

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ИНСТИТУТ ГЕОХИМИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НАН УКРАИНЫ»

УДК 553.3.034.00

На правах рукописи

Матюшкина Оксана Петровна

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ВЕЩЕСТВЕННЫЙ
СОСТАВ ДЕКОРАТИВНЫХ РАЗНОВИДНОСТЕЙ ВЕРХНЕЮРСКИХ
МРАМОРИЗОВАННЫХ ИЗВЕСТНЯКОВ КРЫМА

Специальность 04.00.11 – Геология металлических и неметаллических
полезных ископаемых

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата геологических наук

Научный руководитель:
доктор геологических наук,
профессор М.В. Рузина

Киев - 2015

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
РАЗДЕЛ 1 ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВЕРХНЕЮРСКИХ МРАМОРИЗОВАННЫХ ИЗВЕСТНЯКОВ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРНОГО КРЫМА	10
1.1 Теоретический обзор принятых понятий и определений.....	10
1.2 Основные черты геологического строения Горного Крыма	12
1.2.1 Тектоническое строение Горного Крыма	17
1.2.2 Основные этапы магматизма Горного Крыма	31
1.3 Геологические особенности формирования, закономерности распределения и область применения декоративных верхнеюрских мраморизованных известняков Крыма	33
<i>Выводы к первому разделу</i>	40
РАЗДЕЛ 2 МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ МРАМОРИЗОВАННЫХ ИЗВЕСТНЯКОВ	41
РАЗДЕЛ 3 МИНЕРАЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕРХНЕЮРСКИХ МРАМОРИЗОВАННЫХ ИЗВЕСТНЯКОВ КРЫМА	45
3.1 Общая характеристика верхнеюрских мраморизованных известняков	45
3.2 Генетические типы и минералого-петрографическая характеристика мраморизованных известняков Юго-Западного, Восточно-Крымского и Судакского синклиналиев	51
3.3 Влияние минералов-примесей на окраску мраморизованных известняков	78
3.4 Основные рудные минералы в мраморизованных известняках Крыма	80
<i>Выводы к третьему разделу</i>	82
РАЗДЕЛ 4 ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЦВЕТНОГО МРАМОРИЗОВАННОГО ИЗВЕСТНЯКА	84
4.1 Классификация изделий из мраморизованных известняков и	

технологические требования к сырью	85
4.2 Современные методы оценки камнесамоцветного сырья	87
4.3 Критерии оценки качества цветного мраморизованного известняка Крыма	89
4.3.1 Технологические критерии	91
4.3.2 Художественные свойства и декоративные разновидности цветных мраморизованных известняков Крыма	95
4.3.3 Прогнозные ресурсы мраморизованных известняков	112
<i>Выводы к четвертому разделу</i>	117
РАЗДЕЛ 5 ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВЕРХНЮРСКИХ МРАМОРИЗОВАННЫХ ИЗВЕСТНЯКОВ В СТРУКТУРЕ ГОРНОГО КРЫМА	118
5.1 Фациальные разновидности мраморизованных известняков и их особенности локализации (размещения) в пределах горного Крыма	118
5.1.1 Фитогенная фация	118
5.1.2 Биогермная (рифовая) фация (коралловые рифы окраин шельфа)	123
5.1.3 Пелитоморфная фация (глубоководная морская)	128
5.2 Закономерности распространения верхнеюрских мраморизованных известняков Крыма.....	131
<i>Выводы к пятому разделу</i>	133
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	135
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	138

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Мраморизованные известняки - одно из основных полезных ископаемых Крыма, используемых в различных отраслях промышленности (строительство, металлургия) и сельском хозяйстве. В

настоящее время на территории Крыма разрабатывается 38 месторождений, 22 из которых представлены мраморизованными известняками, 16 - объекты по добыче пильного известняка-ракушечника.

В зависимости от области применения различаются и промышленные кондиции, определяющие качество мраморизованных известняков. Химически чистые по составу мраморизованные известняки, с высоким содержанием оксида кальция и незначительным содержанием оксида магния и нерастворимого остатка, отвечают требованиям, предъявляемым к флюсовым известнякам. В цементной промышленности используются известняки с примесью глинистых веществ. Для строительства и камнеобрабатывающей промышленности наиболее ценными являются пестроцветные мраморизованные известняки, обладающие зеркальной полировкой и использующиеся в качестве облицовочного материала. При этом следует отметить, что наличие трещиноватости ограничивает возможности применения мраморизованных известняков многих месторождений Крыма в качестве облицовочного сырья.

Наряду с этим, декоративные мраморизованные известняки представляют особый интерес как геммологическое сырье. Наиболее декоративными свойствами обладают коралловые и пейзажные пестроцветные разновидности. Однако, этот красивый, прочный, легкообрабатываемый поделочный камень еще мало используется в камнерезном деле. Из крымского пестроцветного мраморизованного известняка можно изготавливать различные изделия (вазы, шкатулки, письменные приборы, картины и т.д.). Вместе с тем, отсутствуют четкие критерии оценки качества данного крымского сырья, что непосредственно сказывается как на построении прогнозных моделей минеральных ресурсов, так и на минералогических характеристиках месторождений верхнеюрских мраморизованных известняков, определяющих их ценность в качестве геммологического сырья.

Решение практических задач возможно на основе фундаментальных исследований закономерностей распространения фациальных и декоративных разновидностей в пределах Горного Крыма. При этом главную роль, играют генетические реконструкции рифовых построек в верхнеюрский период, что очень важно для стратиграфии и корреляции комплексов карбонатных пород.

Связь работы с научными программами, планами, темами.
Диссертационная работа выполнена в соответствии с «Общегосударственной программой развития минерально-сырьевой базы Украины на период до 2030 года», и в рамках госбюджетной тематики: ГП-441 «Фундаментальные основы добычи, переработки и оценки объектов недр камнесамоцветного сырья» (номер государственной регистрации 0105U000498) в которой соискатель принимал активное участие.

Цель и задачи исследований.

Цель работы – выявление закономерностей распространения и особенностей вещественного состава декоративных разновидностей верхнеюрских мраморизованных известняков Крыма.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие основные задачи:

- 1) Разработать генетическую минералого-петрографическую классификацию верхнеюрских мраморизованных известняков Крыма.
- 2) Установить критерии разделения верхнеюрских мраморизованных известняков Крыма относительно перспективности их на камнесамоцветное сырье.
- 3) Выявить закономерности распространения генетических типов декоративных разновидностей мраморизованных известняков согласно их декоративным характеристикам (цвет, рисунок, степень полируемости) в пределах горного Крыма.

Объект исследований – процесс формирования декоративных разновидностей мраморизованных известняков Крыма.

Предмет исследований – вещественный состав, декоративные свойства и геологическая позиция декоративного мраморизованного известняка в Крыму.

Методы исследований. **В работе использован комплекс исследований, включающий:**

- полевые работы на объектах мраморизованного известняка и отбор образцов для составления эталонной коллекции (500 образцов);
- анализ литературных источников (300 источников);
- оптические методы исследований (петрографическое изучение 150 шлифов, минераграфические исследования 20 аншлифов);
- рентгеноструктурный анализ (20 проб);
- электронно-микроскопические исследования (30 проб);
- геммологический метод исследований;
- спектральный, термический, химический анализы и изотопный анализ углерода;
- геммологический метод исследований.

Основные защищаемые положения, которые выносятся на защиту.

1. Декоративные разновидности верхнеюрских мраморизованных известняков Крыма представлены криптогенными, кластогенными, коралловыми, органогенно-обломочными и фитогенными генетическими типами, формирование которых происходило на фоне общего поднятия шельфовой зоны и, как результат, физико-химического разрушения барьерных рифов с последующей цементацией обломочного материала.

2. Декоративные свойства мраморизованных известняков (колористика, рисунок и полируемость) обусловлены наличием глинистых минералов, дисперсных примесей *Fe* и *Mn*, распределением трещиноватости, степенью сохранности и степенью замещения органических остатков.

3. Мраморизованные известняки, впервые выделенные в пределах массива Караджа Судакского синклиория, по совокупности признаков (состав, характер слоистости, форма отдельности, текстурно-структурные

особенности) определены как фитогенные образования, формирующие генетический ряд: известковые водоросли, строматолиты и онколиты.

Научная новизна полученных результатов.

1. Впервые разработана генетическая классификация декоративных разновидностей верхнеюрских мраморизованных известняков Восточно-Крымского и Юго-Западного синклиналиев.

2. Впервые обоснована закономерная взаимосвязь между декоративными свойствами мраморизованных известняков (полируемость, трещиноватость, цвет) и минеральным составом.

3. Впервые выявлены и описаны фитогенные мраморизованные известняки Судакского синклиналия, среди которых выделены строматолиты, онколиты и известковые водоросли.

4. Впервые определены фациальные разновидности мраморизованных известняков при формировании барьерных коралловых рифов.

Практическое значение полученных результатов.

1. Определены геолого-промышленные критерии оценки качества декоративных разновидностей мраморизованных известняков.

2. Разработаны критерии расчленения фитогенных известняков Судакского синклиналия, интерес к которым объясняется возможностью биостратиграфического расчленения и корреляции мезозойских карбонатных толщ.

3. Определены сортовые группы мраморизованных известняков по цвету, рисунку, степени полировки, а также определена перспективность геологических структур на камнесамоцветное сырье.

4. Результаты исследований использованы в учебном пособии «Геологічні процеси Кримського півострову» (Издательство ГВУЗ «НГУ», 2012г. приказ №202 от 22.06.09) одним из соавторов которого является соискатель.

5. Результаты исследований использованы в учебном пособии «Самоцвіти України» (Издательство ГВУЗ «НГУ», 2013г. приказ №202 от 22.06.09) одним из соавторов которого является соискатель.

Личный вклад автора.

Автором отобрано свыше 500 образцов в действующих карьерах и обнажениях Восточно-Крымского, Юго-Западного и Судакского синклиналиев из которых изготовлены шлифы, полированные пластинки; проведено петрографическое изучение шлифов под микроскопом; разработана генетическая классификация и выявлены закономерности распространения мраморизованных известняков Крыма. Соискатель также принимал участие в изготовлении декоративно-художественных изделий.

Апробация результатов диссертации.

Основные результаты исследований представлены на Международной конференции «Форум горняков - 2009», (г. Днепропетровск, октябрь 2009г.); на Международной конференции «Форум горняков - 2011», (г. Днепропетровск, октябрь 2011г.); Международной конференции «Форум горняков – 2012», (г. Днепропетровск, октябрь 2012г.); Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы геологии, прогноза, поисков и оценки месторождений твердых полезных ископаемых» (Симферополь-Судак 17-23 сентября 2012г.), Международной конференции «Геополитика и экогеодинамика регионов» (г. Симферополь, март 2014р.).

Публикации.

Основные положения диссертационной работы опубликованы в 11 научных статьях, в т.ч. – 6 в специализированных изданиях, утвержденных ВАК, 5 в материалах международных конференций и в 2-х учебных пособиях.

Структура и объем работы.

Работа состоит из введения, пяти разделов, заключения, списка литературных источников из 111 наименований, 9 таблиц и 54 рисунка. Общий объем текстового материала – 148 стр.

Автор выражает искреннюю благодарность д.г.н., проф. В.А. Баранову за консультации и обсуждения отдельных вопросов, доц. Куцевол М.Л., доц. С.В. Шевченко, доц. Никитенко И.С. за критические замечания и ценные советы, д.г.н., проф. В. Н. Загнитко и Magdalena Dumanska-Słowik, Ph.D. AGH University of Science and Technology, The Faculty of Geology, Geophysics and Environmental Protection, The Department of Mineralogy, Petrography and Geochemistry за помощь в проведении экспериментальных исследований, инженеру Шибяеву Е.А. за оказание помощи при сборе каменного материала, а также всем сотрудникам кафедры ГР МПИ за обсуждение результатов на семинарах.

Особую благодарность выражаю научному руководителю - профессору, доктору геологических наук Марине Викторовне Рузиной за научно-методическую помощь, доброжелательное отношение и постоянную поддержку на всех этапах подготовки диссертационной работы.

РАЗДЕЛ 1

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВЕРХНЕЮРСКИХ

МРАМОРИЗОВАННЫХ ИЗВЕСТНЯКОВ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРНОГО КРЫМА

1.1 Теоретический обзор принятых понятий и определений

Мрамор - одна из наиболее распространенных разновидностей строительного камня, применяющегося во многих отраслях промышленности и в сельском хозяйстве. В настоящее время, нет единого терминологического толкования термина «мрамор».

В геологических науках под этим термином понимают метаморфическую породу, которая возникает путем преобразования известняка:

Мрамор – собирательный термин для мелко-, средне- и крупнокристаллических зернистых горных пород, которые возникают по известнякам и доломитам в результате регионального метаморфизма известковых осадков в различных РТ-условиях. Мрамора имеют гранобластовую структуру. При начальном метаморфизме в условиях фаций глинистых сланцев известковые породы частично раскристаллизованы и в результате чего возникают переходные разновидности – *мраморизованные известняки* [1]. Граница между кристаллически-зернистыми мраморами и мраморизованными известняками четко не определяется. Однако существует несколько характерных признаков, которые отличают метаморфогенные мрамора от мраморизованных известняков.

Кристаллический мрамор - крупнозернистый, сахаровидный, в плитках просвечивает. Для него характерно отсутствие пустот и окаменелостей.

Мраморизованный известняк - мелкозернистый, не просвечивает. Иногда он содержит пустоты, также в нем часто встречаются окаменелости.

В строительной промышленности мрамором чаще называют любой прочный и способный принимать полировку известняк. Общим для разных групп пород является более или менее интенсивная их мраморизация, которая придает породе мраморовидный облик.

Истинный или метаморфогенный мрамор, образуется из известняка путем контактового или регионального метаморфизма. Он является крупнозернистой породой, имеющей, как и известняк, мономинеральный кальцитовый состав. Отдельные кристаллы кальцита укрупнились в результате собирательной перекристаллизации, поэтому порода, в целом, приобрела сахаровидный облик. Этот характерный признак "настоящих" мраморов отчетливо можно наблюдать на свежем изломе. Сланцеватость, а также остатки окаменелостей и пустот, у истинного мрамора практически отсутствуют.

Колористика декоративных мраморов очень разнообразна — от желтых и розовых до зеленых и черных. В цветных мраморах также имеется много прожилок, которые представляют собой трещины, заполненные природными примесями - оксидами железа, силикатами и графитом.

Декоративные мрамора (мраморизованные известняки) наибольшее распространение имеют в Крыму. Они широко применяются в металлургической, строительной промышленности и сельском хозяйстве (мраморная крошка). Однако, в настоящее время, практически неизученной остается область их применения в качестве камнесамоцветного сырья. Поэтому, в данной работе проведено детальное изучение минералого-петрографических особенностей декоративных мраморизованных известняков Крыма, с обоснованием зависимости декоративных свойств от вариаций вещественного состава, а также, проведена геммологическая оценка изучаемого сырья с обоснованием критериев оценки его качества.

1.2 Основные черты геологического строения горного Крыма

Изучению геологической структуры горного Крыма посвящены многочисленные исследования [2 - 5, 6].

В геологическом отношении полуостров Крым тесно связан с характером его орографии и резко разделяется на две части: горный район с его предгорьями, протянувшийся параллельно юго-восточному берегу Черного моря в направлении с юго-запада на северо-восток, начиная от устья реки Альма до г. Феодосия, и район равнинного или Степного Крыма (рис. 1.1).

На территории Горного Крыма располагаются три гряды, следующие субпараллельно, которые постепенно понижаются с юго-востока на северо-запад [7]. Первая и самая высокая гряда, подступающая к самому берегу Черного моря, сложена наиболее древними породами, которые представлены триасовыми и юрскими образованиями. Вершина этой гряды – Яйла – сложена на значительном протяжении известняками верхнеюрского возраста, которые подстилаются конгломератами и сланцами с прослоями песчаников среднеюрского и триасового возраста. Темноокрашенные глинистые сланцы и песчаники триасового возраста сильно гофрированы, они раздроблены и осложнены складчатостью. Так же, присутствуют известняки нижнеюрского и триасового возраста. Общий возраст всей глинисто-песчанистой толщи определяется как верхнетриасовый, ниже- и среднеюрский [8].

Среднеюрские слои, расположенные стратиграфически ниже, представлены конгломератами, которые несогласно залегают на отложениях нижней юры, с обломками пород из стратиграфически нижних слоев (батский ярус). Выше залегают песчаники с растительными остатками, которые перекрыты глинистыми сланцами и сланцеватыми глинами (нижний келловей) с характерной батской и келловейской фауной и флорой.

Среди среднеюрской толщи, мощность которой достигает местами свыше 2000 м, широко распространены вулканические туфы и туффиты.

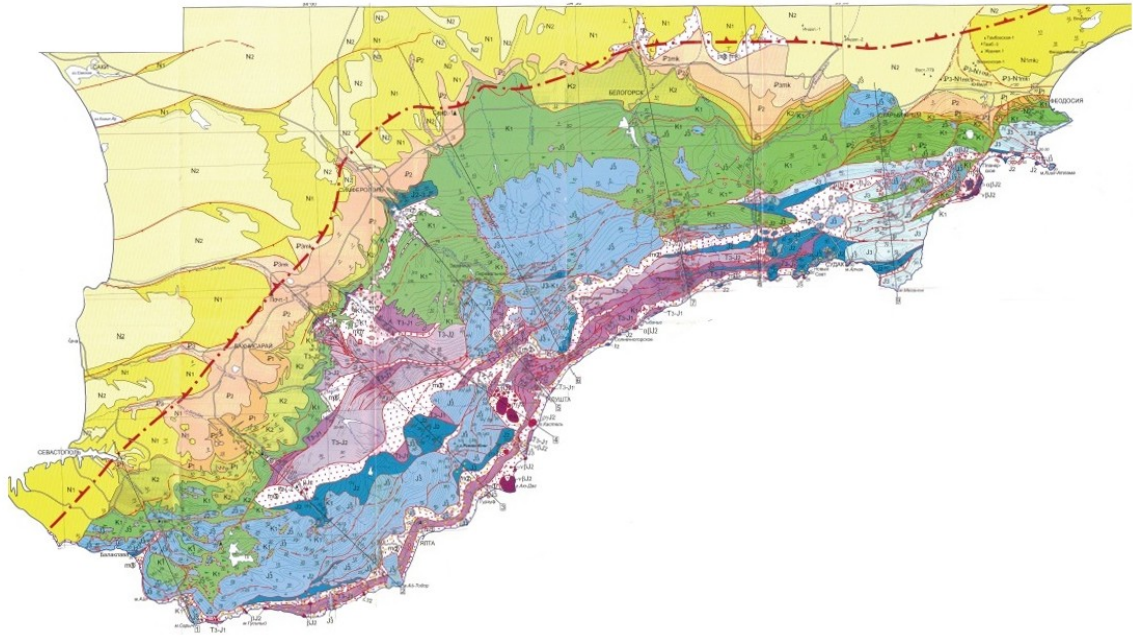


Рисунок 1.1 - Геологическая карта горного и Предгорного Крыма (В.В. Юдин). Масштаб 1:200 000

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ КАРТЫ И РАЗРЕЗОВ

ЭНДОГЕННЫЕ РАЗРЫВЫ

- Предгорная мезозойская сutura под мел-кайнозойскими отложениями (коллизонный шов от поглощения океанической коры древнего океана Мезотетис, шириной 1,7-2 тыс. км)
- Взморо-надвиги и углы их падения:
а - достоверные, б - предполагаемые
- Послойные и субпослойные срывы
- Надвиго-сдвиги
- Меланжи (смесь пород в зонах крупнейших надвигов):
1- Южнобережный, 2- Подгорный, 3- Карадагский,
4- Щебетовский, 5- Соколинский, 6- Мартовский,
7- Симферопольский, 8- Белогорский, 9- Присутурный
(перекрытый мел-кайнозойской толщей, на разрезах)
- Глыбы (класолиты) в меланжах и возраст их пород

ЭКЗОГЕННЫЕ РАЗРЫВЫ (ГРАВИТАЦИОННЫЕ)

- Срывы в ограничениях оползневых массивов (олистолитов и олистоплаков) K1 и N-Q возраста
- Субстратиграфические контакты впаивания во фронте и брекчи в боковых частях олистолитов
- Матрикс олистостром : а - раннемеловых, б - неоген-четвертичных (породы, передробленные при оползании)
- Стратиграфические контакты:
а - достоверные, б - предполагаемые
- Простираия пород по дешифрированию аэро-космоматериалов
- Элементы залегания пород: а - горизонтальные, б - наклонные и угол падения в градусах, в - вертикальные, г - опрокинутые, д - дважды опрокинутые в лежачих крыльях шарьяжных складок
- Линии геологических разрезов и их номера
- а - карьеры и важные скважины, б - дороги основных геологических маршрутов

ОСАДОЧНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

- N2 Плиоцен - глины, галечники, пески, ракушечники
- N1 Миоцен - известняки, глины, пески
- P3-N1 Олигоцен и миоцен нерасчлененные - майкопские глины
- P3 Олигоцен - глины, пески
- P2 Эоцен. Известняки нумулитовые, мергели, глины
- P1 Палеоцен - мергели, известняки, глины
- K2 Верхний мел - мергели, известняки, локально песчаники и глины
- K1 Нижний мел - песчаники, конгломераты, глины, известняки
- K1' Нижний мел на олистолитах - конгломераты, глины, песчаники
- J3 Верхняя юра - конгломераты, песчаники, алевролиты, калькарениты
- J3' Верхняя юра в олистолитах - известняки рифогенные и слоистые, в основании конгломераты
- J2-3 Средняя-верхняя юра - конгломераты и песчаники битакской молассы
- J2 Средняя юра - песчаники, алевролиты, аргиллиты, гравелиты, угли
- T3-J2 Верхний триас, нижняя и средняя юра нерасчлененные (таврический флиш и моласса) - в основном тонкослоистые песчаники, алевролиты, аргиллиты
- T3-J1 Верхний триас - нижняя юра (таврический флиш) - тонкослоистые песчаники, алевролиты, аргиллиты
- PZ3 Карбон и пермь (отдельные глыбы в меланже) - известняки

МАГМАТИЧЕСКИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

- αβJ2 Андезиты, базальты и туфы среднеюрских вулканов
- δJ2 Диориты, гранодиориты
- γβJ2 Габбро-диабазы
- γJ2 Плагииграниты

На размытой поверхности среднеюрских пород залегают отложения верхней юры в виде конгломератов в районе горы Демерджи и окрестностях г. Ялта, а также темные слоистые известняки или мергелистые сланцы. На размытой поверхности верхнего триаса и средней юры залегает толща оолитовых и коралловых известняков секванского яруса, мощность которой достигает 1000 м [9].

Породы, которые слагают первую гряду, довольно разнообразны и представлены конгломератами разного возраста, песчаниками, сланцами и сланцеватыми глинами, мергелистыми сланцами, коралловыми и оолитовыми известняками. В верхняя часть разреза сложена титонскими мергелями и сланцами.

В районе первой продольной долины на размытой поверхности юрских отложений залегают конгломераты нижнего неокома или известняки и песчаники верхнего неокома. Наблюдаются также мощные толщи брекчиевых и мраморизованных известняков ургонского яруса; на размытой поверхности сланцев отлагаются серые песчаники и глины [10].

Среднемеловые отложения начинаются налегающими на железистые известняки баррема зеленовато-серыми глинами, мощность которых составляет 15 м, сменяющимися известковистым песчаником. Вдоль массивов верхней юры развита фация мраморизованных и брекчиевых известняков ургонского яруса, среднемеловые отложения представляют собой в одних случаях песчаники (до 300 м мощности), в других – толщу сланцевых глин (до 2000 м мощности) с прослоями песчаников гольта.

В восточном и западном Крыму верхние горизонты нижнего мела представлены зеленовато-серыми песчаниками и мергелистыми глинами, которые постепенно переходя в светлоокрашенные верхнемеловые мергели.

Таким образом, отложения нижнего и среднего мела имеют непостоянную мощность, так как представлены различными фациями.

Классическим разрезом считается обнажение у с. Биасала на реке Кача, где мощность этих слоев достигает 120 м; там же, где развиты конгломераты

неокома (к югу от г. Симферополь) или песчаники (река Зуя), известняки ургонского яруса, или фация флиша (по реке Салгир, в районе г. Балаклава), мощность возрастает до сотен и даже двух-трех тысяч метров; особенно значительна мощность нижнего мела в восточном Крыму [11].

Вторая гряда сложена преимущественно белыми мергелями и известняками верхнемелового, а также нижнетретичного возраста. Северный склон как второй, так и первой гряды – пологий, а южный – крутой. Начинается вторая гряда Инкерманскими высотами и проходит далее через г. Мангуп-Кале, пгт. Албат, г. Бахчисарай, г. Симферополь, реку Бештерек, а затем уходит в степь у деревень Осма и Конечи, после чего снова появляется в 7 км к северу от горы Ак-Кая; далее река меняет свое направление на юго-восток и достигает высот массива Агармыш. Заканчивается вторая гряда на Лысой горе около г. Феодосия. В основании верхнемеловых отложений залегает толща в 50-150 м белых мергелей, с прослоями черных тонкопластинчатых мергелей сеноманского яруса [12].

Выше располагается толща белых мергелей со стяжениями кремня нижнетуронского возраста и белых мергелистых известняков, которые образуют карниз дополнительной гряды, имеющей верхнетуронский возраст. Общая мощность мергелей туронского яруса составляет около 100 м. В верхней части отложений туронского яруса залегают прослои кила, которые прослеживаются на значительном расстоянии от г. Инкерман через окрестности г. Бахчисарай (Мендер), реки Бодрак, г. Симферополь до горы Ак-Кая. Выше расположена мощная толща мягких белых мергелей сенонского яруса.

Породы, залегающие выше датского яруса, образуют характерный второй нижний уступ второй гряды. В основании они представлены желтоватыми и серовато-зеленоватыми мергелистыми песчаниками, которые постепенно обогащаются зернами глауконита и стяжениями фосфорита, которые переходят затем в плотный мергелистый известняк, в составе которого заметную роль играют мшанки. Общая мощность пород датского яруса достигает 40-60 м, из которых 20-40 м приходится на мшанковые известняки. Переходным к

палеогеновым отложениям являются прослой грубого известняка, сменяющегося иногда полукристаллическим известняком монского яруса.

Отложения верхнемелового возраста имеют общую мощность около 300 м. Нижнетретичные отложения сложены в основании 40-50-метровой толщей тенетского яруса (нижне – и верхнесызранского), которая представляет собой голубовато-серые сланцеватые и плотные мергели, внизу переходящие в желтоватые и зеленоватые мергелистые песчаники, а сверху залегают голубовато-серые аргиллиты или плотные мергели. Последние развиты в районах с. Крепкое (Черкес-Кермен), с. Биюк-Сюрень, г. Бахчисарай, с. Улакля, реки Альма; лучше всего они обнажаются на территории г. Бахчисарай. В окрестностях г. Симферополь они сменяются черными плотными мергелями, которые были обнаружены близ долины р. Салгирка.

Выше залегают глины лондонского яруса (нижний эоцен), которые окрашены в зеленоватый или синевато-серый цвет. Они покрыты нуммулитовыми известняками, которые образуют верхний карниз и северный склон, округленные скалы г. Бахчисарай, г. Анам-Кая на реке Кача и другие.

Вторая продольная долина расположена между второй и третьей грядами и имеет ширину до 3-5 км в 11 км от г. Симферополь. Она сглаживается и исчезает благодаря соединению второй и третьей гряд, а затем снова отчетливо видна в районе горы Ак-Кая. Ее образование объясняется присутствием между известняками прослоя легко размываемых верхнеэоценовых и олигоценовых мягких глин, а также мергелистых пород.

Третья гряда начинается на западе мысом Фиолент и тянется вдоль берега до Мраморной балки. Далее третья гряда слагает хребет Кара-Агач и Сапун-гору. На берегу р. Черная она соединяется со второй грядой и затем у р. Бельбек и деревни Дуванки снова отделяется от нее. Далее резко выраженная третья гряда проходит мимо г. Бахчисарай и г. Симферополь и доходит до реки Бештерек. На Керченском полуострове третья гряда продолжается Парначским гребнем, проходящим почти через всю среднюю часть этого полуострова (ст. Владиславовка до горы Опук – 92 км).

Южный обрывистый склон третьей гряды сложен верхнеэоценовыми (бартонскими) мергелями и олигоценовыми глинами, северный пологий склон образован миоценовыми известняками; толща темно-зеленых и серых глин достигает мощности 200 м и более. Верхние части этих глин (нижний миоцен, 1-й средиземноморский ярус) сохранились только в районе Керченского полуострова.

Далее проходит область развития верхнетретичных пород в Степном Крым. Эти отложения представлены разнообразными глинистыми, мергелистыми и известняковыми породами, а также, органогенными известняками (ракушечниками), железными рудами оолитового характера (киммерийский ярус).

Также отличаются разнообразием и четвертичные породы. Четвертичный грубообломочный комплекс рыхлых отложений представлен континентальными накоплениями, которые особенно распространены в горной части. Это неотсортированные, в основном, рыхлые осадки в виде глыб и валунов, щебня и галечника, песков, суглинков и глин. По происхождению среди них выделяются образования аллювиальные, элювиальные, коллювиальные и пролювиально-делювиальные.

1.2.1 Тектоническое строение Горного Крыма. Мегантиклинорий Горного Крыма имеет сравнительно небольшие размеры и очень сложное геологическое строение. Он отличается от других подобного рода крупных элементов структуры альпийской складчатой системы отсутствием в его пределах кристаллического ядра, которое хорошо выражено в мегантиклинориях Большого Кавказа, Балканского хребта, Восточных Карпат и др. Можно предположить, что подобное ядро погружено ныне под дно моря к югу от берегов Крыма, но, в сохранившейся части мегантиклинория в пределах Горного Крыма оно отсутствует.

В пределах мегантиклинория Горного Крыма можно выделить две основные части – ядро, которое образовано породами таврической серии, средней юры, верхней юры и нижнего мела, и северные крылья и восточное

погружение, сложены породами верхов нижнего мела, верхнего мела, палеогена и низов неогена.

В пределах ядра мегантиклинория породы, которые его слагают, образуют ряд крупных складчато-глыбовых структур – антиклинориев и синклинориев. Таковыми являются антиклинорий Качинский, западной части Южного берега, Туакское и Балаклавское поднятия и синклинории Юго-Западный, Восточно-Крымский и Судакский. Ядра этих антиклинориев сложены породами таврической серии, они смяты в систему складок, их крылья образованы породами средней юры. В строении синклинориев принимают участие породы верхней юры и нижнего мела [13].

