



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ**

«Научно-исследовательский и проектно-испытательский институт по проблемам добычи, транспорта и переработки минерального сырья в промышленности строительных материалов»

(ФГУП ВНИПИИСтромсырье)

125080, г. Москва, Волоколамское ш., д.1, стр.1
тел. (495) 012 60 21; E-mail:director@stroms.ru, lab@stroms.ru
<http://stroms.ru>

УТВЕРЖДАЮ

И.о. генерального директора
ФГУП ВНИПИИСтромсырье



А.А.Игнатьев

24 декабря 2020 г. № 132

На № _____ от _____ 2020 г.

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ
(заключительное)**

о физико-механических свойствах и возможной области использования природного камня Каратагского месторождения «Черный леопард» (Республика Хакасия) (Свидетельство СРО «Проектцентр» от 18.10.2012 г. №П-013-7709066822-18102012-138)

Отделом облицовочных материалов из природного камня института ФГУП ВНИПИИСтромсырье на основании Договора № 2347 от 18.08.2020 г. были проведены испытания физико-механических свойств природного облицовочного камня Каратагского месторождения с коммерческим названием «Черный леопард» (Республика Хакасия) по пробе, представленной фирмой ООО «Геоводсервис». В заключении приводятся результаты законченных на 4 ноября 2020 года испытаний.

Лабораторные испытания проводились по ГОСТ 30629-2011 «Материалы и изделия облицовочные из горных пород. Методы испытаний».

Качество и возможные области применения природного камня месторождения «Каратагское» определялись на основе требований ГОСТ 9479-2011 «Блоки из горных пород для производства облицовочных, архитектурно-строительных, мемориальных и других изделий», ГОСТ 30629-2011 «Материалы и изделия облицовочные из горных пород. Методы испытаний», СП 15.13330.2012 «Свод правил. Каменные и армокаменные конструкции», ТР 161-05 «Технические рекомендации по проектированию, монтажу и эксплуатации навесных фасадных систем».

Результаты исследований минералого-петрографических свойств и декоративности приводятся в прилагаемых к настоящему Техническому заключению приложениях.

Полученные в результате лабораторных испытаний показатели качества природного камня месторождения «Каратагское» имеют следующие значения (Таблица 1):

Таблица 1. Показатели качества камня месторождения «Каратагское»

№№ пп	Вид испытаний	Ед. измер.	Значения показателей			Норма по ГОСТ 9479-11	Соответствие ГОСТ 9479-11
			min	max	сред- нее		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Средняя плотность	ρ_o , кг/м ³	3018	3252	3092	2500	соответствует
2	Водопоглощение	$W_{\text{погл}}$, %	0,03	0,05	0,04	0,75	соответствует

1	2	3	4	5	6	7	8
3	Предел прочности при сжатии в сухом состоянии	$R_{сж}$, МПа	147,1	168,4	154,3	≥ 70	соответствует
4	Предел прочности при сжатии в водонасыщенном состоянии	$R_{сж}$, МПа	145,7	191,8	168,4	110,5	соответствует
5	Снижение прочности при сжатии после водонасыщения	$\Delta R_{сж}$, %			нет	≤ 25	соответствует
6	Предел прочности при сжатии после 50 циклов попеременного замораживания	$R_{сж}^{50}$, МПа	131,6	201,7	162,8	134,7	соответствует
7	Снижение прочности при сжатии после 50 циклов попеременного замораживания	$\Delta R_{сж}^{50}$, %			3,31	≤ 20	соответствует
8	Предел прочности при сжатии после 100 циклов попеременного замораживания	$R_{сж}^{100}$, МПа	147,0	177,2	159,2	134,7	соответствует
9	Снижение прочности при сжатии после 100 циклов попеременного замораживания	$\Delta R_{сж}^{100}$, %			5,44	≤ 20	соответствует
10	Предел прочности при сжатии после 150 циклов попеременного замораживания	$R_{сж}^{150}$, МПа	138,4	167,7	154,2	134,7	соответствует
11	Снижение прочности при сжатии после 150 циклов попеременного замораживания	$\Delta R_{сж}^{150}$, %			8,43	≤ 20	соответствует
12	Истираемость	$R_{ист}$, г/см ²	0,47	0,66	0,25	$\leq 0,5^1$	соответствует
13	Стойкость к ударным воздействиям	см	70	90	80	≥ 50	соответствует
14	Удельная эффективная активность естественных радионуклидов	$A_{эфф}$, Бк/кг			139,4	≤ 370	соответствует
15	Декоративность	A_d , баллы	24	28	26	$> 23^2$	соответствует
16	Наличие вредных примесей	%			нет	≤ 1	соответствует

Примечания:

1. для значительной и весьма значительной интенсивности механического воздействия;
2. для декоративных.

На основании полученных показателей (см. Табл.1) делаются следующие выводы:

1. Природный облицовочный камень Каратагского месторождения с коммерческим названием «Черный леопард» (Республика Хакасия) по минералого-петрографической характеристике относится к уралитизированному габбро.

2. Природный облицовочный камень Каратагского месторождения с коммерческим названием «Черный леопард» отвечает требованиям действующего стандарта (ГОСТ 9479-2011) предъявляемых к среднепрочным горным породам по следующим показателям: средняя плотность, водопоглощение, предел прочности при сжатии в сухом состоянии, снижение прочности при сжатии в водонасыщенном состоянии, истираемость, стойкость к ударным воздействиям, удельная эффективная активность естественных радионуклидов, декоративность, наличие вредных примесей.

3. Природный облицовочный камень Каратагского месторождения с коммерческим названием «Черный леопард» по параметрам «Истираемость» и «Стойкость к ударным воздействиям» пригоден для изготовления изделий, которые применяют для покрытия полов и лестниц общественных, административных, производственных зданий, метрополитенов и вокзалов, а также для плит мощения и мемориальных сооружений в условиях значительной и весьма значительной интенсивности механического воздействия.

4. Природный облицовочный камень Каратагского месторождения с коммерческим названием «Черный леопард» по морозостойкости имеет марку F150 и пригоден для внутренней и наружной облицовки зданий и сооружений в любых климатических зонах РФ, в том числе и в навесных вентилируемых фасадах.

5. Природный камень Каратагского месторождения с коммерческим названием «Черный леопард» по параметру «Декоративность» может использоваться для изготовления всех видов облицовочных, архитектурно-строительных и других изделий без согласования с территориальными архитектурно-строительными органами.

Зав. отделом
облицовочных материалов
из природного камня, к. геол.-мин. н.

