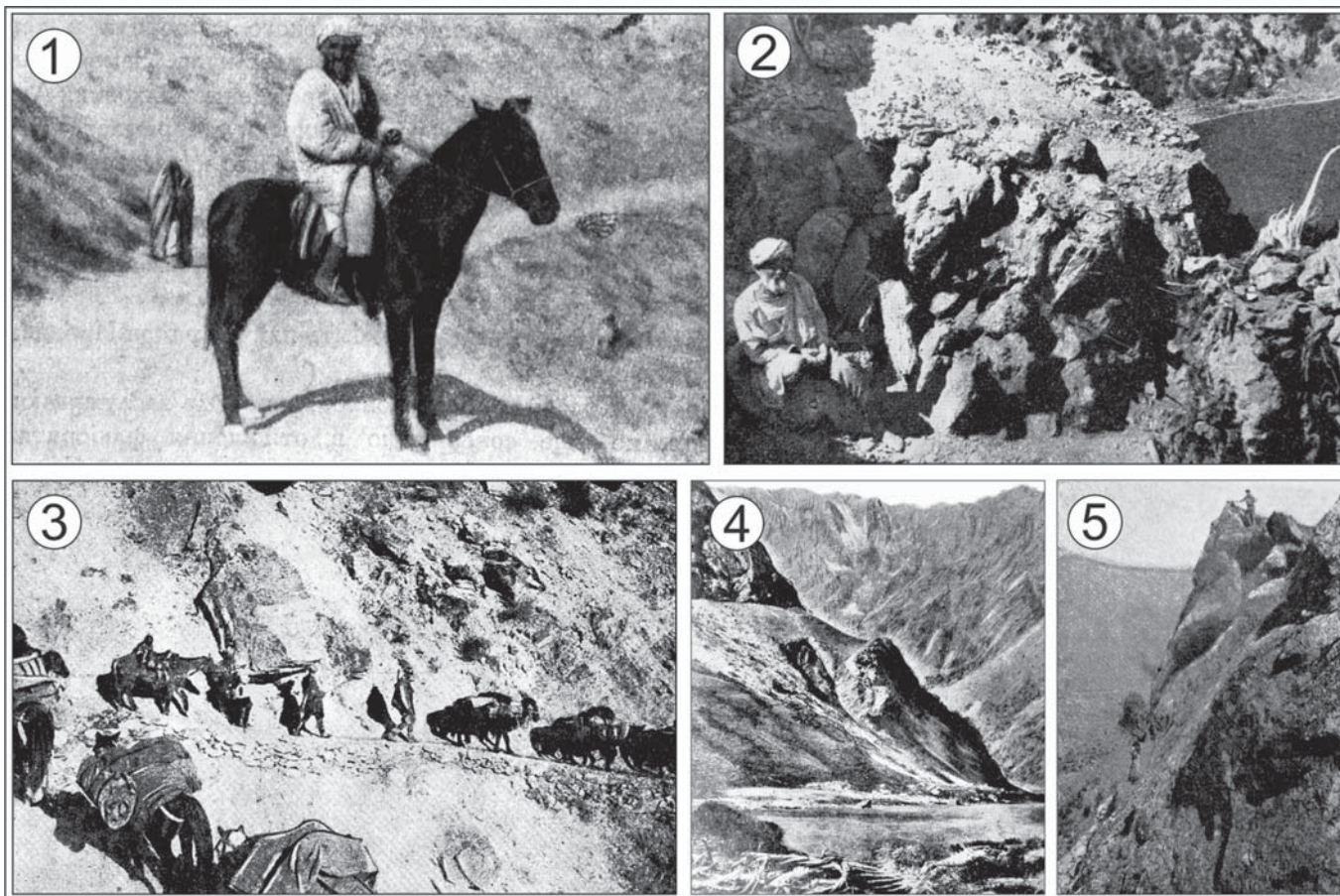


Рис. 3. Месторождение Куликолон (по [9–11]): 1 — Ашур Худайназар на лошади, которой он был премирован за открытие месторождения, 2 — общий вид карьера Ашура, 3 — транспортировка флюорита по вьючной дороге, 4 — скала Флюоритовая (в центре), 5 — на гребне Флюоритовой скалы

шись по краю обрыва, геологи увидели печальную картину — яму метра полтора глубиной со множеством обломков идеального по качеству оптического флюорита. Казалось сбылось худшее — месторождение было ничтожно по размерам. Были собраны все осколки, представлявшие все же очень большую ценность [10].

Коллектив провел детальную геологическую съемку. Было установлено, что тектоническая трещина с характерной брекчией мраморированного серого известняка, к которой было приурочено «выработанное» Ашуром месторождение, тянулась дальше к югу. Проследив ее, вися на веревках на огромной высоте над озером, геологи обнаружили полость 1,0 1,5 м в отвесной части скалы на 5–6 м ниже гребня. Ее кровля была покрыта огромными кристаллами флюорита идеального качества исключительных размеров — до 10–15 см в ребре. В этот день — 24 июля 1933 г. — было открыто коренное месторождение оптического флюорита (рис. 3).