Качинское поднятие является одним из крупнейших структурных элементов Горного Крыма, которое имеет длительную историю формирования. Ядро этого поднятия располагается на северном склоне Главной гряды в верховьях бассейнов рек Альма, Кача и Бельбек. Оно сложено породами таврической серии. На северном и южном крыльях развиты отложения средней юры, перекрытые на южном крыле верхней юрой, которые слагают Главную гряду Крымских гор. На северном крыле они сложены меловыми, а затем палеогеновыми отложениями Предгорных гряд.

На западе поднятие заканчивается в бассейне реки Бельбек, где полоса выходов пород таврической серии становится более узкой и они скрываются под отложениями средней – верхней юры и нижнего мела [14].

Флишевые и флишоидные отложения таврической серии, которые слагают ядро Качинского поднятия, дислоцированы чрезвычайно сильно и смяты в мелкие складки, осложненные разрывами, и часто раздроблены. На южном крыле Качинского поднятия развиты отложения средней юры, которые, залегая на таврической серии, падают на юг и уходят под верхнеюрские известняки и конгломераты, которые слагают Главный хребет Крымских гор.

Породы таврической серии ядра Качинского поднятия несколько приподняты по отношению к среднеюрским, но особенно, сильно приподняты отложения средней юры по отношению к верхней юре Главного хребта. Высокие

горизонты известняков верхней юры повсюду имеют контакт с породами средней юры. Они разделены взбросом большой протяженности, который прослеживается от г. Балаклава до массива Чатырдаг. Амплитуда взброса составляет не менее 1000 м.

В северной части Качинского поднятия распространены глыбы и скалы известняков таврического флиша. Условия их залегания не ясны. Размеры глыб различны, наиболее крупные достигают 80-100 м в поперечнике. Предположительно эти глыбы одновозрастны с вмещающими аргиллитами и представляют собой рифовые образования [15].

Юго-Западный синклиниорий Крыма занимает всю западную часть Главной гряды Крымских гор от мыса Айя до горного массива Чатырдаг включительно, зону Южного берега между заливом Мегало-Яло и мысом Фиолент, а также районы Балаклавской, Варнаутской и Байдарской долин с водораздельными хребтами. Южным и юго-восточным ограничениями синклинория служат антиклинальные структуры западной части Южного берега Крыма и Алуштинская антиклиналь, которые сложены породами таврической серии. С севера и северо-запада синклинорий ограничен Качинским антиклинорием и его западным структурным продолжением – Балаклавским поднятием, которое скрыто под меловыми отложениями к западу от Коккозской долины. Северо-восточная оконечность синклинория нечетко структурно выражена. К ней относится часть массива Чатырдаг, который является связующим звеном между Юго-Западным и Восточно-Крымским синклинориями [16]. На западе синклинорий частично погружен под уровень моря (между мысами Айя и Фиолент), а частично перекрыт отложениями неогена Гераклеяского полуострова. Синклинорий представлен отложениями верхней и средней юры. В западной его части, наряду с юрскими, присутствуют также и нижнемеловые породы.

Толща пород, слагающих Юго-Западный синклинорий, характеризуется большим разнообразием состава и резкой изменчивостью фаций и мощностей [17]. Также непостоянен характер взаимоотношения отдельных свит и

стратиграфических комплексов в этой полифациальной толще. Внутри нее выделяется несколько поверхностей несогласий и перерывов. Среднеюрские отложения, которые слагают основание синклинория, представлены песчано-глинистыми угленосными отложениями с горизонтами лав и туфов среднего и основного состава. Также присутствуют преимущественно глинистыми осадками. Среднеюрские отложения залегают трансгрессивно, перекрывая сложные складчатые структуры таврической серии с резким угловым несогласием [18].

Верхнеюрские (оксфорд-титонские) отложения залегают резко трансгрессивно на породах средней юры и бат-келловея. Данное несогласие является главным внутренним перерывом в мощной толще осадочных пород, слагающей синклинорий. В состав верхнеюрских отложений входят разнообразные известняки.

В восточной и центральной частях синклинория (Бабуган, Никитская, Ялтинская и Ай-Петринская яйлы) прослеживаются слоистые глинистые и пелитоморфные известняки с присутствием мощных линз рифогенных известняков. Ялтинские известняки, отвечающие по возрасту оксфорду, нижнему кимериджу и титону, образуют литологически и структурно единую толщу, которая лишена видимых внутренних несогласий. На окраине северо-восточной оконечности синклинория оксфордские известняки трансгрессивно переходят со среднеюрских отложений непосредственно на породы таврической серии [19].

Общая мощность верхнеюрских известняков в западной части синклинория значительно сокращается. Титонские известняки представлены красноватыми брекчиевидными разностями, фациально сменяющимися одновозрастные серые глинистые яйлинские известняки. От известняков оксфорда они отделяются поверхностью резкого перерыва со следами размыва.

Восточнее г. Балаклава расположена антиклиналь Сухой речки (М.В. Муратов, 1937, 1960), раскрывающаяся в сторону Балаклавского залива. В ее ядре выходят батские отложения и таврический флиш. Однако, эта складка

является лишь маленьким фрагментом крупного поднятия, существовавшего в верхнеюрское время и ныне погруженного под воды Черного моря [20].

На востоке Балаклавское поднятие представляет собой очень узкую структуру, в которой на значительном протяжении (Бабуган-яйла – гора Ай-Петри) даже не обнаруживается четкое синклинальное строение. На западе синклинорий сильно расширяется и состоит из ряда глыбово-складчатых структур: Байдарской, Варнаутской и Балаклавской грабен-синклиналей и разделяющих их поднятий. В то же время, в районе залива Мегало-Яло отмечается наличие поднятия с выходами среднеюрских аргиллитов на побережье с падением покрывающих их верхнеюрских пород вглубь материка. Слои верхнеюрских отложений оконтуривают Балаклавский залив Мегало-Яло.

Веским доказательством существования в верхнеюрское время крупного поднятия на западном окончании Крымских гор являются особенности верхнеюрских фаций, которые слагают приморские обрывы г. Яйла. Прослеживая фациальные изменения отложений Яйлинского обрыва, можно установить местоположение древних поднятий, которые ныне погружены под воды Черного моря. На востоке Главной гряды от п.г.т. Планерское до г. Алушта (гора Демерджи) в строении обрывов Яйлы большую роль, помимо известняков, играют песчаники и конгломераты. На горе Демерджи мощность конгломератов оксфорда – титона составляет более 1,5 км. Западнее, начиная от пгт. Гурзуф и заканчивая пгт. Форос, обрывы Яйлы сложены почти исключительно пелитоморфными известняками и слоистыми мергелями, имеющими очень большую мощность и лишенными грубого терригенного материала [21].

На побережье Балаклавского залива и некотором удалении от него в сторону бухты Ласпи и до Мраморной балки, в отложениях верхней юры и нижнего мела большую роль играют грубые терригенные породы. У источника бухты Ласпи в оксфордских отложениях имеется очень мощная линза грубых конгломератов. Такие же конгломераты выходят на поверхность на северном склоне горы Каланых-Кая в районе с. Хайто. На западе конгломераты и

песчаники развиты еще более широко, а западнее от г. Балаклава вся толща титонских известняков переходит в пуддинги (Мраморная балка).

Антиклинорий западной части Южного берега Крыма. Сравнительно узкая прибрежная полоса, шириной от нескольких до 20 км, сложена, преимущественно, глинистыми и песчанистыми отложениями средней юры и таврической серии. Она рассечена многочисленными оврагами, оползневыми ложбинами и балками. С севера ее ограничивают очень крутые и обрывистые склоны Главной гряды, которые сложены, в основном, карбонатными породами верхней юры. Отдельные скалистые вершины в некоторых местах слагают крупные и мелкие интрузии, а также «смещенные» массивы верхнеюрских известняков.

Породы таврической серии и средней юры на западе Южного берега образуют три полосы: вверху у подножья известняков верхней юры протягивается полоса пород средней юры, ниже, в средней части склона расположена полоса таврического флиша и еще ниже, около берега моря – породы средней юры [22].

Эти породы образуют крупные опрокинутые складки. Они разделяются надвигами, с падением плоскостей последних к северу и перемещением масс соответственно к югу.

Прослеживается несколько отдельных антиклиналей, которые осложнены надвигами и разделяющими их сильно сжатыми опрокинутыми синклиналями. Самая восточная из них находится в районе Никитского мыса. Это узкая, опрокинутая синклиналь, крылья которой сложены среднеюрскими породами, которые выступают на поверхность по берегу у Никитского ботанического сада. На востоке Никитская синклиналь ограничена Алуштинской антиклиналью, которая относится к Туакскому поднятию, а на западе – Ялтинской. Ядро Ялтинской антиклинали слагают перемятые породы таврической серии, а крылья образуют среднеюрские породы. На востоке от мыса Кикенеиз южное крыло погружено под уровень моря и вновь появляется только близ Никитского сада. На западе от с. Оползневое шарнир Ялтинской антиклинали погружен, и породы

таврической серии перекрывают отложения средней юры. Снова, эти породы появляются на поверхности западнее с. Бекетово в ядре широтно вытянутой Кастропольской антиклинали, которая осложнена надвигами. Северное и южное ее крылья сложены среднеюрскими породами, которые падают в северном направлении, причем северное крыло антиклинали значительно более пологое, чем южное. На участке Бекетово – Мелас Кастропольская антиклиналь осложняется надвигом широтного простирания, по которому таврические породы суженного ядра антиклинали надвинуты на ее южное крыло. В строении крыльев Ялтинской и Кастропольской антиклиналей значительную роль играют эффузивные породы. Особенно большой мощности они достигают в районе с. Голубой Залив и слагают массив гор Хыр и Пиляки. В южном крыле антиклинали они присутствуют в районе пгт. Кастрополь и у бухты Мелас.

В западной части Южного берега располагаются еще две антиклинальных структуры, ядра которых слагают породы таврической серии – Форосская и Ласпинская. Северное крыло Форосской антиклинали образуют породы средней юры, в том числе эффузивы байоса, обнажающиеся полосой вдоль подножья обрывов Главной гряды, а южное – скрыто в море. Породы таврической серии, обнажаются в ядре Ласпинской антиклинали и перекрываются среднеюрскими отложениями, протягивающимися до района Батилиман. Последние, скрываются под верхнеюрскими известняками, так как происходит общее погружение всей складки близ мыса Айя и подножье известняков верхней юры уходит под уровень моря.

Ядро Туакского поднятия, слагается породами таврической серии и средней юры и протягивается вдоль моря от Никитского мыса до пос. Морской. На востоке от долины реки Ворон таврической серии, которая соответствует ядру Туакского поднятия, отходит от побережья и через район верховьев рек Ворон – Каменка протягивается до пгт. Щебетовка и отрогов Карадагской горной группы. В структуре поднятия можно выделить западную часть, которая расположена в центральной части Южного берега, и восточную, осложненную целым рядом складок (Судакско-Карадагская система). В западной части поднятия в его ядре

можно выделить ряд крупных складок, в которых антиклинальные структуры слагают породы таврической серии, а сопряженные с ними синклинали – породами средней юры. Все они опрокинуты на юг и осложняются надвигами северо-восточного простирания, которые большей частью срезают крылья синклиналичных структур. Поверхности надвигов падают на север или северо-запад под углами 35-50°.

Наиболее четко выделяются три крупные антиклинали, которые разделяют две синклинали: Алуштинская антиклиналь, синклиналь с. Рыбачье, антиклиналь в районе сел Генеральское – Приветное – Морское, Громовская синклиналь и антиклиналь района рек Шелен – Ворон. Наиболее крупной структурой из них является Алуштинская антиклиналь, которая располагается в области резкого изгиба всех структур Горного Крыма, где происходило смыкание ядер Качинского и Туакского поднятий и сочленение Юго-Западного и Восточно-Крымского синклиналиев. Ядро Алуштинской антиклинали прорывают многочисленные интрузии габбро-диабазов гор Аю-Даг, Кастель, Урага, Чамны-Бурун и др.

Западное замыкание Алуштинской антиклинали, а вместе с тем и всего Туакского поднятия, очерчивает полоса среднеюрских отложений подножия массива Бабуган, которые образуют северо-западное крыло складки и падают на северо-запад. На севере, у оконечности массива Бабуган, среднеюрские породы трансгрессивно перекрываются верхнеюрскими известняками.

Еще севернее, в районе массивов Чатырдаг и Демерджи, породы верхней юры залегают на смятых слоях таврической серии ядра. Ядро Алуштинской антиклинали, частично прикрытое верхнеюрскими породами массива Чатырдаг и горы Демерджи протягивается в северном направлении и имеет значительные размеры. На северо-востоке Алуштинская антиклиналь сменяется сложно построенной синклиналью, которая заполнена породами средней юры – батского яруса, а также эффузивами байоса.

Судакско-Карадагская система складок соответствует восточной части Таукского антиклинория, расположенной между Судакским и восточной частью

Восточно-Крымского синклинория, в строении которой, наряду с породами таврической серии и средней юры, принимают участие, также, верхнеюрские отложения. В структурном отношении этот район представляет собой систему сопряженных антиклиналей и синклиналей, вытянутых в близком к широтному направлению от долины р. Ворон на западе до Карадагского вулканического массива на востоке, где происходит общее замыкание системы складок [23].

Ядра всех главных антиклиналей сложены сильно дислоцированными породами таврической серии с трудно различимой внутренней структурой, периклинали и крылья антиклиналей, которые являются одновременно бортами разделяющих их синклиналей – верхнеюрскими, а в пределах южной окраины района, также, и отложениями средней юры. Антиклинальные складки располагаются кулисообразно и группируются в три вытянутые, приблизительно параллельно друг другу в субширотном направлении зоны: северную, которая состоит из антиклиналей Суук-Су и Щебетовской, центральную, которая образована Тарахташской, Урбашской и Легенерской антиклиналями и южную, менее выраженную, Перчемско-Карадагскую зону. Флишевые отложения таврической серии, легко поддающиеся эрозии, в ядрах антиклиналей сильно размыты, вследствие чего, осевым частям антиклинальных структур в современном рельефе соответствуют наиболее крупные долины.

Синклинали образуют отложения верхнего келловоя – оксфорда, представленные в основном конгломератами, песчаниками и известняками (преимущественно рифовыми). Только в краевых частях Судакско-Карадагской складчатой системы в состав верхнеюрских отложений входят глины. Верхнеюрские отложения, которые слагают синклинальные структуры Судакско-Карадагской системы складок, характеризуются резкой фациальной изменчивостью. Отличительной особенностью почти всех синклиналей является закономерный характер пространственного расположения образующих их разных по составу отложений. Борты синклиналей преимущественно сложены грубообломочными породами, а их более внутренние части слагают известняки и глины. Это указывает на то, что складки области восточного погружения

Таукского антиклинория являются в своей основе структурами конседиментационного типа и были сформированы в процессе длительного развития.

Восточно-Крымскому синклинорию, который является крупнейшей синклинальной структурой Крымского мегантиклинория, орографически соответствует наиболее возвышенная осевая часть, а также северные и южные склоны Главной гряды восточного и центрального Крыма на участке от водораздела рек Альма и Салгир на западе до района г. Феодосия на востоке. Синклинорий сложен различными по составу отложениями верхней юры и нижнего мела (неоком). При этом основная роль принадлежит резко фациально изменчивым верхнеюрским породам [24]. В строении окраины восточной части синклинория и участков, которые наиболее прогнуты, его внутренней зоны, также, принимают участие и среднеюрские отложения. На юге синклинорий граничит с Туакским антиклинорием. Местоположение и характер северной границы синклинория, которая перекрыта альбскими и верхнемеловыми отложениями, относящимися к северному крылу мегантиклинория Горного Крыма, не совсем ясны. Это может быть зона предполагаемого глубинного разлома, отделяющего мегантиклинорий Горного Крыма от палеозойского фундамента эпигерцинской Скифской плиты. Синклинорий вытянут более чем на 100 км в направлении с запад-юго-запада на восток-северо-восток. Его средняя ширина составляет 15-20 км.

Синклинорий имеет сравнительно простую структуру. На западе он полого замыкается в районе водораздела рек Альма-Салгир, нижнего плато горы Чатырдаг и западных окраин нагорий горы Демерджи и Долгоруковской яйлы. Западное центриальное замыкание Восточно-Крымского синклинория, которое образуется в своих крайних южных и западных частях (горы Южная Демерджи и массива Байраклы) в большей части конгломератами оксфорда, а в центральных и северных частях (горы Северная Демерджи и Долгоруковская яйла) известняками титона и осложняется поперечной Салгирской эрозионно-тектонической депрессией.

Внутренняя зона синклинория к западу от верховьев р. Танас сложена титонскими известняками, которые образуют массив Караби-яйла, а восточнее – мощной флишевой зоной титона, которая фациально замещает известняки. Титонский флиш осевой зоны синклинория частично перекрыт нижнемеловыми глинистыми отложениями. В районе г. Феодосия, на востоке, структура синклинория погружается под уровень моря.

Южное крыло Восточно-Крымского синклинория слагают конгломераты оксфорда и титона. Оно очень узкое и крутое, местами, слегка запрокинутое к северу. Северное крыло синклинория пологое и широкое, а образующие его верхнеюрские отложения почти повсеместно перекрыты нижним мелом и лишь местами выходят на поверхность в виде обособленных выступов титонских известняков, которые окружены нижнемеловыми породами. Самым крупным из них является массив Агармыш у г. Старый Крым. Более мелкие выходы титонских известняков среди нижнемеловых пород располагается между массивом Агармыш и Караби-яйлой. Массив Агармыш представлен ассиметричной антиклиналью, южное крыло которой крутое, а северное пологое и осложнено дополнительными складками и изгибами, которые хорошо просматриваются в слоистых известняках титона. На западе антиклиналь обрывается крупным поперечным сбросом [25].

Общая мощность верхнеюрских отложений в пределах северного крыла Восточно-Крымского синклинория значительно меньше, чем в его осевой зоне и южном крыле, в результате первичного сокращения мощностей всех горизонтов. В северном направлении отложения титона переходят с оксфордских на более древние образования и перекрываются трансгрессивно залегающими валанжин-готеривскими отложениями.

Мощные толщи осадочных пород, которые слагают Восточно-Крымский синклинорий, разделяются несколькими поверхностями перерывов и угловых несогласий, наиболее крупными из которых являются несогласия в основании оксфорда, титона, среднего валанжина и верхнего готерива. Несогласное залегание оксфордских отложений на подстилающих породах – несогласие в

основании ложа Восточно-Крымского синклинория. Оно отчетливо выражено на большей части южного крыла синклинория и его западного центриального замыкания. Несогласие хорошо подчеркивается резкими различиями литологического состава таврической серии (песчано-глинистые) породы и низов оксфорда, которые представлены в большей части конгломератами. В крайней восточной части южного крыла синклинория, в районе пгт. Планерское (Коктебель) и Янышарской бухты, где появляются келловейские и среднеюрские отложения, а оксфордские породы фациально переходят в глины, это несогласие становится слабо различимым.

Среди складчатых деформаций, которые осложняют внутреннюю структуру синклинория, преобладают простые деформации, не отличающиеся морфологическим многообразием. Это достаточно крупные (от сотен метров до нескольких километров) пологие линейные и брахиформные антиклинальные и синклинальные структуры. Часто наблюдаются флексуобразные и ассиметричные неправильные складки с различной крутизной и шириной крыльев, а также складки, которые оборваны сбросами. Значительные по площади участки синклинория характеризуются более или менее выдержанным моноклинальным, как пологим, так и крутым залеганием их пород, которые осложнены слабыми поперечными и продольными перегибами слоев.

Важная роль в структуре Восточно-Крымского синклинория принадлежит разрывным нарушениям, которые не превышают или мало превышают величину перемещения их крыльев по вертикали, среди которых преимущественное развитие имеют сбросы разной амплитуды и протяженности на местности и сбросо-сдвиги, которые имеют горизонтальное смещение [26].

Система пересекающихся продольных и поперечных сбросов расчленяет массивные толщи верхнеюрских известняков и конгломератов юго-западной части синклинория на несколько крупных, смещенных относительно друг друга блоков. Эти блоки в некоторых местах непосредственно контактируют между собой, а местами разделены породами таврической серии, которые обнажаются в относительно приподнятых узких горстообразных выступах. Массив Северная

Демерджи – Тирке является несколько приподнятым по сравнению с блоками, которые ограничивают его с севера и юга.

Судакский синклинорий. Большая часть Судакского синклинория размыта морем и покрыта его водами. В пределах суши (между устьем Кутлакской долины на западе и горным массивом Карадаг на востоке, а также, на полуострове Меганом) сохранилась лишь небольшая часть, которая представляет собой остаток достаточно крупного структурного элемента той части ядра мегантиклинория горного Крыма, которая располагалась к югу от береговой линии. Несмотря на ограниченные размеры, Судакский синклинорий является структурным элементом, который очень важен для изучения строения и развития всего Крымского мегантиклинория. На севере Судакский синклинорий граничит с Судакско-Карадагской системой складок. Эта граница прослеживается от юго-западной оконечности хребта Карагач по южному подножью Эчкидагского массива, северному склону Токлукского хребта и горе Перчем. Со всех остальных сторон синклинорий окружен морем, его береговая линия срезает под углом все главные его структуры, которые простираются в направлении с запад-юго-запада к восток-северо-востоку [27].

Структура Судакского синклинория образована мощной (3500-4000 м) толщиной батского, келловейского, оксфордского, кимериджского и титонского ярусов. Более древние отложения не вскрыты эрозией. Состав отложений, которые участвуют в строении синклинория, в основном терригенно-глинистый. Часто эти отложения имеют флишевый характер. В строении западной части синклинория важная роль принадлежит рифовым массивным известнякам оксфорда, а в Токлукском хребте и на полуострове Меганом отложения представлены титонскими конгломератами. Юрские отложения, которые слагают Судакский синклинорий, отличаются от одновозрастных отложений соседней Судакско-Карадагской складчатой системы не только резко увеличенными мощностями и большим фаціальным однообразием их состава (в основном глинистого), но также, большей полнотой стратиграфического разреза, отсутствием внутри мощной толщи средне- и верхнеюрских отложений видимых

перерывов и несогласий, которые характерны для других районов Горного Крыма.

Внутри Судакского синклинория выделяется несколько складчатых структур, главными из которых являются Судакско-Манджильская и Меганомская синклинали и разделяющая их антиклиналь Копсельская.

Судакско-Манджильская синклиналь протягивается в направлении восток-северо-восток почти на 25 км. Это один из крупных и одновременно окраинных элементов структуры Судакского синклинория. В поперечном сечении Судакско-Манджильская синклиналь резко асимметрична. Породы, которые слагают северное крыло восточной части синклинали, находятся в крутом залегании, тогда как соответствующие им по возрасту отложения в южном крыле значительно более полого падают (угол около $20-25^{\circ}$). Узкую осевую зону Судакско-Манджильской синклинали в центральной ее части слагает песчано-глинистый флиш титона, который фациально замещает одновозрастные конгломераты и песчаники на ее крыльях. Поперечная асимметрия синклинали становится менее отчетливой в ее западной, наиболее широкой части.

Характерной особенностью западного центриклинального замыкания синклинали являются разнообразные по размерам рифовые массивы (горы Сокол, Хоба-Кая, Крепостная, Алчак и др.), которые залегают в одновозрастных глинистых отложениях келловея и оксфорда и оконтуривают западную периферию синклинали. В характере пространственного размещения литологически различных одновозрастных образований, которые слагают Судакско-Манджильскую синклиналь, наблюдается закономерная приуроченность определенных по составу пород к определенным элементам ее структуры. Это указывает на то, что формирование этой структуры внутри Судакского синклинория началось уже во время накопления образующих ее отложений, поэтому она относится к числу конседиментационных.

Вторая крупная синклиналь – Меганомская – расположена в пределах полуострова Меганом. Она образована горизонтально залегающим флишем и конгломератами киммеридж-титонского возраста. С севера синклиналь оборвана

взбросом, по которому киммеридж-титонские отложения имеют контакт с крутопадающими и несколько запрокинутыми к югу породами баткелловейского и оксфордского возраста. Меганомская синклиналь разделена на два блока поперечным сбросом, который простирается на северо-запад, из которых западный незначительно приподнят по отношению к восточному.

Судакско-Манджильская и Меганомская синклинали разделены Копсельской антиклиналью, которая является главной антиклинальной структурой Судакского синклинория. В ядре ее на поверхность выходят батские и келловейские отложения, а крылья ее сложены породами оксфорда. Между западной и восточной складками Копсельской антиклинали располагаются две небольших мульдообразных синклинали. Борты синклиналей сложены оксфордскими, а осевые части – пологозалегающими киммериджскими отложениями.

1.2.2 Основные этапы магматизма горного Крыма. Магматические процессы сыграли решающую роль в формировании структуры Горного Крыма и проявлялись в среднеюрскую эпоху. Анализ распространения вулканогенных образований, таких как лавы, туфы, туфобрекчий, туфопесчаников показывает, что вулканические центры располагались вдоль основных горных гряд и пространственно были приурочены к зонам крупных разломов в земной коре. Первая такая зона протягивается вдоль современного берега Черного моря. Вторая контролирует яйлинскую систему разломов в юго-западной части горного Крыма [28].

Одна из наиболее мощных толщ вулканогенных отложений юрского возраста (до 775 м) располагается в районе горы Кара-Даг между п. Планерское на востоке и санаторием Крымское Приморье на западе. В этих отложениях присутствуют кератофиры, липариты, порфириты, спилиты и туфы различного состава.

Также здесь присутствуют трахиты, измененные базальты, риолиты и туфы различного состава. Для трахитов характерна порфирировая структура. Среди

измененных базальтов присутствуют разности с порфировыми выделениями и с наличием миндалинов.

Интрузивные тела в своем распределении на площади образуют две субширотные зоны. Одна из них простирается на северных склонах Главной гряды. Ко второй приурочено 90 % всех интрузивов и протягивается она вдоль Южного берега. Большое количество мелких интрузивных тел встречено на южных склонах Внутренней гряды в междуречье р. Альма и р. Бодрак, где они распространяются узкой полосой юго-западного направления.

В Крыму все интрузивные породы относятся к гипабиссальным образованиям. Остывание магмы, из которой эти породы образовались, происходило в приповерхностной части земной коры. В современном эрозионном срезе можно наблюдать только верхние (апикальные) части интрузий. Наиболее крупные лакколиты формируют в рельефе вытянутые или куполовидные овальные горы высотой до сотен метров (Аю-Даг, Кастель). Мелкие интрузии создают невысокие возвышения, такие же по форме. Кроме куполовидных форм встречаются интрузии в виде даек, силлов и некков [29].

Интрузивные породы по своему составу довольно разнообразны. Дайки, силлы и небольшие купола сложены породами основного состава (диабазы и диабазовые порфиры). Большие куполообразные тела состоят в основном из габбро-диоритов. Мелкие интрузии сложены породами кислого состава и распространены в районе г. Алушта, где они окаймляют полосу интрузий основного состава. Среди кислых пород наибольшее распространение имеют плагиограниты с порфировой структурой (плагиогранит-порфиры).

Все интрузивные тела Крыма расположены в отложениях таврической серии. Наиболее вероятными эпохами их образования необходимо считать ранне – и среднеюрские. Это подтверждается результатами определения абсолютного возраста пород (152-163 млн. лет).

1.3 Геологические особенности формирования, закономерности распределения и область применения декоративных верхнеюрских мраморизованных известняков Крыма

Декоративные мраморизованные известняки Крыма являются частью верхнеюрского известково-мергелистого комплекса. Они представлены, в основном, плотными мраморизованными разновидностями, залегающими в виде рифовых зон. Среди них имеются также плотные глинистые массивные или слоистые известняки и известняки с включениями кварцевой гальки, переходящие местами в конгломераты.

Известняки верхнеюрской толщи Главной гряды в последние 3-5 млн. лет развития горного Крыма активно карстуются, образуя на современной поверхности яйл и внутри толщи гор огромное количество карстовых форм рельефа: воронок, пещер, шахт и колодцев [30].

Верхнеюрские мраморизованные известняки распространяются полосой (мощность до 3000 м) от г. Балаклава до г. Феодосия. Добывают их у г. Балаклава, п. Гаспра, с. Мраморное, а также на горе Агармыш (около г. Старый Крым). Цвет известняков красноватый или кремовый с красивым рисунком по трещинам белого кальцита. Оригинальные контуры раковин, моллюсков, кораллов придают им особенный калорит. Из всех разновидностей известняков Крыма они наиболее химически чистые. Распространение мраморизованных известняков и других пород в Крыму представлено на карте-схеме (рис. 1.2).

Верхнеюрские известковые породы Главной гряды характеризуются пологим (до 20°) падением на север-северо-запад. Они разбиты многочисленными тектоническими нарушениями субширотного и субмеридионального простирания. Эти нарушения являются взбросами и разбивают толщу на отдельные крупные блоки. Вблизи этих блоков залегание слоев усложняется, а падение становится более крутым.

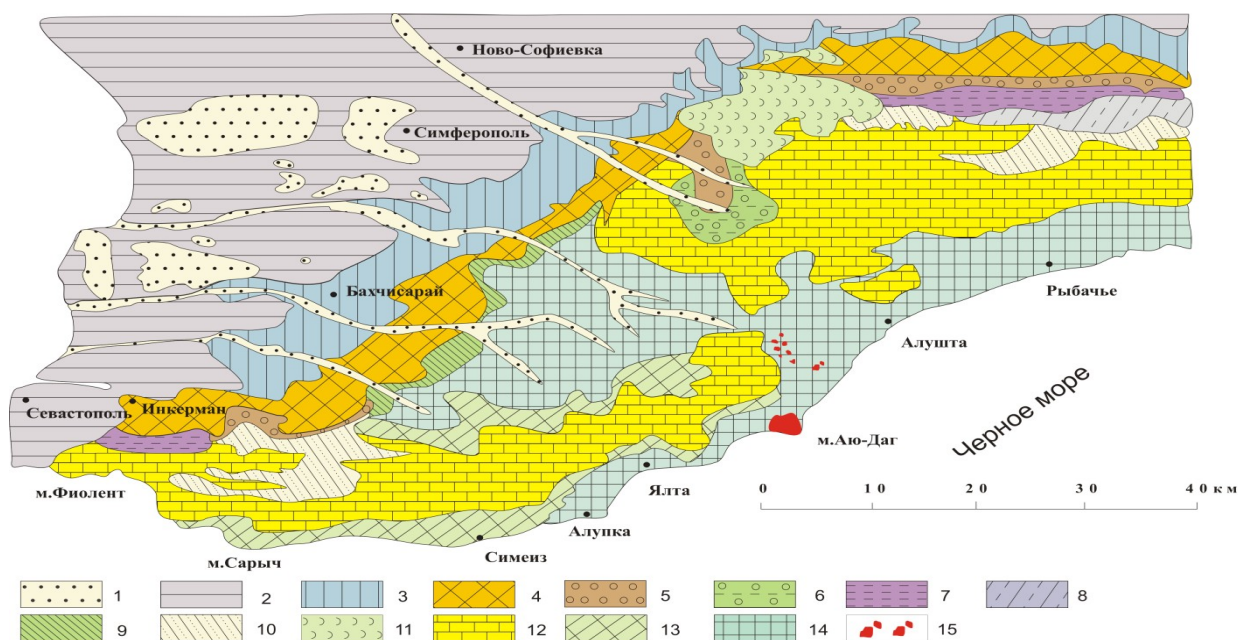


Рисунок 1.2 - Карта-схема распространения цветных мраморизованных известняков Крыма и места отбора каменного материала.

