



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. № 26

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 BEIGE 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 BEIGE» (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 BEIGE», имеют следующие значения (Таблица 1):

Таблица 1. Показатели качества камня известняк «DELICATO BEIGE»

№№ пп	Вид испытаний	Ед. из- мер.	Значения показате- лей			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_0 , кг/м ³	2611	2672	2640	2600	соответ- ствует
2	Водопоглощение	$W_{\text{погл}}$, %	0,23	0,29	0,27	≤0,75	соответ- ствует
3	Предел прочности при сжатии в сухом состоянии	$R_{\text{сж}}$, МПа	148,0	200,0	166,5	≥50	соответ- ствует
4	Предел прочности при сжатии в водонасыщенном состоянии	$R_{\text{сж}}$, МПа	137,9	193,7	161,6	≥116,6	соответ- ствует
5	Снижение прочности при сжа- тии после водонасыщения	$\Delta R_{\text{сж}}$, %			2,99	≤35	соответ- ствует
6	Декоративность	баллы			30	>23 ¹	соответ- ствует
7	Наличие вредных примесей	%			нет	≤1	соответ- ствует
8	Наличие неустойчивых минера- лов	%			нет	нет	соответ- ствует
9	Кислотостойкость, потеря массы	%	0,09	0,12	0,1	≤1	соответ- ствует
10	Истираемость	г/см ²	1,44	1,56	1,49	≤2,0 ²	соответ- ствует
11	Стойкость к ударным воздей- ствиям	см	30	35	31	≥30 ³	соответ- ствует
12	Предел прочности при сжатии после 50 циклов попеременного замораживания	$R_{\text{сж}}^{50}$, МПа	97,2	184,4	157,0	≥129,3	соответ- ствует
13	Снижение прочности после 50 циклов попеременного замора- живания	%			2,8	≤20	соответ- ствует
14	Предел прочности при сжатии после 100 циклов поперемен- ного замораживания	$R_{\text{сж}}^{100}$, МПа	127,1	156,7	136,0 ⁴	≥129,3	соответ- ствует
15	Снижение прочности после F100	%			15,9	≤20	соответ- ствует
16	Предел прочности при сжатии после 150 циклов поперемен- ного замораживания	$R_{\text{сж}}^{150}$, МПа	123,3	158,9	143,1	≥129,3	соответ- ствует
17	Снижение прочности после F150	%			11,4	≤20	соответ- ствует
18	Удельная эффективная актив- ность естественных радио- нуклидов	$A_{\text{эфф}}$, Бк/кг			<22	≤370	соответ- ствует
19	Скорость распространения ульт- развукового импульса	м/сек	6195	6574	6408	нет	

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. для класса декоративных;
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 мраморизованный известняк «DELICATO BEIGE» 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 BEIGE» 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 BEIGE», 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 BEIGE» 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 мраморизованного известняка «DELICATO BEIGE» 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 BEIGE».

