



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ

**«Научный центр исследований
декоративного камня»
(ООО «НЦ исследований камня»)**

143405, г. Красногорск, ул. Центральная 18, пом.1
Тел. 89037312257
E-mail: motnikolaj@yandex.ru

01 августа 2025г. № 25

На № _____ от _____ 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
ООО «НЦ исследований камня»



Н.И.Моторный

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ
(окончательное)**

по работе «Оценка физико-механических свойств природного облицовочного камня
DELICATO BROWN с определением возможных областей его использования»

ООО «НЦ исследований камня» на основании Договора № 2510 от «14» марта 2025 г. была проведена оценка качества природного облицовочного камня по пробе, представленной фирмой ООО «САНТОРИНИ» (Россия).

В соответствии с Приложением 1 Договора исследования предусматривают проведение следующих видов испытаний:

Определение средней плотности, водопоглощения, предела прочности при сжатии в сухом и водонасыщенном состоянии, снижения прочности при водонасыщении, радиоактивности, декоративности, минералого-петрографических свойств, морозостойкости 50, 100, 150 циклов, кислотостойкости, истираемости.

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

Качество и возможные области применения природного облицовочного камня определялись на основе требований ГОСТ 9479-2011 «Блоки из горных пород для производства облицовочных, архитектурно-строительных, мемориальных и других изделий. Технические требования», ГОСТ 30629-2011 «Материалы и изделия облицовочные из горных пород. Методы испытаний», СП 15.13330.2020 «Свод правил. Каменные и армокаменные конструкции», ГОСТ 9480-2024 «Плиты облицовочные из природного камня. Технические условия».

По данным минералого - петрографических исследований природный облицовочный камень известняк «DELICATO BROWN» (Оман), относится к органогенно-обломочным известнякам высокой степени мраморизации. Наличие вредных примесей и неустойчивых минералов в камне не установлено.

Полученные в результате лабораторных испытаний показатели качества природного камня известняк «DELICATO BROWN», имеют следующие значения (Таблица 1):

Таблица 1. Показатели качества камня известняк «DELICATO BROWN»

№№ пп	Вид испытаний	Ед. из- мер.	Значения показателей			Норма по ГОСТ 9479-11	Соответ- ствие ГОСТ 9479-11
			min	max	сред- нее		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Средняя плотность	ρ_o , кг/м ³	2635	2662	2647	2600	соответ- ствует
2	Водопоглощение	$W_{\text{погл}}$, %	0,22	0,55	0,31	0,75	соответ- ствует
3	Предел прочности при сжатии в сухом состоянии	$R_{\text{сж}}$, МПа	114,0	156,0	150,7	≥ 50	соответ- ствует
4	Предел прочности при сжатии в водонасыщенном состоянии	$R_{\text{сж}}$, МПа	128,0	158,7	146,9	$\geq 105,5$	соответ- ствует
5	Снижение прочности при сжатии после водонасыщения	$\Delta R_{\text{сж}}$, %			2,52	≤ 30	соответ- ствует
6	Декоративность	баллы			34	$>32^1$	соответ- ствует
7	Наличие вредных примесей	%			нет	≤ 1	соответ- ствует
8	Наличие неустойчивых мине- ралов	%			нет	нет	соответ- ствует
9	Кислотостойкость, потеря массы	%	0,08	0,11	0,09	≤ 1	соответ- ствует
10	Истираемость	$\varepsilon/\text{см}^2$	1,1	1,56	1,42	$\leq 2,0^2$	соответ- ствует
11	Стойкость к ударным воздей- ствиям	см	30	35	32	$\geq 30^3$	
12	Предел прочности при сжатии после 50 циклов поперемен- ного замораживания	$R_{\text{сж}}^{50}$, МПа	118,8	163,4	130,9	$\geq 117,5$	соответ- ствует
13	Снижение прочности после F50	%			10,9	≤ 20	соответ- ствует
14	Предел прочности при сжатии после 100 циклов поперемен- ного замораживания	$R_{\text{сж}}^{100}$, МПа	111,0 ³	163,9 ³	144,9 ⁴	$\geq 117,5$	соответ- ствует
15	Снижение прочности после F100	%			1,37	≤ 20	соответ- ствует
16	Предел прочности при сжатии после 150 циклов поперемен- ного замораживания	$R_{\text{сж}}^{150}$, МПа	134,5	166,9	143,2	$\geq 117,5$	соответ- ствует
17	Снижение прочности после F150	%			1,6	≤ 20	соответ- ствует
18	Удельная эффективная актив- ность естественных радио- изотопов	$A_{\text{эфф}}$, Бк/кг			<22	≤ 370	соответ- ствует
19	Скорость распространения ультразвукового импульса	м/сек	5616	6316	6109	нет	

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. для класса высокодекоративных;
2. для слабой интенсивности механического воздействия;

3. для умеренной интенсивности механического воздействия;
4. с учетом поправочных коэффициентов.