1 - четвертичные отложения; 2 – неоген; 3 – палеоген; 4 – верхний мел и датский ярус палеогена; 5 -11 – нижний мел; 12 – верхняя юра; 13 – средняя юра; 14 – средний триас – нижняя юра; 15 – среднеюрские интрузии

Основная масса взбросов ступенчатого типа, по ним каждый южный блок опущен по отношению к северному. Кроме крупных нарушений мраморизованные известняки разбиты густой сетью мелких трещин [31].

Запасы верхнеюрских известняков в Крыму практически неограниченны. Залегание известняков в виде крупных массивов и небольшая мощность наносов позволяет организовать разработку (в полосе их распространения) во всех местах, удобных в транспортном отношении.

В настоящее время в Крыму разрабатывается 38 действующих карьеров, из которых 22 добывают мраморизованный известняк, а остальные – пильный известняк-ракушечник, который используется в промышленных и строительных отраслях [32]. В таблице 1.1 представлены основные действующие карьеры Крыма по исследовательско-промышленной разработке месторождений мраморизованных известняков.

Таблица 1.1 - Перечень основных действующих карьеров по
исследовательско-промышленной разработке месторождений
мраморизованных известняков Крыма

№ п/п	№ спец. разрешения	Дата выдачи/дата окончания	Срок действия (год)	Полезное ископаемое	Название объекта	Местонахождение объекта
1	1126	03-11-1997 03-11-2017	20	известняк мраморизованный	Месторождение - Мраморное	АР Крым/г. Симферополь
2	1358	13-05-1998 13-05-2018	20	известняк	Месторождение - Грушевское	АР Крым / г. Симферополь (Кировский район / пгт Кировское)
3	2641	01-03-2002 01-03-2017	15	известняк	Месторождение - Агармышское	АР Крым / г. Симферополь (Кировский район / пгт Кировское)
4	2704	06-06-2002 06-06-2017	15	известняк	Месторождение - Псилерахское	АР Крым /г. Симферополь
5	2707	06-06-2002 06-06-2017	15	известняк	Месторождение – Западно-Кадыковское	АР Крым /г. Симферополь
6	2873	17-12-2002 17-12-2021	19	известняк	Месторождение - Караджа	АР Крым /г. Симферополь
7	3710	09-12-2005 09-12-2015	10	известняк	Месторождение - Ульяновское	АР Крым / г.Симферополь (Белогорский район / г. Белогорск)
8	3822	30-12-2005 30-12-2017	12	известняк	Месторождение – Восточно-Агармышское	АР Крым / г.Симферополь (Кировский район / пгт Кировское)

Мраморизованные известняки среди многочисленных нерудных полезных ископаемых Крыма занимают одно из ведущих мест, как по распространению, так и по применению в промышленности и народном хозяйстве. Эти породы широко известны в горной и предгорной частях Крымских гор. Они выходят на

поверхность на значительной площади либо залегают под небольшим покровом четвертичных отложений.

Многочисленные разновидности известняков Крыма используются в качестве флюсов в металлургической промышленности, а также в строительстве. Карбонатные породы, которые пригодны для металлургии имеют верхнеюрский возраст.

Верхнеюрские мраморизованные известняки занимают значительные площади и прослеживаются в виде крупных выходов в пределах Главной гряды Горного Крыма, где слагают ее основные вершины и часть прилегающих к ним нагорий (яйл).

Химический состав верхнеюрских мраморизованных известняков на отдельных участках изменяется в довольно широких пределах. Они обладают довольно высоким содержанием оксида кальция, незначительным содержанием оксида магния, а также нерастворимого остатка.

Они отвечают требованиям, предъявляемым к флюсовым известнякам. Объемная плотность верхнеюрских известняков колеблется в пределах 2600-2700 кг/м³, временное сопротивление к сжатию от 600 до 1200 кг/см². Большая часть верхнеюрских известняков обладает незначительной пористостью и низким коэффициентом размягчения [33].

Ранее были проведены детальные разведочные работы месторождений флюсовых известняков в районе г. Балаклава и в районе горы Агармыш (г. Старый Крым).

В районе г. Балаклава детально разведаны и утверждены запасы Кадыковского, Западно-Кадыковского, Суворовского, Караньского, Восточного и Западно-Балаклавского месторождений, а также участка горы Псилерахи. Предварительно был разведан массив горы Госфорт. В массиве Арагмыш разведаны месторождения: Малый и Голый Агармыш, а также Маленький Агармыш.

Месторождения металлургических мраморизованных известняков одновременно могут использоваться для получения строительных материалов. К

примеру, Балаклавское рудоуправление, которое разрабатывает Западно-Кадыковское и Псилерахское месторождения, наряду с флюсами поставляет бут, щебень, а также мраморную крошку отличного качества для промышленного, гражданского и дорожного строительства.

Мраморизованные известняки широко используются как облицовочный материал и в качестве щебня для бетона и дорожных покрытий, а также, применяются для мозаичной кладки стен зданий или ограждений. Разновидности с красивыми расцветками используются как облицовочный материал при наружной и внутренней отделке (станции Московского и Харьковского метрополитена). В последние годы они нашли применение в качестве цветной каменной крошки для мозаичных изделий и штукатурки. При обжиге чистые разновидности этих известняков дают высококачественную известь [34].

Мраморизованные известняки имеют высокий коэффициент теплопроводности, поэтому, они малопригодны в качестве стенового материала для отапливаемых помещений. Их широкое распространение и благоприятные условия их залегания дают возможность проводить экономически выгодные разработки данных известняков во многих районах Крыма. Как строительный материал они разрабатывались и продолжают разрабатываться в районе г. Севастополь, в Балаклавском, Симферопольском, Кировском районах, а также в районе г. Судак.

Иографское месторождение мраморизованных известняков оксфордского яруса располагается в 2 км северо-западнее г. Ялта. Оно разрабатывается на дорожный бут и щебень.

Чеховское месторождение находится в 2 км к западу от г. Ялта. Сложено оно мраморизованными известняками оксфордского яруса, которые имеют серый цвет. Разрабатывается месторождение для дорожных и строительных целей.

Гаспринское месторождение находится в 0,5 км к северо-востоку от пос. Гаспра и в 6 км юго-западнее г. Ялта. Сложено оно мраморизованными

известняками, но менее трещиноватыми, что делает их пригодными для получения облицовочных плит.

Агармышское месторождение находится между г. Старый Крым и с. Грушевка. Слагают его органогенно-обломочные и рифовые известняки титонского яруса с линзами известковистых конгломератов и брекчий. Карьер сложен известняками светло-серого, кремового и розового цвета, которые разрабатываются на бут и щебень.

Карадагское месторождение находится в 18 км к западу от г. Феодосия, в 3 км западнее пос. Пионерское. Месторождение представлено рядом отдельных массивов оксфордских пизолитовых, брекчиевых, коралловых и пелитоморфных мраморизованных известняков. Мощность их достигает 50 м. Известняки отличаются чистым химическим составом (СаО от 52,55 до 55,88 %, MgO от 0,2 до 0,74 %) и широко используются в промышленности и строительстве.

Карьер Мраморное (месторождение Бююк-Янкойское) располагается на северном склоне горы Чатырдаг, в 20 км юго-восточнее г. Симферополь, у с. Мраморное. Мощность известняков составляет более 100 м. Мраморизованные известняки данного месторождения отвечают требованиям промышленности как стеновой камень для внутренней облицовки, а также их используют для обжига на известь.

В Балаклавском районе примерные запасы титонских мраморизованных известняков от р. Сухой до с. Морозовка оцениваются в количестве не менее 200 млн. тонн. В 6-7 км на восток от г. Балаклава расположен куполовидный рифовый массив титонских и валанжинских мраморизованных известняков горы Гасфорт. Сырье, разнообразное по цвету, используется для изготовления каменной крошки и облицовочных плит.

Байдари-Ласпинский район сложен мраморизованными известняками, которые обладают высокой механической прочностью и слабой истираемостью. Известняки данного месторождения находят применение как в качестве облицовочного, так и промышленного материала.

Чатырдаг-Долгоруковский район слагается мраморизованными известняками титона и обладает большими запасами. По прочности и истираемости они не уступают известнякам г. Балаклавы, а также широко используются в строительстве и металлургии.

Агармышский район является огромным массивом известняков, представленным различными по составу и качеству известняковыми конгломератами и мраморизованными известняками и относится к перспективным районам. Возможно комплексное использование данных известняков как флюсов, в качестве сырья для производства соды, бута, щебня, а также заполнителя в бетон воздушной извести, акархита и др.

Анализ состояния изученности геологических особенностей, закономерностей распределения и области применения мраморизованных известняков позволяет сформулировать задачи, требующие до изучения:

- 1) детальные минералого-петрографические исследования состава декоративных разновидностей мраморизованных известняков и обоснование зависимости декоративных свойств от особенностей вещественного состава;
- 2) изучение условий формирования каждой из декоративных разновидностей мраморизованных известняков;
- 3) систематизация и разработка классификации декоративных разновидностей мраморизованных известняков;
- 4) определение критериев оценки качества декоративных мраморизованных известняков Крыма с учетом готовых изделий.

Выводы к разделу 1.

1. Запасы мраморизованных известняков в Крыму практически неограничены. Широкое их распространение и благоприятные условия залегания позволяют проводить экономически выгодные разработки этих известняков в различных районах Крыма;

2. Большое разнообразие мраморизованных известняков позволяет рассматривать Крым как богатую сырьевую базу строительной, цементной и металлургической промышленности;

3. Слабо развита область применения мраморизованных известняков в качестве декоративного сырья для изготовления художественных изделий, которые пользуются спросом на камнесамоцветном рынке;

4. Основные вопросы, требующие дальнейшего изучения: обоснование влияния вещественного состава на формирование декоративных свойств мраморизованных известняков Крыма, разделение их на отдельные генетические типы, изучение условий формирования каждой из разновидностей, разработка критериев оценки качества, определение области применения мраморизованных известняков в качестве декоративно-художественных изделий.

РАЗДЕЛ 2

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ МРАМОРИЗОВАННЫХ ИЗВЕСТНЯКОВ

Изучение декоративных мраморизованных известняков проводилось с целью выявления закономерностей их распространения на территории горного Крыма, исследование их минералого-петрографических особенностей и определения критериев оценки качества данного вида сырья. Методика исследований включала в себя три этапа: полевые геологические наблюдения, минералого-петрографические исследования и геммологическую характеристику декоративных разновидностей мраморизованных известняков.

Традиционные методы исследований мраморизованного известняка выбирались с учетом этапов выполнения диссертационной работы, в том числе: анализ литературных источников; полевые работы (отбор каменного материала, изучение геологии региона); камеральные и лабораторные исследования (изготовление шлифов и полированных пластинок; минералого-петрографические определения, рентгеновские исследования, термический и спектральный анализ, изотопный анализ и электронно-микроскопические исследования), выявление критериев оценки качества мраморизованных известняков и интерпретация полученных результатов.

Полевые работы включали несколько этапов: отбор каменного материала и изучение геологических особенностей района работ. Отбор камнесамоцветного сырья осуществлялся из горной массы, полученной в результате взрывных работ на действующих карьерах.

При полевом описании верхнеюрских мраморизованных известняков особое внимание было обращено на следующие особенности этих пород:

1. Форма геологического тела, которое сложено известняком (слой, линза, биогерм и др.).

2. Минеральный состав породы и содержание в ней терригенно-глинистой составляющей.

3. Текстурные и структурные особенности пород, наличие реликтов органики. Эти данные необходимо знать для реконструкции условий формирования породы и легко фиксируются в полевых условиях без применения специальных методик. Текстурные особенности наиболее детально были изучены в процессе полевых работ. Проводилось выявление текстур, которые связаны с воздействием тектонических и гидродинамических факторов, и текстур, которые связаны с жизнедеятельностью организмов. При характеристике органических остатков определялись степень их сохранности, условия захоронения, а также следы жизнедеятельности (сверление, прикрепление к твердому субстрату и зарывание в грунт). Текстурно-структурные особенности пород определялись визуально в полевых условиях, а затем, проводилось до изучение основных порообразующих и реликтовых структур под микроскопом.

Изучение шлифов мраморизованных известняков проводилось при помощи микроскопа АЛЬТАМИ ПОЛАР Р - 312. Изучение формы зерен в верхнеюрских известняках проводилось при помощи сканирующего электронного микроскопа (СЭМ). По результатам микроскопических исследований определялись структуры и текстуры пород (основные и реликтовые, органогенные), соотношение и характер составляющих породу компонентов, их распределение в породе, направление минеральных замещений, характер цемента. При этом было важно определить количественное соотношение привнесённых частиц и химически осаждённого материала (микрита), количество, состав и особенности (размер, степень окатанности и пр.) различных обломочных компонентов, по возможности, состав видимых микроорганизмов.

Карбонатные минералы (кальцит, доломит, арагонит, анкерит) в породе под микроскопом различаются с трудом, ввиду близости оптических свойств, для их определения необходимы детальные петрографические исследования

и применение иных методов диагностики (окрашивание, термический анализ и др.). Шлифы были изготовлены перпендикулярно слоистости. При микроскопическом исследовании использовались справочные пособия, которые содержат не только описание, но и иллюстрации структур и текстур [35, 36, 37].

Для более детального изучения минералогического состава дисперсных компонентов известняков были применены рентгеновские исследования, термический и спектральный анализ, изотопный анализ, электронная микроскопия и люминесцентный методы исследований.

Для разработки критериев оценки качества мраморизованных известняков были проведены геммологические исследования.

Геммологическая характеристика мраморизованных известняков Крыма осуществлялась на основании методики, разработанной в Геммологическом центре Государственного ВУЗ «НГУ» (1999-2010) и включала в себя следующие этапы исследований:

1. Изучение технологических свойств (размер и форма, трещиноватость, твердость, полируемость). Форма и размер образцов являются определяющими при изготовлении изделий. Трещиноватость и твердость являются определяющими при определении оптимальных условий разработки месторождений. Мраморизованные известняки хорошо принимают зеркальную полировку, что позволяет относить их к декоративным разновидностям пород.

2. Изучение декоративных свойств (цвет, рисунок). Мраморизованные известняки Крыма отличаются высоко декоративными свойствами. Особую декоративность им придает широкая цветовая гамма и текстурный рисунок, включающий в себя оригинальные контуры раковин, кораллов и веточек водорослей.

3. Определение критериев оценки качества цветных мраморизованных известняков Крыма и их сортности. На основании изучения декоративных и технологико-эстетических свойств были выделены три сорта мраморизованных

известняков Крыма и определены критерии оценки качества. Мраморизованные известняки первого сорта претендуют на переход данного сырья из категории поделочного сырья в категорию самоцветов.

4. Изготовление экспериментальных изделий. Экспериментальные изделия из декоративных мраморизованных известняков Крыма были изготовлены в Геммологическом центре Государственного ВУЗ «НГУ» их характеристика представлена в разделе 4.

В результате проведенных диссертационных исследований было проанализировано 300 литературных источников, отобрано свыше 500 образцов для составления эталонной коллекции, изготовлено 150 шлифов, сделано 350 фотографий. Виды и объемы выполненных автором работ представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1- Основные виды и объемы выполненных исследований

№	Виды работ	Объемы
1	Анализ литературных источников	300 источников
2	Отбор образцов для составления эталонной коллекции, изготовление их полированных срезов и их фотографирование	500 образцов
3	Минералого-петрографическое изучение шлифов	150 шлифов
4	Микрофотографирование шлифов	350 фотографий
5	Рентгеновские исследования	20 проб
6	Изучение результатов термического анализа	20 проб
7	Изучение результатов спектрального анализа	10 проб
8	Изучение химического анализа	10 проб
9	Изучение изотопного анализа углерода	5 проб
10	Электронная микроскопия	30 проб

РАЗДЕЛ 3

МИНЕРАЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕРХНЕЮРСКИХ МРАМОРИЗОВАННЫХ ИЗВЕСТНЯКОВ КРЫМА

3.1 Общая характеристика верхнеюрских мраморизованных известняков

На территории полуострова Крым мраморизованные известняки являются распространенными породами. Их изучению посвящено множество работ [38-41]. Но, проблемы, которые связаны с их классификацией, условиями формирования и постседиментационными изменениями не могут считаться окончательно решенными. Сложность реконструкции условий формирования карбонатных пород обусловлена большим числом факторов их метаморфизма и литогенеза.

Мраморизованные известняки Крыма слагают Главную гряду крымских гор и распространяются вдоль всего южного побережья - от г. Балаклава на западе и до г. Феодосия на востоке. Они образуют отдельные массивы (яйлы), которые разобщены в пространстве: массив Чатырдаг и Караби - Яйла, г. Ялта, гора Демерджи, массив Агармыш, массив Караджа, горы Орел и Сокол, мыс Капчик [42].

В тектоническом отношении область развития верхнеюрских отложений в Горном Крыму соответствует Юго-Западному, Восточно-Крымскому и Судакскому синклиниям [43]. Каждая из этих областей, в которой распространяются верхнеюрские породы, отличается рядом особенностей условий осадконакопления, мощностями, наличием или отсутствием перерывов и т.п.

Мраморизованные известняки Крыма являются карбонатными породами, с содержанием CaCO_3 94—99 % [44]. Они представлены морскими органогенными породами, которые состоят из скоплений раковин, кораллов и примесью не органогенных веществ (цианобактерий и сине-зеленых водорослей). Если со времен юры, исследуемые мраморизованные известняки преобразовывались в континентальных условиях, то процессы литогенеза для них должны были начаться вскоре после того как они образовались,

вследствие быстрого выхода из-под уровня моря. Учитывая, что на склонах Яйлинского хребта сохранились островки нижнемеловых отложений, можно предположить, что процессы выветривания начались и немного позднее. В результате минералогических исследований, в составе мраморизованных известняков были диагностированы кальцит, полевой шпат, малахит, бурый железняк, гематит, псиломелан, вад, пирит, марказит, гипс, целестин, барит и углистое вещество. По результатам химических анализов отмечается присутствие следующих элементов: O, H, C, Ca, Sr, Ba, Mg, Fe, Mn, Al, Cu, Ni, Co, Si, P, K, Na [45].

Одним из главных факторов превращения известковых органических остатков в современные плотные кристаллические известняки являлись односторонние давления, которые возникали в процессе горообразования, возможно, при участии водных растворов. Контакты верхнеюрских мраморизованных известняков с изверженными породами нигде на протяжении Яйлинского хребта не были установлены. Также не было найдено никаких следов позднего воздействия магматических процессов на мраморизованные известняки.

К первоначальному морскому периоду образования карбонатных пород можно отнести накопление магнезии, наличие которого констатируется в небольших количествах (доли процента).

Железо в мраморизованных известняках Балаклавского района было выявлено как в форме оксидов (десятые доли процента), так и в форме гидроксидов (сотые доли процента). В среднем, количество оксидов железа в 4—10 раз превышает содержание гидроксидов (табл. 3.1). Исследование нерастворимых остатков и шлифов, показало, что оксиды железа находятся в известняках в качестве механической примеси. При выветривании породы они накапливаются в виде рыхлых продуктов красноватого цвета. «красноземов», которые наблюдаются во многих местах Яйлинского массива.

Таблица 3.1 - Результаты химического анализа мраморизованных известняков г. Балаклава [46]

Месторождения		CaCO ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	SO ₃	P ₂ O ₅
Участок к западу от Балаклав	Верхний титон	97.00	1.84	0.42	0.18	0.68	0.030	0.038
	Нижний титон	95.04	3.31	0.62	0.33	0.75	0.041	0.044
	Киммеридж	96.41	2.08	0.35	0.24	0.70	0.041	0.039
Гора Псилера рхи	Верхний титон	98.77	0.44	-	-	-	0.037	0.030
	Нижний титон	96.61	2.21	-	-	-	0.040	0.035
	Киммеридж	97.78	1.17	-	-	-	0.023	0.035
Каранский участок	Нижний титон	97.89	1.43	0.40	0.22	0.71	0.029	0.034
	Верхний киммеридж	97.93	0.94	0.30	0.12	0.65	0.015	0.034
	Нижний киммеридж	96.35	1.93	0.67	0.20	0.74	0.045	0.062

Большинство химических, рентгенофазовых и термических анализов известняков не выявляет наличия в них оксида марганца. В более точных (спектральных) он фиксируется, в очень небольших количествах. Обнаруживается он и при исследованиях нерастворимых остатков и шлифов при изучении под микроскопом. Довольно крупные выделения марганцевых минералов известны и в нескольких местах Яйлинского массива, а небольшие корки, налеты и дендриты оксидов марганца - достаточно распространенное явление.

Медь, в виде малахита, в значительных количествах обнаружена в мраморизованных известняках района Аянского источника. Содержание алюминия невелико (доли процента) и должно быть в главной части отнесено на счет глинистой мути, которая была захвачена мраморизованными известняками при их отложении.

Кремнезем содержится, в основном, в виде мелких зерен кварца не более миллиметра в диаметре, но встречаются также и более крупные зерна. Зерна эти имеют окатанную форму, они иногда бесцветны, бывают окрашены в бурый цвет оксидами железа. Среди силикатных минералов попадаются зерна черных минералов из группы авгита и роговой обманки, листочки хлорита. Хлорит, иногда, выделяется по тонким трещинам в известняках.

Сера встречается в мраморизованных известняках в двух формах: а) в виде сернокислых; б) сернистых соединений. К первым относятся гипс, целестин и барит; ко вторым – марказит и пирит. Установленное по результатам химического анализа содержание серы в известняках г. Балаклава, должно быть отнесено, главным образом, на счет гипса, поскольку пирита в них очень мало. Гипс вторичного происхождения в виде друз, мелких кристалликов или тонких корок встречается совместно с пиритом, как результат действия на известняк серной кислоты, образовавшейся путем окисления пирита. В составе известняков кроме пирита и гипса отмечаются сернокислые соли железа. Так же, в нерастворимом остатке был обнаружен кристалл целестина. Макроскопические выделения этого минерала известны в разных участках массива известняков [47].

Сернистые соединения (исключительно FeS_2) в виде микроскопических включений встречаются крайне редко и были выявлены при исследовании нерастворимых остатков всего в двух случаях. Более крупные выделения конкреционного характера либо те, которые выполняют мелкие трещинки, наблюдаются тоже в незначительном количестве.

Фосфор (около 0,4 % P_2O_5), был установлен по результатам исследований ВИМС для известняков г. Балаклава органического происхождения.

Стронций и барий обнаруживаются в известняках титонского яруса на восточном окончании горной цепи, в окрестностях г. Феодосия и в урочище Батилиман. Такие минералы как целестин и барит, являющиеся носителями

этих элементов, обычно выделяются в пустотах известняков, а также связаны с гидратами железа.

В петрографическом отношении исследованные мраморизованные известняки Крыма характеризуются мелко - грубозернистой структурой, массивной, иногда сахаровидной текстурой и представляют собой практически мономинеральную породу, сложенную кальцитом [48]. В качестве примесей они содержат серицит, органическое вещество, пирит, кварц, полевой шпат и хлорит. Выделяется несколько генераций кальцита: пластинчатый, криптозернистый с глинистым веществом, метельчатый, скелетный, гигантозернистый (в жилах). Также, можно встретить сразу несколько разновидностей индивидов кальцита в одном образце.

При изучении образцов под катодной люминесцентной лампой были проведены наблюдения за текстурными особенностями кристаллов кальцита, которые нельзя наблюдать в поляризованном или дневном свете. Наиболее характерная оранжевая люминесценция кальцита связана с присутствием двухвалентного Mn (рис. 3.1).



Рисунок 3.1 – 1. Светло-серый мраморизованный известняк при дневном свете. 2. Оранжевая люминесценция в мраморизованном известняке с примесью Mn

Эта люминесценция подавляется при наличии железа, кобальта и никеля. Микроэлементы сконцентрированы на поверхностях медленного роста кристаллов. Это явление дает представление о содержании

микроэлементов в воде, из которых образуется карбонатный цемент. Преимущества этой методики заключаются в лучшем распознавании стадий роста поровой цементирующей массы кальцита и замещений, когда они представляются оптически неотличимыми от вмещающей породы, а также возможность более четкого выявления фаунистических остатков в измененных породах.

При помощи сканирующего электронного микроскопа СЭМ была получена информация о составных частях известкового ила, т.е. характере пластинок кальцита и иголочек арагонита, количестве субмикроструктурных водорослей при изучении степени изменения известняка, химического состава, микроэлементов и кристаллического строения карбонатного цемента, микроскопических структурных деформаций основной массы и поверхностных оболочек карбонатных частиц размером в микроны (рис. 3.2).

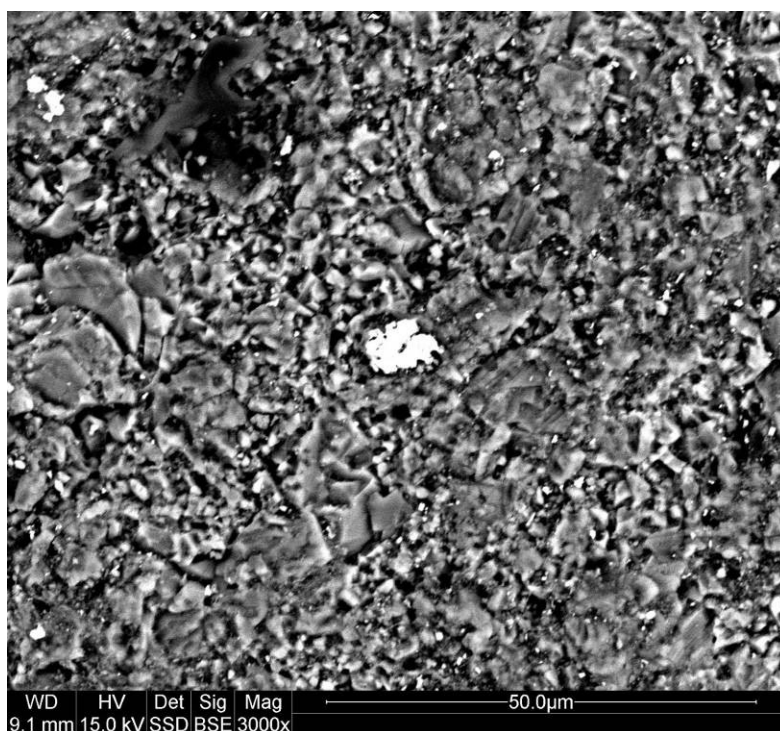


Рисунок 3.2 - Пластинчатые кристаллы кальцита, выполняющие фрагмент органики в строматолитовом известняке

3.2 Генетические типы и минералого-петрографическая характеристика мраморизованных известняков Юго-Западного, Восточно-Крымского и Судакского синклинориев

Мраморизованные известняки верхнеюрского возраста приурочены к Юго-Западному, Восточно-Крымскому и Судакскому синклиноориям и отличаются богатой пестрой цветовой гаммой.

Среди Крымских мраморизованных известняков Юго-Западного и Восточно-Крымского синклинориев различают криптогенные, кластогенные, коралловые и другие разновидности [49].

Цвет их очень разнообразен. Отмечаются розовато-белые, красные с «сургучными» пятнами, темно-красные, до вишневых оттенков, коричневые и даже зеленые разновидности [50]. Наиболее декоративен рисунок красных и темно-розовых известняков с белыми включениями кораллов ажурных форм, игл ежей и чашечек морских лилий – криноидей. В месторождении у с. Мраморное распространены пестро-окрашенные разновидности мраморизованных известняков с интенсивной сменой окраски красных, розовых, желтоватых, кремовых и серых оттенков. В районе г. Балаклава широко распространены коричневые и оранжево-желтые разновидности.

Как показали результаты исследований, все верхнеюрские мраморизованные известняки Юго-Западного и Восточно-Крымского синклинориев имеют обломочную текстуру и включают в себя два ингредиента - обломки и цемент.

Известняки Судакского синклиноория имеют серый и темно-серый цвет, при их дроблении или обработке (шлифовке, полировке) выделяется резкий запах сероводорода. Все эти свойства, несомненно, отличают их от близлежащих мраморизованных известняков.

Карбонатные верхнеюрские породы Судакского синклиноория описаны в работах Д. В. Соколова и М. В. Муратова (1969) как кораллово-водорослевые

известняки [51]. Они формируют небольшие разобщенные в пространстве массивы, которые имеют вид резко возвышающихся холмов (биогерм). Они залегают на мощной толще (5-8 км) средне- и верхнеюрских флишеподобных глинистых породах и конгломератах. При более детальном изучении внутреннего строения карбонатных пород установлена их приуроченность к фитогенным образованиям, т.е. они являются продуктами жизнедеятельности водорослей и растительных организмов [52].

На основании изучения минералого-петрографического состава мраморизованных известняков верхней юры были выделены следующие генетические разновидности: криптогенные, кластогенные, коралловые и фитогенные мраморизованные известняки.

Юго-Западный и Восточно-Крымский синклиории отличаются пестроцветной окраской известняков: от светло-серой и коричневой до бурой и огненно-красной, также встречаются зеленоватые разновидности.

Для данных известняков выделены следующие генетические типы (табл. 3.2).

Криптогенный мраморизованный известняк – представлен светло-серой породой с желтоватым оттенком (рис. 3.3). По результатам химического анализа можно сделать вывод о том, что криптогенные мраморизованные известняки практически не содержат примесей (CaCO_3 – 90-95 %) [53].

