

М.Е. ЯКОВЛЕВА, Л.И. ПОТАПОВА, В.И. ЕРМАКОВА

О СОСТАВЕ БИТУМИНОЗНОГО ВЕЩЕСТВА  
В ЛАБРАДОРИТЕ С УКРАИНЫ

Облученные ультрафиолетовыми лучами два образца лабрадорита с Украины показали присутствие в них органического вещества. Ниже приводится характеристика этих подвергшихся исследованию лабрадоритов.

Один образец темный, почти черного цвета, неоднородно крупнозернистый, с отдельными таблитчатого облика кристаллами лабрадора до 5 см, выделяющимися как порфиоровые вкрапленники. Многие кристаллы лабрадора иризируют синим цветом и обладают шелковистым блеском. Различимы редкие зерна пироксена, ильменита, чешуйки биотита, мелкие вкрапления пирротина, халькопирита, а также обособления белого цвета, состоящие из кальцита и кварца. Зерна лабрадора неравномерно пропитаны пылевидными включениями темно-серого и черного цвета, образующими сгустки разной плотности, постепенно переходящие в тонкораспыленный фон. Пылевидные включения, как показали исследования, состоят из ильменита и  $C_{орг}$ . В участках лабрадора с наименьшим скоплением пылевидных включений содержание ильменита составляет около 0,1%, а содержание  $C_{орг}$  в средней пробе лабрадорита — около 1,13% (определен газометрическим методом Виртца—Штролейна). Аналогичная картина наблюдается в черном обсидиане [2], где цвет обусловлен тонкой смесью магнетита и  $C_{орг}$ . В литературе отмечено присутствие в канарском анортзитовом массиве чистого углерода в виде тонкой графитовой пыли [1].

При микроскопическом исследовании описываемого образца в кристаллах лабрадора различимы включения мелких зерен ортоклаза, пироксена, ильменита, биотита, апатита, титанита, кальцита и газовой-жидких образований. Как показал химический анализ лабрадора, минералы-примеси в нем составляют около 2%, а состав минерала хозяина отвечает  $Ab_{42,3}An_{52,8}Or_{4,9}$ .

Дериватограмма лабрадора, полученная из навески 2 г, показала ступенчатый характер потери веса до 600°C и незначительную потерю при 755°C. Общая потеря веса, составляющая 0,2%, складывается из адсорбированной воды до 100°C, сгорания органического вещества при 360°C, разгерметизации газовой-жидких включений в интервале 500—600°C и диссоциации кальцита при 755°C.

Другой исследованный образец лабрадорита характеризуется более светлым — серым цветом и однородной среднезернистостью с преобладающим размером зерен 3—7 мм. Он сложен только лабрадоритом с изометричными и реже таблитчатыми очертаниями, нередко с нежно-голубой иризацией и шелковистым блеском. Из акцессорных минералов в образце различимы ксеноморфные зерна ильменита.

Отличие данного образца от предыдущего состоит в отсутствии в нем темноцветных минералов, что нашло свое отражение в характере люминесценции. Смоченные хлороформом черный и серый образцы светятся по-разному: на первом возникают тускло-голубого цвета пятна, второй становится однородно ярко-голубым. Характер свечения обоих образцов свидетельствует о присутствии в них битуминозных веществ.

Исследование в ультрафиолетовых лучах под микроскопом черного лабрадора показало, что в нем присутствуют битуминозные вещества со светло-желтой люминесценцией, выполняющие мельчайшие микротрещинки и поры. Основная масса минерала люминесцирует менее интенсивно бледно-голубоватым цветом. Для серого лабрадора свойственна более яркая люминесценция голубого цвета.