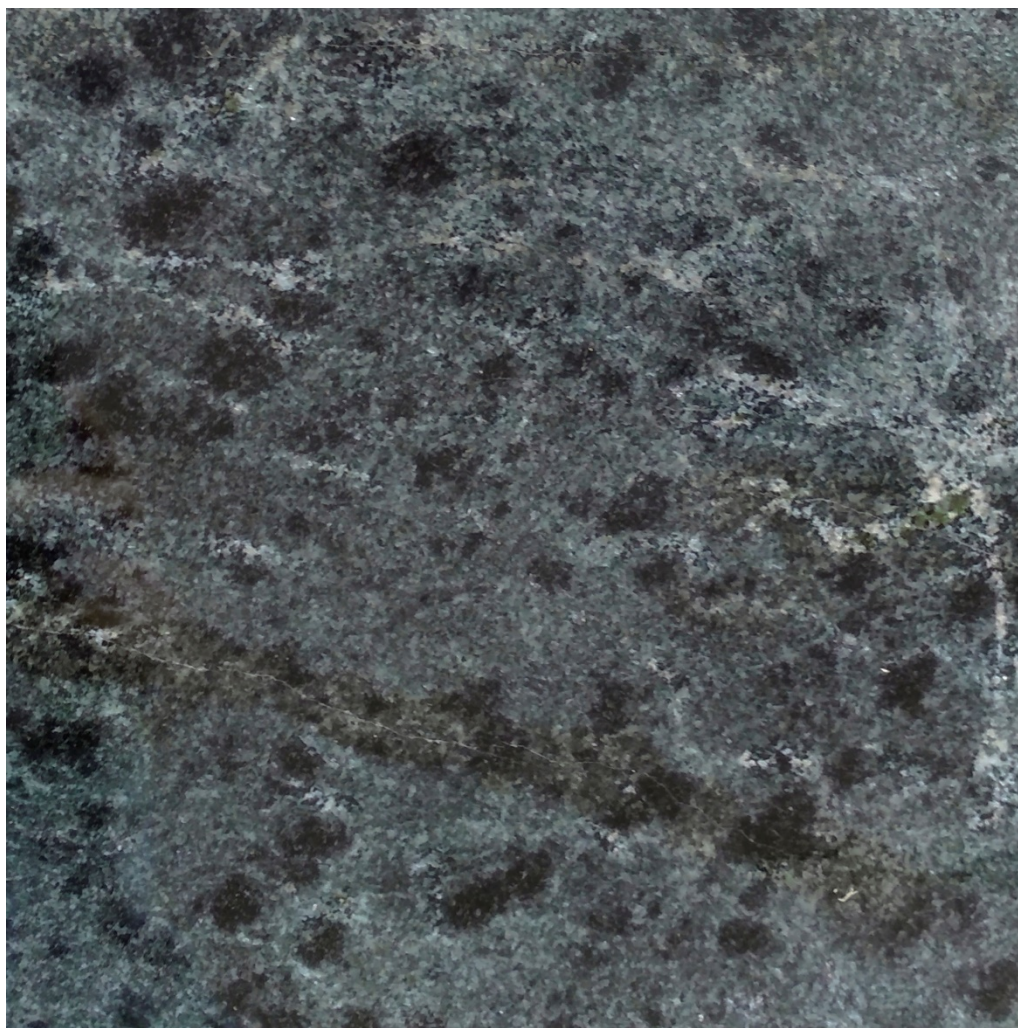
Н.И.Моторный

ОЦЕНКА ДЕКОРАТИВНОСТИ
природного камня Каратагского месторождения
с коммерческим названием «Черный леопард» (Республика Хакасия)

Представленные образцы природного камня Каратагского месторождения имеют темно-серые тона окраски с легким зеленоватым оттенком. Цветовой индекс камня по шкале NCS составляет: S 7500-N-до 75%. S 9000-N-до 14%. S 1000- N -до 10%, S 2030-G40Y-до 1%. Рисунок камня пятнистый с элементами прожилкового за счет вытянутых гнезд сросшихся пироксенов. Структура камня неравномернозернистая, иногда с элементами порфирированной. Просвечиваемость отсутствует. Насыщенность цвета основного тона средняя (II категория признака декоративности), способность к полированию довольно высокая (до 76% % шкалы блескомера, II категория). По цветовому предпочтению камень может быть отнесен к рядовым. Итоговая оценка декоративности камня Каратагского месторождения с коммерческим названием «Черный леопард» составляет 26 баллов (Рис.1):

$$A_d = (5+4+2+2+3) \times 0,9 + (6+2+1) \times 1,0 + (3) \times 1,0 = 26 \text{ баллов}$$

По декоративности камень торговой марки «Черный леопард» относится к классу декоративных (свыше 23 баллов), и может использоваться в строительстве без согласования с местными архитектурно-строительными отделами.



Эксперт:
горный инженер-геолог,
к.геол-мин.наук

Н.И.Моторный

МИНЕРАЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
природного камня Каратагского месторождения с коммерческим названием
«Черный леопард» (Республика Хакассия)

Минералого-петрографические особенности образцов камня

Определение минералого-петрографических характеристик природного облицовочного камня с коммерческим названием «Черный леопард», по пробе, представленной фирмой ООО «Геоводсервис» из карьера, расположенного по адресу: Карьер Каратаг, Аскизский р-н, Республика Хакассия, в 10 км к Северо-западу от с. Пуланколь определялись по специально подготовленным прозрачным шлифам толщиной 0,04 мм под микроскопом ПОЛАМ Р-113 в поляризованном свете. Проведенными исследованиями установлено следующее:

1.1. Основные породообразующие минералы исследуемых образцов природного облицовочного камня представлены, ромбическим пироксеном (гиперстен, до 28%), моноклинным пироксеном (авгит, до 26%), плагиоклазом (андезин, до 25%), бурой роговой обманкой (до 5%), обыкновенно роговой обманкой (до 2%), биотитом (менее 1%), магнетитом (до 12%). Акцессорные минералы: апатит (менее 1%). Вторичные минералы, эпимагматические: соссюрит по пироксенам, серицит по плагиоклазам, хлорит по биотиту и пироксенам, кальцит. Ниже приводятся петрографические характеристики каждого минерала.