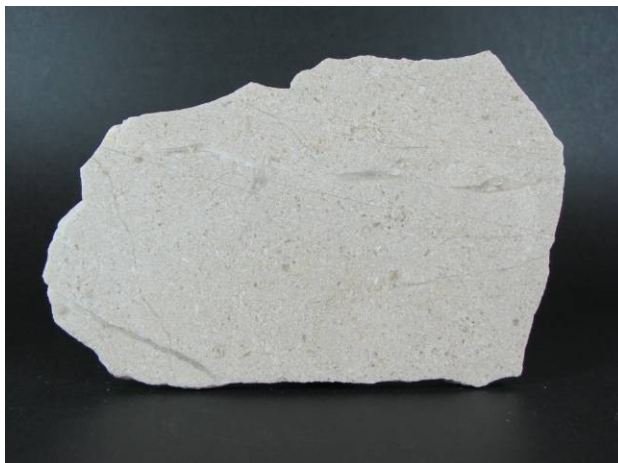


Рисунок 3.3 - Светло-серый криптогенный мраморизованный известняк карьер Мраморный (месторождение Биюк-Янкойское), с. Мраморное

Таблица 3.2 - Генетические типы мраморизованных известняков Юго-Западного и Восточно-Крымского синклиналиев

Генетический тип	Фото образца	Фото шлифа	Петрографическая характеристика
Криптогенные			Карбонатные зерна с реликтами члеников и стеблей криноидей. 100% кальцитовый состав без примесей.
Коралловые			Фрагмент кораллового цветка, замещенный среднезернистым белым кальцитом. Карбонатно-глинистая порода, насыщенная гидроокислами железа.
Кластогенные			
Биокластические			Окатанные обломки карбоната в глинистом цементе с гидроокислами железа. Текстура обломочная, структура от мелко до криптозернистой.
Брекчиевидные серые			Обломки пелеципод, имеющие молочно-белый цвет и фарфоровидный облик. Карбонатная порода с порами, заполненными кристаллическим кальцитом.
Брекчиевидные коричневые			Фрагменты фораминифер, замещенные серо-белым сахаровидным кальцитом. Текстура обломочная. Карбонатная порода, насыщенная гидроокислами железа.
Брекчиевидные глинистые			Остроугольные карбонатные обломки в глинистом цементе. Карбонатно-глинистая порода, насыщенная гидроокислами железа.

На полированных пластинах наблюдаются карбонатные зерна овальной формы. Размер их в поперечном сечении составляет от 0,5 до 5 мм. Вокруг

некоторых зерен просматривается кайма обрастания, представленная кристаллическим кальцитом. При детальном микроскопическом изучении наблюдаются фрагменты морских лилий (криноидей), замещенные кальцитом (рис. 3.4). Диаметр члеников морских лилий - от нескольких миллиметров до 2 сантиметров. Членики, представляют из себя кристаллы кальцита, которые сложно растворимы и хорошо сопротивляемы давлению при метаморфизации породы. Поэтому криноидеи - практически единственный тип крупных ископаемых, сохраняющиеся в мраморизованных известняках. Для скелетной ткани криноидей характерна сетчатая микроструктура [54].

Размер ячеек в рядах составляет менее 1 мм. Эти ячейки залечены криптозернистым кальцитом. Осевой канал, который имеется в центре члеников стебля, является важным признаком, позволяющим отличить остатки криноидей от других иглокожих.



Рисунок 3.4 - Карбонатные зерна с реликтами члеников и стеблей криноидей. Свет проходящий, николи параллельны. Увеличение 90^x

В большинстве случаев, канал имеет форму пятиконечной звезды или "цветка" с пятью лепестками. Хотя, иногда, этот канал просто круглый.

Обломки и членики морских лилий сцементированы чистым кристаллическим карбонатным цементом, который состоит из средне- и мелкокристаллического кальцита. Зерна кальцита имеют неправильную, лапчатую форму. В цементе, также присутствуют единичные фораминиферы (размером до 3 мм), губки, спикулы иглокожих. Отмечается, также, присутствие единичных зерен волокнистого арагонита (размером до 3 мм) и замещение им некоторых спикул иглокожих. Соотношение цемента и обломочной части составляет 60:40.

В образцах криптогенных мраморизованных известняков были прослежены кальцитовые жилы нескольких генераций, развитые по системе взаимопересекающихся трещин.

Среди *кластогенных* мраморизованных известняков были выделены следующие под разновидности: *биокластические* и *брекчиевидные* мраморизованные известняки [55].

Биокластический мраморизованный известняк представлен породой темно-красного цвета с обломками неправильной формы светло-серого цвета размером от 2 см до 1 мм (рис. 3.5). Известняк часто рассечен жилами светло-серого кальцита. Цементирующая масса составляет 70 % образцов, обломки – 30 %. Присутствуют мелкие незначительные трещинки. Степень полировки зеркальная. Бурно вступает в реакцию с 10 % соляной кислотой (HCl). Рисунок пейзажный. Структура гранобластовая. Текстура обломочная.

Порода представлена практически непросвечивающим, неоднородно окрашенным, тонкодисперсным минеральным агрегатом, состоящим из кальцита с примесями гидроксидов железа, глауконита, шамозита, органики, рассеченным прожилками зернистого карбоната. Строение жилок крустификационное: в призальбандовой части – гребенчатый карбонат, в ядерной – более крупнозернистый, таблитчатый. В пределах слабопросвечивающегося агрегата наблюдается псевдооолитовая структура.



Рисунок 3.5 - Биокластический мраморизованный известняк темно-красного цвета, карьер Мраморный (месторождение Бююк-Янкойское), с. Мраморное

На отдельных участках среди агрегатов глауконита встречаются реликты органогенного материала, замещенные криптозернистым кальцитом.

Брекчиевидный мраморизованный известняк подразделяется на два основных типа: брекчиевидный известняк с карбонатным цементом и брекчиевидный известняк с примесью глинистого вещества.

Брекчиевидный известняк с карбонатным цементом оранжево-коричневого цвета представлен породой с обломочной текстурой, в которой крупные обломки сцементированы более мелкими зернистыми фрагментами (рис. 3.6).

Все обломки имеют неправильную угловатую форму, их размеры варьируют от 0,5 до 8 см. Их можно подразделить на три вида.

Первый вид обломков представлен мелким зернистым мраморизованным известняком с включениями остатков раковин, фрагментов кораллов и водорослей, спикул иглокожих, губок и фораминифер. Под микроскопом хорошо просматриваются фораминиферы *Textularia sagittula*, которые имеют многокамерное строение и сохранены в цельном виде. Размер их в длину

составляет до 4 мм. Внутренняя часть фораминиферовой раковины заполнена кристаллическим кальцитом. Встречены обломки фораминиферы *Discorbis vesicularis* размером 3 мм (рис. 3.7).



Рисунок 3.6 - Оранжево-коричневый брекчиевидный мраморизованный известняк с карбонатным цементом, карьер Мраморный (месторождение Бюк-Янкойское) с. Мраморное

В значительном количестве встречаются стебли и членики криноидей, которые замещены серым глинисто-карбонатным материалом. Они представлены дискообразными образованиями неправильной формы. Между собой эти органические остатки сцементированы мелкозернистым кальцитом, в некоторых местах переходящим в крупнозернистый, неправильной, лапчатой формы.

Второй вид обломков - крупные глинисто-карбонатные образования, насыщенные гидроксидами железа. Они вмещают в себя более мелкие фрагменты (от 2 до 4 см), которые отличаются своей окраской: от более насыщенных буро-коричневых до светло-коричневых. Также, встречены фрагменты раковин (брахиопод), которые замещены серо-белым сахаровидным кальцитом. Более светлые обломки менее насыщены примесью гидрооксидов железа, за счет выщелачивания. В них присутствуют многочисленные

фрагменты органических остатков (раковины, кораллы, криноидеи и губки). В этих обломках просматриваются тонкие нитевидные трещинки и мелкие жеоды (поры) размером до 3 мм, заполненные вторичным светло-серым кристаллическим кальцитом.

Третий вид представлен обломками светло-коричневого цвета с полосчатой текстурой. Они представлены плотным криптозернистым глинисто-карбонатным материалом с включениями стеблей и члеников криноидей. Органические обломки сцементированы мелкозернистым кальцитом. Цвет этих обломков обусловлен примесями гидроксидов железа.

В образцах присутствуют пустоты (поры), которые заполняет белый сахаровидный кристаллический кальцит. Размер их варьирует от 3 до 7 мм. Скелетный элемент мог быть удален при растворении, но при этом. остается отпечаток, увеличение объема которого при дальнейшем растворении приводило к возникновению неправильных пустот. В дальнейшем, эти пустоты частично либо полностью заполнялись кальцитом.



Рисунок 3.7 - Фрагменты органики в шлифах оранжево-коричневого брекчиевидного мраморизованного известняка с карбонатным цементом, увеличение 40^x: 1 - *Textularia sagittula* – раковина фораминиферы; 2 - *Discorbis vesicularis* – обломок раковины фораминиферы

Различные по форме, цвету, размеру и генезису обломки дают представление о том, что коричневый брекчиевидный известняк был

образован не из терригенного материала, а из известкового осадка и раковин на месте, в волно-прибойной зоне.

Серый брекчиевидный мраморизованный известняк с карбонатным цементом является породой, состоящей из многочисленных окатанных обломков, представленных криноидеями, брахиоподами, двухстворчатыми моллюсками, а также единичными кораллами и кустистыми полипами, замещенными кальцитом (рис. 3.8).

Брахиоподы представлены, в основном, шаровидными образованиями, размером до 1 см и относятся к организмам, ведущим донный образ жизни. Они могут образовывать скопления в виде до банок и рифовых тел [56].

Встречен обломок коралла, который имеет пластинчатое строение. По внешним признакам его можно отнести к грибовидным кораллам *Fungia danai* [57]. Видимый фрагмент в образце достигает размеров до 6 см в диаметре.

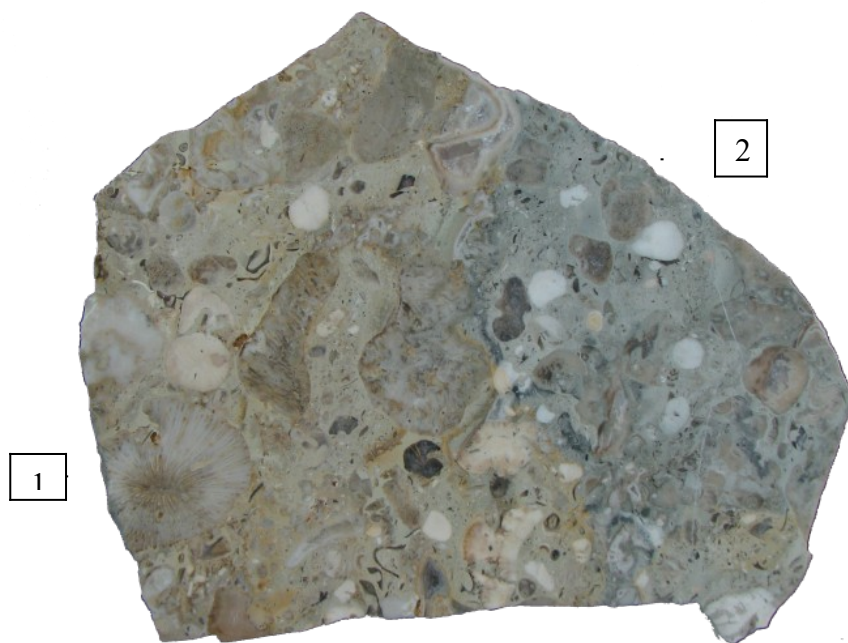


Рисунок 3.8 - Серый брекчиевидный известняк с карбонатным цементом, месторождение Бюк-Янкойское, с. Мраморное: 1 - Грибовидный коралл *Fungia danai*; 2 - Обломки пелеципод *Sphaeriola madridi* Archiac

Эти кораллы предпочитают участки, которые защищены от прибоя, и не поселяются на наружном краю рифа. Их можно встретить как в закрытых лагунах, так и под нависающими карнизами. Грибовидные кораллы представляют собой крупные одиночные полипы и имеют округлую форму. Скелет состоит из очень тонких и вертикальных септ, которые радиально расходятся от довольно большого ротового отверстия. Пространство между септами заполнено карбонатом пелитоморфной структуры.

В шлифах хорошо просматриваются фрагменты фацелоидных кустистых кораллов *Calamophyllia stokensii*, которые представлены линейно стелящимися цепочками или сеточками и имеют веерообразную форму [58]. Данные цепочки ориентированы в вертикальные ряды. Скелет кораллов сложен из светло-серой карбонатной тканью. Кустистые кораллы образуют заросли, которые стелятся на твердом субстрате колонии с большой площадью прирастания. Они ведут прикрепленный образ жизни.

Встречены обломки пелеципод *Sphaeriola madridi Archiac*, имеющие молочно-белый цвет и фарфоровидный облик [59]. Раковины имеют округлую форму и достигают размеров до 1 см. При 10 кратном увеличении просматривается концентрическая микрizonaльность.

В образцах просматриваются крустификационные поры, заполненные прозрачным кристаллическим кальцитом. Цемент, скрепляющий обломки органических остатков и кораллов, представлен серым криптозернистым карбонатом. Контакт между обломками и цементом нечеткий, размытый.

Широкое многообразие обломков кораллов и других организмов указывает на то, что они сформировались в прибрежной зоне, где обломки окатывались без особой сортировки. При захоронении обломков, вблизи источников сноса без заметной механической переработки, формируются брекчиевидные мраморизованные известняки. Обломки кораллов достаточно крупных размеров свидетельствуют о близости коралловой постройки.

Брекчиевидные мраморизованные известняки с примесью глинистых веществ представлены породой с четко выраженной брекчиевой текстурой.

Она характеризуется наличием светло-коричневых и светло-розовых остроугольных обломков неправильной формы размером от 0,5 до 5 см. Обломки цементированы темно-коричневым цементом, насыщенным глинистым веществом и гидроксидами железа. Граница между цементом и обломками четко выражена за счет контрастности цвета между цементом и обломками и рельефности при полировке (цемент имеет плохую степень полировки, обломки - зеркальную).

Обломки в брекчиевидных известняках можно подразделить на две разновидности:

1. Светло-коричневые с многочисленными органическими остатками;
2. Светло-розовые без фрагментов органики.

Первая разновидность обломков имеет более крупные размеры по отношению ко второй. Они состоят из многочисленных остатков криноидей, водорослей и раковин. Эти органические остатки цементированы мелкокристаллическим кальцитом. Криноидеи представлены как в виде члеников округлой неправильной формы, полностью заполненных глинистым веществом, так и с внутренним скелетом, в виде звезд, замещенных мелкокристаллическим кальцитом.

Второй вид обломков имеет небольшие размеры - до 3 см. Они сложены плотным светло-розовым мраморизованным известняком, в котором отсутствуют включения органических остатков. В шлифе эти обломки представлены серым однородным глинистым веществом криптозернистой структуры. Некоторые обломки рассечены тонкими жилами кальцита двух генераций.

Размер обломков (от первых мм до 10 см), а также их остроугольная форма, указывают на формирование данной разновидности на месте. Брекчиевидные известняки этой группы генетически и пространственно связаны с древними карстовыми провалами. Иногда, они образуют маломощные жилы, заполненные глинисто-карбонатным материалом.

Коралловые мраморизованные известняки представлены породами коричневого цвета с белыми пятнами (кораллами) цилиндрически-округлой формы, имеющими четкие контуры.

Срезы кораллов в поперечнике имеют вид цветков округлой формы с радиально-лучистым внутренним строением. Центр кораллового цветка замещен среднезернистым белым кальцитом. Замещение кальцитом происходит с сохранением первичной структуры, при этом, формировалась зональность, проявленная в разном размере зерен кальцитовых агрегатов: в центре отмечается более крупнозернистый кальцит, а контуры кораллового цветка выполнены концентрически-зональным мелкозернистым кальцитом. Кораллы представляют собой класс *Anthozoa* (коралловые полипы) и относятся к четырехлучевым кораллам (ругозам) (рис. 3.9) [60].

Ругозы являются кишечнополостными морскими животными, ведущими прикрепленный образ жизни. Скелет у них известковый, состоит из чашечек или трубочек (кораллитов) с вертикальными перегородками (септами) и поперечными перегородками (днищами). Для коралловых колоний характерна кустистая, древовидная форма роста, т.е. кораллиты расположены свободно или соединяются боковыми и подошвенными выростами. Колониальные кораллы живут в мелководной зоне теплых морей и строят коралловые рифы.

Коричневая порода, выполняющая роль цемента, сложена мелкозернистым кальцитом с примесью глинистого вещества и гидроксидов железа. Последние определяют цвет породы. Соотношение основных компонентов 90:8:2.

Под микроскопом хорошо просматриваются губки, спикулы иглокожих, имеющие арагонитовый состав, членики и стебли криноидей, а также многочисленные обломки раковин. Иногда можно наблюдать микрожеоды (размер от 1 до 3 мм) с кристалликами кальцита.

Кораллы являются рифостроителями и характеризуют условия сильных течений в зоне прибоя теплых морей, с температурой воды не ниже 20° С, нормальной солености (от 32 до 38 ‰) и к тому же прозрачной [61].



Рисунок 3.9 - Четырехлучевые кораллы (ругозы) в коралловом мраморизованном известняке, карьер Мраморный (месторождения Биюк-Янкойское), с. Мраморное.

Мраморизованные известняки Судакского синклиория характеризуются темно-серым цветом и резким запахом сероводорода при механическом воздействии. Залегают фитогенные известняки на мощной толще (5-8 км) средне- и верхнеюрских флишеподобных глинистых пород и конгломератов.




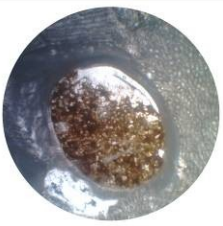

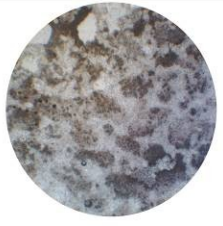
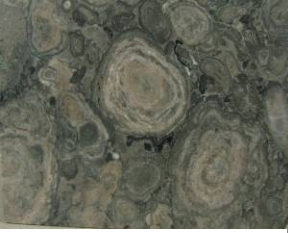
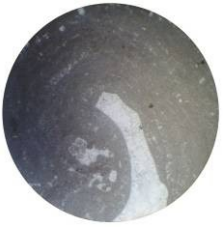
Согласно классификации В.П. Маслова (1960) и R. Riding (1991) *фитогенные известняки* Крыма подразделяются на две основные группы: известковые водоросли (водорослевые известняки) (табл. 3.3); строматолиты и онколиты (табл. 3.4) [62, 63].

Известковые водоросли. Одним из важных породообразующих компонентов данных разновидностей являются водоросли. Твердый карбонат, который отлагается благодаря жизнедеятельности водорослей, осаждается из раствора при фотосинтезе.

Таблица 3.3 - Морфологические типы верхнеюрских фитогенных мраморизованных известняков Судакского синклинория

Генетический тип		Фото шлифа	Петрографическая характеристика
Лепешкообразные			Фрагменты зеленых водорослей, замещенных мелкокристаллическим кальцитом. Текстура слабослоистая, структура от микро - до мелкозернистой. 100 % кальцитовый состав, насыщенный углистым и органическим веществом.
Лентообразные			Серо-белый кальцит, полностью замещающий водорослевой скелет. Текстура плотная, биоморфная, структура от микро - до среднезернистой. 100 % кальцитовый состав.
Клубкообразные			Фрагмент водорослевой ткани с клетчатым строением. Текстура биоморфно-обломочная, структура пелитоморфная, от микро до среднезернистой. Кальцит -60%, кварц -15%, глауконит-10%, плагиоклаз -5%, органическое вещество.
Веткообразные			Фрагмент ветки водоросли, замещенной кристаллическим кальцитом. Текстура биоморфная, структура пелитоморфная до среднезернистой. 100 % кальцитовый состав, насыщенный углистым и органикой.

Таблица 3.4 - Морфологические типы верхнеюрских фитогенных мраморизованных известняков Судакского синклинория (строматолиты и онколиты)

Морфологический тип	Морфологический тип	Фото шлифа	Петрографическая характеристика
Желваковый (веерообразный)			Кальцитовое ядро в центре желвака, представленного в виде неправильно изгибающихся нитей и сгустков. Текстура веерообразная, структура от мелкозернистой до пелитоморфной. Мелкозернистый карбонат с примесью углистого и органического вещества.
Волнистый (облакообразный)			Мелкозернистые агрегаты кальцита, расположенные хаотично и выполняющие овоиды раковин. Текстура волнистая, структура пятнистая, биоморфная. 100 % кальцитовый состав, насыщенный углистым и органическим веществом.
Сгустковый (с неясной слоистостью)			Неясно выраженные кальцитовые слои в виде разводов и сгустковых скоплений. Текстура плотная, биоморфная. Структура пелитоморфная, от микро до крупнозернистой. 100 % кальцитовый состав, насыщенный углистым и органическим веществом.
Онколит			Тончайшие нити цианобактерий, оплетающие зародыш (фрагмент органики). Текстура пятнистая, структура от мелкокристаллической до криптозернистой. Тонкозернистый кальцит с примесью органического и глинистого вещества.

Точно также, карбонат кальция отлагается внутри клеток и в стенках водорослей. Твердый осадок является результатом выделения углекислого кальция водорослями из воды, в которой они обитают. Известь выделяется в виде мелких субмикроскопических отдельных кристалликов, соединяющиеся в сгустковые скопления и образующие плотные массы. Морские водоросли обитают на глубине менее 60 м, не заходя глубже коралловой зоны (284 м). Они подвергаются раздроблению и промыванию волнами и течениями [64].

Среди известковых водорослей, обнаруженных в Судакском синклинии, встречаются не только сине-зеленые, но и бурые, красные и зеленые разновидности. Они имеют верхнеюрский возраст и по морфологическим признакам подразделяются на: лепешкообразные, лентообразные и клубкообразные известковые водоросли.

Лепешкообразные известковые водоросли представлены плоскими слабовыпуклыми «лепешками», утолщенными на краях (рис. 3.10). Порода имеет буровато-черный цвет со слабовыраженной слоистостью. Слои тонкие, до 2-3 мм, некоторые из них имеют более светлую окраску. Известняк рассечен тонкими нитевидными трещинами размером до 1,5 мм, выполненными светло-серым кальцитом.

В некоторых местах просматриваются более крупные прожилки, до 2 см длиной, замещенные светло-серым кристаллическим кальцитом.

Также, в некоторых образцах видны отдельные кристаллы кальцита (до 1,5 мм) молочно-белого цвета. Трещины заполнены двумя генерациями кальцита и имеют секущий характер по отношению друг к другу. При изучении образцов под биноклем четко просматривается клетчатое строение водорослевой ткани.

На поверхности каждой «лепешки» образуется известковая корка серовато-белого, а иногда желтоватого цвета, на поверхности которой просматривается четко выраженная зональность, представленная чередуемым переходом от более темного серого цвета к светло-коричневому.

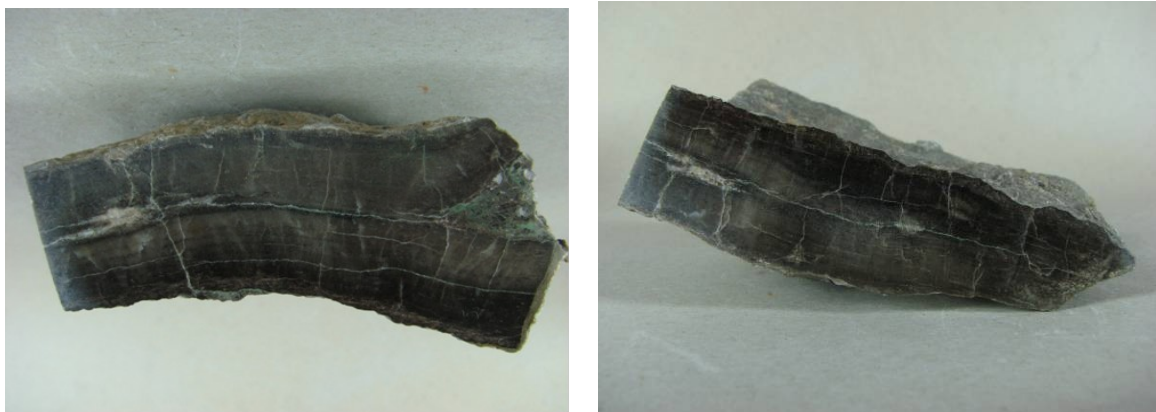


Рисунок 3.10 - Лепешкообразные известковые водоросли, слагающие г. Сокол и Орел, пос. Новый Свет, г. Судак

Порода имеет буровато-черный цвет со слабовыраженной слоистостью. Слои тонкие, до 2-3 мм, некоторые из них имеют более светлую окраску. Известняк рассечен тонкими нитевидными трещинами размером до 1,5 мм, выполненными светло-серым кальцитом. В некоторых местах просматриваются более крупные прожилки, до 2 см длиной, заполненные светло-серым кристаллическим кальцитом. Жилы представлены двумя генерациями и имеют секущий характер по отношению друг к другу.

Под микроскопом просматривается большое обилие различных видов водорослей: диатомовые, зеленые, бурые (рис. 3.11). Также встречены обломки раковин пелеципод и других микроорганизмов.

Слабослоистым известковым водорослям присуща плотная, пятнистая текстура. Структура биоморфная от микро- до мелкозернистой.

Минеральный состав: кальцит -100 %. Кальцит представлен в шлифе двумя генерациями. Первая генерация (10 %) - это мелкозернистые агрегаты кальцита, с размером 0,01-0,1 мм, расположенные хаотично в виде неправильно-округлых обособлений размером до 0,2-0,3 мм. Минерал бесцветен, но из-за псевдоабсорбции кажется, что он меняет свою окраску от бесцветной до серой. Характерна совершенная спайность по ромбоэдру. Показатели преломления: $n_g=1,486$; $n_p=1,658$, величина двупреломления 0,172.



Рисунок 3.11 - Фрагменты зеленых водорослей в лепешкообразных разновидностях – 1. Зеленые водоросли, тип Chlorophyta, род Vermiporella Stolley, 1893, увеличение 40^x; 2. Thalassiosia nordenskioldii Cleve.: вид со створки, поперечное сечение, увеличение 40^x

Вторая генерация (90 %) – это пелитоморфный кальцит желтовато-серого цвета в виде комковатых выделений.

Лентообразные (канатообразные) известковые водоросли. Данная разновидность представлена светло-серыми и молочно белыми образованиями, залегающими в обнажении в виде лент (канатов) и имеет 100 % кальцитовый состав (рис. 3.12).

Молочно-белые разновидности представляют собой породы, полностью сложенные серовато-белым кальцитом, замещающим водорослевой скелет. Водорослевые фрагменты сильно перекристаллизованы, поэтому четкого клетчатого строения в них не видно, в образцах просматриваются лишь мелкие (до 0,5 мм) поры, замещенные светло-серым кальцитом и отдаленно напоминающие строение клеток ткани водоросли.



Рисунок 3.12 - Известковые водоросли пос. Грушевка, Судакский район
– 1. Молочно-белые разновидности известковых лентообразных водорослей;
2. Светло-серые разновидности лентообразных известковых водорослей

Порода слабо трещиновата, в основном, трещины наблюдаются в краевых частях агрегата. Трещины тонкие, нитевидные (до 0,5 мм шириной, до 2 см длиной), располагаются параллельно друг другу и перпендикулярно краевым частям лентовидной карбонатной жилы. Поверхностные участки поверхности породы представлены серым кристаллическим кальцитом, отдельные кристаллы которого единично присутствуют в средней части «ленты». Поверхность этих границ покрыта комковатой известковой коркой желтовато-белого цвета.

Светло-серые разновидности представлены известковыми «лентами» (канатами), имеющими внутреннее узорчатое строение, повторяющее рисунок кустообразных ветвей водоросли. При полировке образцов данной разновидности просматриваются сечения «веточек», которые выполнены светло-серым кальцитом. В пределах каждого сечения (примерно через 1 мм) отмечается система перегородок, выполненных темным кальцитом и ориентированных перпендикулярно оси.

При микроскопическом изучении отчетливо просматриваются фрагменты сине-зеленых и бурых водорослей. Текстура плотная. Структура биоморфная от микро - до среднезернистой. Кальцит представлен в шлифе двумя генерациями. Первая генерация - это среднезернистые агрегаты

кальцита, размером 0,1-1 мм. Минерал бесцветен, но из-за псевдоабсорбции, кажется, что он меняет свою окраску от бесцветной до серой. Характерна совершенная спайность по ромбоэдру. Показатели преломления: $n_g=1,486$; $n_p=1,658$, величина двупреломления 0,172. Вторая генерация – это пелитоморфный кальцит желтовато-серого цвета в виде комковатых выделений.

Клубкообразные известковые водоросли. Рыхлые, серые породы, состоящие из окаменелых водорослей, переплетены (в виде «клубка червей») (рис. 3.13). Порода имеет глинистый цемент, поэтому легко разрушается в воде и плохо полируется. Цемент темно-коричневого цвета, рыхлый, похожий на торф.

В известковых клубкообразных водорослях установлен пирит, образующий каемки по контуру водорослевой отдельности, а также мелкую вкрапленность внутри. Полости известковых водорослей заполнены терригенным (глинисто-песчанистым) материалом. Иногда терригенный материал резко переходит в белый кальцит. Форма известковых водорослей округлая, на поверхности наблюдается штриховка.



Рисунок 3.13 - 1. Клубкообразные известковые водоросли; 2. Каемки пирита по контуру водоросли.

При изучении шлифов установлены фрагменты водорослевой ткани с клетчатым строением (рис. 3.14).

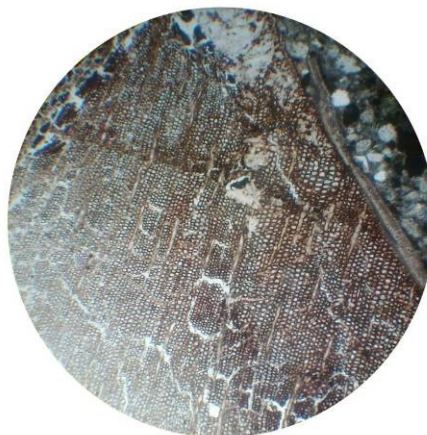


Рисунок 3.14 - Фрагмент водорослевой ткани в шлифе в клубкообразных известковых водорослях с клетчатым строением, увеличение 40х.