Путем экстракции в аппарате Сокслета битуминозных веществ из лабрадоритов было определено, что серый образец содержит больше веществ, извлекаемых хлороформом (0,009%), чем черный (0,007%). Битуминозные вещества в составе газовых включений в анортзитах Каларского массива были установлены Г.Н. Баженовой [1]. В их составе кислые спирто-бензольные компоненты преобладают над нейтральными бензольными. В отличие от этого битуминозные вещества исследованных нами лабрадоритов характеризуются восстановленным составом с преобладанием нейтральных компонентов.

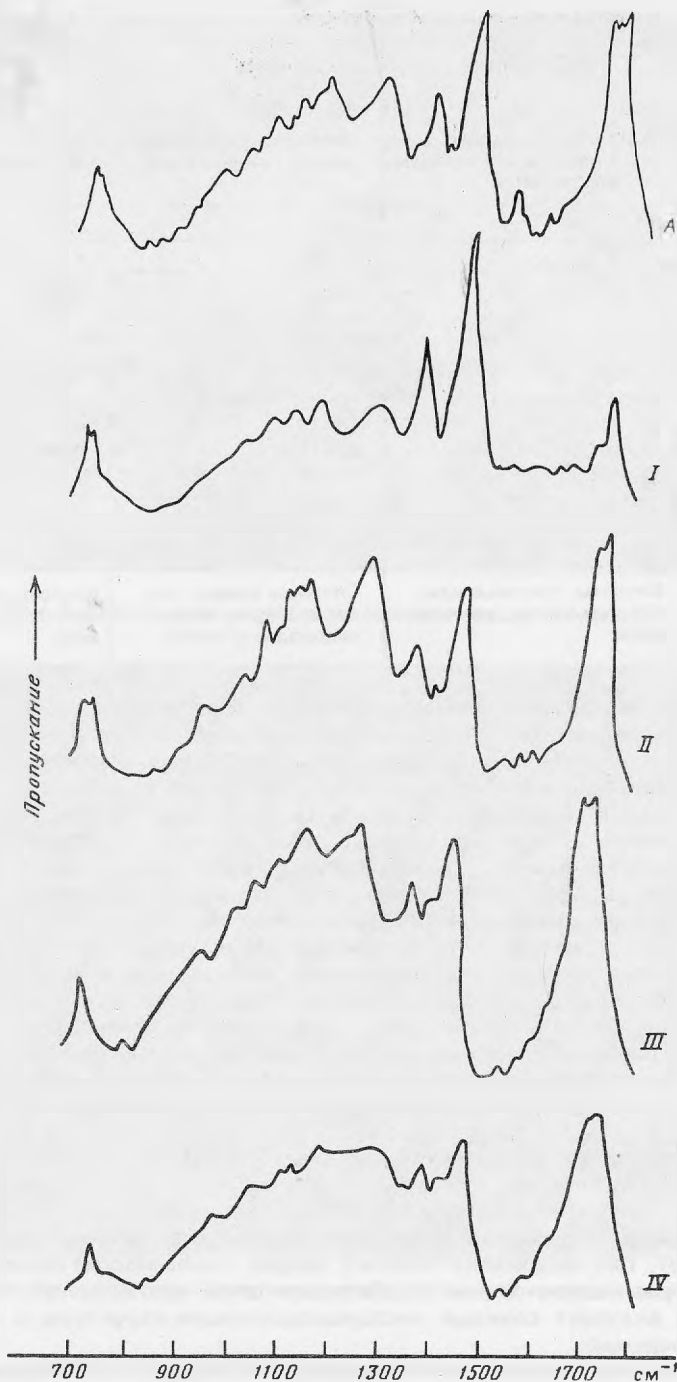


Рис. 1. ИК-спектры битуминозного вещества лабрадора

А — исходная проба, хлороформный экстракт. Фракции: I — метаново-нафтенных углеводородов; II — ароматических углеводородов и петролейно-эфирных смол; III — бензольных смол; IV — спирто-бензольных смол