Ромбический пироксен (гиперстен), $(MgFe)SiO_3$, обычно образует удлиненной формы зерна размером до 24 мм с включениями других минералов (пойкилитовая структура). При одном никеле отчетливо плеохроирует от буровато-желтого до коричневого, проявляет совершенную спайность вдоль удлинения (Рис.1). Ксеноморфен по отношению к другим минералам. Псевдоабсорбция отсутствует, рельеф высокий. Преломление, определяемое по методу полоски Бекке, больше, чем у канадского бальзама и плагиоклаза, но меньше, чем у авгита. Исследования коноскопической фигуры с помощью гипсовой пластинки показывают, что гиперстен двуосный, отрицательный. Цвета интерференции зеленовато-синие первого порядка, что, при толщине шлифа 0,035 мм соответствует двупреломлению около 0,019. Погасание относительно спайности около $7,3^0$. В зернах гиперстена обычно содержатся многочисленные более мелкие зерна плагиоклаза, авгита, магнетита.

Моноклинный пироксен (авгит), $Ca(Mg,Fe,Al)[(Si,Al)_2O_6]$, образует таблитчатой, либо короткостолбчатой формы зерна размером до 1,2 мм. Встречаются характерные срезы, перпендикулярные к оптической оси, в форме восьмиугольников. При одном никеле обычно светло серый с слегка буроватым, зеленоватым оттенком (Рис.2). Преломление большое, о чем свидетельствуют высокий рельеф и шагреневая поверхность. Преломление, определяемое по методу полоски Бекке, больше, чем у канадского бальзама, плагиоклаза и гиперстена. Границы зерен спрямленные, либо слабо волнистые. Исследования коноскопической фигуры с помощью гипсовой пластинки показывают, что авгит двуосный, отрицательный. Максимальные цвета интерференции зеленые второго порядка, что, с учетом толщины шлифа, соответствует двупреломлению около 0,24. Спайность выражена слабо, плоскости спайности имеют прерывистый, кулисообразный характер. Погасание относительно спайности (удлинения), $CNg=45,5^0$, удлинение отрицательное. В зернах авгита нередко присутствуют включения мелких зерен плагиоклаза. Отмечается, что довольно часто зерна авгита начинают замещаться чешуйками бурой роговой обманки. Некоторые зерна могут замещаться бурой роговой обманкой на 5-10%. Довольно часто зерна авгита соссюритизированы, вплоть до образования эпидот-цоизитовых минералов (Рис.3).

Рис. 1. Гиперстен на микрофотографии шлифа из камня с коммерческим названием «Черный леопард» имеет пойкилитовую структуру. Отчетливо видна совершенная спайность по 001. Слева николи параллельны (=), справа - скрещены (+). Поле шлифа 1,8 мм

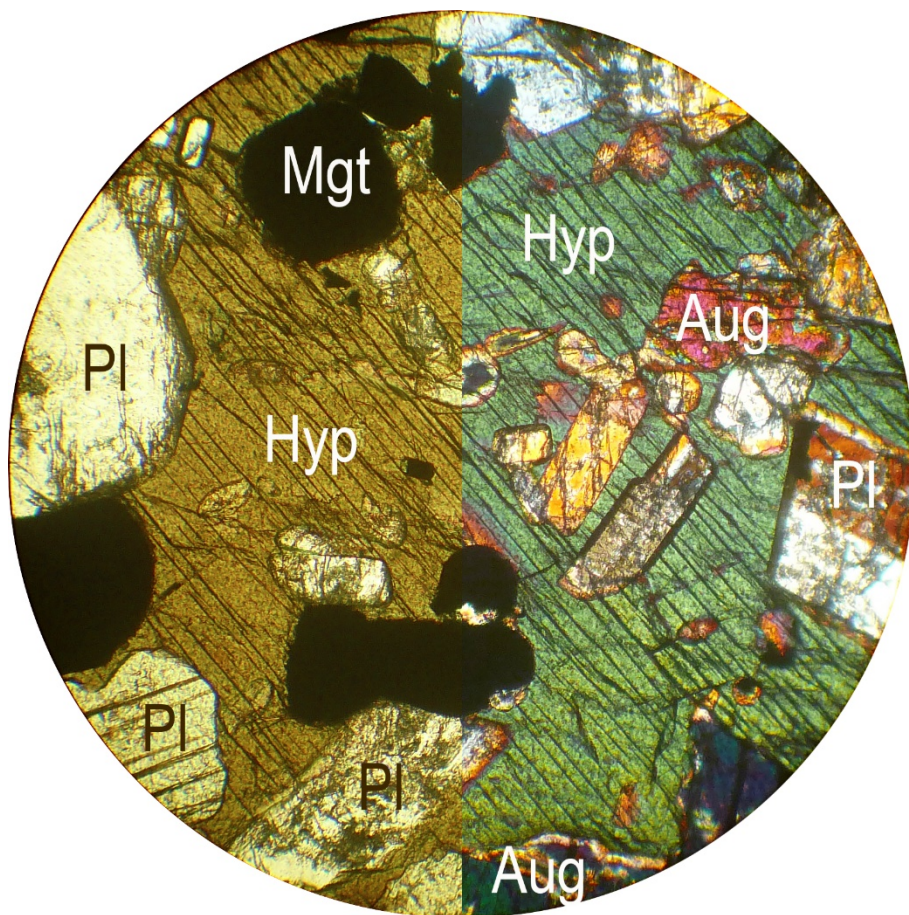


Рис. 2. Авгит на микрофотографии шлифа из камня с коммерческим названием «Черный леопард» имеет синие-зеленые цвета интерференции 2 порядка. Николи - скрещены (+). Поле шлифа 1,4 мм