Минеральный состав: кальцит - 60 %, кварц -15 %, глауконит - 10 %, плагиоклаз - 5 %, органическое вещество.

Кальцит представлен в шлифе тремя генерациями. Первая генерация - это мелкозернистые агрегаты кальцита, размером 0,01-0,1 мм, выполняющего раковины. Минерал бесцветен, но из-за псевдоабсорбции, кажется, что он меняет свою окраску от бесцветной до серой. Характерна совершенная спайность по ромбоэдру. Показатели преломления: $n_g=1,486$; $n_p=1,658$, величина двупреломления 0,172. Вторая генерация – это пелитоморфный кальцит, выступающий в качестве базального цемента для обломочного материала породы. Третья генерация – это зерна кальцита, размером 0,1-1 мм, имеющие волнистое погасание и выполняющие остатки раковин и водорослей.

Кварц наблюдается в виде угловатых обломков, размер которых не превышает 0,01 мм. Представлен бесцветными зернами, показатель преломления $n_g=1,543$, величина двупреломления 0,009.

Глауконит представлен изометричными, неправильно-округлыми зернами ярко зеленого цвета размером 0,01-0,03 мм. Плеохроирует от желто-

зеленого до темно-сине-зеленого. Показатели преломления $n_p=1,592-1,612$; $n_m= 1,613-1,643$; $n_g=1,614-1,644$. Величина двупреломления $0,022-0,032$. Угасание прямое, удлинение положительное.

Плагиоклаз (альбит-олигоклаз) наблюдается в виде угловатых обломков, размер которых не превышает 0,01 мм. Представлен бесцветными зернами, показатель преломления $n_g=1,525-1,545$, величина двупреломления 0,006. Иногда наблюдается полисинтетическое угасание.

Строматолиты - сложные по морфологии и внутренней структуре, слоистые карбонатные образования, которые обязаны своим происхождением жизнедеятельности определенных сообществ сине-зеленых водорослей и цианобактерий, осаждающих и концентрирующих карбонатное вещество различными способами [65]. Сине-зеленые водоросли обитают на дне пресноводных или морских водоемов, при условиях хорошей освещенности, на мелководье. Строматолиты образуют постройки или целые пласты, которые состоят из бугров, столбиков или волн. Строматолиты состоят из кальцита. Второстепенную роль играют мелкие терригенные зерна и глинистое вещество, рассеянные в карбонатной массе.

В свою очередь группа строматолитов подразделяется по морфологическим признакам на: желваковые (веерообразные), волнистые (облакообразные), сгустковые с неясной слоистостью и онколиты (представляют собой округлые тела той же природы, что и строматолиты, но не прикрепленные к субстрату, а свободно лежащие на дне водоема).

Строматолит желваковый (веерообразный) группы *Collenia flabelliformis granulosa* (Маслов В.П. 1960г.) (колления веерообразная) [66]. Плотные веерообразные (почковидные) стяжения с зернистыми слоями разной плотности и прозрачности.

Строматолит желвакообразный (веерообразный) представлен карбонатным образованием, имеющим темно-серый цвет, обусловленный примесью углистого и органического вещества, и натечную форму агрегатов в виде почек (желваков) размером от 2,5 до 4 см (рис. 3.15).



Рисунок 3.15 - Желвакообразные строматолиты, карьер Караджа, Судакский район – 1. Вид строматолита в природном сколе; 2.

Отполированный срез образца

В центральной части каждого желвака находится кальцитовое ядро, представленное обломком органики. Поверхность почек покрыта тонкой карбонатной коркой темно-серого цвета с немногочисленными белыми пятнами в виде известкового налета. В отполированных срезах четко просматриваются концентрически-зональные слои различной окраски, от черных, до светло-серых. Слои имеют вид неправильно извивающихся нитей и сгустков. Порода сильно трещиновата. Трещины нитевидные (до 1 мм) и переплетены между собой. По химическому составу относятся к обычным карбонатным породам: SiO_2 – 7,7; Al_2O_3 – 0,42; Fe_2O_3 – 0,90; FeO – 0,75; TiO_2 – 0,045; P_2O_5 – 0,030; MnO – 0,03; CaO – 48,0; MgO – 1,75; SO_3 – 0,321; K_2O – 0,1; Na_2O – 0,2; п.п.п. 40,0.

Макроструктура (*flabelliformis*) – веерообразная в виде почек, которые разрастаются во все стороны и в вертикальном сечении напоминают веер [67]. Слои строматолита образованы мелкозернистым карбонатом с некоторой примесью углистого и органического вещества, которое распределено по отдельным темным слоям. Микроструктура мелкозернистая (*granulosa*), которая возникает в результате перекристаллизации.

Волнистые (облакообразные) строматолиты. Строматолит пластовый группы *Collenia nubeculartformis glebulosa* (Маслов В.П. 1960г.) (колления облаковидная сгустковая) [67]. Строматолит представлен серым мраморизованным известняком с волнистым (облакообразным) текстурным рисунком. Волнистая текстура представлена выпуклыми вверх слоями (буграми) до 2 см в ширину, располагающимися один над другим (рис. 3.16).

Слои имеют неправильную облаковидную форму. В нижней части они представлены более темным серым цветом, а кверху, постепенно освещаются в светло-серый цвет по направлению к следующему слою. Эти слои образуют неправильные почковидные мелкие выступы, которые имеют вид неправильных разрастающихся вверх столбиков, часто сливающихся между собой в один общий почковидный вырост [68].

В вертикальном разрезе такие выросты имеют веерообразный вид. В отполированном срезе просматриваются небольшие пятна рыжего цвета, образующиеся вследствие выщелачивания пирита. В образцах просматриваются мелкие нитевидные трещинки, залеченные светло-серым кальцитом, а также небольшие (от 2 до 4 мм) пустоты, инкрустированные белыми кристалликами кальцита по краю.



Рисунок 3.16 - Волнистый (облакообразный) строматолит группы *Collenia nubeculartformis glebulosa*, карьер Караджа, Судакский синклинорий

Химический состав: SiO_2 – 0,6; Al_2O_3 – 0,22; Fe_2O_3 – 0,28; FeO – 0,46; TiO_2 – 0,015; P_2O_5 – 0,109; MnO – 0,04; CaO – 53,2; MgO – 1,05; SO_3 – 0,194; K_2O – <0,1; Na_2O – 0,05; п.п.п. 43,0.

В шлифах просматривается биоморфная, пятнистая текстура и от микро- до среднезернистой микроструктура. Порода на 100 % сложена кальцитом. Кальцит представлен в шлифе двумя генерациями. Первая генерация - это мелкозернистые агрегаты кальцита, с размером зерен 0,5-1 мм, расположенные хаотично по шлифу и выполняющие овоиды раковин. Минерал бесцветен, но из-за псевдоабсорбции, кажется, что он меняет свою окраску от бесцветной до серой. Характерна совершенная спайность по ромбоэдру. Показатели преломления: $n_g=1,486$; $n_p=1,658$, величина двупреломления 0,172. Вторая генерация – это пелитоморфный кальцит желтовато-серого цвета в виде комковатых выделений, цементирующий скопления раковин.

Строматолиты сгустковые с неясной слоистостью обладают темно-серым цветом и сложной текстурой с неясно выраженными слоями в виде разводов и сгустковых скоплений [69]. Слои образуют облачный рисунок и имеют вид неправильно изогнутых нитей почти черного цвета, за счет насыщения карбоната углистым и органическим веществом (рис. 3.17). В некоторых местах нити образуют небольшие (до 3 см) столбики, состоящие из близкорасположенных веерообразных слоев. В отполированном срезе просматриваются немногочисленные мелкие трещинки, заполненные микрозернистым желтоватым кальцитом. Внешняя поверхность породы покрыта микрозернистой карбонатной коркой желто-коричневого цвета.



Рисунок 3.17 - Строматолит сгустковый с неясной слоистостью, карьер Караджа, Судакский район

Текстура плотная, биоморфная. Микроструктура пелитоморфная, от микро- до крупнозернистой. Порода на 100 % состоит из кальцита. Кальцит представлен в шлифах двумя генерациями. Первая генерация (15 %) - это мелкозернистые агрегаты кальцита, с размером зерен 0,01-0,1 мм, расположенные хаотично по шлифу в виде неправильно-округлых обособлений. Минерал бесцветен, но из-за псевдоабсорбции, кажется, что он меняет свою окраску от бесцветной до серой. Характерна совершенная спайность по ромбоэдру. Показатели преломления: $n_g=1,486$; $n_p=1,658$, величина двупреломления 0,172. Вторая генерация (85 %) – это пелитоморфный кальцит желтовато-серого цвета в виде комковатых выделений, выполняющих скопления раковин.

Онколиты представлены светло-серыми и серыми породами, имеющими вид округлых, слоистых, шаровидных образований неправильной формы (от 0,5 до 2 см диаметром) (рис. 3.18).

Они сцементированы между собой карбонатным тонкозернистым кальцитом с примесью органического и глинистого вещества. Границы округлостей неправильные, иногда имеют извилистый вид.

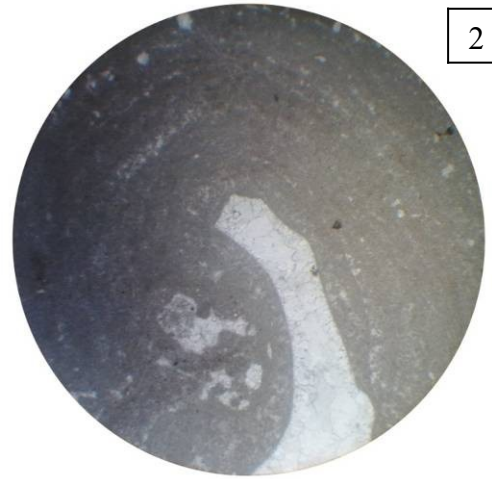
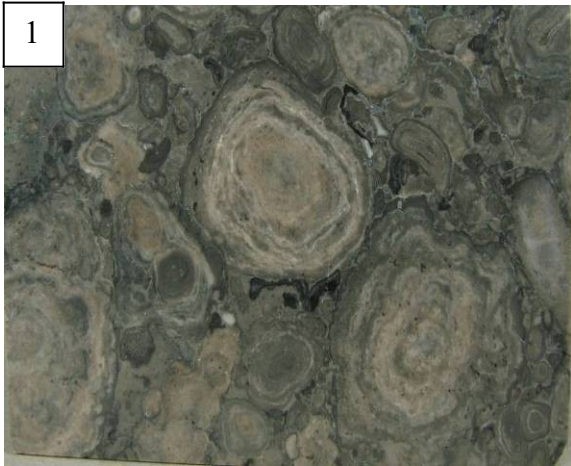


Рисунок 3.18 - Онколит, карьер Караджа, Судакский район

1. Отполированная пластина онколита; 2. Вид онколита в шлифе, в центре просматривается зародыш (фрагмент органики), замещенный кристаллическим кальцитом, ув. 40^x.

Слои представлены тончайшими нитями (нити цианобактерий), которые оплетают зародыш. Зародышем является фрагмент какой-либо раковины или органического остатка [70]. Цвета слоев чередуются от темно-серого по контуру онколита и до желтовато-серого и почти белого. Зародыш замещен белым или светло-серым агрегатом кальцита. В отполированных образцах просматриваются немногочисленные трещинки, проходящие по контуру шаровидных округлостей.

Структура сгустковая с элементами реликтовой, органогенной. Порода представлена в целом (на 80 %) микритовым матриксом, состоящим из тонкозернистого кальцита с примесью органического вещества и глинистых минералов. До 20 % объема приходится на раскристаллизованный кальцит, выполняющий поры и заместивший фрагменты органических остатков, с размером зерен 0,1-0,2 мм. Кальцит такой же размерности замещает фрагменты органических остатков. На отдельных участках наблюдаются ромбоэдры доломита.

3.3 Влияние минералов-примесей на окраску мраморизованных известняков

С целью исследования причин окраски мраморизованных известняков и диагностики минералов - примесей, входящих в их состав, были выполнены рентгенофазовый и дифференциальный термический анализы образцов в лаборатории Украинского государственного химико-технологического университета (аналитик Полякова Е.А.).

Рентгенофазовый анализ выполнен на дифрактометре ДРОН-3, $\text{Cu-K}\alpha$ излучение. По результатам анализа, во всех изученных пробах главным минералом является кальцит ($d=3,02 \text{ \AA}$ и др.). На большинстве дифрактограмм наблюдаются, кроме того, рефлексы в малоугловой области, характерные для глинистых минералов. Эти минералы представлены высокодисперсными слоистыми силикатами (группы каолинита, монтмориллонита, гидрослюды и др.). Для их точной диагностики необходимо рентгенометрическое исследование ориентированных препаратов, однако низкое содержание названных минералов в изучаемых породах не дало возможности выделить необходимую фракцию и изготовить ориентированные пробы.

Полученные рентгенограммы интерпретировались совместно с изучением кривых дифференциального термического анализа (ДТА) (дериватограф Q-1500 Д) тех же образцов, что позволило выявить следующие минералы-примеси: хлориты, иллит, монтмориллонит, глауконит, эпидот.

На кривых ДТА всех изученных проб наблюдается интенсивный эндотермический эффект с максимумом при $T 930 \text{ }^\circ\text{C}$, характерный для кальцита. Кроме того, на термограммах ряда проб зарегистрированы слабые экзо- и эндотермические эффекты, вызванные примесями. По температурному интервалу термических эффектов и общей геометрии кривых ДТА диагностированы следующие соединения - примеси:

железистый хлорит, иллит, монтмориллонит, органическое вещество, гетит, лепидокрокит.

Железистые хлориты (шамозит, тюрингит) идентифицированы по экзотермическому эффекту с максимумом при T 400-450 °С, после которого отмечается эндотермический эффект. При нагревании до этой температуры происходит окисление двухвалентного железа, содержащегося в минерале, после чего — выделение из него конституционной воды и разрушение кристаллической структуры. На термограммах глауконит и железистый хлорит имеют экзотермический эффект, вызванный окислением двухвалентного железа. Однако, температура этого эффекта у глауконита указана в литературе как 350 °С, а у хлоритов она несколько выше.

Монтмориллонит и гидрослюды (иллит, глауконит) по справочным данным имеют на кривых ДТА характерный эндотермический эффект в интервале 100-200 °С, который не отмечается на большинстве полученных термограмм. Форма полученных кривых ДТА в начале нагревания показывает постепенное повышение температуры, что объясняется влиянием примеси органического вещества: происходит наложение разных по знаку термических эффектов.

На термограммах присутствие органического вещества проявляется в виде экзотермического эффекта с максимумом при температурах 280 °С (проба 2), 260 °С (проба 4, 7), 300 °С (проба 9). Температура начала этого эффекта отвечает 240-250 °С. В образцах с серой окраской температура начала экзотермического эффекта выше (300 °С), а максимум при T 350 °С (пробы 10, 11).

Для гетита на кривых ДТА характерен сильный эндотермический эффект в интервале температур 300-400 °С, затем слабый эффект при T 680 °С. На ряде изученных термограмм отмечается первый из этих эффектов, вызванный дегидратацией соединения и его переходом в $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$. При рентгенометрическом исследовании гетит не был обнаружен. Это можно объяснить очень низким содержанием минерала в породе. Однако при

минераграфических исследованиях некоторых образцов гетит был диагностирован, вероятно, данный факт обусловлен неравномерностью распределения гетита в изученных образцах.

Установлено, что коричневая окраска пород обусловлена примесями органического вещества (ОВ), дисперсного гетита и железистого хлорита.

В шлифах ОВ почти непрозрачно, имеет бурую окраску. С примесью органического вещества также связана серая и темно-серая окраска мраморизованных известняков. Зеленая окраска определяется примесью хлорита и глауконита.

3.4 Основные рудные минералы в мраморизованных известняках горного Крыма

При изучении минерального состава мраморизованных известняков во многих разновидностях была выявлена видимая рудная минерализация, для изучения которой были проведены исследования вещества мраморизованных известняков в отраженном свете.

В результате проведенных исследований было установлено, что основные рудные минералы представлены гетитом, лепидокрокитом, халькопиритом и пиритом.

Гетит наиболее распространен и наблюдается в виде агрегатов голубовато-серого цвета с коэффициентом отражения $R - 14 - 16 \%$, двуотражение слабое, с отчетливо выраженным эффектом анизотропии и буро-желтыми внутренними рефлексами. Развивается в виде агрегатов ячеистой и колломорфной микроструктур (рис. 3.19).

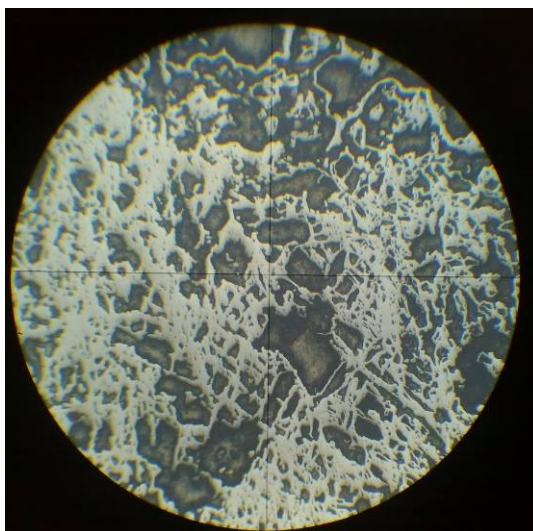


Рисунок 3.19 - Ячеистая структура гетитовых агрегатов в криптогенном мраморизованном известняке. Свет отраженный, николи параллельны, ув.150^x

Лепидокрокит - редко встречаемый минерал в составе изученных образцов, формирующий тонкопластинчатые агрегаты, часто переходящий в агрегаты гетита (рис. 3.20). Коэффициент отражения R – 16-20%, светло-серого цвета, с отчетливым двуотражением и отчетливой анизотропией, внутренние рефлексии коричнево-красные.

Халькопирит встречается в основном в агрегатах совместно с пиритом. Коэффициент отражения R – 47 %, слабо выраженный эффект анизотропии, тв. 4,5. Развивается в виде агрегатов аллотриоморфной структуры, часто замещая пирит. В некоторых образцах отмечается замещение халькопирита борнитом.

Пирит довольно распространен и представлен в основном псевдоморфозами избирательного замещения фрагментов органогенных остатков в изученных мраморизованных известняках (рис. 3.21).

Коэффициент отражения R – 50-53%, соломенно-желтого цвета, изотропен. Иногда наблюдается замещение агрегатов пирита гетитом.

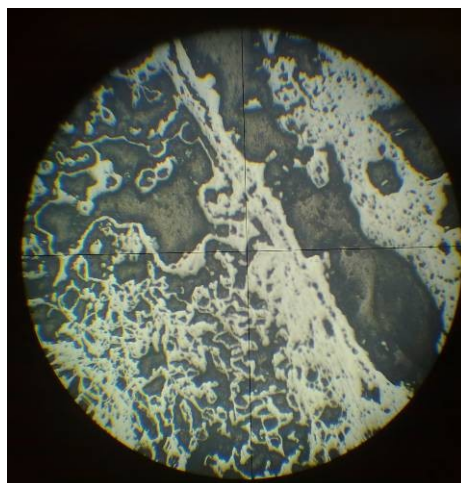


Рисунок 3.20 - Ячеисто-колломорфная структура гетит-гидрогетитовых агрегатов в сочетании с жильной микротекстурой агрегатов лепидокрокита в органогенно-обломочном мраморизованном известняке. Свет отраженный, николи параллельны, ув.150^x

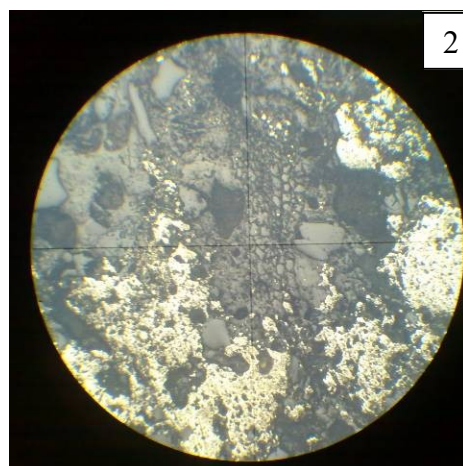
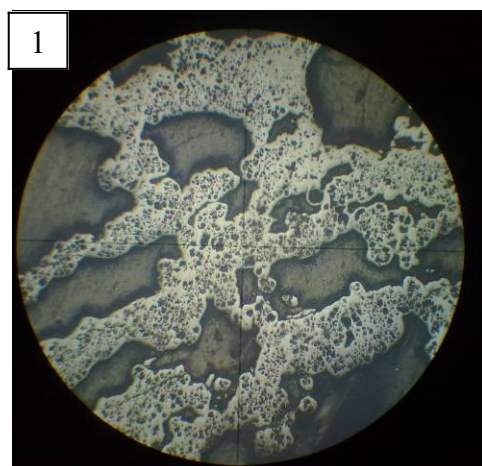


Рисунок 3.21 - 1 Колломорфные выделения гетита в органогенно-обломочном мраморизованном известняке, 2 реликтово-псевдоморфные структуры замещения пиритом органогенных реликтов. Свет отраженный, ник. параллельны, ув.150^x

Выводы к разделу 3.

1. Впервые были выделены четыре генетические разновидности декоративных верхнеюрских мраморизованных известняков Юго-Западного, Восточно-Крымского и Судакского синклиналиев Крыма: 1. Криптогенные мраморизованные известняки; 2. Кластогенные мраморизованные

известняки; 3. Коралловые мраморизованные известняки; 4. Фитогенные мраморизованные известняки.

2. Впервые, массив Караджа, расположенный в Судакском синклинии, определен как строматолитовый массив. Следует заметить, что верхнеюрские карбонатные породы были описаны ранее в работах Д.В. Соколова и М.В. Муратова (1969), как кораллово-водорослевые известняки.

3. Верхнеюрские фитогенные известняки залегают на флишеидных породах в виде самостоятельных массивов, для них характерен темно-серый цвет, запах сероводорода, и специфическое внутреннее строение при полировке, что позволило их разделить на несколько видов.

4. Выявлены отличительные признаки строматолитовых образований, которые позволяют отличать их от других, контактирующих с ними разновидностей мраморизованных известняков, расположенных в Юго-Западном и Восточно-Крымском синклиниях.

5. На основании изучения вещественного и минералогическо-петрографического состава выделено две генетические группы фитогенных известняков Судакского синклинии: 1. Известковые водоросли, 2. Строматолитовые известняки. Охарактеризованы процессы формирования каждой выделенной разновидности.

6. Установлена взаимосвязь между минералами-примесями в мраморизованных известняках и их окраской.

РАЗДЕЛ 4

ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЦВЕТНОГО МРАМОРИЗОВАННОГО ИЗВЕСТНЯКА

История применения мрамора начинается с древних веков и продолжается до наших дней. Греки считали мрамор, камнем богов, имея в виду, его высокие скульптурные качества [71]. Благодаря способности пропускать свет создается легкий светящийся ореол, который повторяет контуры скульптуры. Помимо этого, он обладает уникальными пластическими возможностями. Эти свойства камня, которые характерны для лучших сортов мрамора, античные мастера использовали для создания скульптур.

В наши дни мрамор находит широкое применение в повседневной человеческой деятельности. Здания и сооружения, создаваемые с использованием этого камня на протяжении длительного периода (столетия и тысячелетия) сохраняют свои прочностные и декоративные свойства [72, 73]. Тем самым, формируется культура нации, цивилизации и всего человечества.

Обороты индустрии мраморизованных известняков более чем в 2,5 раза превышают обороты алмазодобывающей отрасли. Также как и алмаз, мрамор традиционно служит для изготовления предметов роскоши и, соответственно, ориентирован на определенный сегмент рынка [74]. Во многих странах (Италия, Испания, Китай, Индия и т.д.) эта отрасль является существенной частью национальной экономики, о чем свидетельствуют объемы продаж в экспортно-импортном балансе.

4.1 Классификация изделий из мраморизованных известняков и технологические требования к сырью

На мировом рынке именно декоративным характеристикам принадлежит главенствующая роль при оценке камня. Архитекторы и дизайнеры отмечают в камне либо однородность цвета, т.е. способность больших площадей служить фоном, либо наоборот, пейзажность, рисунчатость, когда прожилки различного цвета причудливо переплетаются, что приводит к уникальности каждого из фрагментов, объединенных одной художественной композицией [75].

Важную роль в формировании декоративности горных пород играет рисунок: например, среди мраморизованных известняков высоко ценятся пейзажные, коралловые, брекчиевидные, облачные, строматолитовые и светло-серые декоративные разновидности. Высокая оценка декоративности горных пород должна подтверждаться соответствующим спросом на изделия из данного сырья.

Эталоном декоративности для мраморизованных известняков служит руинный мрамор (Италия, г. Флоренция). Руинный мрамор – уникальный по своему рисунку самоцвет, напоминающий руины и развалины древних городов. Картины из руинного мрамора отличаются высокой декоративностью и находятся во многих музеях мира [76]. Эта разновидность мрамора имеет очень высокую стоимость. Некоторые из образцов мраморизованных известняков Крыма имеют сходство с руинным мрамором и могут претендовать на достойное место на рынке камнесамоцветного сырья.

Пестроцветные мраморизованные известняки Крыма верхнеюрского возраста часто имеют нежный светло-серый или кремовый цвет с красивым рисунком по трещинам белого кальцита. Также, присутствуют пестроцветные декоративные разновидности от желто-оранжевых до

насыщенно красных и темно-серых цветов. Особенный колорит и декоративность им придают оригинальные контуры раковин, моллюсков, кораллов и веточек водорослей. Также, мраморизованные известняки хорошо принимают зеркальную полировку, что позволяет относить их к декоративным камням.

Согласно классификации самоцветных и поделочных камней Крыма В.А. Супрычева [77], которая была составлена с учетом декоративно-ювелирных, художественных и технических свойств цветного камня, его стоимости и распространения в Крыму, мраморизованные известняки были отнесены к группе поделочных камней. К первому классу (сорт) относят коралловые мраморизованные известняки и брекчии, а ко второму – все остальные декоративные разновидности.

Среди других достоинств мраморизованного известняка как отделочного материала, который применяется в современном интерьере, можно отметить также его высокие экологические свойства. По уровню естественной радиоактивности мраморизованный известняк относят к первому классу натуральных камней и могут применять при строительстве всех типов объектов. Он обладает пористостью и способен "дышать", создавая в помещении благоприятный микроклимат. Ещё с древних времен люди знали о таком свойстве мраморизованного известняка, как бактерицидность. Облицовка мраморизованным известняком саун и ванных комнат - это как красиво, так и гигиенично. Мраморные полы хорошо служат в помещениях с повышенной влажностью благодаря противоскользящим характеристикам и пористой структуре.

В настоящее время существуют требования, по которым определяют пригодность мрамора в камнерезной промышленности:

- ГОСТ 9479 – 84 (Ст. СЭВ 6315 – 88) – "Блоки из природного камня для производства облицовочных изделий";
- ГОСТ 9479 – "Плитка облицовочная";

- ГОСТ 22856 – 89 – "Щебень и песок – декоративные из природного камня марки 600";
- ГОСТ 23845 – 86 – "Породы горные скальные для производства щебня для строительных работ";
- ГОСТ 8267 – 82 – "Щебень из природного камня для строительных работ";

Отходы от производства блочного камня – исследуются на пригодность к применению в качестве:

- ГОСТ 26873 – 86, 8736-85 – строительного песка;
- ГОСТ 23671 – 79 – сырья для стекольной промышленности;
- ГОСТ 16557 – 78 – порошка минерального для асфальтобетонных смесей.

4.2 Современные методы оценки камнесамоцветного сырья

Методы оценки камнесамоцветного сырья специфичны и отличаются от оценки других видов минерального сырья по следующим признакам [78]:

1. Для того чтобы объект камнесамоцветного сырья приобрел инвестиционную привлекательность, ему необходимо дать стоимостную оценку, которая основывается на экономических расчетах производства декоративно-художественных и ювелирных изделий. Причем специфика камнесамоцветного сырья заключается в том, что область его применения находится в искусстве. Поэтому оценка камнесамоцветного сырья – это определение качества сырья применительно к использованию, прежде всего, в декоративно-прикладном искусстве, архитектуре.

Следовательно, схема оценки камнесамоцветного сырья выглядит следующим образом: градуировка декоративных и технологических свойств – разработка дизайна результатов градуировки свойств камня – разработка

технологического процесса на изготовление изделий по дизайнерским проектам – выявление требований к качеству сырья каждого вида изделий – стоимостная и художественная оценка изделий и сырья.

2. Стоимость изделий зависит от выявленного оригинального дизайнерского решения. Оригинальность дизайнерских решений также влияет и на стоимость сырья (формирует ее). Например, алмаз до 15 века не был таким популярным. Стоимость на алмазы начала формироваться с момента получения первых бриллиантов. Особый интерес к алмазу на рынке драгоценных камней появился после разработки "идеальной" бриллиантовой огранки. Работа в этом направлении продолжается и по сей день – разработаны новые виды огранки, представляющие алмазы в "выигрышном" положении, ничуть не хуже бриллиантового стандарта.

Поэтому стоимость сырья формируется в определенной последовательности: дизайн – товар (изделие) – рынок. Главным этапом выступает дизайн, который своими оригинальными решениями формирует спрос, на что мгновенно реагирует рынок. И если спрос есть, значит, стоимость на это сырье растет.

3. При попутной добыче даже незначительные запасы камнесамоцветного сырья имеют коммерческий интерес, т.к. они могут являться коллекционным материалом. Экономически выгодно извлекать кристаллы, агрегаты, и т.п. (без механических повреждений) что служит незаменимым товаром для частных коллекций, музеев, а также сырьем для изготовления авторских ювелирных изделий.

Попутная добыча камнесамоцветного сырья повышает стоимость месторождения, и в то же время понижает себестоимость производства основной товарной продукции (при соответствующем объеме переработки).

4. Добыча и обработка цветного камня влияет на традиции и культуру народа, на территории которого находится данное минеральное сырье. Так, например, уральский малахит позволил раскрыть творческий потенциал уральских мастеров. В результате долгих поисков дизайнерского решения

был разработан метод русской мозаики, благодаря которому созданы шедевры мирового искусства. Это принесло мировую известность русским мастерам, а малахит приобрел статус русского камня, т.е. по сути, малахит стал культурной ценностью русского народа.