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



Н.И.Моторный

ОЦЕНКА ДЕКОРАТИВНОСТИ

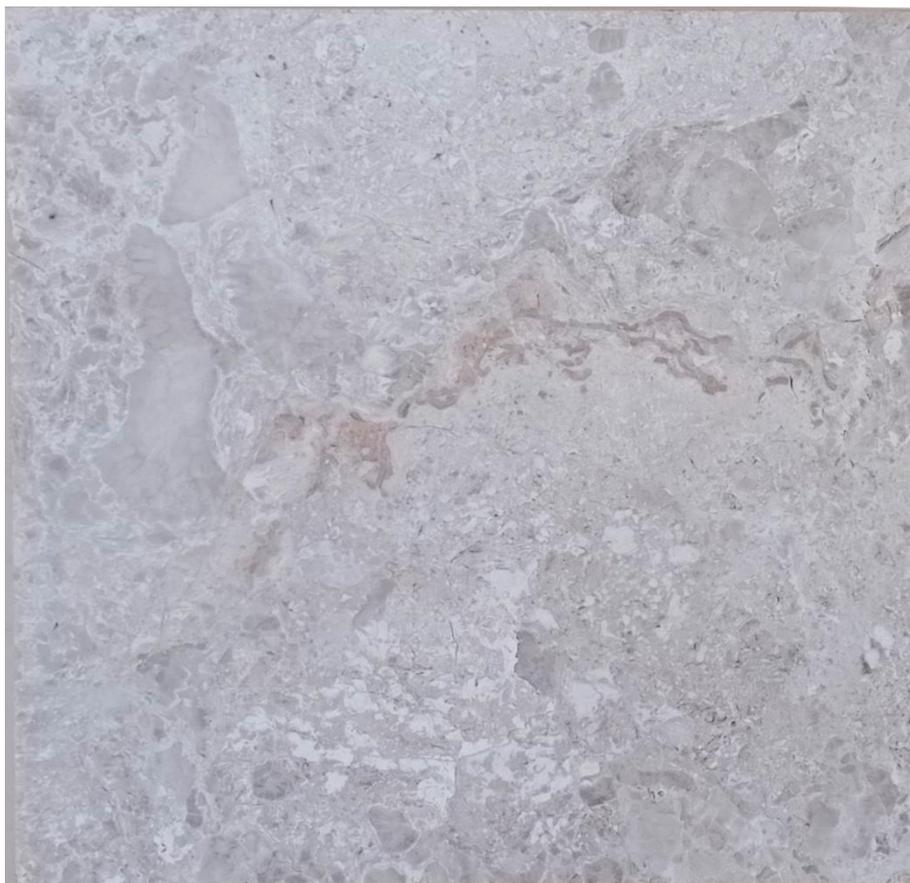
природного облицовочного камня известняк «DELICATO BEIGE» из Омана

Представленные образцы облицовочного камня известняк «DELICATO BEIGE» из Омана по пробе, представленной фирмой ООО «САНТОРИНИ», имеют светло-палевые тона окраски с едва уловимым розовым оттенком (Рис.1). Цветовой индекс камня по шкале NCS составляет: S 2005-Y10R -до 30%, S1005-Y20R до 55%, S0500-N до 3%, S 1020-Y40R -менее 1%. Рисунок камня брекчиевиден - пятнистый с элементами слоистого. Структура камня скрыто-зернистая, просвечиваемость до 4 мм. Насыщенность цвета основного тона слабая (III категория признака декоративности, 3 балла), способность к полированию не высокая (до 65 ед. шкалы блескомера, III категория, 2 балла). По цветовому предпочтению камень может быть отнесен к сравнительно редко встречающимся. К отрицательным признакам следует отнести слабую насыщенность основного тона, наличие контрастных темных пятен. Итоговая оценка декоративности природного облицовочного камня известняк «DELICATO BEIGE» из Омана составляет 30 баллов:

$$A_d = (5+3+4+4+3) \times 0,9 + (6+4+2) \times 0,9 + (2) \times 1,0 = 30 \text{ баллов}$$

По декоративности облицовочный камень известняк «DELICATO BEIGE» из Омана относится к классу декоративных (свыше 23 баллов), и может использоваться в строительстве без согласования с территориальными архитектурно-строительными отделами.

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



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

Н.И.Моторный

МИНЕРАЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

природного облицовочного камня
мраморизованный известняк «DELICATO BEIGE» из Омана

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

Визуально проба природного камня представлена кубиками размером около 50×50×50 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, строматопороидей, раковин моллюсков, очень редких раковин фораминифер, цементированных 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 BEIGE чаще встречаются септы шиповидные (Рис.4). Иногда в камне встречаются обломки окаменелых шести лучевых кораллов (Рис.5). Обломки кораллов составляют до 65% объема камня.