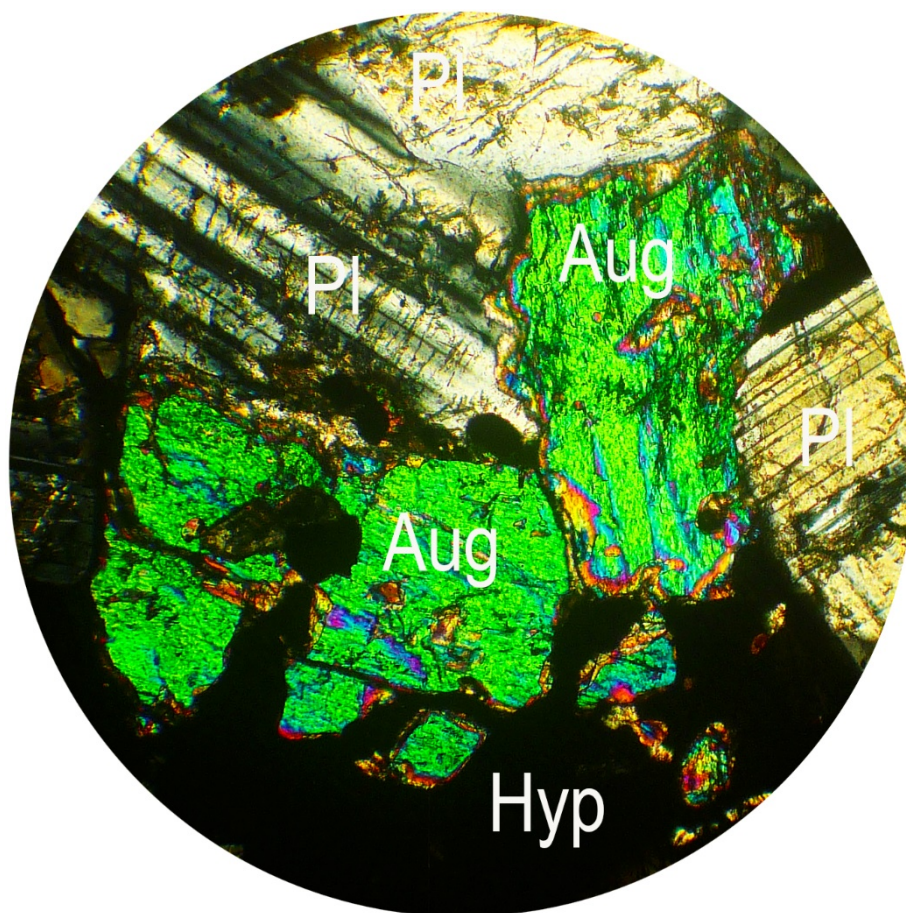
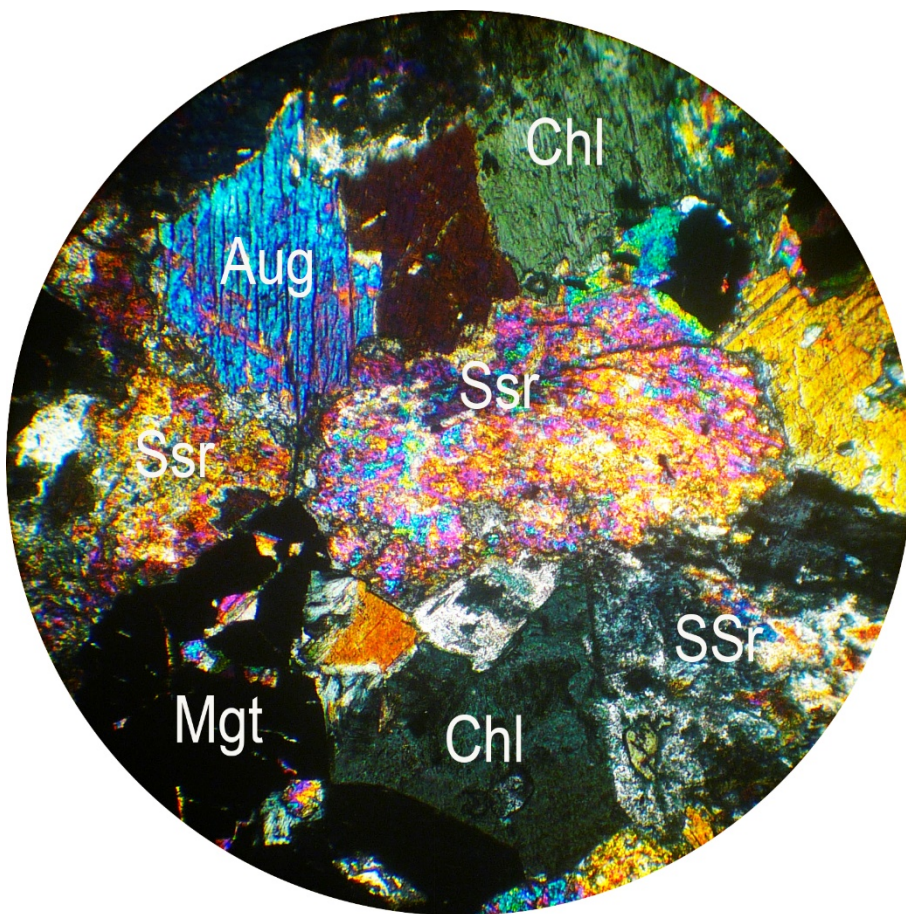


Рис. 3. Соссюрит по авгиту на микрофотографии шлифа из камня с коммерческим названием «Черный леопард». Характерны сарафанные цвета интерференции за счет образования эпидотовых минералов. Николи скрещены (+). Поле шлифа 1,8 мм



Андезин (натриево-кальциевый плагиоклаз), $(\text{Na,Ca})(\text{Si,Al})_2\text{Si}_2\text{O}_8$ обычно образует таблитчатой, либо удлиненно-таблитчатой формы зерна размером до 2,2 мм с спрямленными границами. Часто зональные, при этом центральные части обычно подвержены серицитизации и соссюритизации, а края при этом остаются чистыми, свежими. При одном николе чистые, прозрачный, но чаще мутновато-серые, с желтоватым оттенком за счет разбития вторичных процессов серицитизации. Спайность выражена слабо, идиоморфен по отношению к пироксенам и роговой обманке. Нередки тонкие полисинтетические двойники (Рис.4).

Псевдоабсорбция у андезина отсутствует. Преломление, определяемое по методу полочки Бекке, меньше, чем у канадского бальзама, пироксена и ильменита. Определение номера плагиоклаза по методу Мишель-Леви (по углу симметричного погасания) дает максимальный угол симметричного погасания $23,5^{\circ}$, что соответствует плагиоклазу №38 (андезин). Исследования коноскопической фигуры с помощью гипсовой пластинки показывают, что андезин двусный, отрицательный. Цвета интерференции серые, желтые (толщина шлифа более 0,04 мм) первого порядка, что соответствует двупреломлению около 0,008. Практически повсеместно зерна андезина подвержены вторичным изменениям с образованием серицита и соссюрита (Рис.5). Соссюрит это агрегат серицита, эпидотовых минералов, кальцита.