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

1. По данным минералого петрографических исследований природный облицовочный камень известняк «DELICATO BROWN» из Омана относится к органогенно-обломочным известнякам высокой степени мраморизации. Наличие вредных примесей и неустойчивых минералов не установлено.

2. Природный облицовочный камень мраморизованный известняк «DELICATO BROWN» отвечает требованиям действующего стандарта (ГОСТ 9479-2011, таблица 3), предъявляемым к горным породам по следующим показателям: средняя плотность, водопоглощение, предел прочности при сжатии в сухом состоянии, снижение прочности при сжатии в водонасыщенном состоянии, кислотостойкость, наличие вредных примесей, наличие неустойчивых минералов.

3. В соответствие с параметром декоративность, изделия из природного облицовочного камня мраморизованный известняк «DELICATO BROWN», могут применяться во всех видах строительства без согласования с территориальными архитектурно-строительными органами (ГОСТ 9479-2011, п.п. 5.1.8).

4. По результатам испытаний на попеременное замораживание камень мраморизованный известняк «DELICATO BROWN» имеет марку по морозостойкости F150, что позволяет его использование в вентилируемых фасадах (ГОСТ 9480-2024, п.п. 3.5.2).

5. По результатам испытаний на истирание и ударное воздействие изделия из мраморированного известняка «DELICATO BROWN» могут использоваться для настила полов и лестниц в условиях слабой интенсивности механического воздействия.

6. Скорость распространения ультразвукового и импульса имеет значения, выше средних для этого класса природного камня, что свидетельствует о высоких прочностных качествах камня мраморизованный известняк «DELICATO BROWN».

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

Н.И.Моторный

ОЦЕНКА ДЕКОРАТИВНОСТИ
природного облицовочного камня мраморизованный
известняк «DELICATO BROWN» из Омана

Представленные образцы облицовочного камня мраморизованный известняк «DELICATO BROWN» из Омана по пробе, представленной фирмой ООО «САНТОРИНИ», имеют палевые тона окраски с серым оттенком (Рис.1). Цветовой индекс камня по шкале NCS составляет: S 2005-Y30R - до 75%, S1005-Y20R - до 25%, S0500-N менее 1%, S 3010-Y30R- до 3%. Рисунок камня брекчевидно - пятнистый с элементами слоистого. Структура камня скрытозернистая, просвечиваемость до 4 мм. Насыщенность цвета основного тона средняя (II категория признака декоративности, 4 балла), способность к полированию довольно высокая (до 86 ед. шкалы блескомера, I категория, 5 баллов). По цветовому предпочтению камень может быть отнесен к сравнительно редко встречающимся. К отрицательным признакам следует отнести наличие контрастных темных пятен. Итоговая оценка декоративности природного облицовочного камня мраморизованный известняк «DELICATO BROWN» из Омана составляет 34 баллов:

$$A_d = (5+4+4+4+3) \times 0,9 + (6+4+2) \times 0,9 + (5) \times 1,0 = 34 \text{ балла}$$

По декоративности облицовочный камень мраморизованный известняк «DELICATO BROWN» из Омана относится к классу высокодекоративных (свыше 32 баллов), и может использоваться в строительстве без согласования с территориальными архитектурно-строительными отделами.