Обломки строматоидей. Строматопоры (строматоидеи) представляют одну из наиболее распространенных вымерших групп кишечнополостных. Наиболее древние представители строматопороидей известны в среднекембрийских отложениях. В конце мела они вымирают. По внешней форме в камне DELICATO BEIGE встречаются колонии строматопороидей желвакообразные, полусфероидальные (Рис.6), секториальное, пластинчатые. Размер обломков колоний и отдельных стеблей и пластин колеблется в широких пределах. В исследуемом шлифе окаменелый обломок тонкой концентрической пластинки (ламина), имеет размеры до 2,8 мм. Строение ценостеума (скелета) обломка имеет специфическое секторальное строение (Рис. 7, род *Amphipora*, *Beatrizea* и *Cryptophraymus*). На долю строматолитов приходится до 34% объема горной породы.

Обломки раковин моллюсков обычно имеют дугообразные очертания и размеры до 2,5 мм (Рис.8). Большой частью обломки раковин выполнены перекристаллизованным кальцитом который полностью выполняет форму раковины. Размер зерен карбоната в таких местах может достигать 0,4 мм. Доля в горной породе менее 1%.

Окаменелые раковины фораминифер встречаются в виде раковин, имеющих многокамерное строение и спирально-винтовое навивание (Рис.9). Размер таких раковин

может достигать 0,7 мм. Встречаются очень редко, на долю таких обломков приходится не более 0,5% объема горной породы.

Рис.2.
Мраморизованный известняк «DELICATO BEIGE» из Омана под микроскопом. Поле шлифа 3,7 мм, анализатор включен (+)

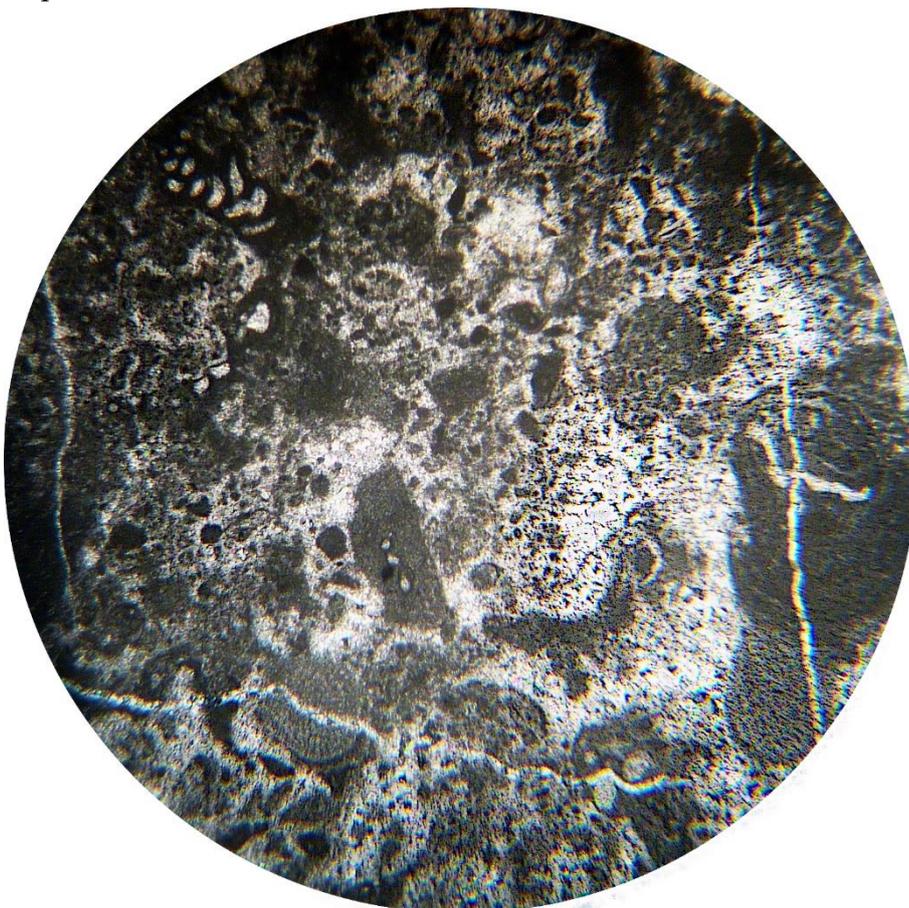


Рис.3. Границы окаменелых обломков и цемента в камне мраморизованный известняк «DELICATO BEIGE» из Омана имеют характер глубокого проникновения. Поле шлифа 0,8 мм, анализатор выключен (=)