Бурая роговая обманка $[\text{Ca}_2(\text{Mg,Fe,Al})_5(\text{Si,Al})_8\text{O}_{22}(\text{O,OH,F})_2]$, образует неправильной формы зерна размером до 5,4 мм, часто включающие другие минералы (пойкилитовая структура). По отношению к пироксенам и плагиоклазу такие зерна ксеноморфны. Спайность в таких зернах обычно хорошо выражена, угол между плоскостями спайности составляет 56° (Рис.6). При одном николе роговая обманка буроватая с отчетливым плеохроизмом от желтого до коричневого. Псевдоабсорбция отсутствует, рельеф низкий. Угол погасания относительно

Рис. 4. Плагноклаз (андезин) на микрофотографии шлифа из камня с коммерческим названием «Черный леопард». Характерны полисинтетические двойники. Николи скрещены (+). Поле шлифа 1,8 мм

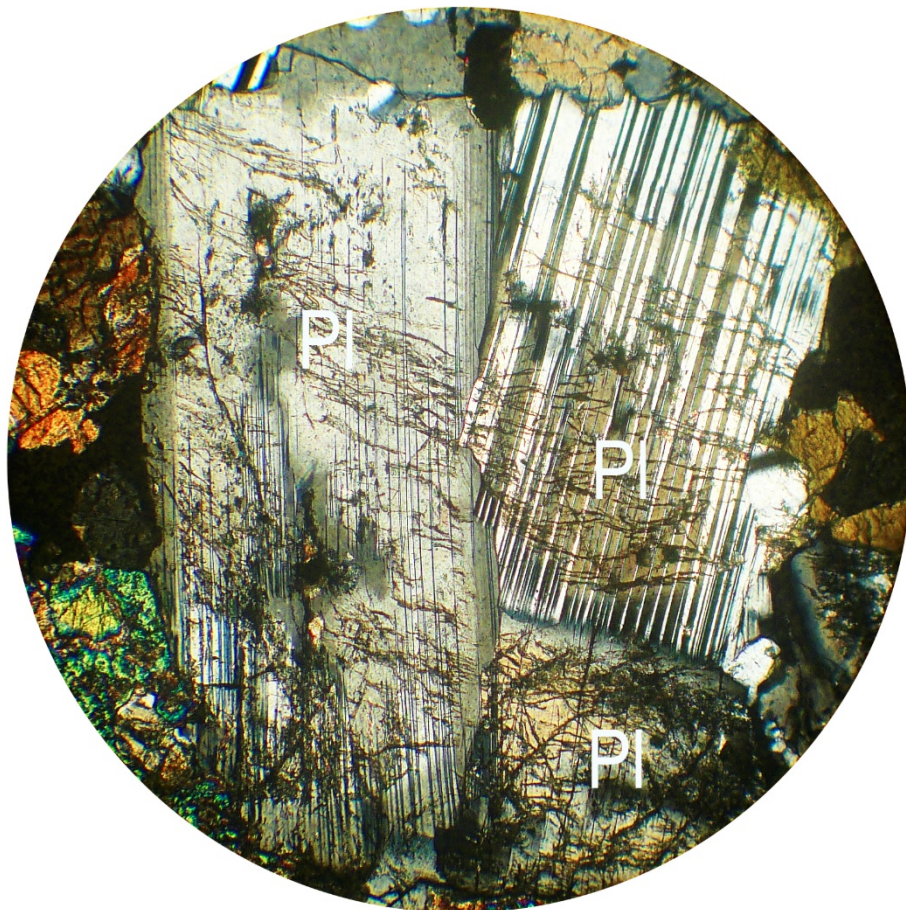
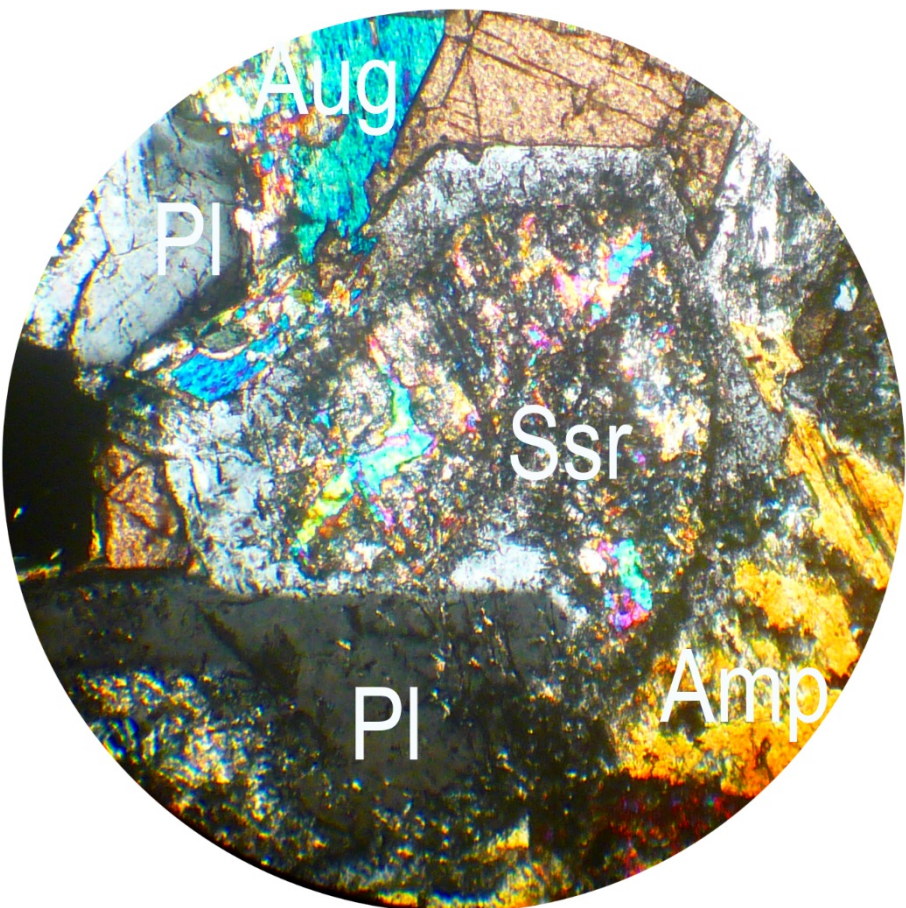
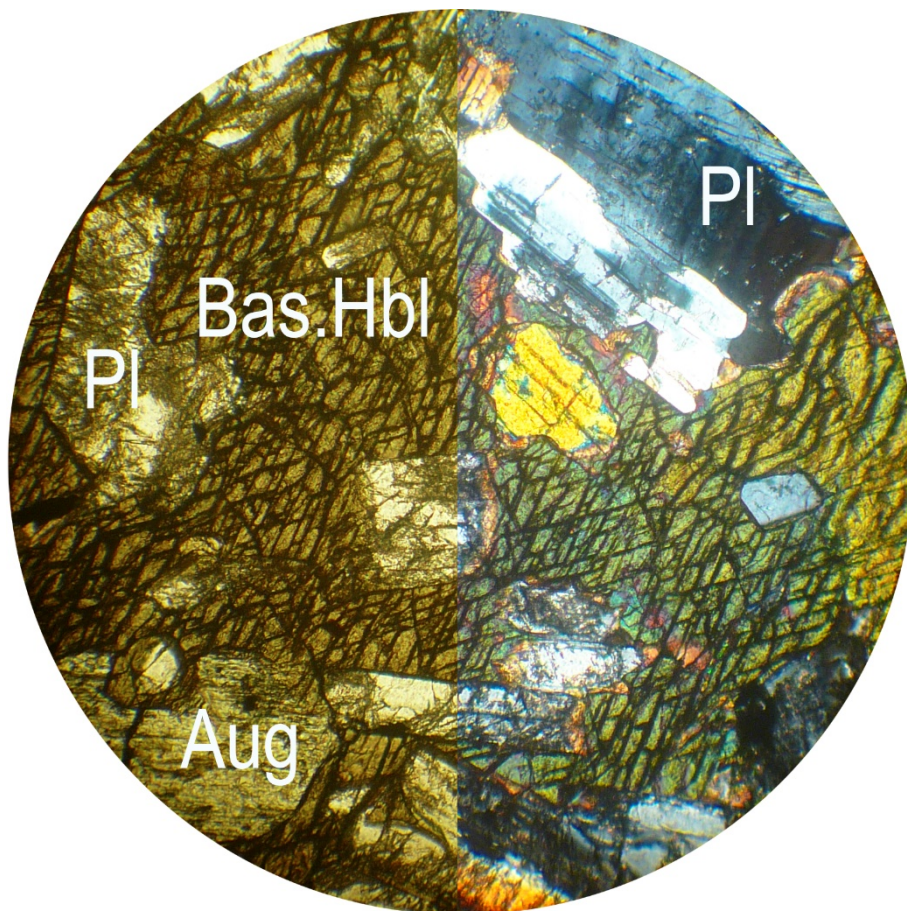