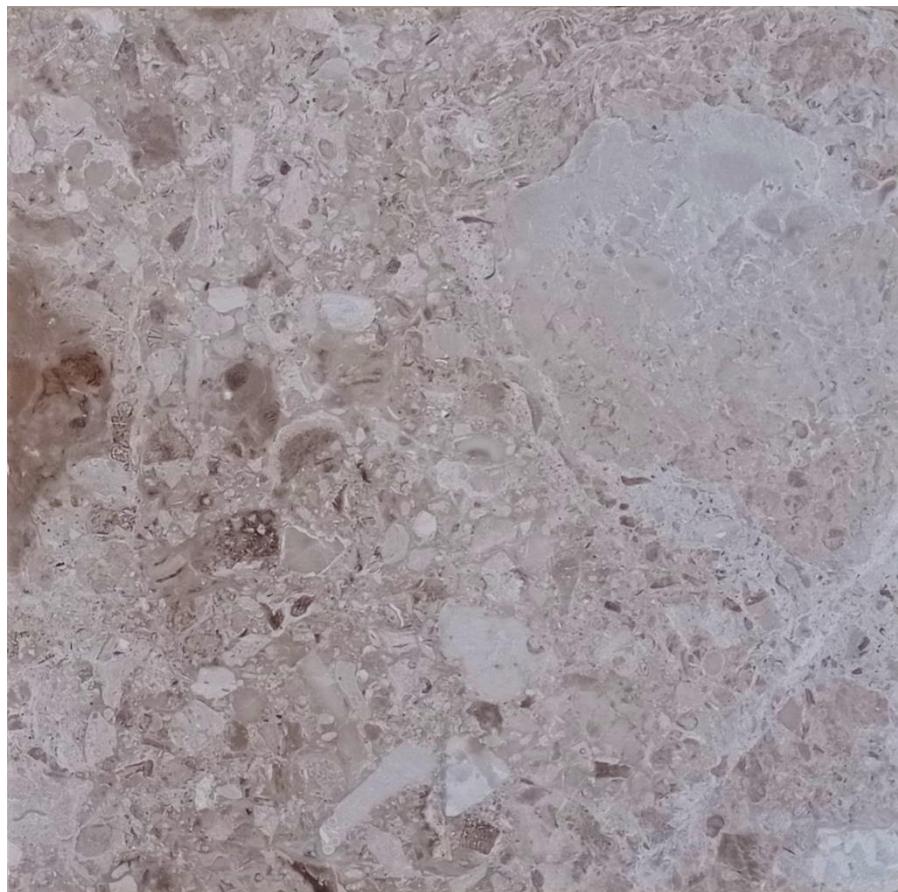


Рис.1. Образец природного облицовочного камня мраморизованный известняк «DELICATO BROWN» из Омана. Размер плиты - образцов 200×200×30 мм

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

Моторный

Н.И.Моторный

МИНЕРАЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
 природного облицовочного камня мраморизованный
 известняк «DELICATO BROWN» из Омана

Определение минералого- петрографических характеристик пробы природного камня мраморизованный известняк «DELICATO BROWN» по пробе, представленной фирмой ООО «САНТОРИНИ», проводилось органолептическим (визуально) и инструментальным методом.

Визуально пробы природного камня представлена кубиками размером около $50 \times 50 \times 50$ мм). Макроскопически камни пробы имеют светло-палевые тона окраски с едва уловимым розовым оттенком, скрытозернистую структуру (не различима невооруженным глазом).

Петрографические исследования пробы проводились по специально подготовленным прозрачным шлифам толщиной 0,03 мм под микроскопом ПОЛАМ Р-113 в поляризованном свете. Проведенными исследованиями установлено следующее:

Природный облицовочный камень пробы состоит из окаменелых ветвей и обломков кораллов, раковин моллюсков, редких обломков губок, очень редких раковин фораминифер и раковин тинтиннид, сцементированных раскристаллизованным карбонатом (Рис.2).

Обломки колоний кораллов (кораллиты) крупных размеров (до 3,5 и более мм) обычно имеют овальную, слегка окатанную форму. Границы таких обломков с цементирующей массой и другими окаменелыми обломками большей частью имеют характер глубокого взаимного проникновения (Рис.3), что предполагает высокие прочностные свойства камня и долговечность. Часть более мелких обломков имеют более контрастные границы, зоны взаимного проникновения контактов вследствие перекристаллизации цемента имеют зазубренные очертания. Кораллы — это группа исключительно морских прикрепленных организмов, обитающих в открытых морях с нормальной соленостью, на различных глубинах и широтах. Большинство из них обладает наружным известковым скелетом. Среди них встречаются одиночные формы, ветвистые и массивные колонии. Кораллы обладают арагонитовым скелетом, который при метаморфизме может замещаться кальцитом с сохранением структуры арагонита. Важнейшей частью скелета является септальный аппарат. У большинства кораллов он представлен вертикальными перегородками — септами. В камне DELICATO BROWN встречаются септы шиповидные (Рис.4) и пластинчатые (Рис.5). Обломки кораллов составляют до 85% объема камня.

Обломки раковин моллюсков обычно имеют дугообразные очертания и размеры до 3,5 мм (Рис.6). Краевые части таких обломков состоят из криптокристаллического (неразличимого невооруженным взглядом, размер менее 0,001 мм) карбоната. Большой частью в центральных частях таких обломков карбонат претерпел перекристаллизацию и полностью выполняет форму раковины. Размер зерен карбоната в таких местах может достигать 1,1 мм.

Окаменелые обломки известковых губок встречаются в виде трехлучевых спикул (составные части скелета губки, Рис.7). Размер таких образований не превышает 0,8 мм. состоят из криптокристаллического кальцита. На долю таких обломков приходится не более 1%.

Окаменелые раковины фораминифер встречаются в виде раковин, имеющих многокамерное строение и спирально-винтовое навивание (Рис.8). Размер таких раковин может достигать 0,2 мм. Встречаются очень редко, на долю таких обломков приходится не более 0,5% объема горной породы.

Окаменелые раковины тинтиннид (одноклеточные животные, близкие к инфузориям) в продольном сечении имеют кувшиноподобную форму, замкнутую снизу и открытую в верхней части. Окаменелый известковый скелет имеет толщину около 0,03 мм, в продольном

направлении раковины могут достигать 0,6 мм (Рис.9). Центральные части тинтиннид обычно выполнены перекристаллизованным кальцитом. На долю окаменелых раковин тинтиннид приходится менее 1% объема горной породы.