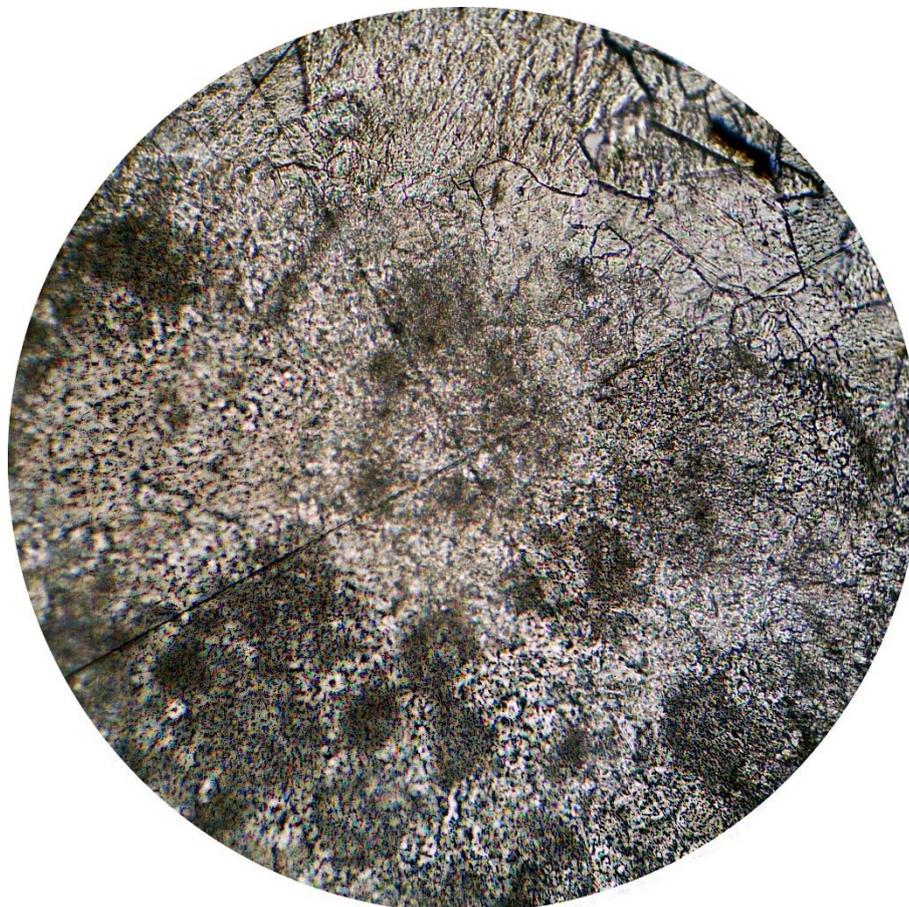


Рис.4. Шиповидные септы окаменелых кораллов в камне мраморизованный известняк «DELICATO BEIGE» из Омана. Поле шлифа 3,3 мм, анализатор выключен (=)



Рис.5. Обломки окаменелых шестилучевых кораллов в камне мраморизованный известняк «DELICATO BEIGE» из Омана. Поле шлифа 0,9 мм, анализатор выключен (=)