**Битуминозные вещества в природных образованиях**

Природное образование	Лабрадорит	Обсидиан [6, 7]	Опал [3]
Форма залегания	Выполнение микротрещин, пор и пластинчато-игольчатых образований	Заполнение полостей газовых включений	Присутствие в структурных пустотах
$C_{орг}, \%$	0,13	0,09	0,02
ХБ, %	0,009	0,009	0,001
$\beta_{ХБ} = \frac{C_{орг}}{ХБ}$	14,4	10,0	20,0
Групповой состав ХБ, %	I—20,38 II—24,53 III—21,89 IV—16,98 V—16,23 } масла } 44,91	I—15,8 II—22,0 III—36,2 IV—18,5 V—7,5 } масла } 37,8	I—12,0 II—30,0 III—35,0 IV—17,0 V—6,0 } масла } 42,0
Структура вещества	Преобладание среднецепочных кислородсодержащих структур в разном соотношении. Углеводородные структуры небольшой разветвленности		
	Кислоты, триглицериды, простые эфиры, углеводороды	Сложные эфиры, кислоты, спирты, углеводороды, фталаты	Кислоты, спирты, сложные эфиры, углеводороды, фталаты

По данным тонкослойной хроматографии [5], в составе битуминозного вещества исследуемых лабродоритов (вместе черного и серого) установлены следующие фракции: метаново-нафтенновые углеводороды — 20,38%, ароматические углеводороды и петролейно-эфирные смолы — 24,53%, бензольные смолы — 21,89%, спирто-бензольные смолы — 16,98%, асфальтены — 16, 23%. Такой состав битуминозных веществ обнаруживает в них повышенную долю масел и преобладание бензольных смол над спирто-бензольными. В маслах определенную часть вещества занимают ароматические углеводороды (II фракция), что характерно для аналогичных веществ, установленных в других минеральных образованиях (см. таблицу).

По данным ИК-спектрометрии основными структурами битуминозных веществ лабродоритов являются кислородсодержащие, из которых значительная часть приходится на триглицериды, кислоты, спирты. Помимо этого, присутствуют простые и сложные эфиры. Хроматографическое разделение битуминозных веществ позволило установить особенности состава слагающих фракций соединений (рис. 1).

Фракция I представлена в основном углеводородными структурами с длиной цепей C более 10 Å. Из кислородсодержащих структур отмечены кислоты и триглицериды.

Фракция II содержит в основе кислородные структуры фталатного типа и в небольшом количестве кислоты.

Фракция III характеризуется перераспределением кислородных структур, которые доминируют в основе вещества. В ней резко уменьшено количество фталатов и увеличено — кислот, триглицеридов и простых эфиров. Особенностью состава II и III фракций является уменьшение длины парафиновых цепей составляющих их соединений.

Фракция IV включает сложные кислородсодержащие структуры с преобладанием кислот и триглицеридов.

Специфичность состава битуминозных веществ лабродоритов проявляется в повышенном количестве масляной фракции, в структуре которой преобладают углеводородные соединения. Не исключено присутствие ароматических структур. Очевидно, основу битуминозных веществ лабродоритов составляли нейтральные компоненты углеводородной природы, затронутые в дальнейшем процессами окисления, что подтверждается наличием в них фталатов (ароматических эфиров).

Полученные результаты позволяют высказать предположение, что присутствующие в минеральных образованиях битуминозные вещества могут оказывать влияние на