Сразу же после открытия месторождения выяснилось, что необходимо сочетать поисково-разведочные работы с эксплуатацией. Это позволяло получить необходимое количество оптического флюорита как для его научного изучения, так и обеспечения потребностей промышленности в кратчайшие сроки.

Проведенные исследования показали [8–11], что район месторождения сложен известково-сланцевыми толщами позднесилурийского и раннедевонского возраста, смятыми в крупные складки, которые осложняются мелкими складчатыми структурами, разрывными нарушениями, зонами межформационного дробления и смещения. Месторождение локализуется между пачкой продуктивных известняков, зажатых между сланцами. В рельефе известняки выражены скалой с гребнем, возвышающимся над озером, которая получила название Флюоритовая скала. Вдоль контакта со сланцами известняки доломитизированы и интенсивно деформированы с образованием трещин разрыва и скола, зон дробления и брекчирования. Наиболее мощные зоны дробления сформировались на контакте известняков с перекрывающими их сланцами, которые экранировали движение минералообразующих растворов, поступающих по зонам дробления. К этой контактовой зоне продуктивных известняков и сланцев и приурочен оптический флюорит.

Флюоритовые зоны мощностью 0,5–15 м и протяженностью до 80–100 м представлены сильно измененными доломитизированными известняками и брекчиями, состоящими из обломков известняков, сцементированных молочно-белым роговиковым кварцем, массивным баритом, мелкокристаллическим

фиолетовым флюоритом, доломитом, кальцитом. В цементе присутствуют сульфиды: пирит, галенит, сфалерит, халькопирит, тетраэдрит, реальгар, аурипигмент, киноварь. В этой зоне находятся гнезда с оптическим флюоритом, имеющие чаще всего неправильную форму. Крупные гнезда и погребки приурочены к местам пересечения нескольких систем трещин, часто они двух- и трехкамерные (рис. 4).

В 1933 г. из флюоритовых погребков на восточном участке скалы Флюоритовая добыто около 5 т материала, среди которого было значительное количество исключительного по качеству оптического флюорита. В этот год были обнаружены две точки: 1 — Ашуровское месторождение у северо-западного конца гребня скалы Флюоритовая и 2 — Главное, открытое на почти отвесной скале, метров на 10 выше (карьер № 1). Первый погреб с кристаллами флюорита выходил на поверхность в труднодоступных скалах, достигающих высоты 186 м над уровнем озера. Рудное тело располагалось в северо-восточной части скалы и представляло собой гнездо линзовидной формы протяженностью

12 м, с падением на юго-восток под углом 60–70°. Первые крупные кристаллы флюорита найдены на карнизе площадью 1 м² на 160-метровом обрыве, на который можно было попасть, только спустившись на веревке с вершины скалы. Свободно лежащие друзы были с большим трудом подняты на высоту 10 м, на гребень Флюоритовой скалы. Таким образом, было извлечено около 50 друз, почти все с прекрасными кристаллами, каждая весом от 15 до 30–45 кг. Остальные были засыпаны землей для защиты от взрывных работ при вскрытии карьера [10].

Разборка погребков и гнезд велась в основном ручную, без зубил, молотков и кувалды. В качестве рычага использовали лом, с помощью которого раскачивали глыбы, которые осторожно снимали одну за другой, чтобы исключить скользящие движения. Спилить отдельные кристаллы на месте тогда не могли, и всю глыбу с ценным сырьем брали целиком. Позднее стали для разрыхления породы использовать взрывные работы. Оказалось, что применение слабых бризантных взрывчатых веществ почти не разрушает хрупкие кри-

сталлы, предварительно засыпанные грунтом. Разработку взорванной массы начинали только после взрыва, когда выравнивались влажность и температура разрыхленной породы и устанавливалось равновесие с атмосферой. Иначе извлеченные кристаллы сразу же начинали растрескиваться. Рудная масса оптического и музейного флюорита поступала на площадку к въездной дороге общей протяженностью свыше 1 км, спускавшейся четырьмя серпантинами по крутому склону к берегу озера.