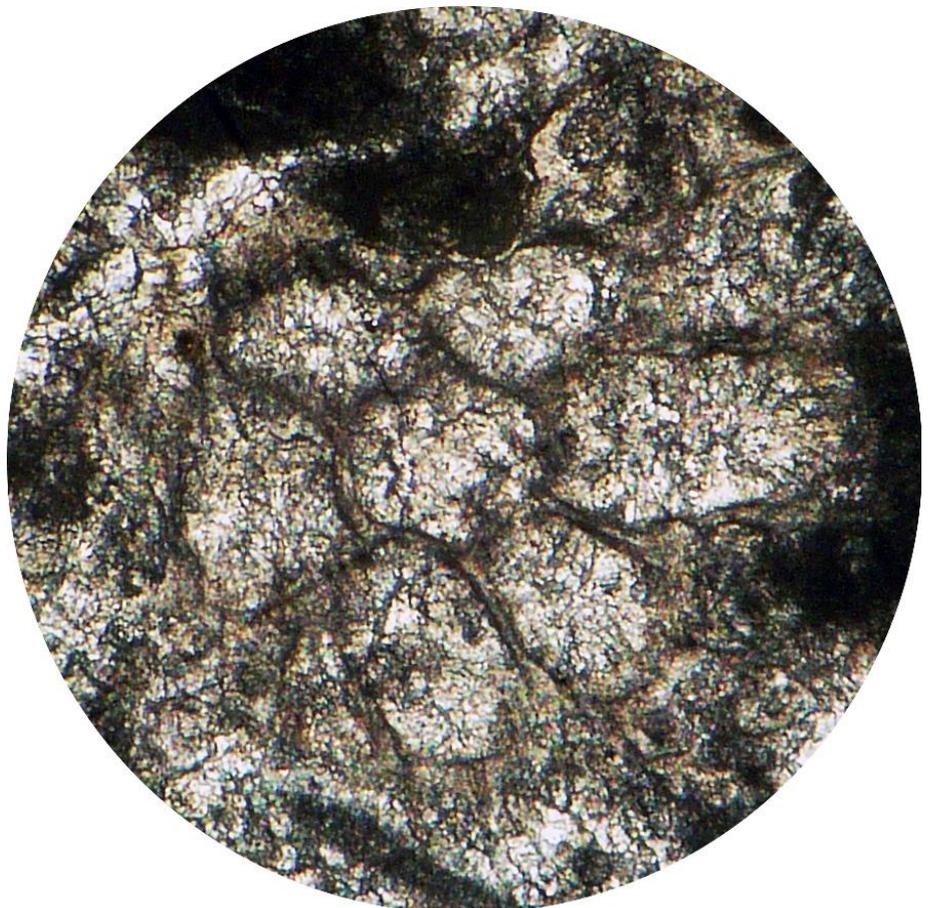


Рис.6.
Полусфероидальное
секторальное строение
(скелета) обломка
строматоидеи в камне
мраморизованный
известняк «DELICATO
BEIGE» из Омана (род
Cryptophragnus elegans
Yavorsky). Поле шлифа 2,8
мм, анализатор включен
(+)