4.3 Критерии оценки качества цветного мраморизованного известняка Крыма

Под критериями оценки качества мраморизованного известняка, понимаются параметры, на основании которых производится оценка сырья применительно к конкретным изделиям [79].

Для крымского мраморизованного известняка не существует технических условий, а, следовательно, не существуют и критериев для его оценки качества.

В настоящее время, крымский мраморизованный известняк находит применение как сырье строительной промышленности и в сельском хозяйстве. Вместе с тем, некоторые разновидности мраморизованного известняка не уступают раскрученному бренду (руинный мрамор). Поэтому крымский мрамор остро нуждается в геммологической оценке [80], которая позволит не только выявить его декоративные разновидности, но и критерии оценки качества, область применения (дизайнерское решение) и стоимость сортовых групп, т.е. рационально и эффективно использовать уникальные месторождения Крыма, имеющие огромное значение для науки, искусства и производства сувенирной продукции, в которой остро нуждается туристический бизнес Крыма.

Решить эту задачу можно на основе геммологической оценки, разработанной в геммологическом центре ГБУЗ «Национальный горный университет» (г. Днепропетровск) [81].

В связи с этим, проводился комплекс исследований в области технологии обработки, разработки дизайнерских решений, выявлении свойств, влияющих на художественные достоинства изделий. В процессе экспериментальных работ были изготовлены декоративно-художественные изделия самого различного уровня (рис. 4.1). Это позволило установить, что критериями оценки качества мраморизованного известняка являются: размер и форма образцов, полировка, цвет, рисунок [81, 82]. В некоторых случаях критериями оценки качества мрамора могут выступать включения инородных минералов, которые придают особую оригинальность мраморизованному известняку (пейзажные картины). Вместе с тем, критерии по своему назначению подразделяются на технолого-эстетические (степень полировки, размер и форма образцов) и эстетические (цвет, рисунок). Первые определяют возможность применения камня при изготовлении тех или иных видов изделий (технические возможности камня), при этом, они влияют и на эстетическое восприятие. Вторые, определяют только художественные достоинства и некоторые эстетические нюансы.



Рисунок 4.1 - Экспериментальные декоративно-художественные изделия из мраморизованных известняков, изготовленные в Геммологическом центре ГВУЗ «НГУ»

4.3.1 Технологические критерии. Форма и размер определяются естественной трещиноватостью и способом добычи [83]. Все известные месторождения Крыма разрабатываются с применением взрывных работ, которые направлены на измельчение горного массива.

На разрабатываемых месторождениях размер обломков изучался после взрывных работ. В результате, выделено четыре основные размерные группы (рис. 4.2).

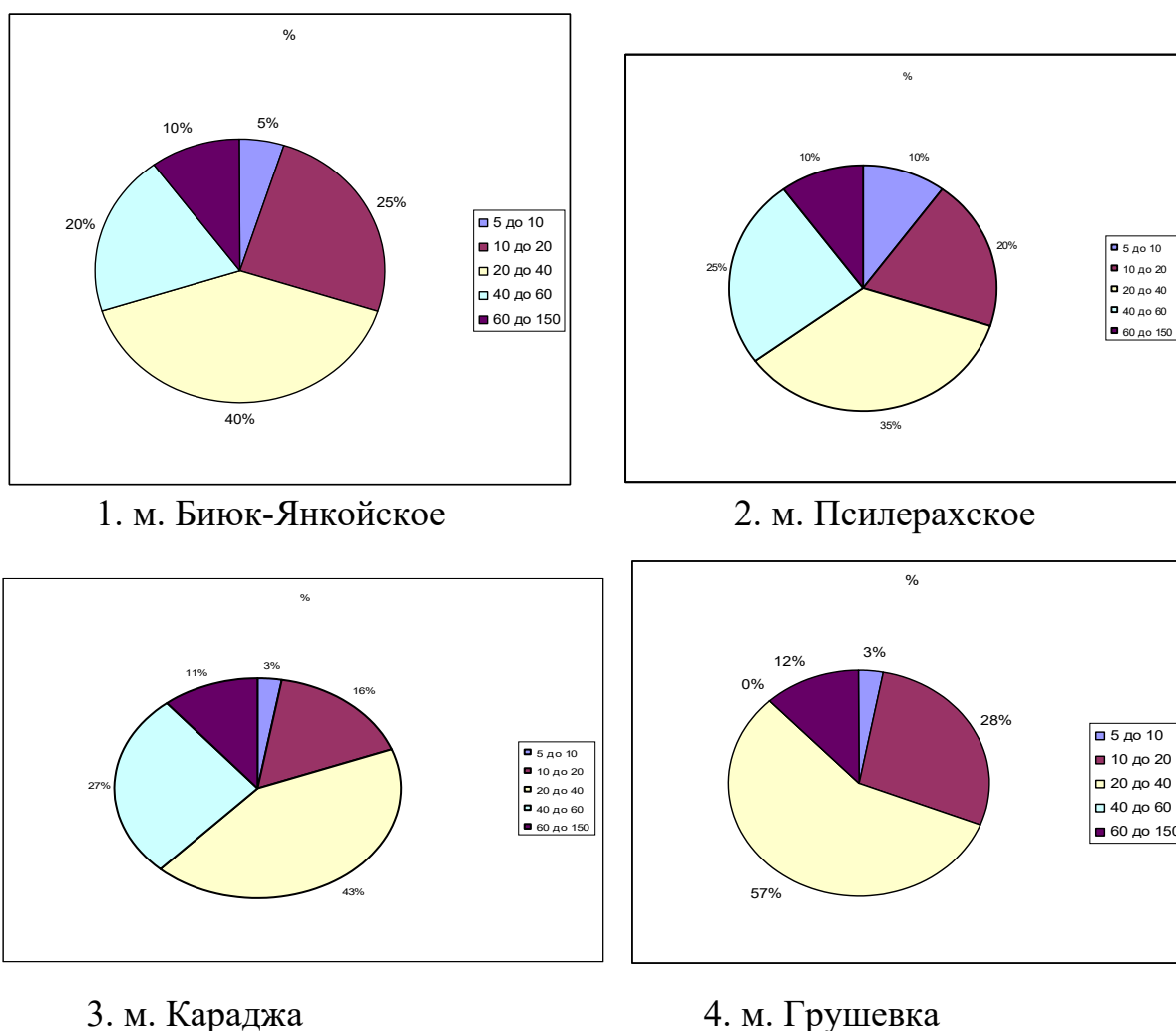


Рисунок 4.2 - Размер фракций обломков мраморизованных известняков в % содержания на некоторых месторождениях Горного Крыма

Первые три, используются в основном технологическом процессе, т.е. для получения щебня:

- мелкий - фракции размером от 5 до 20 мм;

- средний - фракции размером от 20 до 40 мм;
- крупный - фракции размером от 40 до 70 мм.

Две последние размерные группы – негабариты, которые обычно складываются вблизи отвалов на специальных площадках. Дальнейшая их судьба – дробление до нужной фракции, но уже с применением других технологий, требующих дополнительных материальных затрат.

В камнеобрабатывающей промышленности форма и размер являются определяющими при изготовлении продукции. Так, например, щебень средней и крупной фракции используется для получения декоративной гальки в галтовочных барабанах. Негабариты и размерные группы свыше 30 см используются в камнеобрабатывающей отрасли, для изготовления архитектурных элементов (балясин, колонн, лестниц). Образцы размером от 10 до 30 см, как правило, используются для изготовления мелких декоративно-художественных изделий (шары, вазы, шкатулки, бокалы и т.д.). Все это возможно при соблюдении требований, которые предъявляют тем или иным изделиям.

Трещиноватость – один из главных параметров, которое влияет на дальнейшую судьбу камня. Для получения щебня, необходимы породы с наличием высокой трещиноватости. Технология добычи построена на взрывном способе разработки месторождений.

В генетическом отношении трещиноватость подразделяется на первичную и вторичную.

Первичная (залеченная) трещиноватость формировалась в процессе преобразования карбонатных толщ в мраморизованный известняк. В результате формировались трещины усыхания, отрыва, растяжения, которые, впоследствии, заполнялись вторичным (глинисто-карбонатным) материалом. Это способствовало созданию самых различных текстур, тем самым, в некоторых случаях, повышая декоративность камня.

Вторичная трещиноватость образовывалась после того, как были сформированы уже мраморизованные известняки. Многочисленные

тектонические подвижки, вызванные региональными и локальными геологическими процессами, привели к дроблению мраморизованных известняков, обеспечивая высокую трещиноватость, т.е. блочность камня не позволяет использовать его в качестве облицовочного материала.

В связи с высокой трещиноватостью известняков при поисках месторождений для разработки их в качестве облицовочного материала, следует обращать внимание на условия залегания их и характер распределения трещиноватости для выбора оптимальных условий разработки.

Трещиноватость известняков снижает также величину временного сопротивления сжатию мраморизованных известняков. Обычное значение величины временного сопротивления сжатию этих известняков колеблется в пределах 500 — 900 кг/см², при наличии же микротрещин прочность, иногда, составляет 200 — 300 кг/см².

Твердость камня. Известно, что твердость породообразующего кальцита составляет 3 по шкале Маоса. Вместе с тем, наличие различных минеральных включений влияет на общую твердость. Например, включения кварца повышают общую твердость горных пород, т.е. обработку мраморизованного известняка необходимо осуществлять алмазным инструментом. Наличие глинисто-карбонатных включений резко снижает общую твердость горных пород, делая его более рыхлым.

Полируемость – одно из сложных процессов в обработке горных пород. Степень полировки достигается технологическим процессом, который разрабатывается на знании вещественного состава мраморизованного известняка. Качество полировки является главным параметром при определении качества горных пород и области применения. По степени полировки выделяются четыре разновидности мраморизованного известняка: зеркальная (100 %), хорошая (до 70 %), средняя (до 50%) и плохая (ниже 50 %). Полируемость четко согласуется с минералогическим составом (рис. 4.3).

Качество полировки зависит, прежде всего, от включений глинистого материала в мраморизованном известняке.

Зеркальную поверхность при полировке имеют большинство пейзажных, коралловых, строматолитовых и однородных светло-серых мраморизованных известняков месторождения Биюк-Янкойское, г. Балаклава и массива Караджа. К хорошей степени полировки можно отнести пятнистые (брекчиевидные) мраморизованные известняки с. Мраморное, а также коралловые и пятнистые известняки месторождения с. Псилерахское. Среднюю степень полировки имеют однородные и пятнистые мраморизованные известняки месторождения Биюк-Янкойское (с. Мраморное) с большим содержанием глинистого вещества.

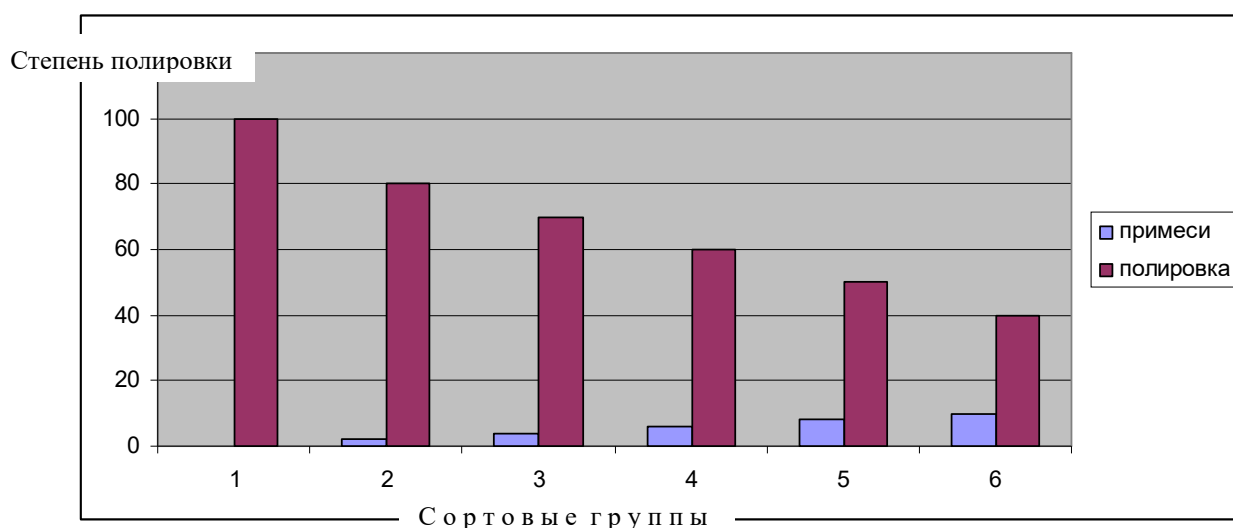


Рисунок 4.3 - Степень полировки и содержание глинистых включений в мраморизованных известняках

В зависимости от области применения мраморизованных известняков к ним предъявляются соответствующие технические требования, причем не все месторождения известняков пригодны для всех целей. Для выяснения пригодности их в каждом конкретном случае требуется проведение специальных исследований, с учетом особенностей строения того или иного месторождения или его частей.

4.3.2 Художественные свойства и декоративные разновидности цветных мраморизованных известняков Крыма. Художественные свойства тесно связаны друг с другом и являются дополнением друг друга.

Цвет и рисунок. Мраморизованные известняки Крыма характеризуются широкой цветовой гаммой: темно-серые, светло-серые, оранжево-желтые с различными оттенками, красные, грязно-зеленые и т.д. (рис. 4.4).



Рисунок 4.4 - Некоторые цветовые разновидности мраморизованных известняков месторождений г. Балаклава: 1. Зеленые, 2. Оранжевые

Темно-серые мраморизованные известняки встречаются только на месторождениях Судакского синклинория. Они характеризуются насыщенным темно-серым цветом с различными причудливыми волнами и разводами.

Светло-серые мраморизованные известняки встречаются практически повсеместно, но наибольшее распространение имеют на Балаклавских месторождениях, где их добывают и используют как флюсовый материал.

Цветные разновидности наибольшее распространение имеют на месторождениях с. Биюк-Янкойское.

Природная цветовая гамма мраморизованных известняков очень разнообразна: от светло-серого до глубокого черного. Рисунки, оставленные природой на камне, также многолики и фантастичны: с четкой слоистостью,

прожилками, с пятнами неправильных форм. Зависят они, прежде всего, от условий образования и от места расположения минералов.

В зависимости от состава и присутствия тех или иных примесей известняки имеют различную окраску. Наиболее чистые разновидности окрашены в светлые тона (светло-серый, кремовый, светло-розовый). Глинистые известняки обычно имеют буровато-коричневый цвет. Желтоватая и красноватая окраска обусловлена повышенным содержанием в них оксидов железа, розоватая — оксидов марганца. Часто, известняки имеют пятнистую окраску. Качество известняков и их технологические свойства варьируют в зависимости от степени перекристаллизации, наличия песчано-глинистых включений и степени трещиноватости.

На основании изучения декоративных и технолого-эстетических свойств были выделены три сорта мраморизованных известняков Крыма.

Мраморизованные известняки первого сорта имеют зеркальную полировку, оригинальный и неповторимый пестроцветный рисунок, и практически не трещиноваты. Они подразделяются на следующие декоративные разновидности: светло-серые однородные, коралловые, руинные, пейзажные, брекчиевидные и гороховые.

Мраморизованный известняк светло-серого цвета (снежно-пейзажный) характеризуется однотонной окраской с разбросанными по всему образцу мелкими вкраплениями (от 1 до 3 мм) молочно-белого и коричневатого цвета (рис. 4.5).

Часто, на общем фоне, выделяются жилы прозрачного кальцита различной мощности, также просматриваются белые округлые включения вторичного кальцита.

Светло-серый мраморизованный известняк полируется до зеркального блеска. Плотный. Художественными достоинствами являются однородность цветового тона и структуры, которые ассоциируются с чем-то свежим, новым и парадным. Полировка и цвет дает возможность получения поверхности любой фактуры. Использование естественной светло-серой окраски данной

разновидности дает возможность создания монохромной архитектурной композиции.



Рисунок 4.5 - Светло-серая разновидность мраморизованного известняка, карьер Мраморный (месторождение Биюк-Янкойское), с.
Мраморное

Светло-серый мраморизованный известняк на 100 % состоит из кальцита, который обладает стекляннным блеском и преломляет свет, что создает легкий ореол обработанной поверхности, подобно отражению света от человеческого тела. Это чуть заметное сияние и чистота цвета создает неповторимое очарование, которое не присуще ни одной другой декоративной разновидности мраморизованных известняков. Светло-серые мраморизованные известняки ассоциируются со снежной зимой или морозными узорами.

Коралловый мраморизованный известняк характеризуется пятнистой окраской. Цемент может быть желтый, коричневый, с обломками мраморизованных известняков и мелких раковин. Округлые пятна белого цвета определены белоснежным мелкозернистым кальцитом, часто, в них выделяется кристаллический кальцит светло-серого цвета. Ориентировка пятен определена ветками кораллов и плоскостью среза (рис. 4.6).

Внешний вид коралловых известняков очень живописен, материал имеет совершенно различные цвета, основными из которых являются бежевый и коричневый. Художественным достоинством данной разновидности служат

ветки кораллов, которые в зависимости от среза могут отражать динамическую или статическую композицию. Фантазийные разновидности коралловых известняков создают эффект ажурной конструкции образцов, в основу которой легли ветвистые скелеты давно отмерших кораллов. Изделия, выполненные из коралловых известняков, смотрятся как настоящие произведения искусства.



Рисунок 4.6 - Фантазийные разновидности коралловых мраморизованных известняков, карьер Мраморный, месторождение Биюк-Янкойское, с. Мраморное

Благодаря зеркальной полировке, представляется возможность создавать идеально ровные и блестящие поверхности, которые в полной мере отразят неповторимость и красоту данного камня. Использование коралловых известняков в качестве элементов декоративного оформления позволяет с высокой точностью имитировать поверхность природных рифов.

Руинный мраморизованный известняк представляет собой особую декоративную разновидность, которая представлена оранжево-желтыми и светло-коричневыми породами с многочисленными разводами и геометрично неправильными пятнами от желтого до светло-серого цвета. Порода рассечена тонкими трещинками (до 1 мм) и прожилками светло-серого вторичного кальцита (рис. 4.7).

Поверхность руинного мраморизованного известняка полируется до зеркального блеска и четко отражает и выявляет уникальный рисунок данной разновидности. В полированных срезах можно рассмотреть пейзаж со скалами или руинами, который ассоциируется с прочностью, массивностью и монолитностью.

Благодаря своему рисунку, поверхность образцов принимает облик античности, которая создает эффект естественного старения. Считается, что имитация естественного старения (выветривания) создает особое ощущение мягкости и теплоты. Особенно широко состаренный мраморизованный известняк используется для облицовочных работ, с его помощью привносится дух старины и подлинности.



Рисунок 4.7 - Руинный мраморизованный известняк, карьер Мраморный (месторождение Бюк-Янкойское), с. Мраморное

Пейзажный мраморизованный известняк – по разнообразию окраски и рисунка не имеет аналогов среди каменных декоративных материалов (рис. 4.8). Цвет пейзажных мраморизованных известняков определяется окрашивающими примесями в виде гидрооксидов железа (оранжевые разновидности) и марганца (желтые, красные и розовые разновидности). Распределение минеральных примесей создает характерную декоративность камня в виде пейзажного и пестрого рисунка. Структура пейзажных известняков изменяется от тонко- до крупнозернистой или мозаичной.

Текстура также разнообразна и бывает массивной, слоистой, пятнистой или жилковатой. В одних полированных срезах просматривается четкая природная геометрическая картина, в других - ломаные линии или яркие контрастные пятна неправильной формы. Достоинством пейзажных известняков является также их универсальность: из данной разновидности могут быть изготовлены как крупные декоративные элементы, так и более мелкие декоративные детали и вставки.



Рисунок 4.8 - Пейзажный мраморизованный известняк, карьер Мраморный (месторождение Биюк-Янкойское), с. Мраморное

Брекчиевидный известняк – подразделяется на несколько разновидностей: пестроцветный, светло-серый и контрастный.

1. *Пестроцветный брекчиевидный известняк (ситцевый мраморизованный известняк)* представлен обломками мраморизованного известняка различных цветов (от белого и светло-серого до красно-оранжевого цвета), среди которых наблюдаются единичные обломки кораллов и раковин (рис. 4.9). Мелкие обломки выполняют роль цементирующей массы, поэтому контакт между обломками и цементом, как правило, размытый и нечеткий.

Пестроцветный брекчиевидный известняк обладает уникальной цветовой гаммой, т.к. в одном блоке окраска камня может постепенно меняться от белого до желтого, от розового и коричневого до ярко-оранжевого. Мягкие линии, плавный расплывчатый узор и разнообразная цветовая палитра идеально подчеркивают атмосферу комфорта и отдыха, если использовать его в предметах интерьера.

Ситцевый мраморизованный известняк обладает зеркальной полировкой. Художественное достоинство данной разновидности заключается в сочетании тонов от светло-розового и белого до коричневого; в брекчиевидном известняке наблюдаются пестрые смешения светло-коричневого и желтоватого цветов.



Рисунок 4.9 - Пестроцветный брекчиевидный известняк (ситцевый мраморизованный известняк), месторождения г. Балаклава

Преобладают два типа рисунка. В одних случаях - на темно-коричневом фоне густо разбрызганы мелкие точки и тонкие струйки (прожилки), а в других - постепенно осуществляется переход к светло-розовым и белоснежным обломкам, напоминающие облака. Особую эффектность пестроцветному брекчиевидному известняку придают мелкие до 5 мм

микрожеоды кристаллического кальцита, встречающегося в виде редких включений в основной массе.

2. *Светло-серый брекчиевидный известняк* с многочисленными обломками раковин, кораллов, морских ежей, которые полностью сливаются с фоном. Белые пятна представлены мелкозернистым кальцитом. Крупнокристаллический кальцит серого цвета заполняет пустоты среди обломков.

Ракушечные известняки, так называемые ракушечники - пористые породы, состоящие из раковин моллюсков или их обломков различной крупности, соединенные известковым или известково-глинистым цементом. Некоторые разновидности известняков - ракушечников (чисто белые, розовые, золотисто-желтые с большим количеством раковин моллюсков) характеризуются достаточно высокой декоративностью.

Достоинством образцов данной разновидности является пестрота цветов в серо-белых тонах и многообразие фауны на небольшой площади. На срезах данной декоративной разновидности четко различаемы силуэты древних моллюсков, окаменелых водорослей, кораллов и ракушек. Эта декоративная разновидность мраморизованного известняка ассоциируется с живописным разнообразием подводного мира. Эта разновидность уникальна благодаря разнообразию в нем животных и растительных организмов, а зеркальная полировка создает эффект поверхности «живого» камня.

3. *Контрастный брекчиевидный известняк*. Характерной особенностью является карбонатно-глинистый цемент темно-коричневого цвета, придающий контраст образцам. Обломки остроугольной формы, различных размеров и различного состава: розового, желтого (рис. 4.10).

Зеркальную полировку принимают, в основном, обломки, а цемент из-за плохой полировки делает образец рельефным. Развитый рельеф и химический состав материала (карбонат кальция с примесью глинистого вещества) делает брекчиевидный мраморизованный известняк высокодекоративным.



Рисунок 4. 10 - Брекчиевидный мраморизованный известняк с карбонатно-глинистым цементом, карьер Мраморное (месторождение Биук-Янкойское), с. Мраморное

В образцах данной декоративной разновидности просматривается четкая картина с яркими насыщенными цветовыми пятнами, которые создают необычные натуральные каменные орнаменты.

«Гороховый» мраморизованный известняк интересен своим необычным рисунком и происхождением.

На общем розоватом фоне выделяются округлые образования с четко выраженной дифференциацией вещества. В нижней части карбонатно-глинистый материал плавно переходит в карбонатный, а затем, в чистый белоснежный кальцит. Выделяются также и однородные коричневые включения и чисто кальцитовые, иногда, с микрожеодами кристаллического кальцита. В нижней части просматриваются фрагменты фауны, имеющие вид цветочков.

Художественным и декоративным достоинством данной разновидности является зеркальная полировка и необычный пятнистый текстурный рисунок, напоминающий рассыпавшиеся горошины или «глазки» (рис. 4.11).



Рисунок 4.11 - «Гороховый» мраморизованный известняк,
массив Агармыш, с. Грушевка

Особую эффектность «гороховому» известняку придают причудливые цветочки, выполненные кристаллическим кальцитом, оставленные в камне в результате жизнедеятельности кораллов.

Ко второму сорту были отнесены: строматолитовые, онколитовые, полосчатые и кохалонговые мраморизованные известняки.

Строматолитовый мраморизованный известняк серого цвета со слабо-, макро- и микрослоистостью (рис. 4.12). На сером фоне выделяются желтые рыхлые пятна гидрооксидов железа (следы выщелачивания пирита).

Мраморизованный известняк хорошо полируется до зеркального блеска. При механической обработке (распиловке, шлифовке) выделяется резкий запах сероводорода.



Рисунок 4.12 - Строматолитовый мраморизованный известняк, месторождение Караджа, г. Судак

Генетически строматолиты связаны с жизнедеятельностью низших водорослей. По структурно-текстурным и цветовым характеристикам строматолиты привлекательны темно-серым цветом и волнистым рисунком, который ассоциируется с застывшими волнами древнего моря. В мелких ювелирных изделиях из-за неяркой однородной окраски он смотрится не очень эффектно, т.к. теряет свою пейзажность. Но зато может использоваться в качестве материала для крупных сувенирных изделий: шаров, ваз, письменных приборов и т.д.

Строматолиты являются геологическим памятником природы, т.к. они являются не только необычными по своему внешнему виду, но и по происхождению. Строматолиты – это уникальная летопись природы, сберечь которую и научиться читать – наша первейшая задача, т.к. информация о строматолитах повествует о появлении жизни на Земле.

Онколитовый мраморизованный известняк – шаровидные и эллипсоидальные образования, состоящие из кальцита, арагонита и доломита. Размер выделений достигает 2 см. В центре онколита находится зародыш (песчинка мрамора, как правило, округлой формы или фрагмент

известковой раковины какого-либо организма) вокруг которого происходит последовательное нарастание тонких корочек осаждающегося вещества, вследствие чего, строение онколитов обычно концентрически-скорлуповатое.

Онколиты образуются в морской воде и в тёплых источниках в результате коллоидно-химических и биохимических процессов.

Онколитовый мраморизованный известняк отличается неравномерным распределением окраски: в одноцветной светло-серой массе наблюдаются тонкие нити, обмотанные в виде клубка, от темно-серого до светло-бежевого цвета. Особый интерес к данной разновидности и еще большую декоративную выразительность придает замысловатый рисунок, напоминающий удивительную картину при наблюдении поверхности луны из космоса.

Полосчатые мраморизованные известняки отличаются чередованием тонких слоев темно-красного и коричневого со слоями более светлых оттенков. В полированных срезах наблюдается четко выраженная слоистость (рис. 4.13). Слойки, образующие слои, формировались под воздействием изменяющихся температур, толщина их варьируется от нескольких микрон до нескольких миллиметров.

Иногда, в одном образце наблюдается граница двух разновидностей брекчиевидного и полосчатого (слоистого) известняка.

Преобладающая цветовая гамма – светло-коричневые и коричневатобурые тона. Художественным достоинством данной разновидности служит ее текстурный рисунок, состоящий из тонких лучеподобных нитей, напоминающих лучи солнца, пробивающиеся сквозь грозовые тучи. В образцах красноватого оттенка читается картина бушующего пламени пожара или извержение вулкана с расплавленными потоками лав.



Рисунок 4.13 - Полосчатые мраморизованные известняки, месторождения г. Балаклава

Эта декоративная разновидность может быть использована как в предметах интерьера, так и в изготовлении мозаичных работ.

Кохалонговый мраморизованный известняк представлен криптозернистым карбонатным материалом. Главной особенностью данной разновидности цветного мраморизованного известняка является молочно-белый цвет и фарфоровидный облик, напоминающий известный самоцвет – кохалонг (рис. 4.14).

Кохалонговый облик мраморизованный известняк приобретает за счет криптозернистой структуры породообразующего кальцита. Природность (естественность) камню придают буро-коричневые разводы гидроксидов железа. На контакте с вмещающими породами видны розовые включения гидроксидов марганца.

Весь объем образца разбит на блоки, оконтуренные тонкими жилами (1-2 мм) светло-серого кальцита.



Рисунок 4.14 - Кохалонговый мраморизованный известняк,
месторождение г. Балаклава

Полированные срезы кохалонгового мраморизованного известняка вызывают различные ассоциации и декоративные образы. Рисунок данной разновидности напоминает бурлящие волны с морской пеной или золотистые облака, что придает особую эффектность и свежесть этому известняку.

К третьему сорту были отнесены фитогенные (водорослевые) мраморизованные известняки.

Фитогенный (водорослевой) мраморизованный известняк характеризуется серым цветом с белыми пятнами (разводами) (рис. 4.15). Водоросли замещены крупнозернистым прозрачным кальцитом и имеют четкую форму кристаллов, образуя пустотки в виде жезд.

Наблюдаются размытые пятна серого цвета с зеленоватым оттенком, представленные включениями пород глинисто-карбонатного состава (возможно мергель). Они, как правило, рыхлые и не полируются.

Декоративные свойства и гамма оттенков фитогенных известняков во многом связаны со структурой породы. В обнажениях темно-серые известняки встречаются в виде окаменелых столбчатых водорослей. Диаметр таких столбиков составляет от 2 до 5 мм, поэтому на срезе камня можно наблюдать различный рисунок – он зависит от того, в каком направлении

сделана распиловка. При определенном срезе эта разновидность напоминает ветвящиеся (растущие) деревья и кусты.

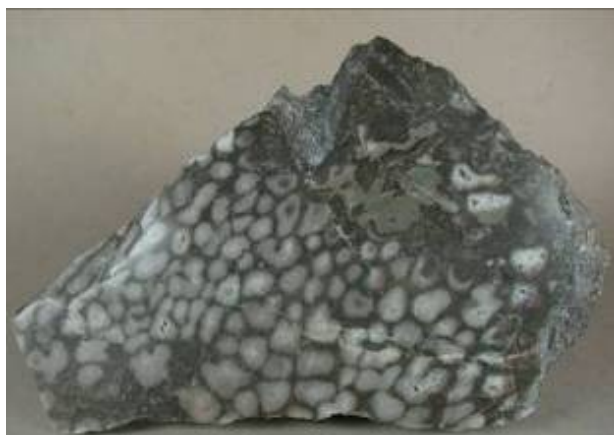


Рисунок 4.15 - Фитогенные (водорослевые) известняки, месторождение Караджа, г. Судак

Фактура фитогенных известняков может иметь округлое сечение и представлять собой продольный разрез вдоль волокон водоросли. Изделия, изготовленные из такой декоративной разновидности известняка, всегда выглядят оригинально и неповторимо.