Рис. 5. Зональное зерно плагноклаза (в центре) в центральных частях полностью замещено сосюритом. Николи скрещены (+). Поле шлифа 1,4 мм



спайности 23° . Преломление, определяемое по методу полоски Бекке, больше, чем у пироксена, но меньше, чем у плагиоклаза. Исследования коноскопической фигуры с помощью гипсовой пластинки показывают, что бурая роговая обманка двуосна, знак зоны отрицательный. Цвета интерференции зеленые второго порядка, что, при толщине шлифа $0,035$ мм соответствует двупреломлению около $0,021$. По совокупности оптических свойств и взаимоотношений с другими минералами является псевдоморфозой по гиперстену.

Рис. 6. Бурая (базальтическая) роговая обманка на микрофотографии шлифа из камня с коммерческим названием «Черный леопард». Характерна спайность под углом 56° . Слева николи параллельны, справа - скрещены (+). Поле шлифа $1,8$ мм

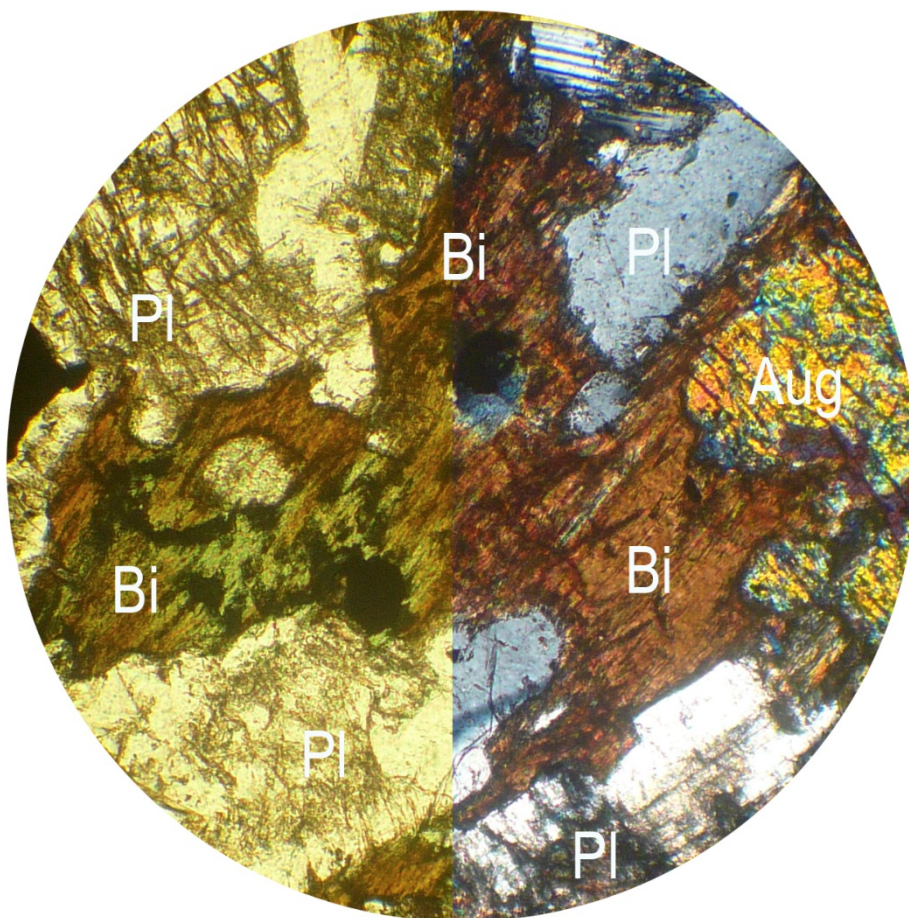


Обыкновенная роговая обманка $[\text{Ca}_2(\text{Mg,Fe,Al})_5(\text{Si,Al})_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2]$, образует таблитчатой, слегка удлинённой формы зерна размером до $1,4$ мм. По отношению к пироксенам и плагиоклазу ксеноморфна. Обычно присутствует одна, довольно хорошо выраженная система спайности, ориентированная вдоль удлинения зерна. (Рис.6). При одном николе роговая обманка травяно-зеленая с отчетливым плеохроизмом до зеленовато-желтого. Псевдоабсорбция отсутствует, рельеф низкий. Угол погасания относительно спайности 21° . Преломление, определяемое по методу полоски Бекке, больше, чем у пироксена, но меньше, чем у плагиоклаза. Исследования коноскопической фигуры с помощью гипсовой пластинки показывают, что обыкновенная роговая обманка двуосна, знак зоны отрицательный. Цвета интерференции синие второго порядка, что, при толщине шлифа $0,035$ мм соответствует двупреломлению около $0,018$. Иногда роговая обманка образует псевдоморфозы по гиперстену.