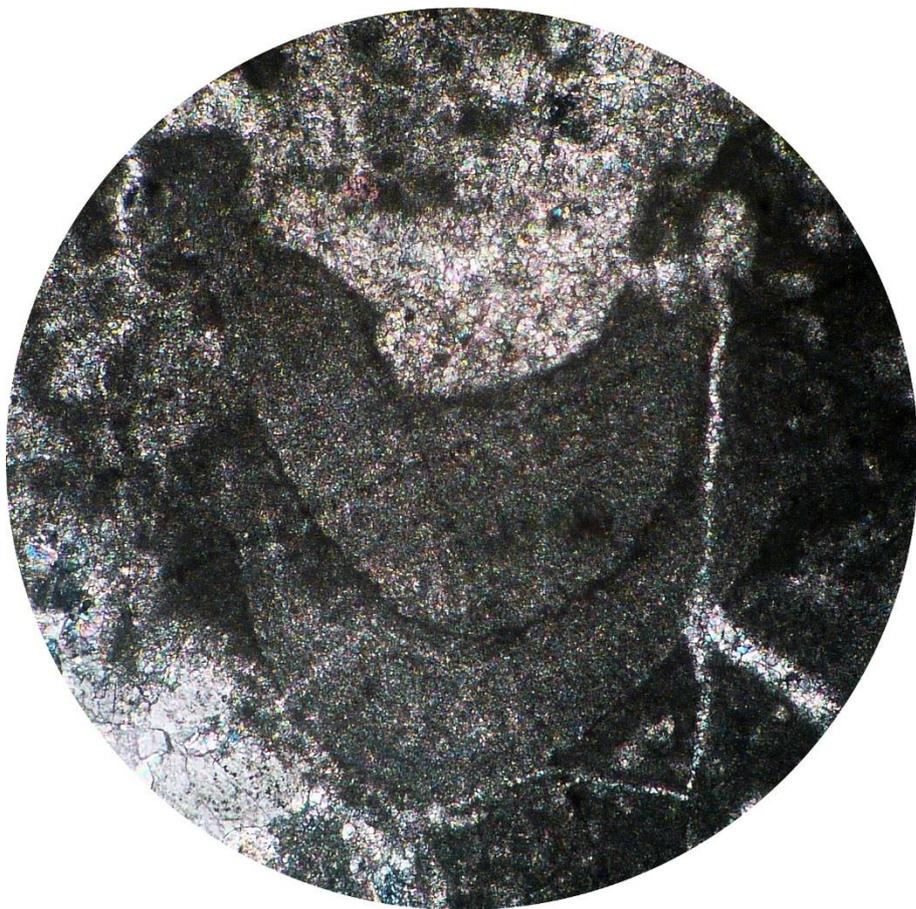


Рис.7. Специфическое
секторальное строение
(скелета) обломка
строматоидеи в камне
мраморизованный
известняк «DELICATO
BEIGE» из Омана (род
Amphiroga, *Beatrigea* и
Cryptophragnus). Поле
шлифа 2,8 мм, анализатор
выключен (=)



Рис.8. Окаменелые раковины моллюсков в камне мраморизованный известняк «DELICATO BEIGE» из Омана. Поле шлифа 2,7 мм, анализатор выключен (=)

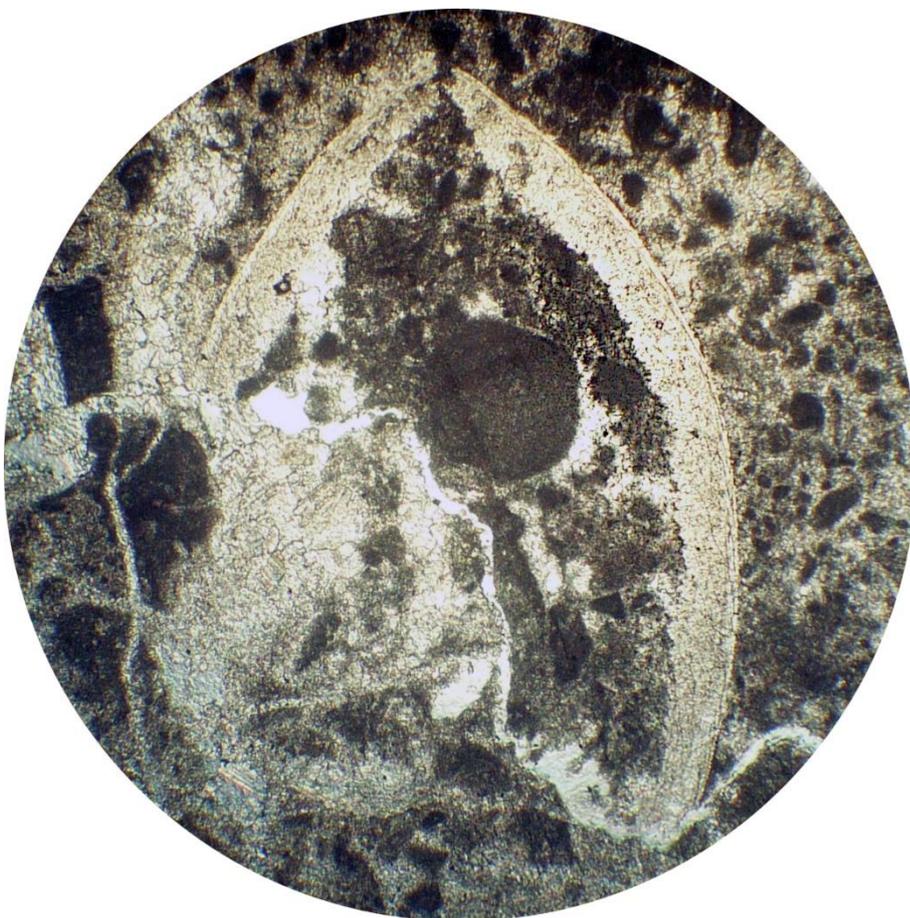


Рис.9. Окаменелые раковины фораминифер в камне мраморизованный известняк «DELICATO BEIGE» из Омана. Поле шлифа 0,9 мм, анализатор выключен (=)