Всего в камеральный период было изучено более 5000 отдельных кристаллов. Многие из них размером по 3–5 см в ребре имеют совершенно чистые блестящие грани, а у нескольких экземпляров отмечен исключительно яркий блеск. Обычное строение друзы по В.И. Соболевскому следующее: порода сплошь кристифицирована горным хрусталем, на ней размещаются отдельные, хорошо развитые кристаллы в 2–5 см или их небольшие группы, а вся поверхность породы между

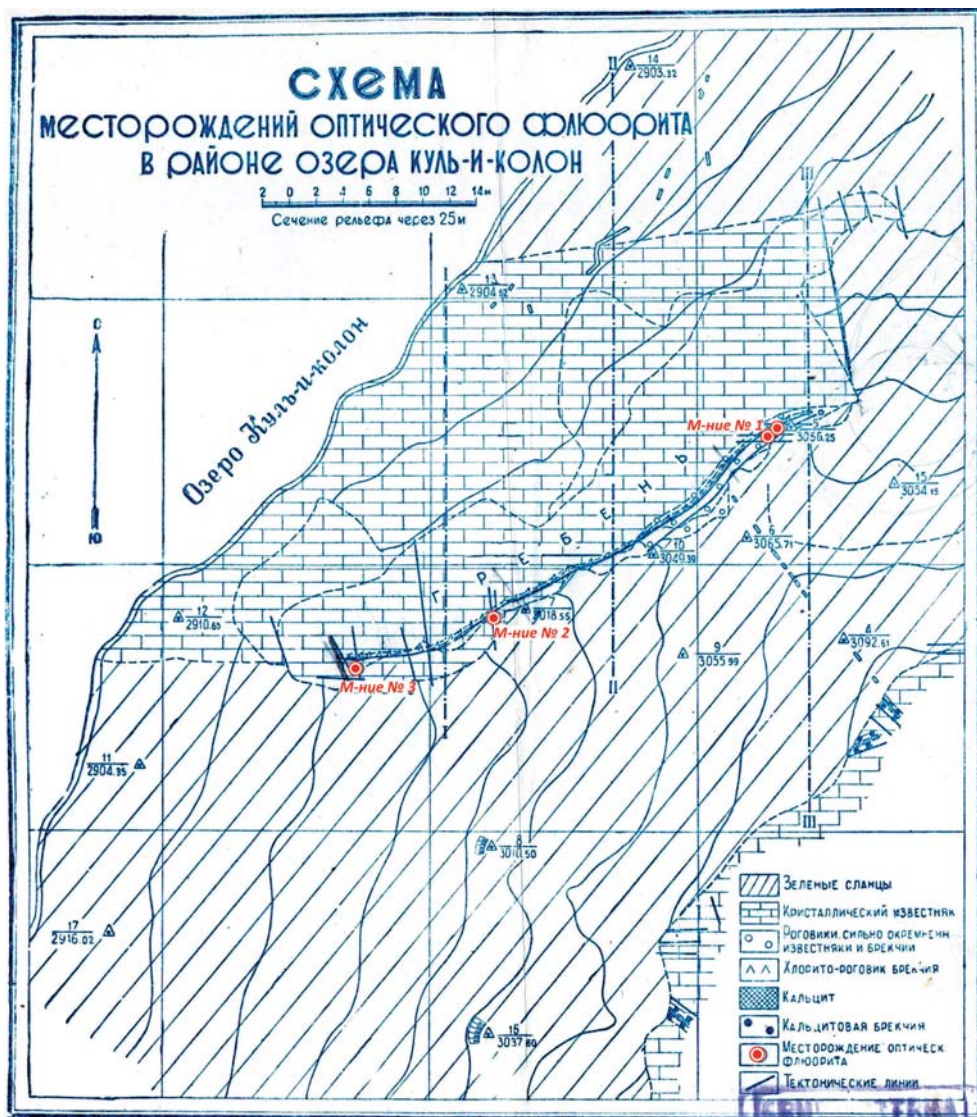


Рис. 4. Геологическая карта месторождения Куликолон (по [10])

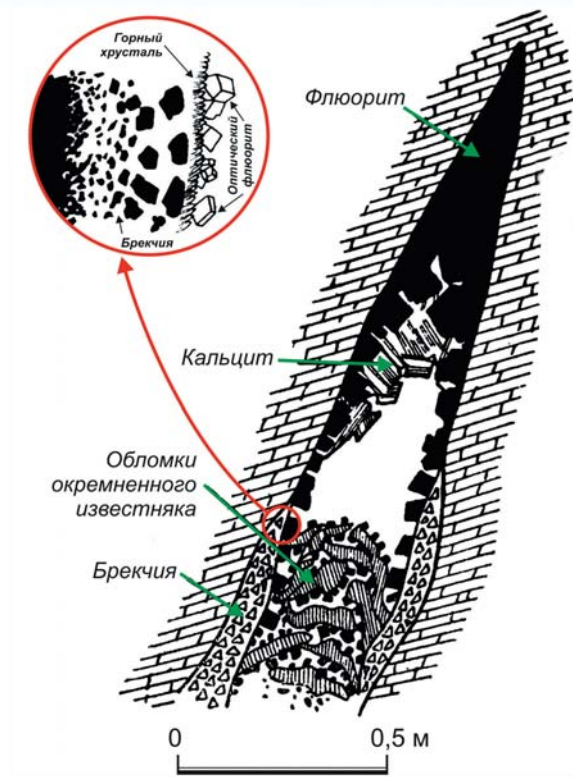


Рис. 5. Схематичный вертикальный разрез верхней части месторождения № 2 (по [10] с дополнениями)