Рис.2.
Мраморизованный
известняк «DELICATO
BROWN» из Омана под
микроскопом. Поле
шлифа 3,2 мм, анализатор
включен (+)

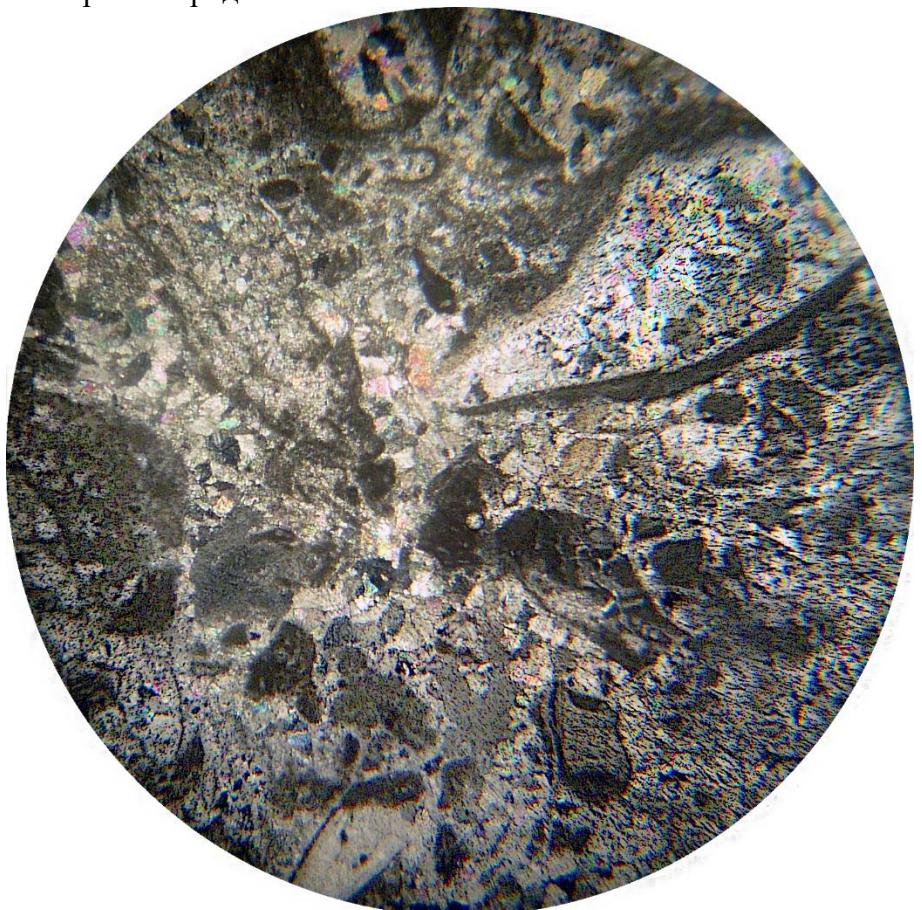


Рис.3. Границы
окаменелых обломков в
камне мраморизованный
известняк «DELICATO
BROWN» из Омана
имеют характер
глубокого
проникновения. Поле
шлифа 0,8 мм, анализатор
выключен (=)