Рис.10. Зерна кальцита I
в камне
мраморизованный
известняк «DELICATO
BEIGE» из Омана. Поле
шлифа 1,2 мм, анализатор
включен (+)

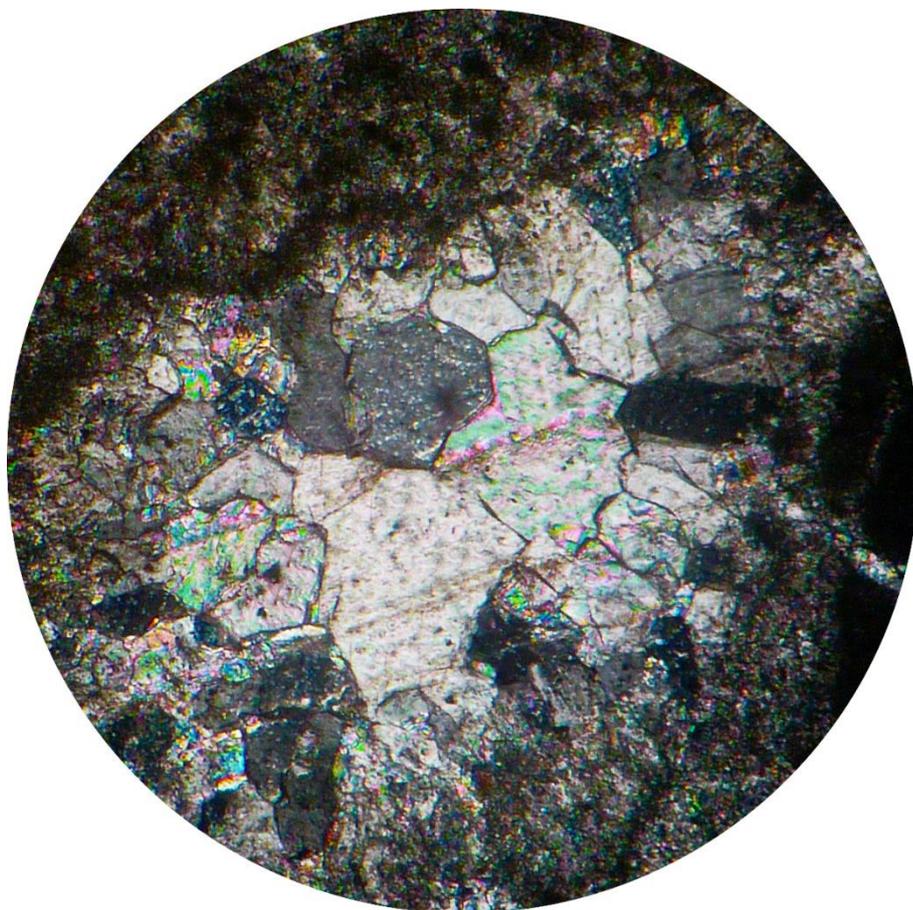
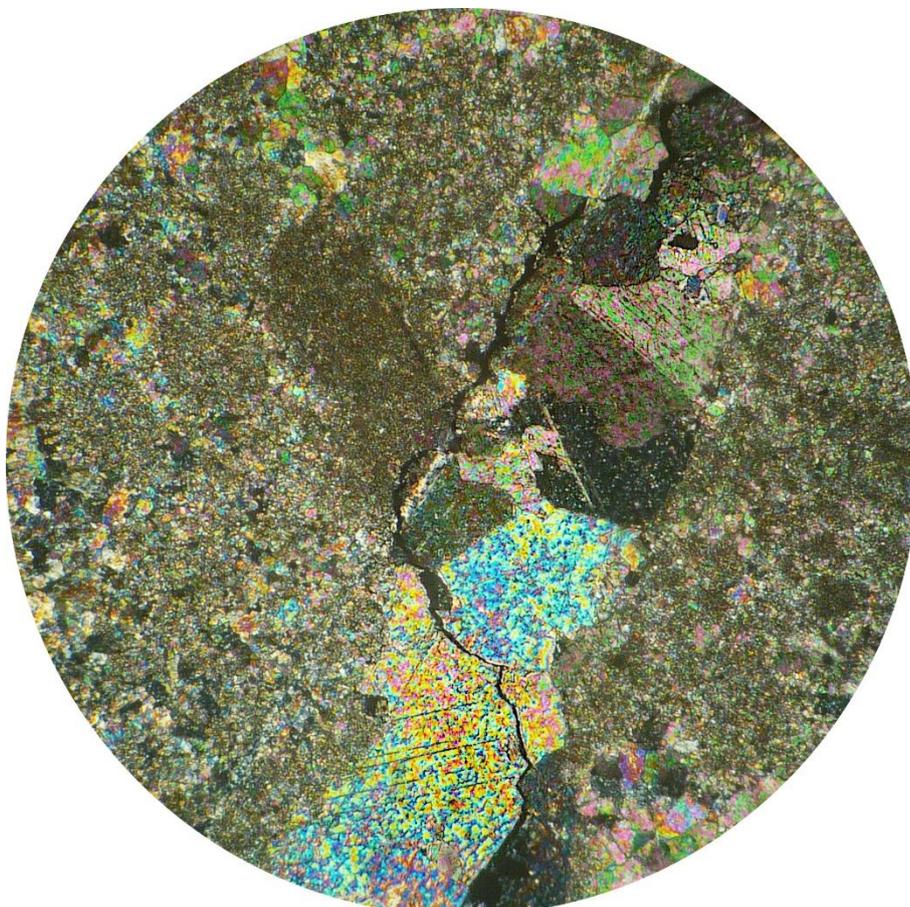