ними покрыта сплошным мелкокристаллическим флюоритом, кристаллы которого мутны и имеют белый цвет. Установлена определенная зональность в размещении кристаллов флюорита. По периферии погребов и гнезд располагался трещиноватый молочного-белый и зеленый флюорит с мельчайшими пустотами и пузырьками, хорошо видимыми под микроскопом. Постепенно, по направлению к центральной части полостей, он с переходом через полупрозрачные разновидности сменялся совершенно прозрачными и бесцветными кристаллами оптического флюорита. Отмечено, что непрозрачный флюорит — это сплошные крупнозернистые агрегаты, а оптический — прекрасно ограненные кубические кристаллы, сидящие на глыбах роговика и окремненного известняка (рис. 5) [10, 11].

Наиболее типичной друзой крупных кристаллов считается хранящаяся в ВИМСе с 1933 г. Ее размеры 85 56 27 см. Она включает более 100 кристаллов в среднем по 6–7 см в ребре, причем одиннадцать из них достигают 11–12 см. Цвет кристаллов — от абсолютно бесцветных до едва уловимого голубоватого оттенка, совершенно не сказывающегося на пропускной способности ни для инфракрасных, ни для ультрафиолетовых лучей. Установлено, что у кристаллов таких гигантских друз типично соотношение ребер 1:1:1,25 до 1:1:0,75 (рис. 6). В место-

рождении друзы были расположены в погребках и гнездах таким образом, что плоскости с кристаллами находились на кровле обширной пустоты, т.е. все крупные кристаллы были обращены вниз.

Почти все добытые кристаллы свыше 10–15 см в ребре были найдены уже отделившимися от породы. Несомненно, что это в большинстве случаев произошло еще до окончания отложения флюорита. Возможно, некоторые кристаллы отделились вследствие своей тяжести, другие — при тектонических подвижках. Характерно, что на поверхностях разлома почти всегда наблюдается интенсивное нарастание флюоритового вещества в виде мелких кристалликов, «залеченных» участков, ступенчато-наросших слоев и т.п. В большинстве случаев кристаллы этого типа одиночные, иногда с одним-двумя приросшими меньших размеров (3–5 см).

Самые крупные кристаллы образуют иногда громадные (20–30 кг без породы) сростки по 2–3–5 шт. Характерным для крупных и небольшой части очень хорошо образованных более мелких прозрачных кристаллов является присутствие слоя флюорита 1–3 см толщиной абсолютно прозрачного, без малейших включений, облегающего преимущественно «верхнюю» часть кристалла (т.е. наиболее выдающуюся на штуфе) и в меньшей части боковые грани. По мнению В.И. Соболевского [10] примечательна была друза весом около 200 кг, на которой разместились более ста идеальными прозрачных, блестящих, чуть голубоватых кристаллов, каждый более 10–12 см в ребре. Но особенно хороши были многочисленные образцы весом по 3–4 кг с кристаллами, отличающимися блестящими гранями, идеальной чистотой и абсолютной бесцветностью.

Кубические кристаллы бесцветного и абсолютно прозрачного флюорита достигали размера 28 см и образовывали большие красивые друзы. Самый крупный из найденных кристаллов № 105 имел почти 30-сантиметровые грани и весил 24,15 кг. Этот прозрачный великолепный образец — величайший из всех кристаллов оптического флюорита, известных на земном шаре, был назван участниками партии «Кристалл имени товарища Сталина» [10] (рис. 7).



Рис. 6. Друза крупных кристаллов оптического флюорита из собрания выставки промышленных типов руд ВИМСа (В.И. Соболевский, 1933 г.)



Рис. 7. Кристалл имени товарища Сталина

Следует отметить, что кристаллы флюорита, имеющие форму куба, могут достигать значительных размеров. К числу наиболее известных можно отнести образцы из месторождений Пейребрунского рудного поля (Тарн, Франция), экспонируемые в Галерее минералогии в Музее естественной истории в Париже, которые достигают размера в 50 см по ребру. Однако они не обладают выдающимися оптическими свойствами в отличие от куликолонских, и характеризуются интенсивной окраской*.

В Сталинабаде 25–28 октября 1933 г. по окончании полевых работ состоялась конференция ТПЭ. Были заслушаны предварительные отчеты, обсуждены результаты и принят ряд решений, связанных с развитием промышленности Республики Таджикистан. Директор ИПМ Н.М. Федоровский писал: «Особое место заняло сообщение сотрудников ИПМ В.И. Соболевского и С.З. Шифрина об открытии месторождения оптического флюорита. Объект изучен и отработан в течение одного сезона. Оптический флюорит такой чистоты и качества не встречен больше нигде в Мире» [12].