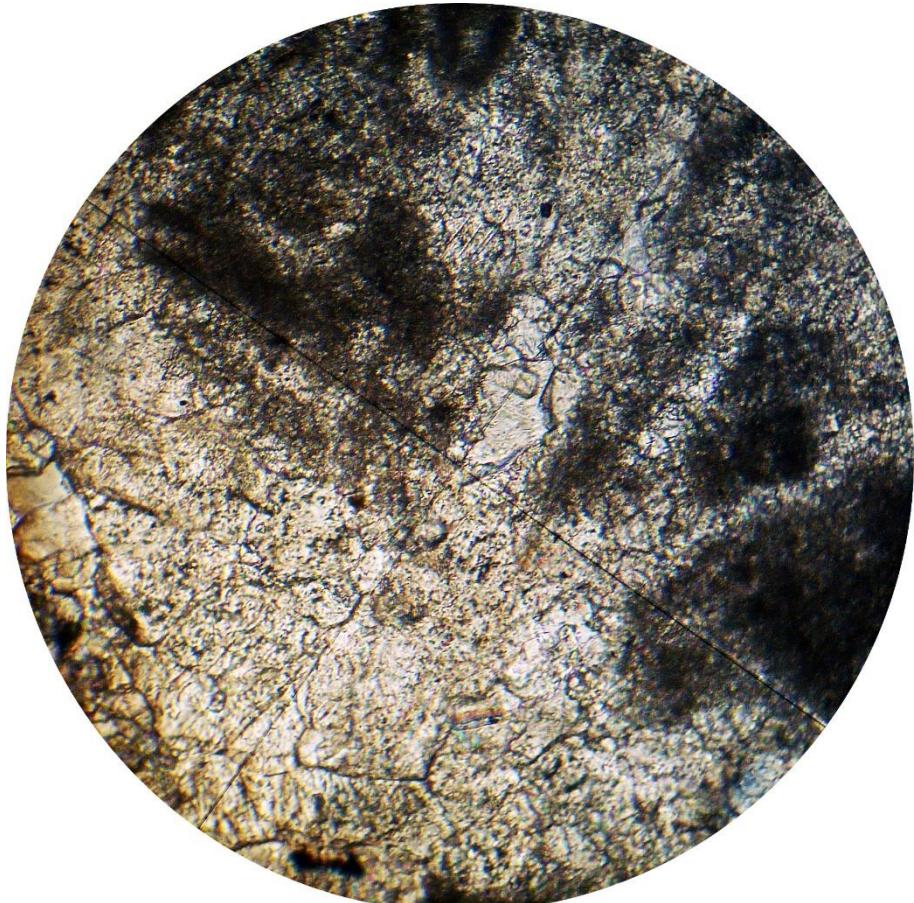


Рис.4. Шиповидные септы окаменелых кораллов в камне мраморизованный известняк «DELICATO BROWN» из Омана. Поле шлифа 3,3 мм, анализатор выключен (=)

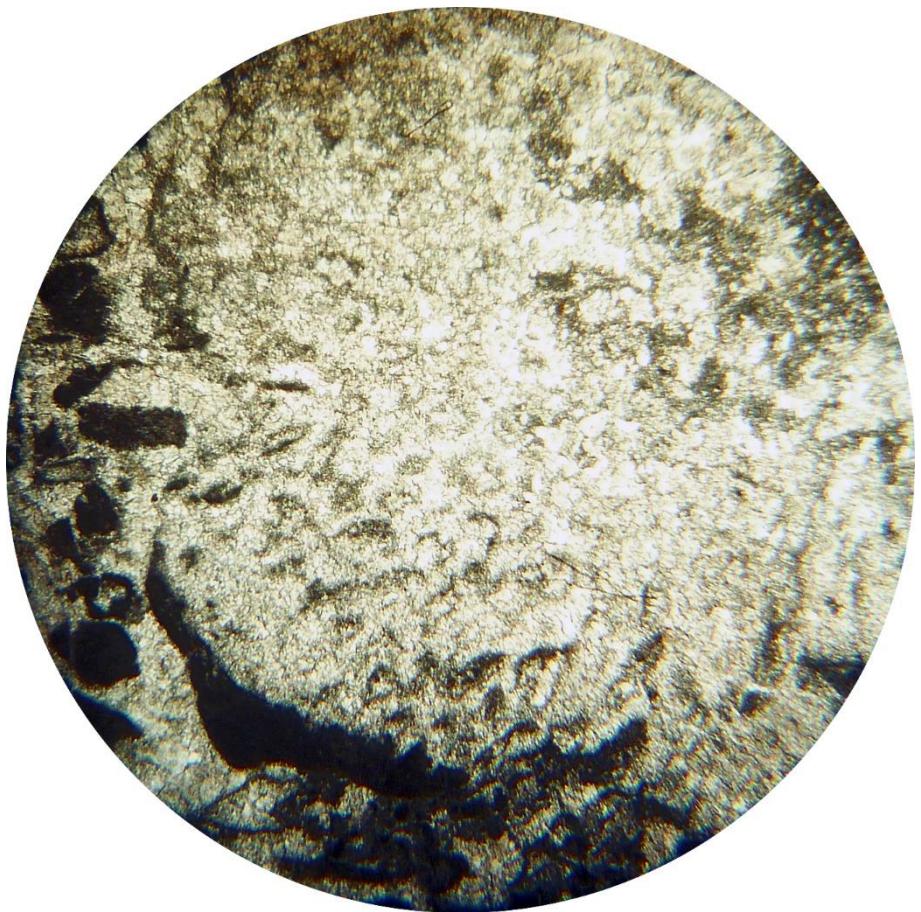


Рис.5. Пластинчатые септы окаменелых кораллов в камне мраморизованный известняк «DELICATO BROWN» из Омана. Поле шлифа 3,3 мм, анализатор выключен (=)