Рис.11. Зерна кальцита II
по прожилкам в камне
мраморизованный
известняк «DELICATO
BEIGE» из Омана. Поле
шлифа 1,7 мм, анализатор
включен (+)



Окаменелые обломки органики в исследуемой горной породе сцементированы перекристаллизованным карбонатом (кальцит), заполняющим промежутки между окаменелыми обломками. Мелкие трещины в камне заполнены вторичным кальцитом.

Кальцит I [CaCO₃] раскристаллизованный образует неправильной формы зерна с угловатыми границами размером до 0,5 мм (Рис.10). Псевдоабсорбция выражена достаточно отчетливо, рельеф высокий, преломление высокое. Спайность выражена очень слабо, полисинтетические двойники встречаются очень редко. Двупреломление высокое, цвета интерференции перламутровые. В коноскопии минерал одноосный отрицательный. Контакты кальцита I и окаменелых обломков органики заливчатые, с зонами взаимного проникновения что способствует повышению прочностных характеристик камня.

Кальцит II [CaCO₃] заполняет трещинки в камне, образуя прожилки. Формы зерен обычно неправильная с угловатыми границами, размер зерен может достигать 0,4 мм (Рис.11). Псевдоабсорбция выражена отчетливо, рельеф высокий, преломление высокое. В проходящем свете без анализатора бесцветен. Спайность выражена довольно хорошо, но обычно в одном направлении, полисинтетические двойники крайне редки. Погасание относительно спайности под углом до 37,3°. 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.

По совокупности петрографических свойств, природный облицовочный камень мраморизованный известняк «DELICATO BEIGE» из Омана по пробе, представленной фирмой ООО «САНТОРИНИ» (Россия), относится к органогенно-обломочному мраморизованному известняку высокой степени мраморизации.

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



Н.И.Моторный