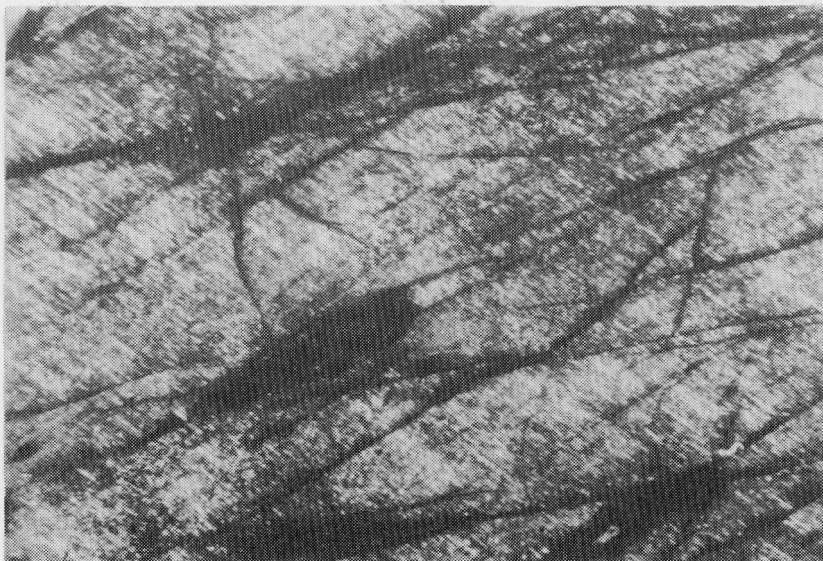


Рис. 2. Волокнистость лабрадора; боковое освещение; увел. 22

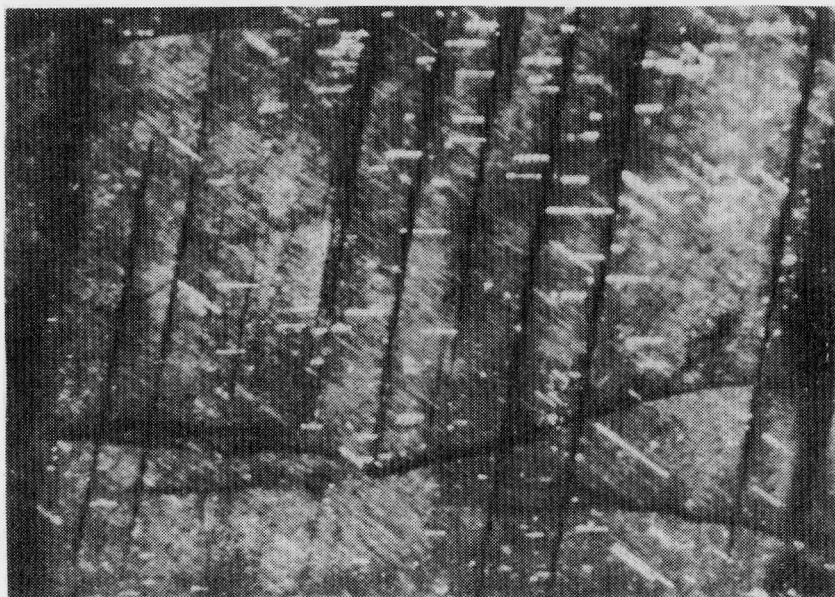


Рис. 3. Волокнистость лабрадора и пластинчатые образования; боковое освещение; увел. 22

некоторые их свойства, в частности в лабрадоритах являются причиной шелковистого блеска.

В 1972 г. Г.К. Еременко [4] обратил внимание на то обстоятельство, что шелковистый блеск лабрадора связан с игольчато-пластинчатыми образованиями в нем, которые, по его мнению, являются "сегрегациями точечных несовершенств на дислокациях". Общность в характере шелковистого блеска, наблюдаемого в лабрадоре и в серебристом обсидиане, проявлена очень четко. Как установлено [7], шелковистый блеск в обсидиане обусловлен присутствующим в порах битуминозным веще-