Таким образом, выделено три группы мраморизованных известняков с индивидуальными характеристиками. Перечисленные сортовые группы не ограничиваются их количеством, так как из одного образца можно получить несколько десятков неповторимых рисунков (цветовых групп).

Коллекционные образцы. В отдельную группу были выделены коллекционные образцы, которые представляют интерес для коллекционеров, минерологов и палеонтологов. Среди таких образцов выделяются известняки с дендритами оксидов марганца, самоцветная мраморная галька, встречающаяся на морских пляжах, а также единичные кристаллы кальцита, найденные в карстовых пещерах, напоминающие кальцитовые «цветы».

Дендриты оксидов марганца образуются в трещинах светло-серых мраморизованных известняков. Подземные воды, содержащие в коллоидном

состоянии окисные соединения железа, марганца и других металлов и распространяющиеся по трещинам мраморизованных известняков, часто образуют ветвистые темноокрашенные рисунки, напоминающие веточки деревьев или морозные узоры на стекле (рис. 4.16).

Мраморная галька является терригенным материалом и состоит из продуктов разрушения береговых коралловых рифов и остатков подводных горных сооружений. Цветовая гамма мраморной гальки очень разнообразна: от светло-серого до коричневого и красного цветов (рис. 4.17). Порода украшена многочисленными отпечатками кораллов в виде цветов и звездочек.



Рисунок 4.16 - Дендритовый мраморизованный известняк, месторождение Биюк-Янкойское, с. Мраморное.



Рисунок 4.17 - «Живописная» мраморная галька с отпечатками: кораллов и водорослей, г. Сокол, пос. Новый Свет

Псевдопористая галька образуется за счет выщелачивания кристаллического кальцита по его спайности (рис. 4.18).



Рисунок 4.18 - Псевдопористая галька, пансионат Канака (пляж)

Кристаллы кальцита прозрачны и образуются в трещинах мраморизованных известняков. Кальцит образует кристаллы, форма которых бывает весьма разнообразной (рис. 4.19).



Рисунок 4.19 - Кристаллы кальцита покрытые гидроксилами железа, месторождение с. Грушевка

Некоторые из них похожи на иглы или параллелепипеды. Пластинчатый кальцит называют бумажным шпатом — папиршпатом. Прозрачную разновидность кальцита — так называемый оптический кальцит — называют исландским шпатом, которым «раздваивает» изображения вследствие высокого двойного лучепреломления.

Цвет кальцита варьирует от медово-желтого, до светло-серого и белого. Мелкозернистая киноварь делает кальцит кроваво-красным. Зеленую, голубую и синюю окраску придают кальциту примеси карбонатов меди. Существует черный кальцит — антраконит, окрашенный включениями битумов. Встречаются прозрачные кристаллы кальцита, которые используют в ювелирном деле. Обычно, из кальцита изготавливают различные фигурки.

Таким образом, мраморизованный известняк имеет широкий спектр декоративных разновидностей, для которых выделены критерии оценки качества (табл. 4.1) [84].

4.3.3 Прогнозные ресурсы мраморизованных известняков. Цветной мраморизованный известняк — единственное камнесамоцветное сырье в Крыму, которое имеет промышленный интерес для камнерезной отрасли. Теоретически, его запасы не ограничены, т.к. мраморизованные известняки слагают практически весь горный Крым. Вместе с тем, добыча мраморизованного известняка в настоящее время ведется на многих месторождениях и этого вполне достаточно, для того чтобы рынок камнесамоцветного сырья начал развиваться.

Декоративные свойства и доступность для изучения, а также благоприятные технологические возможности для художественной обработки, позволяют говорить о больших перспективах этого камня в качестве камнесамоцветного сырья.

Таблица 4.1 - Критерии оценки качества цветного мраморизованного известняка Крыма

Сортовые группы	Размер	Форма	Степень полировки	Цвет	Рисунок	Трещиноватость	Структурное положение
I	От 5 см и выше	Обломки	Зеркальная	Светло-серый, красный, коричневый, оранжевый	Однородный; пейзажный	Без трещин	Массив Чатырдаг, с. Мраморное, массив Арагмыш, с. Грушевка
II	От 5 см и выше	Обломки	Зеркальная Хорошая Средняя	Темно-серый, коричневый	Полосчатый, пейзажный, концентрический-зональный, волнистый	Тонкие нитевидные трещины	Массив Чатырдаг, с. Мраморное, массив Караджа, г. Судак, Балаклав
III	От 5 см и выше	Обломки	Плохая	Темно-серый	Пятнистый, веткообразный	Тонкие нитевидные трещины	Массив Караджа, г. Судак
Коллекционный материал	От 3 до 15 см	Кристаллы, галька	-	Необычный связанный с геологическими процессами	Узорчатый, однородный	Природные трещины, связанные с геологическими процессами	Массив Чатырдаг, с. Мраморное

Классификация изучаемых объектов камнесамоцветного сырья по запасам выглядит следующим образом [85]:

1. Геммологические объекты с единичными образцами могут быть использованы частным предпринимателем, который извлечет прибыль, используя свой личный опыт и профессионализм. При этом, будет использован ручной труд;

2. Геммологические объекты с незначительными запасами до 500 т. Для их переработки необходимо создание предприятия с небольшой производительностью, что потребует небольшие капиталовложения, рассчитанные на средний и малый бизнес;

3. Геммологические объекты с объемом камнесамоцветного сырья свыше 500 т. требуют существенного вклада в создание предприятия, рекламы, маркетинговых исследований мирового рынка, рассчитанные на крупный бизнес;

4. Геммологические объекты, имеющие уникальность в научном, культурном, историко-мемориальном или эстетическом отношении. Здесь, гарантом сохранности объекта в надлежащем виде могут выступать как государство, так и частные предприятия.

Согласно данной классификации декоративные мраморизованные известняки Крыма относятся к третьей группе геологических объектов с объемом камнесамоцветного сырья свыше 500 т.

Объекты мраморизованного известняка Крыма объединены одной геологической позицией – Главной Грядой Крымских гор. Разработка месторождений мраморизованного известняка ведется открытым способом по схеме взрыхления массива (взрывным способом) с последующей переработкой в дробильных установках, а затем сортировкой по фракциям [86].

Методика отбора камнесамоцветного сырья включает в себя:

- Отбор камнесамоцветного сырья из горной массы, полученной в результате взрывных работ. Отбор осуществляется согласно сортовым

группам, которые разработаны на стадии подсчета запасов для каждого вида сырья. Отобранный материал складировался в отведенных местах.

- Выявление негабаритов с высокими декоративными свойствами и складирования в отведенных местах.

- Специализированные способы добычи из забоя, стенок карьера и негабаритов:

Бурение негабаритов трубчатыми сверлами большого диаметра;

Бурение забоя и стенок карьера трубчатыми сверлами большого диаметра (100, 150, 200, 250 мм).

Запасы декоративных разновидностей мраморизованных известняков Крыма приведены в таблице 4.2.

Исследуемые геммологические объекты имеют различную геологическую изученность, что определило специфические методы подсчета запасов.

Методика подсчета запасов камнесамоцветного сырья на разрабатываемых месторождениях включает в себя следующие этапы:

1. После каждого взрыва оперативно проводится осмотр горной массы и стенок карьера;

2. Отбор образцов и фиксация их на площади карьера;

3. Изучение технолого-эстетических и эстетических свойств, отобранных образцов;

4. Вынос результатов изучения на карту (схему), оконтуривание и подсчет прогнозных ресурсов;

5. Промышленный отбор и складирование КСС в отведенных местах.

Таблица 4.2 - Запасы мраморизованных известняков и декоративных разновидностей

Месторождение	А	Б	С ₁	С ₂	Всего тыс. м ³	Прогнозные ресурсы тыс. м ³
Кадыковское: Участок Кадыковский	1366,0	3354,0	4226,0	-	8946,0	447,3
Участок Западно- Кадыковский	18244,0	22069,0	4352,0	-	44665,0	4466,5
Псилерахи	17213,0	13843,0	3650,0	-	34716,0	347,0
Караньское	-	156578,0	121913,0	33828,0	312319,0	-
Суворовское	2350,0	2940,0	2370,0	-	7660,0	-
Балаклавское: Восточный участок	10739,0	10114,0	11423,0	-	32276,0	322,0
Западный участок	2818,0	7034,0	8982,0	-	18834,0	188,0
Месторождение горы Гасфорт	-	-	42600,0	48366,0	90966,0	9096,0
Агармыш: Малый Агармыш	-	-	227300,0	20720,0	434500,0	4345,0
Маленький Агармыш	80500,0	-	20300,0	-	100800,0	1008,0

Выводы к разделу 4.

1. Выделяются две группы свойств: технологические (размер, форма, твердость, трещиноватость, полируемость) и декоративные (цвет, текстурный рисунок). Первые, определяют технологию обработки и вид изделий, а вторые – художественные достоинства.

2. Форма и размер определяются естественной высокой трещиноватостью и способом добычи.

3. Главными достоинствами мраморизованного известняка являются: рисунок, цвет и полируемость. Рисунок мраморизованного известняка определен примесями оксидов железа и марганца, а также, природными (залеченными) трещинами.

3. Выделены три сорта мраморизованного известняка, с учетом степени полируемости и декоративных свойств. К отдельной группе мраморизованных известняков отнесены коллекционные образцы, представляющие минералогический и палеонтологический интерес.

4. Предложены критерии оценки качества мраморизованного известняка. В пределах каждого сорта выделены разновидности по цвету, текстурному рисунку, размеру, форме, степени полировки, трещиноватости.

РАЗДЕЛ 5

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВЕРХНЕЮРСКИХ МРАМОРИЗОВАННЫХ ИЗВЕСТНЯКОВ В СТРУКТУРЕ ГОРНОГО КРЫМА

Выявление закономерностей распространения мраморизованных известняков в пределах горного Крыма – одна из фундаментальных задач в геологии, позволяющая воссоздать условия их формирования, что в свою очередь, обеспечит надежность поисково-оценочных работ в регионе.

5.1 Фациальные разновидности мраморизованных известняков и их особенности локализации (размещения) в пределах горного Крыма

На основании изучения вещественного и химического состава, а также условий залегания верхнеюрских мраморизованных известняков Крыма были выделены: фитогенная фация (приливно-отливная полоса), биогермная (рифовая) фация (риффы окраин шельфа) и пелитоморфная фация (глубоководная) (рис. 5.1).

5.1.1 Фитогенная фация. *Строматолитовая подфация* (названа по наличию водорослевой слоистости и водорослевых текстур) (рис. 5.2). Это – фация, состоящая, главным образом, из карбонатных илов. Обилие строматолитов, водорослевая слоистость, в совокупности с трещинами усыхания и другими подобными текстурами, делают очевидным то, что эти известняки отлагались в очень мелководной обстановке, причем некоторые из них образовались в условиях приливно-отливной равнины и были подвержены чередованию осушения и затопления [86].

Фация 1	Фация 2	Фация 3	Фация 4	
Коралловые мраморизованные известняки коричневого цвета	Мраморные брекчии с карбонатным и глинистым цементом	Светло-серые криптогенные мраморизованные известняки	Темно-серые и серые филогенные известняки	Микро фация
Четырехлучевые кораллы ругозы	Брахиоподы, фораминиферы, кораллы, пелиципиды	Членики криноидей	Соленопора, зеленые и сине-зеленые водоросли	Биота
				Обстановка осадконакопления
Барьерные коралловые рифы	Карстовые провалы, зона рифовой осьши	Глубоководная морская зона	Приливно-отливная полоса	Ширина полосы

Рисунок 5.1 - Фациальный ряд верхнеюрских мраморизованных известняков: 1-аргиллиты, 2-конгломераты, 3-глины, 4-мраморизованные известняки, 5-брекчия, 6-пелиморфные, 7-строматолиты.

Данная обстановка характеризуется разнообразием типов осадочных текстур и карбонатных пород [87].

Приливно-отливная равнина является местом, где накапливаются илы, а в районах с аридным климатом – областью пересыщенных солью вод. Аномально высокая соленость подавляет деятельность зоопланктонного бентоса, который может разрушить водорослевой покров и препятствовать росту строматолитов. Точно также, в приливных равнинах засушливых районов существуют условия, которые благоприятны для образования мраморизованных известняков.



Рисунок 5.2 - Волнистая (веерообразная) текстура строматолитов карьера Караджа Судакского синклинория

Строматолиты довольно широко развиты в Европейской части региона. Мезозойские строматолиты больше тяготеют к южной части региона: Польша, Германия, Франция, Италия, Греция, Болгария и Великобритания [88]. Впервые, строматолиты в Украине были отмечены на массиве Караджа Судакского синклинория (рис. 5.3).

Эти породы являются примером строматолитовой фации приливно-отливной равнины. Данную подфацию слагает два типа пород: известковые строматолиты и онколиты (водорослевые шары).



Рисунок 5.3 - Строматолитовый массив Караджа Судакский
синклиний

Среди известковых строматолитов Крыма выделяются: *желваковые (веерообразные)* (рис. 5.4), *волнистые (облакообразные)* и *сгустковые с неясной слоистостью*. *Онколиты* представлены округлыми телами той же природы, что и строматолиты, но, не прикрепленные к субстрату, а свободно лежащие на дне водоема.

Эти субфации, вероятно, связаны подчиненными обстановками внутри приливо-отливного комплекса. Предположительно, что сгустковые известняки являются отложениями приливно-отливной марши (болота), а желваковые строматолиты относятся к верхней части приливо-отливной зоны, в то время как волнистые строматолиты - к внутренней части приливной зоны.



Рисунок 5.4 - Желваковые (натечные) формы строматолитов карьера Караджа Судакский синклиний

Водорослевая подфация. Водорослевые известняки встречаются в районе п. Новий Свет и г. Судак (рис. 5.5). Они образуют рифы, в виде мыса Капчик, который резко выступает в море, при относительно небольшом поперечном размере. Мыс четко определяется в рельефе местности. Он прослеживается в сторону континента, с расширением в мощности.

Одним из важных породообразующих факторов данной разновидности являются водоросли. Твердый карбонат, который отлагается благодаря жизнедеятельности водорослей, осаждается из раствора при фотосинтезе. Точно таким же образом, карбонат кальция отлагается внутри клеток и на стенках водорослей. Поэтому, твердый осадок является результатом выделения углекислого кальция водорослями из воды, где они обитают.

Известь выделяется в виде мелких, субмикроскопических отдельных кристалликов, соединенных в сгустковые скопления и образующих плотные массы.

Морские водоросли обитают на глубине менее 60 м, не заходя глубже коралловой зоны (284 м), и подвергаются раздроблению и промыванию волнами и течениями [89].



Рисунок 5.5 - Выходы водорослевых известняков в районах гор Орел и Сокол, Судакский синклинорий

Среди водорослевых известняков выделяются следующие фациальные разновидности: *лепешкообразные, лентообразные, клубкообразные и веткообразные.*

5.1.2 Биогермная (рифовая) фация (коралловые рифы окраин шельфа). Рифовая фация известняков представлена, в основном, плотными мраморизованными разновидностями, залегающими в виде рифовых построек [90] (рис. 5.6).

Колониальные кораллы, которые образуют барьерные рифы, предъявляют очень строгие требования к экологическим условиям. Они обитают только в чистой, теплой, нормально соленой морской воде и практически не живут на глубине более пятидесяти метров. Это связано с тем, что в тканях коралловых полипов селятся микроскопические одноклеточные зеленые водоросли, которым для фотосинтеза необходим свет. В процессе своей жизнедеятельности водоросли выделяют кислород и углеводород, которые необходимы для кораллов, а коралловые полипы выдыхают двуокись углерода, которая нужна водорослям для фотосинтеза. И те, и другие усваивают из морской воды известь и выстраивают из неё свои скелеты. Из них состоят прочные известняки древних рифов. Колонии кораллов поселялись на прибрежных отмелях и возвышениях дна океана Тетис. Со стороны открытого моря, где была более чистая вода и больше

пищи, они нарастали быстрее, а со стороны берега, где геологические условия были хуже, росли гораздо медленнее. Поэтому, многие барьерные рифы приобрели призматическую форму: со стороны моря их ограничивал высокий уступ, а со стороны бывшей суши - отлогий склон.

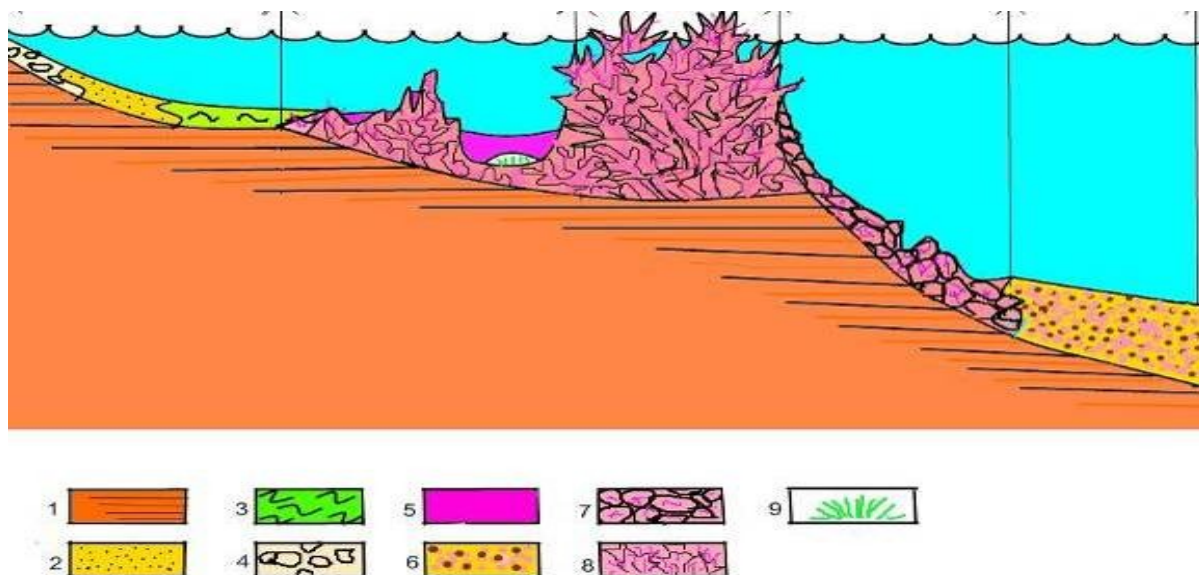


Рисунок 5.6 - Схематический разрез барьерного рифа Горного Крыма: 1 - породы таврической серии; 2- песчаники; 3 – глинистые породы; 4 – конгломераты; 5 – известняк-ракушечник; 6 – пелитоморфные известняки; 7 – кластогенные известняки; 8 – коралловые мраморизованные известняки; 9 – строматолитовые известняки.

Среди фациальных разновидностей рифовых известняков Крыма выделяются: коралловые и кластогенные (брекчиевидные и биокластические) известняки.

Коралловые мраморизованные известняки изучались в северо-западной части горы Чатырдага, где ведутся разработки открытым способом (карьер Мраморный (месторождение Биюк-Янкойское, с. Мраморное). Выходы коралловых мраморизованных известняков встречаются эпизодически в северной части карьера. Аналогичные образования наблюдаются и на некоторых Балаклавских щебеночных карьерах, где они также образуют небольшие выходы.

Данная разновидность формировалась в несколько этапов: вначале происходило формирование коралловых рифов. Затем они разрушались и накапливались в пределах коралловых построек совместно с глинисто-карбонатным материалом. После этого, происходила раскристаллизация накопившихся осадков и их цементация, а затем, образовывались микрожеоды нескольких генераций из гидротермальных растворов.

Кластогенные мраморизованные известняки в генетическом отношении подразделяется на брекчиевидные и биокластические фациальные разновидности.

Первая фациальная разновидность брекчиевидных известняков – продукты разрушения коралловых построек. Они характеризуются обломками мраморизованных известняков различного цвета, а также, кораллов и раковин. Обломки кораллов достигают больших размеров (от 3 до 10 см), что указывает на близость коралловой постройки (зона рифовой осьпи).

Известняк имеет карбонатный цемент и поры, выполненные белым цементом, иногда заполненные кристаллами кальцита (рис. 5.7).



Рис. 5.7 - Кристаллы кальцита в пустотах брекчиевидных известняков, карьер Мраморный (месторождение Биюк-Янкойское), с. Мраморное

Вторая фациальная разновидность брекчиевидных известняков наблюдается в трещинах и древних карстовых провалах, которые встречаются на карьере Мраморный (месторождение Биюк-Янкойское) (рис. 5.8).

Для них характерен коричневый цвет, за счет глинисто-карбонатного цемента.

В особую группу выделяются известняки, которые имеют псевдобрекчиевую текстуру (рис. 5.9). Они образуются в результате выщелачивания (осветления) оксидов железа по гидротермальным трещинам, создавая текстуру, напоминающую брекчию. В трещинах наблюдается хорошо ограниченный пирит с халькопиритом.



Рисунок 5.8 - Древняя карстовая воронка (карман) на карьере Мраморный (месторождение Биюк-Янкойское), с. Мраморное

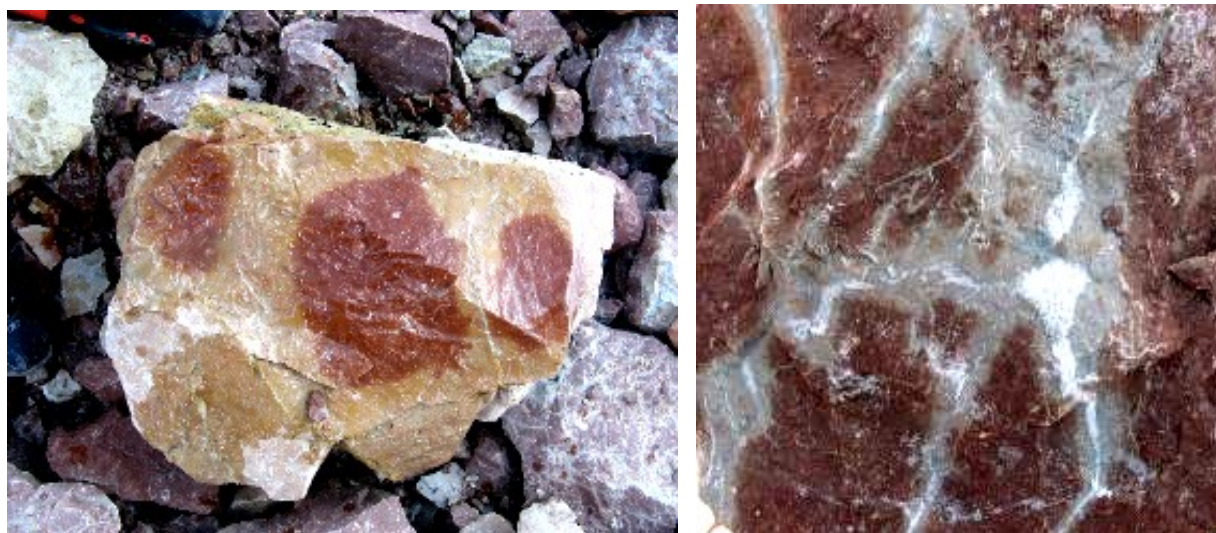


Рисунок 5.9 - Псевдобрекчиевидные мраморизованные известняки, имеющие псевдобрекчиевую текстуру, карьер Мраморный (месторождение Биюк-Янкойское), с. Мраморное

Третья фациальная разновидность - известняки биокластические образуются в результате разрушения и перемыва более древних известняков и механической обработки скелетов известняковых организмов (рис. 5.10). Раковины и обломки их подвергаются механической обработке в зоне прибоя, волнений, в результате приливно-отливных течений, и в той или иной степени окатываются. Раковины измельчаются илоедами.



Рисунок 5.10 - Выходы биокластических мраморизованных известняков с остатками фауны месторождения Кадыковское (г. Балаклава)

Так формируется основная часть мелководных карбонатных осадков современных морей.

5.1.3 Пелитоморфная фация (глубоководная морская). Глубоководной морской фации свойственно ритмическое переслаивание обломочных известняков и пелитовых слоев; пласты известняков прослеживаются на большие расстояния, не меняясь по мощности, и имеют резко выраженную нижнюю границу; сортированность от крупнозернистой в основании до тонкозернистой в кровле, а также, неотчетливую верхнюю границу.

Детрит, слагающий известняки, в большинстве своем представлен, главным образом, мелководными бентосными формами. Известковый детрит образовывался в рифах, откуда он эпизодически выносился в окружающий бассейн турбидитными потоками.

Отметим, что пелитоморфные известняки представляют собой широко распространенные, большой мощности отложения, в главных своих чертах и по строению напоминающие собой некарбонатный флиш; они образуют турбидитные конусы выноса, расходящиеся от специфических рифовых построек или карбонатных платформ. Они являются исключением из общего правила, согласно которому карбонаты представляют собой продукт мелководного осадконакопления, хотя, материал, слагающий их, накапливался в мелководной обстановке.

Пелитоморфные известняки наиболее часто встречаются в глубоководных зонах, вблизи крутопогружающихся склонов (предрифовые зоны), хотя, обычны и неотсортированные нетурбидитные глубоководные известняки. Они образуются при осаждении кальцита из пересыщенных карбонатом кальция растворов вод морей, океанов, в водоемах суши с аридным климатом.

Распространены светло-серые пелитоморфные мраморизованные известняки от г. Балаклава до г. Феодосия. Они участвуют в строении

главной гряды Крымских гор – гора Ай-Петри, массив Чатырдаг, г. Балаклава (рис. 5.11).

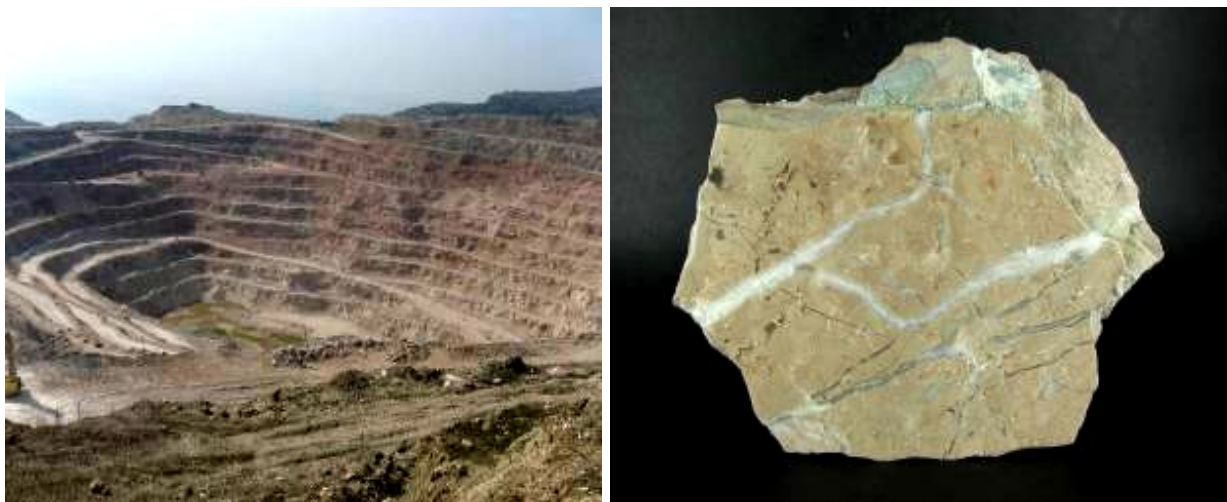


Рисунок 5.11 - Псилерахское месторождение пелитоморфных мраморизованных известняков, с. Псилерахи

В пользу глубоководного происхождения свидетельствует наличие дендритов оксидов марганца в мраморизованных известняках (рис. 5.12).

Марганец формируется в глубоководных частях океана (океанических впадинах) и выноситься реками.

В 1941 г. К.Э. Корренс (K. E. Correns, 1941) указал на возможность биологической экстракции растворенного в морской воде марганца, полагая, что данный элемент был поглощен фораминиферами и накапливался в раковинах этих планктонных организмов.



Рисунок 5.12 - Дендриты оксидов марганца в пелитоморфном мраморизованном известняке

После осаждения, на дно моря раковины обогащенные марганцем растворяются, но при этом, происходит окисление двухвалентного иона марганца до нерастворимого четырехвалентного и последующая аккумуляция. В недавно опубликованных работах приводятся данные в поддержку теории биологического извлечения металлов из морской воды [91]. Некоторые авторы, разделяя эти представления, указывают, на то, что органическое вещество, которое находится в форме суспензии в морской воде, стабилизирует золи железа и марганца [92]. В работе Ашана (Aschan, 1932) [93] было отмечено значение гуминовых комплексов, которые удерживают марганец в растворе, как например, в водах рек. Бактерии могут осаждать марганец из раствора, поедая при этом органическую часть этих комплексов и окисляя марганец до четырехвалентного состояния. На континентах похожий процесс при участии бактерий протекает при осаждении марганца из пресных вод [94].

С рифовыми массивами органического происхождения связаны месторождения нефти и природного горючего газа. Они имеют место в рифовых телах во вторичном залегании. Условия залегания карбонатных тел

и их пористость благоприятны для аккумуляции в них жидких и газообразных углеводородов. Многие месторождения нефти приурочены именно к ископаемым рифовым массивам. Для примера можно привести месторождения Ишимбаевского Приуралья. За границей одним из наиболее крупных месторождений этого типа является риф Хорсшо в Западном Техасе (США) [95]. Это один из крупных карбонатных резервуаров нефти в Северной Америке. Генетически он стоит ближе всего к рифам атоллового типа, но при этом, и отличается от современных коралловых рифов.

К рифовым известнякам, особенно к закарстованным участкам, бывают приурочены рудные месторождения: бокситов, железных руд, кобальта, никеля и др. [96].

5.2 Закономерности распространения верхнеюрских мраморизованных известняков Крыма

Верхнеюрские мраморизованные известняки в тектоническом отношении приурочены к трем синклиниям: Юго-Западному, Восточно-Крымскому и Судакскому.