Биотит $[\text{K}_2(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg})_6(\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{20}) (\text{OH}, \text{F})_4]$. Биотит образует неправильной формы зерна размером до $1,7$ мм отчетливо плеохроирующие при одном николе от соломенно-желтых до темно-бурых цветов (Рис.7). Спайность совершенная, погасание относительно спайности прямое. Схема абсорбции биотитовая. Преломление по методу Бекке, меньше, чем у плагио-

клаза, но выше, чем у пироксенов. Минерал двухосен, по знаку зоны положителен. Максимальные цвета интерференции синие третьего порядка, что соответствует двупреломлению около 0,034. Довольно часто зерна биотита в центральной части замещаются хлоритом и присутствует магнетит.

Рис. 7. Биотит на микрофотографии шлифа из камня с коммерческим названием «Черный леопард». Характерны совершенная спайность, прямое погасание. Часто содержит включения магнетита и хлорита. Слева николи параллельны, справа - скрещены (+). Поле шлифа 1,3 мм



Магнетит, Fe_2O_3 , образует изометричной формы зерна размером до 0,5 мм, не прозрачные в проходящем свете. Часто отдельные зерна срастаются в цепочки длиной до 1,8 мм. Границы зерен плавно волнистые, иногда спрямленные, в некоторых сечениях форма зерен приближается к октаэдру. Довольно часто зерна магнетита рассечены трещинками, которые заполнены вторичными минералами. Обычно это хлорит, но встречается и соссюрит. Иногда, в зонах активизации вторичных изменений, по краевым частям зерен магнетита отлагаются лейсты хлорита (Рис.8). Магнетит образовался за счёт опатизации (окисления) темноцветов (пироксенов, амфиболов, биотита).

Хлорит (пеннин) $[Mg_{5-6}Al_{0-1}(Al_{0-1}Si_{3-4}O_{10})(OH)_8]$ чаще развивается по темноцветам, иногда полностью замещает зерна зеленой роговой обманки и биотита, образуя псевдоморфозы. Иногда заполняет трещинки и краевые участки в зернах магнетита. Встречается в виде чешуек, удлинённых лейст призматической формы, размером до 0,08 мм (Рис.9). Сrostки мелких чешуек иногда обнаруживают радиально-лучистое строение. Спайность совершенная, погасание относительно спайности прямое. Хлорит отчетливо плеохроирует при одном николе от соломенно-желтого цвета до травяно-зеленого. Схема абсорбции биотитовая. Преломление по методу Бекке, выше, чем у канадского бальзама, но меньше, чем у плагиоклаза и пироксена ($>1,537$). Цвета интерференции при включенном анализаторе аномальные, серые, сиреневатые, фиолетовые, что соответствует двупреломлению около 0,006. В коноскопии хлорит двухосный отрицательный. По оптическим свойствам относится к пеннину.

Рис. 8. Магнетит на микрофотографии шлифа из камня с коммерческим названием «Черный леопард». Трещинки в зернах и кайма вокруг зерен выполнены хлоритом.

Слева николи параллельны (=), справа - скрещены (+). Поле шлифа 1,8 мм

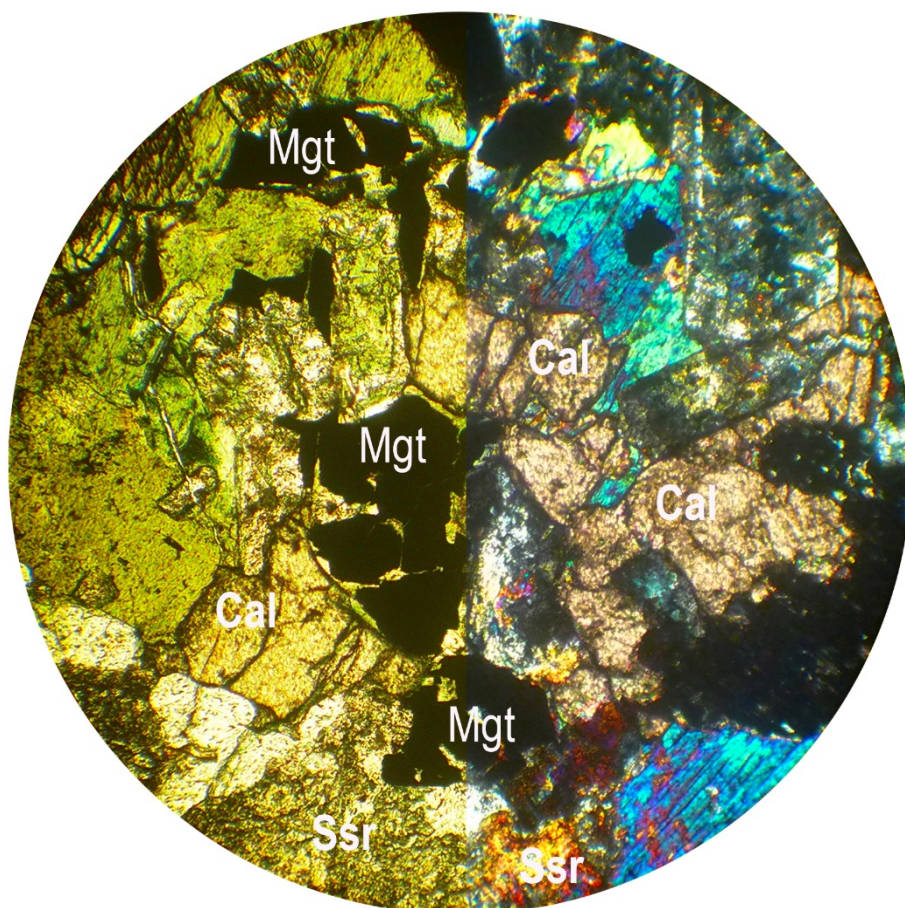
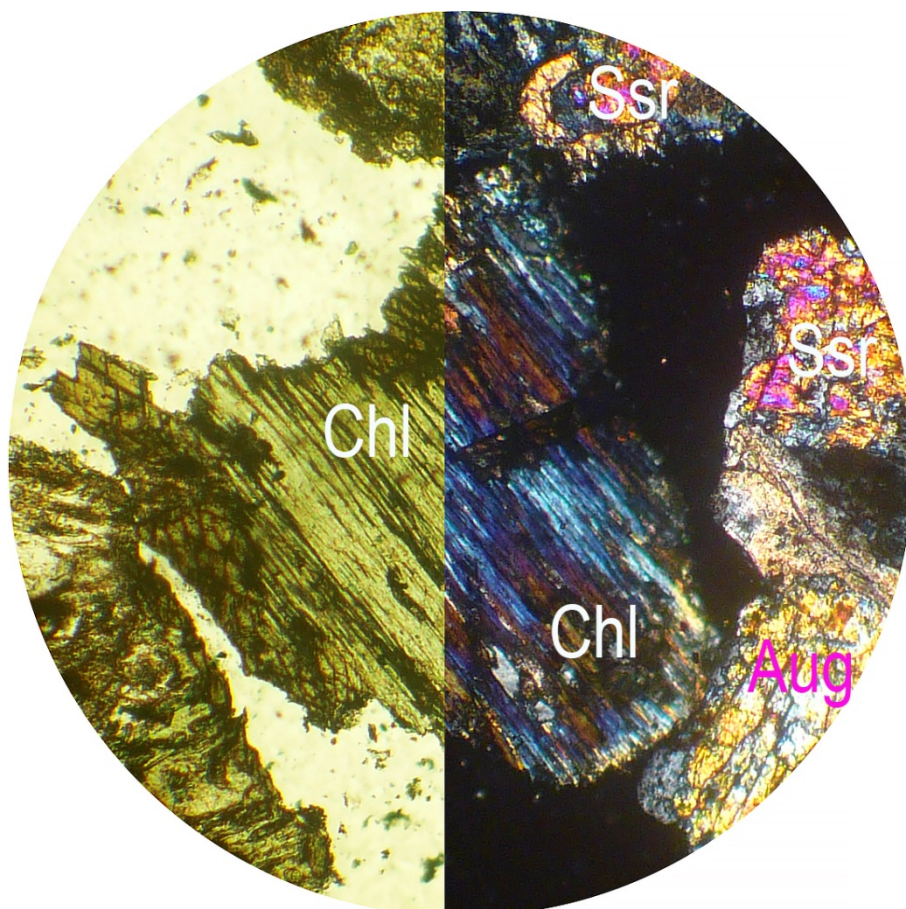