В 1934 г. были открыты новые пункты проявления флюоритизации ниже гребня — № 2 и № 3 у юго-западной оконечности скалы (рис. 4). Их изучение показало, что они связаны с многочисленными линиями разломов, секущих скалу Флюоритовая. К сожалению, промышленные скопления не выявлены, и месторождение было законсервировано (1935 г.). В этом же году несколько ниже гребня Флюоритовой скалы в брекчии в жилообразном выделении барита обнаружен крупный погреб размером около 3 м. Он был заполнен обломками известняка, на которых находи-

лись бесцветные и прозрачные кристаллы барита, иногда собранные в розетки. Между друзами в глинистом заполнении лежали великолепно ограненные уплощенные кристаллы барита длиной до 20 см и весом до 3–3,5 кг при абсолютной прозрачности и бесцветности. Всего было добыто более 1000 кристаллов длиной более 3 см [9–11].

После завершения полевых работ и изучения полученных материалов в ИПМ была издана монография, обобщившая данные об уникальном Куликолонском месторождении и зарубежных объектах оптического сырья, а также даны рекомендации по дальнейшим поискам оптического флюорита [10]. Кроме В.И. Соболевского авторами книги стали только начинавшие свой путь в геологии А.В. Сарычева и Е.П. Смолянский.

Александра Васильевна Сарычева (1907–?) была ученицей проф. В.И. Лучицкого и выпускницей МГРИ 1932 г.; многие из них стали известными учеными: Федор Васильевич Чухров, Нина Васильевна Петровская, Василий Павлович Флоренский, Владимир Сергеевич Мясников и др. Свою профессиональную деятельность она начала в ИПМ. Полученные фундаментальные знания позволили ей провести детальное минералогическое и петрографическое исследование месторождения. В последующие годы она занималась изучением редкометалльных россыпей Урала.

Евгений Николаевич Смолянский (1913–2011) — геолог, доцент, кандидат геолого-минералогических наук, выпускник Иркутского горно-металлургического института (1949). В 1930 г. в Слюдянку, где он жил в то время, приехала экспедиция ИПМ. Ее геолог — Александр Леонидович Пономарев обратил внимание на способности молодого парня к рисованию при документации шурфов и пригласил его на работу в институт. С 1930 по 1935 г. (до призыва в РККА) Евгений Николаевич был сотрудником ИПМ. В 1932–1934 гг. работал в ТПЭ, а на Куликолонском месторождении трудился в качестве техника-картографа, старшего коллектора и прораба (техника-геолога). Не имея высшего профессионального образования, Е.Н. Смолянский прошел серьезную геологическую школу и определился с выбором профессии.

Зеравшано-Гиссарская провинция оптических минералов

В 1932–1939 гг. в регионе работало несколько отрядов ТПЭ — А.П. Логвинова, Я.А. Левена, Т.Н. Ивановой, И.Г. Магакьяна, Л.А. Лейтеса, А.П. Ларченко под общим руководством А.В. Пейве. Были найдены новые месторождения оптического сырья (исландский шпат — Маргузар, барит — Парвин-Сай и др.). Широкое распространение оптических минералов предопределило выделение Зеравшано-Гиссарской провинции [3–5]. Она несколько десятилетий служила кладовой ценного оптического сырья.

В провинции установлены два типа флюоритовых месторождений — собственно оптического флюорита и плавикового шпата с оптическим флюоритом.

* Chermette A. La fluorine mineralogie — gisements applications industrielles — aspect économique // Bulletin Mensuel de la Société Linneenne de Lyon. — № 5. — 1969. — P. 147–159.

Ярким представителем объектов первого типа является Куликолон, а второго — Казнок. Геологическое положение и парагенезис оптических минералов на месторождениях Зеравшано-Гиссарской горной области свидетельствуют о том, что они образовались в верхней сфере циркуляции гидротермальных растворов [1].

Во исполнение приказа Наркомата Электропромышленности СССР от 31/ХІІ-1940 г. для разведки и добычи оптического флюорита на месторождении Куликолон, а также разведочных, поисковых и геологосъемочных работ в Казнокском, Маргузарском, Пасрудском и Арчамайданском горных районах Таджикской ССР, была организована Куликолонская геологоразведочная и добычная экспедиция во главе с Н.П. Ермаковым [7]. Запасы оптического сырья подсчитывались только по Куликолонскому и Казнокскому месторождениям и составили по первому 127 кг, а по второму 25 кг оптического флюорита по категориям C_1+C_2 . В 1941–1954 гг. на Куликолонском месторождении было добыто 400 кг ценного сырья. По месторождению Казнок запасы не подтвердились, и объект признан бесперспективным. Все остальные рудопроявления оптических минералов представляют лишь минералогический интерес, однако Зеравшано-Гиссарская горная область является провинцией оптических минералов со значительными перспективами [1].