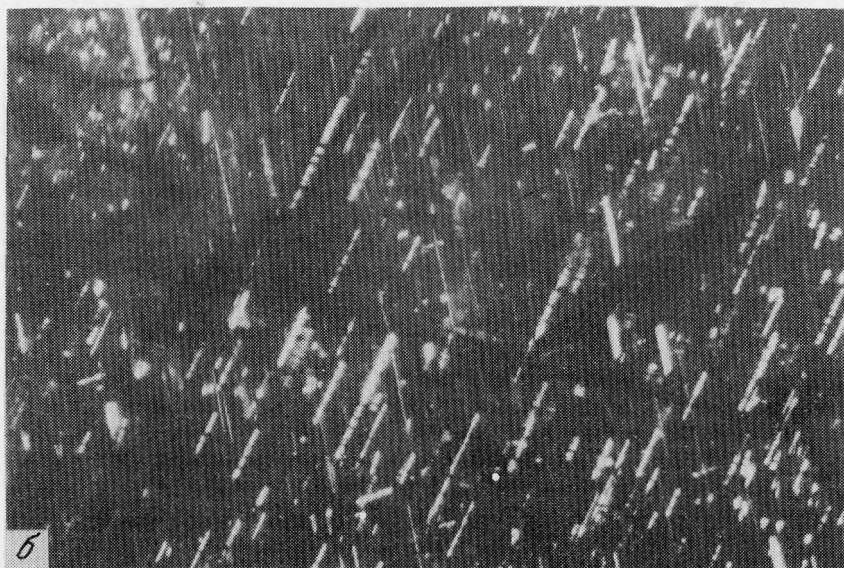
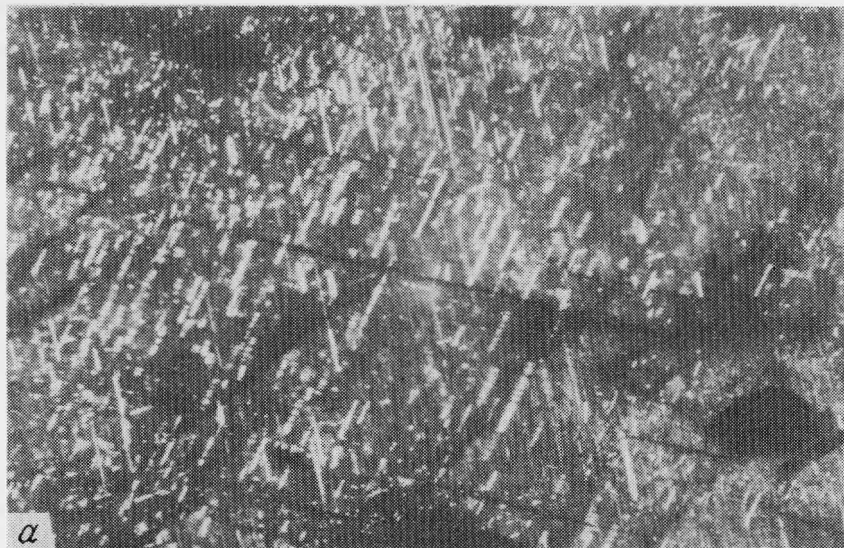
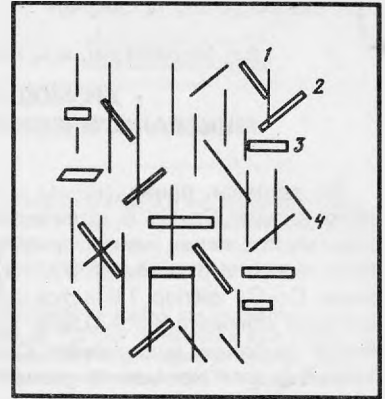


Рис. 4. Волокнистость лабрадора и две системы игольчато-пластинчатых образований; боковое освещение  
 а – увел. 22; б – увел. 36

ством, и это послужило поводом к более пристальному исследованию лабрадора с шелковистым блеском. Оказалось, что все просмотренные зерна иризирующего лабрадора обладают шелковистым блеском, но шелковистый блеск отмечается также и у части зерен, не обладающих иризацией. Лабрактору с шелковистым блеском свойственна тонкая волокнистость, образующая со спайностью (001) угол около  $60-65^\circ$  (рис. 2, 3), и четыре системы игольчато-пластинчатых образований размером до  $0,7 \times 0,045$  мм (рис. 4, а, б). На приведенных микрофотографиях видно, что одна система пластинок совпадает с ориентировкой волокнистости, три другие системы пластинок и иголочек имеют иные ориентировки. Удалось наблюдать зерно, у которого одна система коротких пластинок ориентирована перпендикулярно тонкой во-