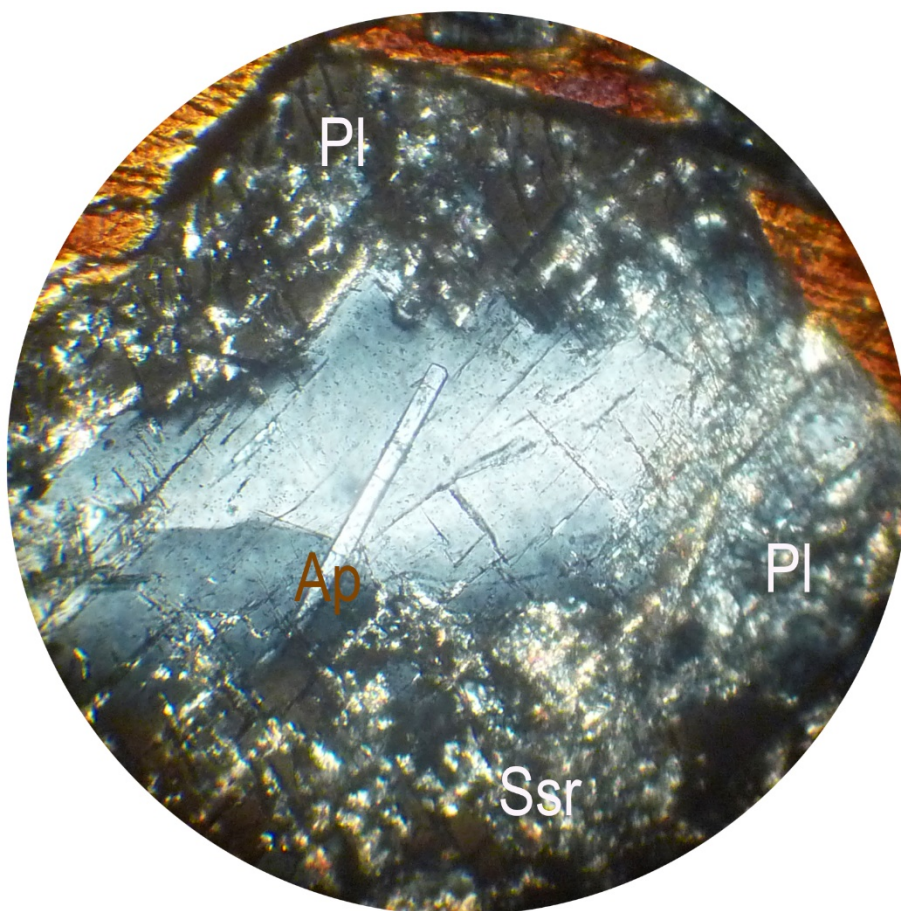
Рис. 9. Хлорит на микрофотографии шлифа из камня с коммерческим названием «Черный леопард». Слева николи параллельны (=), справа - скрещены (+). Поле шлифа 1,2 мм



Кальцит $[CaCO_3]$ образует обычно изометричные, угловатых очертаний зерна размером до 0,2 мм. Часто образует гнезда-сростки размером до 1,7 мм. В проходящем свете мутноватый, сероватый из-за шагреновой поверхности, слегка буроватый, спайность не обнаруживает (Рис.8). Рельеф очень высокий за счет высокого преломления. Цвета интерференции перламутровые, двупреломление очень высокое. В коноскопии одноосный положительный. Часто встречается в сростках с магнетитом и зеленой роговой обманкой. По отношению к плагиоклазу изоморфен, по отношению к роговой обманке идиоморфен. Образовался в процессе сосюритизации темноцветов.

Апатит $[Ca_5(F, Cl)(PO_4)_3]$ образует призмы, длиной до 0,02 мм при толщине до 0,01 мм (Рис.10). При одном николе прозрачный, улавливается тонкий лимонный оттенок, имеет очень высокий рельеф, обусловленным высоким преломлением. Цвета интерференции серые, двупреломление не выше 0,005. Встречается внутри зерен плагиоклаза.

Рис. 10. Апатит (тонкая призма в центре) на микрофотографии шлифа из камня с коммерческим названием «Черный леопард». Никели скрещены (+). Поле шлифа 0,8 мм



По совокупности петрографических свойств природный облицовочный камень торговой марки «Черный леопард» (Республика Хакасия) из Каратагского месторождения, расположенного по адресу: Аскизский р-н, Республика Хакасия, в 10 км к Северо-западу от с. Пуланколь, представленный фирмой «ООО Геоводсервис», относится к уралитизированному габбро.

Эксперт:
горный инженер-геолог,
кандидат геол-мин.наук

Н.И.Моторный