В соответствии с «Требованиями промышленности к качеству минерального сырья», вышедшими в 1947 и в 1962 гг., к технически годному оптическому флюориту относились бездефектные, бесцветные, без опалесценции кристаллы или части кристаллов, обладающие размерами по двум измерениям не менее 6 мм и по третьему измерению не менее 5 мм или по двум измерениям не менее 10 мм, а по третьему измерению не менее 3 мм. В ультрафиолетовой области спектра (длина волны до 1250 μ) флюоритовая пластинка толщиной 1 мм должна была пропускать не менее 80 % света. Дефекты кристаллов оптического флюорита делились на 2 группы: первичные дефекты роста и вторичные дефекты, связанные с воздействием на кристаллы окружающей среды. К первой группе дефектов отнесены аномальные формы кристаллов, зональное строение, окраска, газовой-жидкие и твердые включения, к второй — трещины, различные формы травления и коррозии кристаллов*.

Месторождения оптического флюорита, как правило, незначительны по масштабам, поэтому во многих странах велись интенсивные поиски методов его синтеза.

Синтез кристаллов оптического флюорита

Первые шаги по выращиванию кристаллов флюорита, предпринятые в США в 1920-е годы, а в 1930-е годы — в Институте галургии в Ленинграде, не увен-

чались успехом. В это же время подобные исследования в ВИМСе начал Лев Матвеевич Шамовский (1909–1998) — доктор физико-математических наук, профессор, видный физико-химик, специалист в области термодинамики, кристаллохимии и роста кристаллов. С 1932 по 1989 гг. он работал в ИПМ (с 1935 г. ВИМС). Ему первому удалось понять причину неудач предшественников, и предложить для синтеза вакуумную технику. В 1937 г. он получил первые оптические кристаллы, а в 1938 г. подтвердил свой приоритет авторской заявкой (рис. 8).

Однако успех в разработке промышленного способа получения оптических монокристаллов флюорита в отечественной и зарубежной литературе часто связывают с именем Дональда Стокбаргера, гораздо позднее (1949 г.) установившего причину дефектности кристаллов флюорита, выращиваемых в воздушной атмосфере. Дальнейшее развитие способ синтеза оптического флюорита получил в работах И.В. Степанова и П.П. Феофилова. Ими были заложены основы техники и технологии промышленного выращивания кристаллов флюорита для оптического приборостроения и получены монокристаллы в виде цилиндрических буль диаметром 40 (вес 200 г) и 60 мм (вес 800 г), пригодные для изготовления деталей к оптическим приборам [13]. Много лет спустя Л.М. Шамовский вернулся к проблеме синтетического флюорита. Под его руководством была разработана технология получения больших прозрачных монокристаллов, за которую он в 1982 г. был удостоен премии Совмина СССР.

Метод Шамовского—Стокбаргера—Степанова со временем видоизменялся и совершенствовался, став главным и наиболее эффективным для получения оптических монокристаллов флюорита. Он послужил основой для разработки промышленных технологий во всех странах. Высокое качество искусственных кристаллов оптического флюорита и относительно низкая себестоимость их получения вполне соответствовали требованиям оптической промышленности. Спрос на них стал быстро возрастать, и к 1968 г. почти



Рис. 8. Шамовский Лев Матвеевич в 1930-е годы: слева — булы флюорита, выращенные в его лаборатории с примесью U^{4+} , Sm^{2+} , Eu^{2+} в 1970-е годы

* Аршинов В.В. Пьезоэлектрическое и оптическое сырье. М. — Л.: Гостеолтехиздат, 1947. (Требования промышленности к качеству минерального сырья: справочник для геологов. Вып. 31.).

Пьезоэлектрическое и оптическое сырье / Л.С. Пузанов, А.И. Сударкин, Г.И. Шешулин, Б.А. Борзаков. — М.: Гостеолтехиздат, 1962. — 48 с. (Требования промышленности к качеству минерального сырья: справочник для геологов [2-е изд.]. Вып. 31).

все мировые потребности в оптическом флюорите покрывались за счет искусственных кристаллов. В СССР первое промышленное производство кристаллов оптического флюорита было создано в 1954 г. на заводе «Прогресс» в Ленинграде*. В основу синтеза высококачественного сырья были положены технологические разработки завода, ВИМСа и Государственного оптического института им. С.И. Вавилова [13]. В настоящее время более двух десятков фирм в разных странах производят флюоритовые монокристаллы. В связи с этим в 1998 г. в третьем издании справочника «Требования промышленности к качеству минерального сырья» выпуск по природному оптическому сырью отсутствует.