Рис. 5. Схематическая зарисовка расположения четырех систем (1–4) пластинчато-игольчатых образований в лабрадоре



локнистости, а две взаимно перпендикулярные системы удлиненных пластинок и иголочек образуют с волокнистостью угол  $45^\circ$ .

Схематически такое взаиморасположение изображено на рис. 5. Пластинчато-игольчатые образования в лабрадоре — это пустоты, имеющие форму отрицательных кристаллов, поверхность которых покрыта тончайшими пленочками кальцита, слюдоподобных минералов (хлорит, вермикулит?) и битуминозного вещества, светящегося светло-желтоватым светом в люминесцентном микроскопе. Размер молекул углеводородов (5–13 Å) значительно меньше, чем размер структурных пустот в минералах.

Условия заполнения этих пустот определяются особенностями образования минералов и процессами их последующей перекристаллизации, которой сопутствует миграция подвижных углеводородных компонентов, проникающих в кристаллы лабрадора, оттеняя его волокнистость и обволакивая стенки игольчато-пластинчатой формы пор.

Волокнистость и игольчато-пластинчатые поры в кристаллах лабрадора свидетельствуют, как нам представляется, о микродендритном строении их, но при этом возникает вопрос, почему одни кристаллы обладают микродендритным строением, тогда как у других оно не проявлено в достаточной степени, а может быть, и отсутствует.

Как предполагает Г.И. Баженова [1], процесс анортитизации на ранней стадии становления каларского анортозита протекал в условиях высокой восстановленности флюидов, что привело к смещению флюидного равновесия в сторону образования бескислородных форм углерода и водорода. Присутствие в лабрадоре углерода в виде графитовой пыли свидетельствует о его значительной роли в этом процессе. Возникновение на этой основе углеводородных соединений, очевидно, регламентировано определенными рамками температур, а изменение физико-химических условий процесса могло вызвать окисление вещества до кислородсодержащих структур.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Баженова Г.Н. Состав газовых включений в анортозитах Каларского массива и в ассоциирующих с ними чарнокитах и сиенитах как показатель условий метаморфизма. — Докл. АН СССР, 1972, т. 205, № 1, с. 198–204.
2. Барсанов Г.П., Яковлева М.Е., Поталова Л.И. О пестром обсидиане Джрабер-Фонтанского месторождения (Армянская ССР). — В кн.: Драгоценные и цветные камни. М.: Наука, 1980, с. 60–75.
3. Барсанов Г.П., Яковлева М.Е., Поталова Л.И. и др. О некоторых свойствах обыкновенного и благородного опала. — В кн.: Новые данные о минералах. М.: Наука, 1985, вып. 32, с. 1–12.
4. Еременко Г.К. Игольчато-пластинчатые дефекты кристаллов волинского лабрадора. — Минерал. сб. Львов. ун-та, 1972, № 26, вып. 2, с. 212–215.
5. Ермакова В.И., Барташевич О.В. Опыт применения тонкослойной хроматографии и нефтяной геохимии: Экспресс-информ. М.: ВИЭМС, 1975, № 6.
6. Поталова Л.И., Ермакова В.И., Яковлева М.Е. О составе битуминозных веществ серебристого обсидиана. — В кн.: Новые данные о минералах. М.: Наука, 1981, вып. 29, с. 163–164.
7. Яковлева М.Е., Поталова Л.И. Включения битуминозных веществ в обсидиане. — В кн.: Новые данные о минералах. М.: Наука, 1972, вып. 21, с. 205–209.