Известняки Юго-Западного и Восточно-Крымского синклинориев отличаются пестроцветной окраской от светло-серых до красных и коричневых. Окраска известняков имеет большое значение для того, чтобы понимать среду накопления [97]. Оксиды железа являются основным красящим компонентом терригенных обломочных пород. Этот компонент является унаследованным от ранее существующих обстановок накопления, или же поступающим непосредственно из среды образования осадка. Карбонатные породы красноцветных шельфовых толщ, в основном, имеют светлую окраску. Более глубоководные карбонаты могут быть красными или розовыми благодаря сохранению в них пигментов оксидов *Fe* и *Mn*.

Сохранение гидратированного Fe_2O_3 в глубоководных бассейнах с медленной седиментацией является функцией скорости захоронения разлагающегося органического вещества [98]. Следует вывод, что формирование этой группы известняков характеризуется наличием окислительных процессов.

Вторым характерным признаком для известняков Юго-Западного и Восточно-Крымского синклиналиев является наличие двух компонентов – обломки первичного мраморизованного известняка и карбонатного цемента. Можно предположить, что разрушение барьерных рифов происходило на фоне общего подъема этих двух структур. При этом обломочный материал оставался в морском бассейне, где и происходила его цементация.

В пределах месторождения Биюк-Янкойское была выявлена особая разновидность известняков с псевдобрекчиевой структурой, характерной для метасоматических псевдобрекчий. Подобные структурные особенности и минеральный состав характерны для флюидолитов карбонатного состава, которые по результатам исследований последних лет сопровождают комплексные проявления полезных ископаемых (благородные и редкие металлы, алмазы и др.), а также характерны для пород кратерной фации кимберлитовых тел [99].

Известняки Судакского синклиналия по ряду признаков (изотопный состав углерода, наличие органического вещества, текстурные особенности и форма отдельностей) кардинально отличаются от соседних синклиналиев и относятся к фитогенным (водорослевым) известнякам. Наличие темно-серого до черного цвета свидетельствует о наличии органического углерода (табл. 5.1), источником которого являются сине-зеленые водоросли. Изотопный состав углерода и кислорода фитогенных известняков массива Караджа является типичным для фанерозойских пород осадочного генезиса.

В целом, значения достаточно однородны и соответствуют относительно стабильным условиям карбонатакопления в мелководно-морском, возможно замкнутом, водоеме, временами с повышенной гидродинамикой.

Все это происходит в мелководных заливах и лагунах, где в результате фотосинтеза последних происходит образование известкового ила. После захоронения этого материала под слоем осадка в несколько сантиметров и удаление из него O_2 морской воды приводит к быстрому формированию восстановительных условий с образованием H_2S , серой окраски и почернению некоторых частиц, богатых органическим веществом.

Как отмечают многие исследователи [100-111], чем чернее окраска породы, тем значительнее были восстановительные условия и при несколько более высоком содержании органического углерода. Для полного окрашивания в черный цвет достаточно 1 или 2 % органического углерода.

Таблица 5.1 - Изотопный состав углерода и кислорода фитогенных известняков массива Караджа

Порода	C^{13}	O^{18}
№1	3,42	28,52
№2	2,83	28,19
№3	3,08	28,33
№4	3,25	28,23

Примечание: Анализы выполнены в ИГОС НАН Украины, д.г.н., проф. В.Н. Загнитко.

Таким образом, мраморизованные известняки Судакского синклинория формировались в восстановительных условиях, о чем свидетельствует темный цвет, наличие сероводорода, пирит.

Выводы к разделу 5.

Мраморизованные известняки Крыма относятся к древним постройкам типа барьерных рифов, которые образуют фациальный ряд:

1. Зона приливо-отливной равнины (строматолиты, онколиты, водорослевые известняки). Строматолиты росли на дне морских или пресноводных водоемов, в условиях хорошей освещенности, на мелководье. Строматолитовые образования типичны для отложений, формировавшихся в условиях литорали и сублиторали, защищенных от влияния волн и течений открытого моря и характеризующихся переменной соленостью.

2. В рифовой зоне окраин шельфа образовывались коралловые и кластогенные известняки (брекчиевидные и биокластические). Коралловые известняки – рифовые постройки, которые полностью законсервированы карбонатным цементом; не ярко выраженная брекчия, состоящая из обломков различных по генезису мраморизованных известняков, раковин, кораллов, сформирована в зонах рифовых осыпей; брекчия с ярко выраженными обломочным материалом образовалась в открытых трещинах, либо в древних карстовых воронках; биокластические известняки образуются при механической обработке в зоне прибоя, волнений, в результате приливо-отливных течений.

3. В предрифовой зоне находились пелитоморфные отложения, которые образовались в глубоководных условиях из карбонатных (известковистых) осадков.

4. Мраморизованные известняки Юго-Западного и Восточно-Крымского синклиналиев сформировались в резко окислительных условиях, известняки Судакского синклиналия – в восстановительных, о чем свидетельствуют структурно-тектоническое положение, форма тел, текстурно-структурные особенности пород, цвет, наличие элементов-хромофоров.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация является завершенной научно-исследовательской работой, в которой решена актуальная задача обоснования роли ведущих геологических факторов в формировании и локализации проявлений декоративных разновидностей мраморизованных известняков Крыма, определены геолого-промышленные критерии оценки качества камнесамоцветного сырья и обоснована целесообразность их использования в камнерезной промышленности.

Проведенные исследования позволили получить следующие научные и практические результаты:

1. Впервые были выделены четыре генетические разновидности цветных верхнеюрских мраморизованных известняков Юго-Западного, Восточно-Крымского и Судакского синклиналиев Крыма: криптогенные, кластогенные, коралловые, фитогенные, формирование которых происходило на фоне общего поднятия шельфовой зоны и как результат - физико-химическое разрушение барьерных рифов с последующей цементацией обломочного материала.

2. Декоративные свойства мраморизованных известняков (цвет, рисунок и полируемость) обусловлены наличием глинистых минералов, дисперсных примесей *Fe* и *Mn*, распределением трещиноватости и степенью сохранности органических остатков.

3. На основании изучения вещественного и минералого-петрографического состава выделено две генетические группы фитогенных известняков Судакского синклиналия: известковые водоросли и строматолитовые известняки. Они залегают на флишоидных породах в виде самостоятельных массивов, для них характерен темно-серый цвет, наличие сероводорода и специфическое внутреннее строение при полировке. Впервые, массив Караджа, расположенный в Судакском синклиналии, определен как строматолитовый массив.

4. Выделены три сорта мраморизованного известняка с учетом степени полируемости и декоративных свойств. К отдельной группе мраморизованных известняков отнесены коллекционные образцы, представляющие минералогический и палеонтологический интерес.

5. Главными достоинствами мраморизованного известняка являются: рисунок, цвет и полируемость. Ахроматические цвета являются следствием восстановительных условий, хроматические – окислительных. Рисунок мраморизованного известняка определен примесями железа, марганца и природными (залеченными) трещинами.

6. В зоне приливо-отливной равнины образовались строматолиты, онколиты, водорослевые известняки. Строматолиты росли на дне морских или пресноводных водоемов в условиях хорошей освещенности, на мелководье. Строматолитовые образования типичны для отложений, формировавшихся в условиях литорали и сублиторали, защищенных от влияния волн и течений открытого моря и характеризующихся переменной соленостью.

7. В рифовой зоне окраин шельфа образовывались коралловые, и кластогенные мраморизованные известняки (брекчиевидные и биокластические). Коралловые известняки – рифовые постройки, которые полностью законсервированы карбонатным цементом; брекчиевидные известняки, состоящие из обломков различных по генезису мраморизованных известняков, раковин и кораллов, были сформированы в зонах рифовых осыпей либо в древних карстовых воронках; биокластические известняки образуются при механической обработке в зоне прибоя, волнений, в результате приливо-отливных течений.

8. Мраморизованные известняки Юго-Западного и Восточно-Крымского синклиналиев сформировались в резко окислительных условиях, а известняки Судакского синклиналия в восстановительных, о чем свидетельствуют структурно-тектоническое положение, форма тел,

текстурно-структурные особенности пород, цвет, наличие элементов-хромофоров.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Заридзе Г.П. Петрография магматических и метаморфических пород / Заридзе Г.П. – М.: Недра, 1980. – 327 с.
2. Муратов М.В. Геология СССР / Под ред. Муратова М.В. – М.: Недра, 1969. - 575 с. – (Геологические описания; часть 1; т. 8 Крым).
3. Казанцев Ю.В. Тектоника Крыма / Казанцев Ю.В. - М.: Наука, 1982. - 112 с.
4. Лебединский В.И. С геологическим молотком по Крыму / Лебединский В.И. - М.: Недра.1982, - 159 с. – (3-е издание переработанное и доп.).
5. Муратов М.В. Краткий очерк геологического строения Крымского полуострова / Муратов М.В. - М.: Гос. геол. тех. издат., 1960. - 207 с.
6. Пчелинцев В.Ф. Образование Крымских гор / Пчелинцев В.Ф. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1962. - 88 с.
7. Муратов М.В. Руководство по учебной геологической практике в Крыму / Муратов М.В. - М.: Недра. 1973. - 192 с. – (т. 2).
8. Гнитов О.Б. О структурной позиции верхнеюрских образований Горного Крыма / О.Б. Гнитов, Л.С. Борисенко. - Бюлл. МОИП, 1999. – с. 38-51. – (отд. геол.; т. 74, вып. 6).
9. Муратов М.В. Геологический очерк восточной оконечности Крымских гор / Муратов М.В. - Труды МГРИ, Т., 1937. - С. 21-122. – (т. 8).
10. Стратіграфія мезокайнозойських відкладів північно-західного шельфу Чорного моря / [Гожик П.Ф., Маслун Н.В., Плотникова Л.Ф., Іванік М.М., Якушин Л.М., Іщенко І.І.]. – К.: Інститут геологічних наук НАН України, 2006. - 171 с. - 54 іл.
11. Лебедев Т.С. Особенности тектоники Горного Крыма / Т.С. Лебедев, Ю.П. Оровецкий. - К.: Наукова думка , 1986. - С. 34-41. – (Академия наук Украинской ССР; вып. 18).

12. Муратов М.В. Стратиграфия, фации и формации юрских отложений Крыма / Муратов М.В., Архипов И.В., Успенская Е.А.-. Бюлл. МОИП, 1960. – с. 87-97. – (сер. геол.; т. 35 (1)).
13. Казанцев Ю.В., Казанцева Т.Т., Аржавитина М.Ю. др.. Структурная геология Крыма / [Казанцев Ю.В., Казанцева Т.Т., Аржавитина М.Ю. др..] – Уфа, 1989. – 152 с.
14. Юдин В.В. Тектоника карстового массива Чатырдаг в Крыму / Юдин В.В. - Симферополь. – 2012. с. 5-17. – (Спелеология и карстология; № 8).
15. Аркадьев В.В. Геология Крыма / Под ред. Аркадьева В.В. - СПб.: НИИЗК СПбГУ, 2002. - 168 с. – (Учен. зап. кафедры исторической геологии; вып. 2).
16. Юдин В.В. О недвигах Горного Крыма / В.В. Юдин, М.Е. Герасимов – Киев: 2001. – с. 121-129. – (Геофизический журнал; № 2; т. 23).
17. Рединг Х. Обстановки осадконакопления и фации / Под ред. Рединга Х.; Пер. с англ. - М.: Мир, 1990. - 352 с. – (В 2х т.; т. 1).
18. Положение верхнеюрских отложений в структуре Горного Крыма / [Милеев В.С., Розанов С.Б., Барабошин Е.Ю. и др.]. - Бюлл. МОИП, 1995. – с. 22-31. – (сер. геол., т. 70, вып. 1).
19. Милеев В.С., Барабошин Е.Ю., Розанов С.Б., Рогов М.А. Тектоника и геодинамическая эволюция Горного Крыма / [Милеев В.С., Барабошин Е.Ю., Розанов С.Б., Рогов М.А.]. - Бюлл. МОИП, 2009. – с. 3-22. – (сер. геол.; т. 84; вып. 3).
20. Бондаренко В.Г. Карбонатные дайки в Крыму / Бондаренко В.Г. – М.: 1965. – с. 134-137. – (Советская геология; №3).
21. Конюхов А. И. Осадочные формации в зонах перехода от континента к океану / Конюхов А.И.— М: Недра, 1987. - 222 с., ил.
22. Особенности геологического строения Крымских гор на примере Чатыр-Дага / [Рыбаков В.Н., Романенко В.М., Чмарова Л.П., Плотникова Л.Ф.] – Київ, 2003. – с. 182-185. – (М-ли II наук.-вироб. наради геологів-зйомщиків України) (Світлодерськ, Донецька обл.. 8-13 вересня 2003р.).

23. Моисеев А.С. К геологии юго-западной части Главной гряды Крымских гор / Моисеев А.С. - Л.: 1930. – с. 27-71. – (Материалы по общей и прикладной геологии; тр. геолкома, вып. 89).

24. Юдин В.В. Новая модель геологического строения Крыма / Юдин В.В. – М.: Природа, 1994. - с. 28-31. – (№ 6).

25. Моисеев А.С. К геологии юго-западной части Главной гряды Крымских гор / Моисеев А.С. - Л.: 1930. – с. 27-71. – (Материалы по общей и прикладной геологии; тр. геолкома, вып. 89).

26. Юдин В.В. Происхождение известняковых массивов Главной гряды Крымских гор / Юдин В.В. – Симферополь, 1998. – 4 с. – (Информационный листок Крымского респ. центра научно-технической информации; № 20-98)

27. Тектоника Крыма, Азовского моря и Западного Предкавказья в раннем мезозое / [Арбатов А.А., Каменецкий А.Е., Снегирева О.В., Чернобров Б.С., Швембергер Ю.Н.]. – 1967. - с. 88-96. – (Сов. геология; № 5).

28. Спиридонов Э.М. Магматические образования Горного Крыма / Спиридонов Э.М., Федоров Т.О., Ряховский В.М. - Бюлл. МОИП, 1990. – с. 119-134. – (сер. геол.; т. 65; вып. 4; статья 2).

29. Славин В.И. Современные геологические процессы в Юго-Западном Крыму / Славин В.И. - М.: 1975. - 195 с.

30. Происхождение верхнеюрских массивов Горного Крыма: материалы научно-практической конференции [«Формирование окружающей среды на урбанизированных территориях Крыма»]./ В.В. Юдин – Симферополь: КИПКС., 1996. – с. 25-27. – (ч. 1).

31. Борисенко Л.С. Разрывные нарушения Горного Крыма / Борисенко Л.С. - 1983. – с 126-129. – (Геологический журнал; т. 43; № 2).

32. <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/615-2011-п>

33. Спиридонов Э.М. Магматические образования Горного Крыма / Спиридонов Э.М., Федоров Т.О., Ряховский В.М. – 1990. – с. 102-112. – (Бюлл. МОИП; сер. геол.; т. 65; вып. 6; статья 2).

34. Васильев И.Н. Некоторые новые данные о геологическом строении Чатыр-Дагского массива в Крыму / И.Н. Васильев, Б.М. Смольников – 1966. – с. 71-74. – (Геофизический сборник; вып. 18).
35. Логвиненко Н. В. Методы определения осадочных пород / Н.В. Логвиненко, Э.И. Сергеева. - Л.: Недра, 1986. - 240 с. – (Учебн. пособие для вузов).
36. Страхов Н.М. Методы изучения осадочных пород / Ред. Страхов Н.М. - М.: Изд-во АН СССР, 1957. – 566 с. – (т. 2).
37. Тафт У.К. Карбонатные породы / Под ред. Дж. Чилингара, Г. Биссела, Р. Фэйбриджа. - М.: Мир, 1970. – 396 с. – (т. 1).
38. Логвиненко Н.В. Петрография осадочных пород / Логвиненко Н.В. - М.: Изд. «Высшая школа», 1967. – 416 с.
39. Макарихин В.В. Классификация фитогенных построек / В.В. Макарихин, П.В. Медведев – СПб., 1997. - с. 42–43. – (Проблемы систематики и эволюция органического мира; тез. докл. XLIII сессии ВПО. СПб).
40. Пармузина Л.В. Классификации карбонатных пород / Л. В. Пармузина, С. В., Кочетов. – Ухта: УГТУ, 2009. – 21 с. – (метод. указания).
40. Петтиджон Ф. Дж. Осадочные породы / Петтиджон Ф. Дж.; [Пер. с англ.] - М.: Недра, 1981. - 751 с. – (Пер. изд.: США. 1975).
41. Шванов В.Н. Структурно-вещественный анализ осадочных формаций (начала литомографии)./ Шванов В.Н.— СПб.: Недра, 1992.— 230 с.
42. Юдин В.В. Геологическая карта и разрезы Горного, Предгорного Крыма. Масштаб 1:200000 / Юдин В.В. – Симферополь: Крымская АН, 2009. – («Союзкарта»).
43. Котляр А.И. Некоторые особенности глубинной тектоники Крыма / Котляр А.И. – 1979. – с. 105-110. – (геологический журнал; т. 39; № 3).
44. Шишлов С.Б. Структурно-генетический анализ осадочных формаций / Шишлов С.Б.. – СПб.: С.-Петербург. горн. ин-т; ЛЕМА, 2010. – 276 с.

45. Муратов М.В. Геология СССР / Муратов М.В. - М.: Недра, 1974. - 208 с. – (Полезные ископаемые; часть 2; т. 8. Крым; часть 2.).
46. Шванов В.Н. Систематика и классификация осадочных пород и их аналогов / Шванов В.Н., Фролов В.Т., Сергеева Э.И. и др. – СПб.: Недра, 1998. – 352 с.
47. Ковалевский С.А. Корни Горного Крыма / Ковалевский С.А. - Докл. АН СССР, 1966. – с. 673-676. – (т. 171; № 3).
48. Хабаков А.В. Атлас текстур и структур осадочных горных пород / Ред. Хабаков А.В. - М.: Недра, 1968. – 700 с. – (часть 2; Карбонатные породы).
49. Атлас структурных компонентов карбонатных пород / [Фортунова Н.К., Карцева О.А., Баранова А.В., Агафонова Г.В., Офман И.П.] — М.: ВНИГНИ, 2005. — 440 с.
50. Супрычев В.А. Самоцветы / Супрычев В.А. - М.: Наукова думка, 2004. – 216 с.
51. Муратов М.В. Средиземноморский геосинклинальный пояс. Крымско-Карпатская геосинклинальная область. Крым / Муратов М.В., Снегирева О.В., Успенская Е.А. - М.: Недра, 1972. – с. 143-154. - (Стратиграфия СССР. Юрская система).
52. Еленкин А.А. Сине-зеленые водоросли СССР / Еленкин А.А. - М., Л.: Изд-во АН СССР, 1936. – 984 с.
53. Маслов В.П. Атлас породообразующих организмов. — М.: Наука, 1973. - 267 с.
54. Орлов Ю.А. Основы палеонтологии. Водоросли, мохообразные, псилофитовые, плауновидные, членистостебельные, папоротники / Ред. Орлов Ю.А. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 702 с. – (справочник для палеонтологов и геологов СССР).
55. Справочник по литологии / [Под ред. Н.Б. Вассоевича, В.Л. Либровича, Н.В. Логвиненко, В.И. Марченко] – М.: Недра, 1983. – 509 с.

56. Котляревская С.П. Основы палеонтологии. Справочник для палеонтологов и геологов СССР. / Ред. Котляревская С.П. - М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 702 с.

57. Добролюбова Т.А. Наставление по сбору и изучению палеозойских кораллов / Добролюбова Т.А., Кабакович Н.В., Чудинова И.И. - М.: Наука, 1964. – 66 с.

58. Краснов Е.В. Кораллы в рифовых фациях мезозоя СССР / Краснов Е.В. - М.: Наука, 1983. – 194 с.

59. Хабаров Е.М. Позднепротерозойские рифы и рифоподобные постройки юга Восточной Сибири / Хабаров Е.М. - 1999. - с. 1149-1169. – (Геология и геофизика; т. 40; № 8).

60. Вологдин А.Г. Древнейшие водоросли СССР / Вологдин А.Г. - М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 655 с.

61. Матюшкина О.П. Генетические разновидности верхнеюрских мраморизованных известняков Крыма / Матюшкина О.П. - Науковий вісник НГУ. – 2012.– с. 11-15. – (№ 4).

62. Маслов В.П. Строматолиты / Маслов В.П. - М: Наука, 1960. - 188 с.

63. Riding R. Late Paleoproterozoic (~1800-1600 Ma) stromatolites, Guddapah Basin, Southern India: cyanobacterial or other bacterial microfabrics / R. Riding, M. Sharma. - Precambrian Res., 1998. - p. 21-35. – (V. 92).

64. Маслов В.П. Ископаемые известковые водоросли СССР / Маслов В.П. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – 300 с. – (Вып. 160).

65. Раабен М.Е. Строматолиты верхнего рифея (гимносолениды) / Раабен М.Е. - М: Наука, 1969. - 97 с.

66. Маслов В.П. О водорослевом горизонте в верхней юре Дальневосточного края / Маслов В.П. – М.: Изд-во АН СССР , (вып. 21).

67. Маслов В.П. Материалы к познанию ископаемых водорослей СССР / Маслов В.П. – 1935. – (вып. 72).

68. Семихатов М.А., Комар В.А. Строматолиты докембрия: биологическая интерпретация, классификация и стратиграфическое

значение / Семихатов М.А., Комар В.А. - М.:Наука, 1989. - с. 13-31. – (Проблемы стратиграфии верхнего протерозоя и фанерозоя).

69. Герасименко Л.М., Заварзин Г.А. Реликтовые цианобактериальные сообщества / Л.М. Герасименко, Г.А. Заварзин - М.: Наука, 1993. - с. 222-254. – (Проблемы доантропогенной эволюции биосферы).

70. Комар Вл.А. Классификация строматолитов по микроструктурам / Комар Вл.А. - Л.: Наука, 1979. - с. 42-45. – (Палеонтология докембрия и раннего кембрия).

71. Киевленко Е.Я. Геология месторождений поделочных камней. / Е.Я. Киевленко, Н.Н. Сенкевич – М.: Недра, 1983. – 263 с. – (2-е изд., перераб. и доп.).

72. Путолова Л.С. Декоративные разновидности цветного камня СССР/ Путолова Л.С., Менчинская Т.И., Баранова Т.И. и др. – М.: Недра, 1989. – 272 с.

73. Самсонов Я.П. Самоцветы СССР. Справочное пособие/ Самсонов Я.П., Туринге А. П.; Под ред. В.И. Смирнова. – М.: Недра, 1984. – 333 с.

74. Годовиков А.А. Агаты / Годовиков А.А., Рипенин О.И., Моторин С.Г. – М.: Недра, 1987. – 368 с.

75. <http://do.gendocs.ru/docs/index-208528.html>

76. http://geo.web.ru/druza/m-ruin-mram_0.htm

77. Супрычев В.А. Сырьевые ресурсы самоцветных и поделочных камней Крыма и пути их практического использования. Драгоценные и цветные камни как полезное ископаемое / Супрычев В.А. - М.: Наука, 1973. – с.201-212.

78 К вопросу о комплексной объектов недр, содержащих камнесамоцветное сырье: Наукові засади геолого-економічної бази України та світу: тези наукової міжнародної конференції/ [Баранов П.Н., Шевченко С.В., Хоменко Ю.Т., Рузина М.В., Фоций Н.Н.] - К.: Ніка-Центр, 2011. – С. 9-10.

79. Шевченко С.В Самоцвіти України: гемологічне оцінювання і перспективи використання / Шевченко С.В, Баранов П.Н., Фощій М.М. - Вісник НАН України, 2009. – с. 36-39. – (№5).

80. Баранов П.Н., Рузина М.В., Матюшина О.П. Морфологические типы фитогенных известняков Судакского синклиория (Крым) / Баранов П.Н., Рузина М.В., Матюшина О.П. - ДВНЗ«НГУ», 2012. - с. 11-16. – (Збірник наукових праць НГУ;№17).

81. Баранов П.Н. Геммология: диагностика, дизайн, обработка, оценка самоцветов / Баранов П.Н. – Днепропетровск: Металл, 2002. – 208 с., ил. – (учебник).

82. Особенности подсчета запасов и отбора (добычи) камнесамоцветного сырья проявлений юго-восточной части Украины: Форум горняков – 2012: материалы межд. конф. / [Баранов П.Н., Цоцко Л.И., Шевченко С.В.]. – Д.: ДВНЗ «НГУ», 2012. –с. 200-204. – (т. 3).

83. Матюшкина О.П. Генетические разновидности верхнеюрских мраморизованных известняков Крыма / Матюшкина О.П. - Науковий вісник НГУ, 2012. - с. 11-15. – (№ 4).

84. Геолого-промышленные критерии оценки качества цветного мрамора Крыма: материалы международной научно-практической конференции Симферополь-Судак 17-23 сентября 2012г. [«Актуальные проблемы геологии, прогноза, поисков и оценки месторождений твердых полезных ископаемых»] / Матюшкина О.П. – 2012. – 110 с. - (Судакские геологическые чтения III (VIII)).

85. Баранов П.Н., Шевченко С.В., Цоцко Л.И. Влияние горно-геологических факторов на стоимость добычи камнесамоцветного сырья: Межд. науч.-практ. конф. [Актуальные проблемы геологии, поисков и оценки месторождений твердых полезных ископаемых] / Баранов П.Н., Шевченко С.В., Цоцко Л.И. - К. «Академперіодика» НАН України, 2012. – с. 156 – 158.

86. Дубатов В.Н. Известковые водоросли и строматолиты (систематика, биостратиграфия, фациальный анализ) / В.Н. Дубатов, В.А. Москаленко - Н.: Наука, 1988. – 232 с.

87. Васильев Е.К. Рентгенографический определитель карбонатов / Е.К. Васильев, Н.П. Васильева. - Новосибирск: Наука, 1980. - 144 с.

88. Семихатов М.А. Динамика систематического разнообразия рифейских и вендских строматолитов Северной Евразии / М.А. Семихатов, М.Е. Раабен. - 1993. - с. 3-12. – (Стратиграфия. Геол. Корреляция; т. 1; № 2).

89. Крылов И.Н. Столбчатые ветвящиеся строматолиты рифейских отложений Южного Урала и их значение для стратиграфии верхнего докембрия / Крылов И.Н. - М.: Наука, 1963. - 133 с.

90. Комар Вл.А. Строматолиты в корреляции опорных разрезов рифея Сибири и Урала / Комар Вл.А. - Изд. АН СССР, 1990. - с. 3-15. – (сер. геол.; № 10).

91. Серебряков С.Н. Условия образования строматолитов в рифее / Серебряков С.Н. - Л.: Наука, 1979. - с. 53-57. – (Палеонтология докембрия и раннего кембрия).

92. Вараксина И.В. Обстановки седиментации и постседиментационные изменения рифейских карбонатных отложений Куюмбинского месторождения / И.В. Вараксина, Е.М. Хабаров. - 2000. - с. 28-36. – (Геология нефти и газа; № 1).

93. Sharma M. Genesis of carbonate precipitate patterns and associated microfossils in Mesoproterozoic formation of India and Russia – a comparative study / M. Sharma, V.N. Sergeev. - Precambrian Res., 2004. - p. 317-347. – (V. 134).

94. Раабен М.Е. Микростроматолиты – характерный элемент нижнепротерозойского строматолитового комплекса / Раабен М.Е. - Докл. АН СССР, 1980. - с. 734-737. – (т. 250).

95. Sharma M. Genesis of carbonate precipitate patterns and associated microfossils in Mesoproterozoic formation of India and Russia – a comparative

study / M. Sharma, V.N. Sergeev. - Precambrian Res., 2004. - p. 317-347. – (V. 134).

96. Шенфиль В.Ю. Проблема корреляции рифейских отложений Сибири по строматолитам / Шенфиль В.Ю. - Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1978. - с. 22-37. – (Новое в стратиграфии и палеонтологии позднего докембрия Сибирской платформы).

97. Макарихин В. В. Фитогенные постройки и корреляция разрезов раннего докембрия (восточная часть Балтийского щита) / В.В. Макарихин, П.В. Медведев. - СПб., 1998. - с. 38–40. – (Осадочные формации докембрия и их рудоносность).

98. Komar V.A. Classification of microstructures of the upper Precambrian stromatolites / Komar V.A. - J. Himalayan Geology, 1989. V. 13. - p. 229-238. – (V. 13).

99. Баранов П.Н. Особенности минералого-петрографического состава кимберлитов трубки Лорелей (Ангола) / Баранов П.Н., Вунда Т.М., Матюшкина О.П. - Науковий вісник НГУ. - 2009. - № 8. - С. 41-45.

100. Уилсон Дж.Л. Карбонатные фации в геологической истории / Уилсон Дж.Л. - М.: Недра, 1980. - 463 с. 101. Галимов Э.М. Отношение изотопов углерода в кальците как типоморфный признак экзогенных процессов в известняках / Галимов Э.М. - 1965. - с. 46–51. – (Изв. вузов. Геология и разведка; № 7).

102. Хабаров Е.М. Рифейские рифогенные системы юга Восточной Сибири и проблема эволюции рифообразования в геологической истории / Хабаров Е.М. - Новосибирск: НИЦ ОИГГМ СО РАН, 1996. - с. 212-215. – (Геодинамика и эволюция Земли).

103. Громов Б.В. Цианобактерии в биосфере // Соросовский Образовательный Журнал. 1996. №9 – С. 35-39.

104. Фор Г. Основы изотопной геологии. М.: Мир, 1989. - 592 с.

105. Хабаров Е.М., Пономарчук В.А., Морозова И.П. и др. Изотопы углерода в рифейских карбонатных породах Енисейского кряжа // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1999. Т. 7. № 6. - С. 20-40.
106. Fairchild J.J. Origin of carbonate in Neoproterozoic stromatolites and identification of modern analogues // Precambrian Res. 1991. V. 53. № 2. - P. 281-299.
107. Кулешов В.Н. Изотопный состав и происхождение глубинных карбонатов. М.: Наука, 1986. - 128 с.
108. Заврзин Г.А. Бактерии и состав атмосферы / Отв. Ред. А.А. Имшенецкий. М.: Наука. 1984. – 189 с.
109. Розанов А.Ю., Заврзин Г.А. Бактериальная палеонтология // Вестн. РАН. 1997. Т. 67. №3. – С. 241-245.
110. Chafetz H.S., Buszynski C. Bacterially induced lithification of microbial mats // J. Palaios. 1992. V. 7. № 3. - P. 277-293.
111. Каздым А.А. Природные и техногенные образования кальцита – натёки и спелеотемы: генезис, морфология, микростроение // Минералогия техногенеза-2007. Миасс: ИМин УрО РАН, 2007. - С. 269–287.