Заключение

Открытие и изучение месторождения оптического флюорита Куликолон — славная страница в истории ВИМСа, пример высокого профессионализма и беззаветного служения геологии. В тяжелейших условиях высокогорья, на крутых горных склонах, вдали от поселков и дорог небольшой коллектив в кратчайшие сроки осуществил титаническую работу по освоению уникального объекта в сердце Фанских гор (рис. 9).

В 1933 г. лучшие научные кадры направились исследовать недра Таджикской республики в рамках работы Таджикско-Памирской экспедиции. Была создана Флюоритовая геологоразведочная партия, в задачи которой входили поиски месторождений оптического флюорита в районе оз. Куликолон и в долинах рек Тандара и Лянгар, а также их предварительная разведка при обнаружении. Коллектив партии, возглавляемый В.И. Соболевским и состоящий из сотрудников Института прикладной минералогии, 24 июля 1933 г. открывает коренное месторождение оптического флюорита. Сразу же выяснилось, что необходимо сочетать поисково-разведочные работы с эксплуатацией. Это позволяло получить необходимое количество оптического флюорита для его научного изучения и обеспечить в кратчайшие сроки потребности промышленности.

В 1933 г. из погребов и гнезд на восточном участке скалы Флюоритовая добыто около 5 т материала, среди которого было значительное количество исключительного по качеству оптического флюорита. Всего в камеральный период изучено более 5000 отдельных



Рис. 9. Озеро Куликолон (на заднем плане стена Мирали-Мария)

кристаллов. Самые крупные из них иногда образовывали громадные (20–30 кг без породы) сростки по 2–3–5 шт. Особенно хороши были многочисленные образцы весом по 3–4 кг с кристаллами, отличающимися блестящими гранями, идеальной чистотой и абсолютной бесцветностью. В 1934 г. были открыты новые пункты проявления флюоритизации ниже гребня у юго-западной оконечности скалы. Их изучение показало, что они связаны с многочисленными линиями разломов, секущих скалу Флюоритовая. В брекчии в жилообразном выделении барита был найден крупный погреб, заполненный обломками известняка, на которых находились друзы бесцветных и прозрачных кристаллов барита. Между друзами, в глинистом заполнении, обнаружены абсолютно прозрачные и бесцветные кристаллы барита длиной до 20 см и весом до 3–3,5 кг.

Месторождения оптического флюорита, как правило, незначительны по масштабам, поэтому во многих странах велись интенсивные поиски методов его синтеза. Первые шаги по выращиванию кристаллов флюорита не увенчались успехом. В ВИМСе подобные исследования начал Л.М. Шамовский. В 1937 г. он получил первые оптические кристаллы, а в 1938 г. подтвердил свой приоритет авторской заявкой. Внедренный в практику метод Шамовского–Стокбаргера–Степанова стал основой для разработки промышленных технологий получения оптических монокристаллов флюорита. Спрос на них стал быстро возрастать, и к 1968 г. почти все мировые потребности покрывались за счет искусственных кристаллов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Геология СССР. Том XXIV. Таджикская ССР. Ч. 2. Полезные ископаемые. — М.: Недра, 1966. — 600 с.
2. Иванова, Т.Н. Геология и металлогения Зеравшано-Гиссарской системы / Т.Н. Иванова // Таджикская комплексная экспедиция 1932 г. Тр. экспедиции. Полезные ископаемые. Ломоносовский институт АН СССР. — Л.: ОНТИ-Госхимтехиздат, Ленингр. отд-е, 1934. — С. 41–56.

* До 1962 г. завод «Прогресс», затем «ЛОМО» (Ленинградское оптико-механическое объединение), с 1993 г. ОАО «ЛОМО» — предприятие, занимающееся производством и реализацией оптико-механических и оптико-электронных приборов в Российской империи, СССР и России

3. Логвинов, А.П. Оптический флюорит в Зеравшанском хребте / А.П. Логвинов // Геология и полезные ископаемые Зеравшано-Гиссарской горной системы (Таджикистан). — М.–Л.: Госгеолиздат, 1940. — С. 155–189.

4. Логвинов, А.П. Оптический барит в Зеравшанском хребте (Таджикская ССР) / А.П. Логвинов, И.Г. Магакьян, С.З. Шифрин // Минеральное сырье. — 1938. — № 2. — С. 20–26.

5. Пейве, А.В. Зеравшанская провинция оптических минералов / А.В. Пейве, А.П. Логвинов, Я.А. Левен // Геология и полезные ископаемые Средней Азии: Итоги Ср.-Азиат. экспедиции за 1937 г. — М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1940. — С. 111–136.

6. Проблемы Таджикистана. Т. 1: Тр. первой конференции по изучению производительных сил Таджикской ССР. — Л.: Изд-во Акад. наук СССР, 1933. — 305 с.