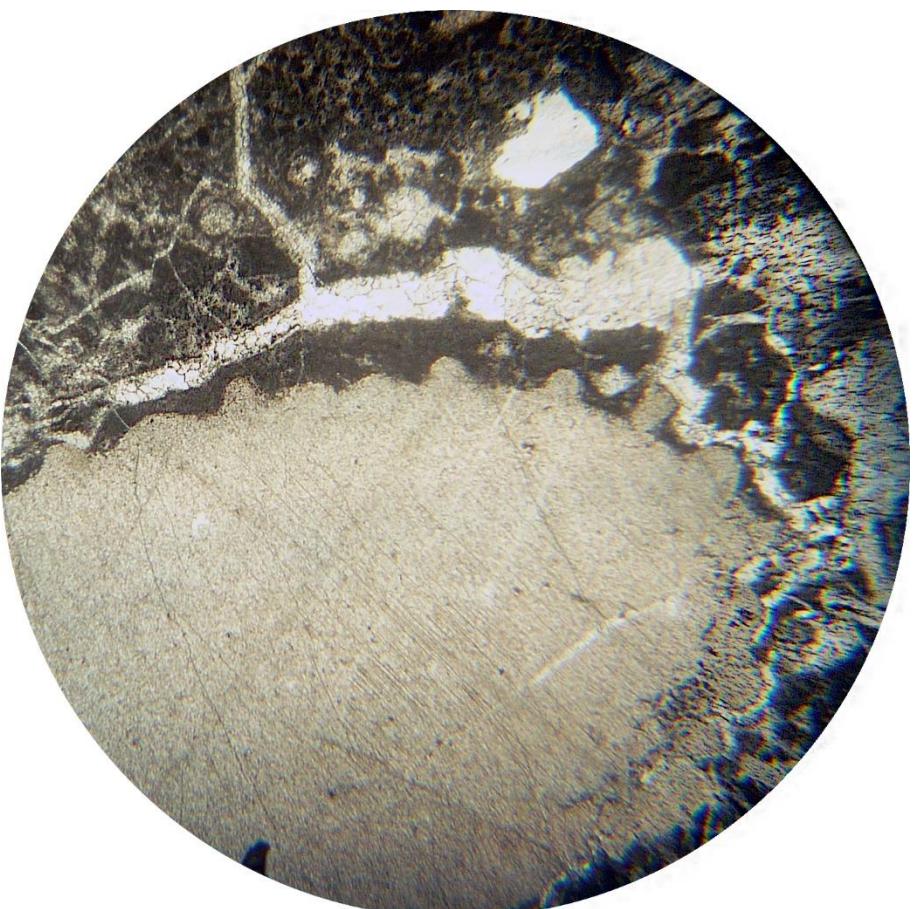


Рис.6. Окаменелые раковины моллюсков в камне мраморизованный известняк «DELICATO BROWN» из Омана.
Поле шлифа 3,3 мм, анализатор включен (+)

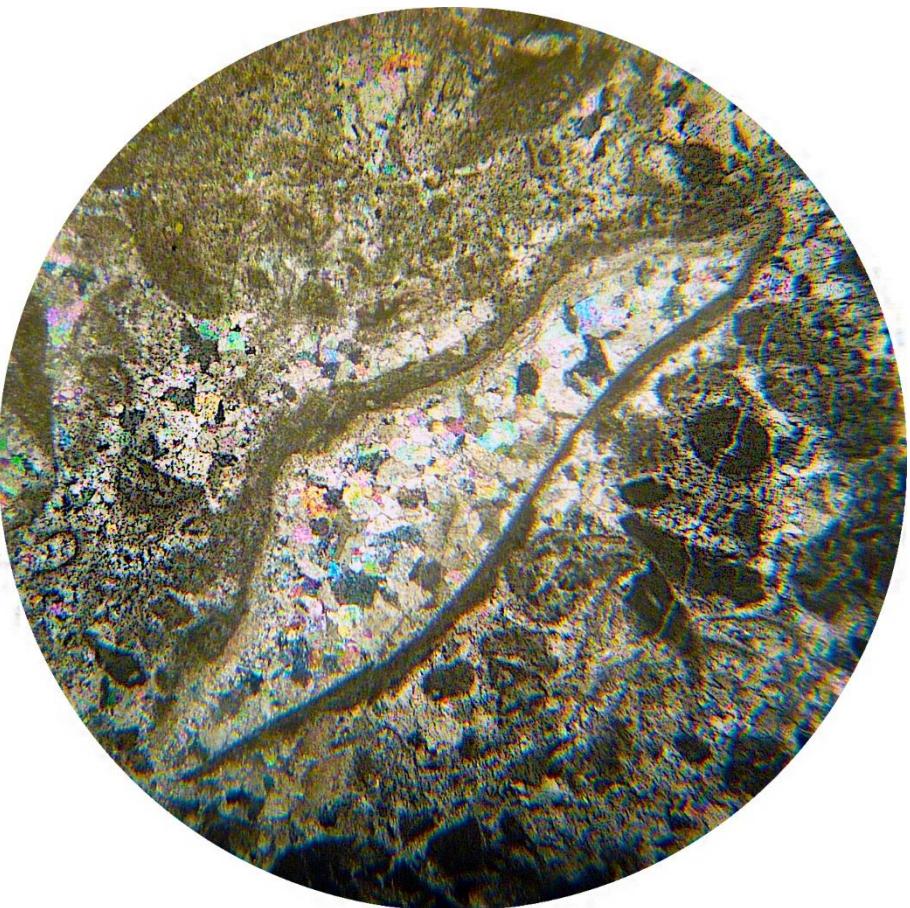


Рис.7. Окаменелые обломки известковых губок в камне мраморизованный известняк «DELICATO BROWN» из Омана.
Поле шлифа 1,7 мм, анализатор включен (+)