7. Серых, Н.М. Из истории развития отраслевого направления работ на пьезооптическое, кварцевое и камнесамоцветное сырье / Н.М. Серых, А.А. Фролов // Разведка и охрана недр. — 2007. — № 10. — С. 2–9.

8. Соболевский, В.И. Замечательные минералы: Из записной книжки минералога / В.И. Соболевский. — М.–Л.: Госгеолиздат, 1940. — 224 с.

9. Соболевский, В.И. Флюорит и барит с озера Куликоллон / В.И. Соболевский // Таджикско-Памирская экспедиция 1934 г. — М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1935. — С. 207–220.

10. Соболевский, В.И. Куликоллонское месторождение и его оптический флюорит: с очерком месторождений флюорита за границей и в СССР: Тр. Экспедиции 1934 г. АН СССР. Таджикско-Памирская экспедиция. — Вып. 60 / В.И. Соболевский, А.В. Сарычева, Смоленский Е.Н. — М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1936. — 224 с.

11. Соболевский, В.И. Куликоллонское месторождение оптического флюорита / В.И. Соболевский, С.З. Шифрин, А.В. Сарычева // Таджикско-Памирская экспедиция 1933 г. — Л.: Госхимтехиздат, ОНТИ, Ленингр. отд., 1934. — С. 162–189.

12. Федоровский, Н.М. По горам и пустыням Средней Азии / Н.М. Федоровский. — М.: ОНТИ, 1937. — 184 с.

13. Юшкин, Н.П. Оптический флюорит / Отв. ред. В.П. Петров / Н.П. Юшкин, Н.В. Волкова, Г.А. Маркова. — М.: Наука, 1983. — 136 с.

© Печенкин И.Г., 2019

Печенкин Игорь Гертудович //pechenkin@vims-geo.ru

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

УДК 553.461(470.5):549.08+622.7

Горбатова Е.А.¹, Пирогов Б.И.¹, Раков Л.Т.²,
Киселев А.А.¹, Иоспа А.В.¹, Чепрасов И.В.¹
(1 — ФГБУ «ВИМС», 2 — ИГЕМ РАН)

ОЦЕНКА ОБОГАТИМОСТИ ХРОМОВЫХ РУД АККАРГИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕТОДАМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МИНЕРАЛОГИИ

Целенаправленные опережающие минералогические исследования вкрапленной хромовой руды Аккаргинского месторождения позволили установить ее текстурно-структурные особенности, минеральный состав, видовую разновидность хромшпинелида, а также физические свойства минеральных сростков методами технологической минералогии. Такой подход разрешил определить поведение минеральных сростков и индивидов в технологических процессах и рекомендовать в качестве основного метода обогащения руд гравитационный. Ключевые слова: хромовые руды, технологические свойства, минералого-аналитические методы, обогатимость, технологическая минералогия.

Gorbatova E.A.¹, Pirogov B.I.¹, Rakov L.T.², Kiselev A.A.¹, Iospa A.V.¹, Cheprasov I.V.¹ (1 — VIMS, 2 — IGEM)

APPRAISAL OF CHROME ORES BENEFICIATION OF AKKARGINSKIY DEPOSIT BY TECHNOLOGICAL MINERALOGY METHODS

Focused leading mineralogical research of disseminated chrome ore Akkarginskiy deposit allowed to establish its textural and structural features, mineral composition, species variety of spinel, and physical properties of mineral aggregates by technological mineralogy methods. This approach

allowed to determine the behavior of mineral aggregates and individuals in technological processes and recommend gravity method as the main method of ore beneficiation. Keywords: chrome ore, technological properties, mineralogical and analytical methods, preparation, technological mineralogy.

Актуальность

Для рационального использования хромовых руд и создания эффективной технологии их обогащения целесообразно применение системы управления качеством добываемого сырья, основным элементом которой является определение возможности предобогащения (радиометрическая сепарация) и (или) разделения руды в тяжелых суспензиях. Выбор дальнейших способов переработки руд традиционными методами глубокого обогащения (гравитации, магнитной сепарации, флотации) проводится с учетом технологических возможностей и экономической эффективности [3].

Возможность применения методов предобогащения и традиционных методов глубокого обогащения хромовых руд определяется их вещественным составом и степенью контрастности, проявляющейся на различных минералогических уровнях: минеральные агрегаты → типы сростаний → индивиды [5]. На уровне минеральных агрегатов контрастностью является степень неравномерности распределения рудного минерала в силикатной массе, установленная по элементарным объемам руды. На уровне типов сростаний контрастность проявляется в различиях физических свойств, контактирующих рудных и нерудных минералов. На уровне индивида контрастность выражается в изменчивости его морфологии, гранулометрии, элементного и фазового составов.