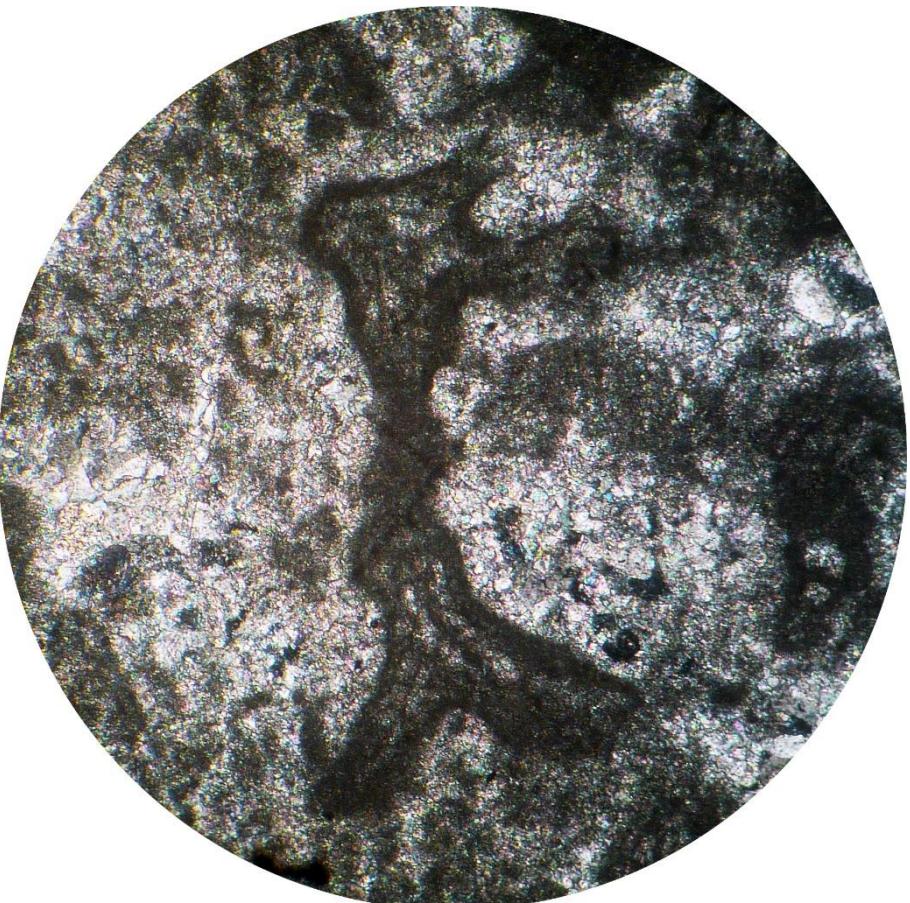
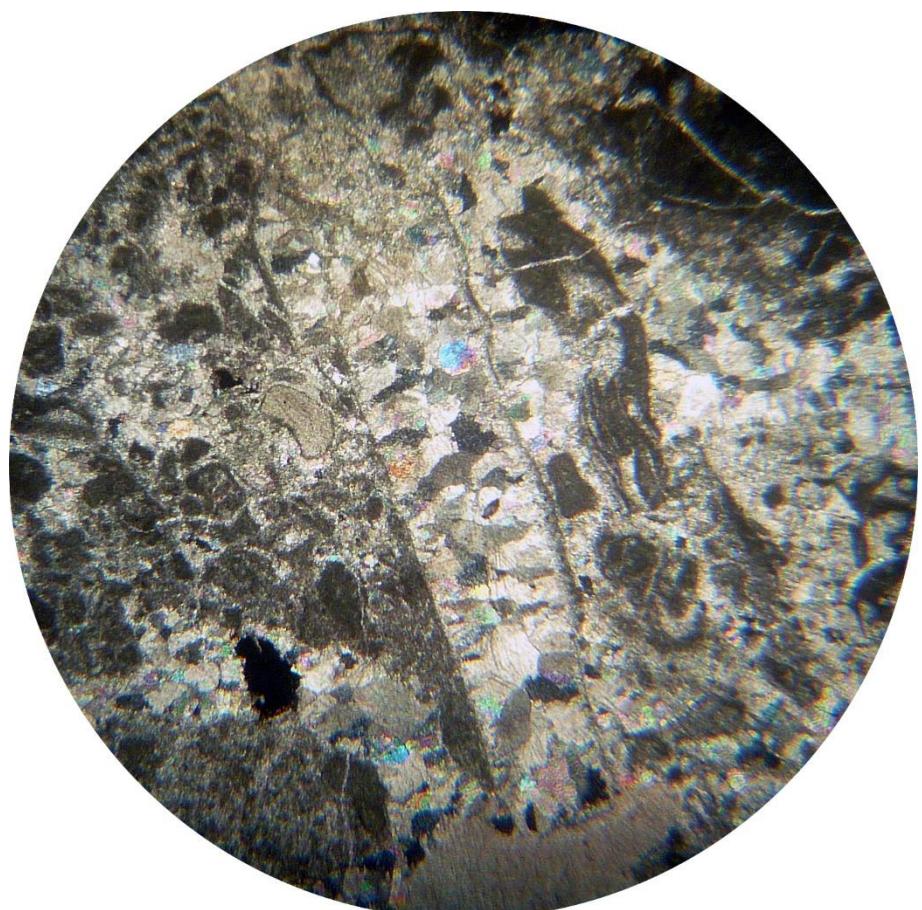


Рис.8. Окаменелые раковины фораминифер в камне мраморизованный известняк «DELICATO BROWN» из Омана. Поле шлифа 0,7 мм, анализатор включен (+)



Рис.9. Окаменелые раковины тинтинид в камне мраморизованный известняк «DELICATO BROWN» из Омана. Поле шлифа 2,7 мм, анализатор включен (+)

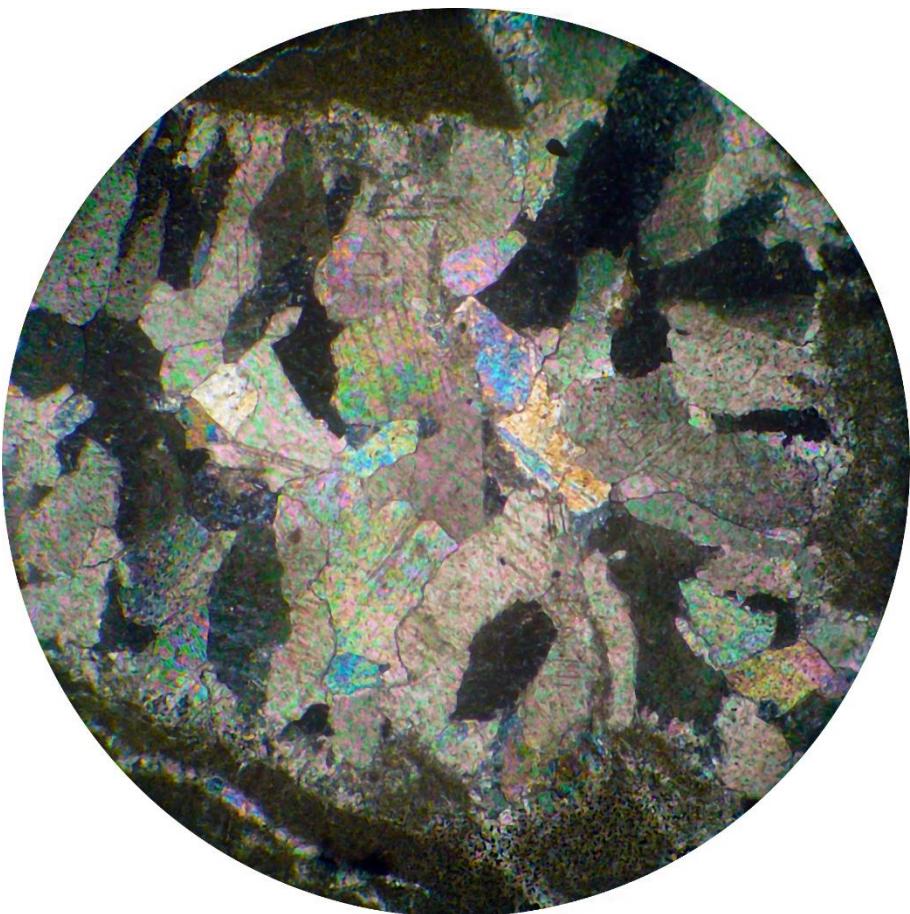


Окаменелые обломки органики в исследуемой горной породе сцементированы раскристаллизованным карбонатом с размером зерен 0,01-0. Вследствие метаморфических процессов тонкозернистый карбонат (кальцит I) раскристаллизовался с образованием более крупных зерен обычно неправильной формы, размером до 0,05 мм, заполняющих промежутки между окаменелыми обломками.

Кальцит $[\text{CaCO}_3]$ образует неправильной формы зерна с извилистыми границами размером до 0,7 мм (Рис.10). Псевдоабсорбция выражена отчетливо, рельеф высокий, преломление высокое. В проходящем свете без анализатора бесцветен. Спайность выражена отчетливо в двух направлениях, полисинтетические двойники не установлены. Погасание относительно спайности под углом до $27,3^0$. Двупреломление очень высокое, более 0,17, цвета интерференции перламутровые, зеленые 4 порядка. В коноскопии минерал одноосный отрицательный. Контакты зерен кальцита и обломков заливчатые, взаимного проникновения, что способствует стойкости к разрушающим напряжениям.

Рис.10. Зерна кальцита в камне мраморизованный известняк «DELICATO BROWN» из Омана.

Поле шлифа 1,8 мм, анализатор включен (+)



По совокупности петрографических свойств, природный облицовочный камень мраморизованный известняк «DELICATO BROWN» по пробе, представленной фирмой ООО «САНТОРИНИ», относится к органогенно-обломочному мраморированному известняку высокой степени мраморизации.

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



Н.И.Моторный