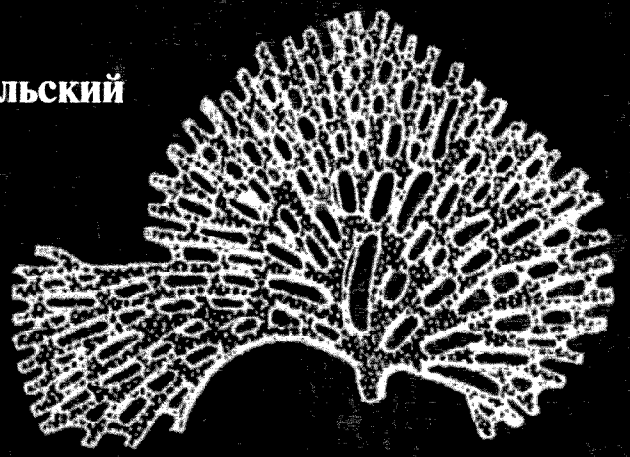
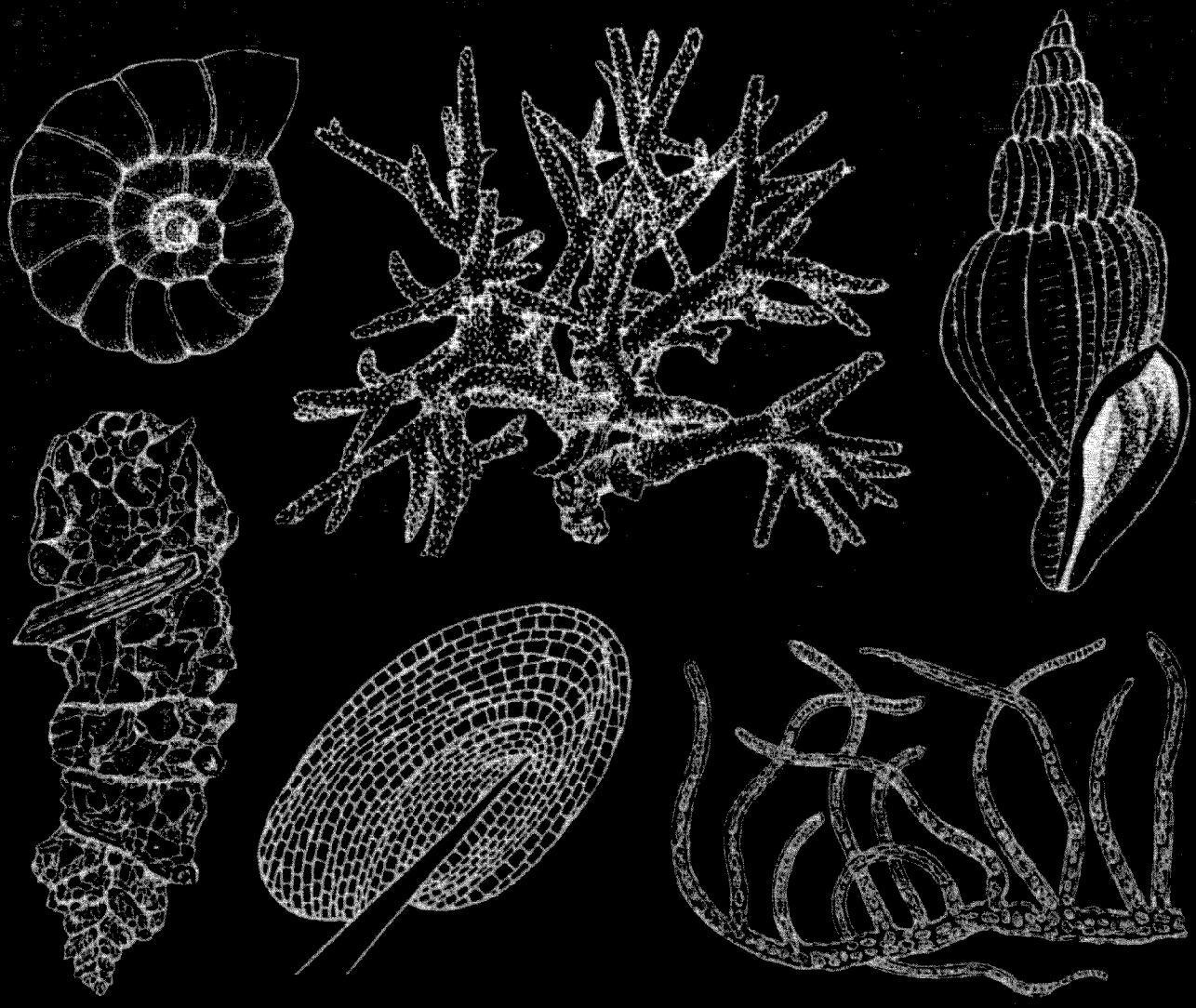
e-copy by API

Всероссийский научно-исследовательский
геологический нефтяной институт
ВНИГНИ



АТЛАС
структурных компонентов карбонатных пород



ВНИГНИ

МОСКВА 2005

Министерство природных ресурсов
Российской Федерации
Всероссийский научно-исследовательский
геологический нефтяной институт (ВНИГНИ)

АТЛАС структурных компонентов карбонатных пород

Н.К. Фортунатова, О.А. Карцева, А.В. Баранова,
Г.В. Агафонова, И.П. Офман

ВНИГНИ

Москва 2005

https://ranio.ru/

УДК 552.143:56.02:552.54

Фортунатова Н.К., Карцева О.А., Баранова А.В., Агафонова Г.В., Офман И.П.

Атлас структурных компонентов карбонатных пород. — М.: ВНИГНИ, 2005. — 440 с.

Атлас представляет собой руководство для диагностики структурных элементов, или породообразующих компонентов карбонатных пород. В основе атласа лежит систематизация признаков породообразующих компонентов. Характеристика компонентов включает их определение, минералогический состав и морфологические признаки, описывающие внешнее и внутреннее строение. Рассмотрены процессы, этапы и стадии формирования компонентов, связь между которыми показана в табличной форме. Приводятся сведения об особенностях вторичных изменений и формах нахождения компонентов в породе. Эти сведения особенно важны при работе с отложениями, существенно преобразованными диагенетическими и эпигенетическими процессами. В конце характеристики выделяются признаки, позволяющие различать компоненты, сходные по внешнему облику или строению, но имеющие различное происхождение. Кроме того дана привязка компонентов к стандартным литогенетическим типам карбонатных пород.

Атлас состоит из текстовой и иллюстративной частей, причем последняя включает в себя 201 рисунок и 168 фототаблиц. Материалом для них в основном послужили девонские, каменноугольные и нижнепермские отложения Тимано-Печорской и Прикаспийской нефтегазоносных провинций.

Атлас предназначен как для начинающих литологов, так и для опытных специалистов, работающих в области изучения карбонатных отложений с различными задачами. Его использование имеет важное значение при разработке новых методов структурно-генетического анализа, основанных на внедрении компьютерных технологий и требующих повышенной точности диагностики структурных компонентов карбонатных пород.

В атласе разобраны специфические смысловые особенности русской и английской терминологии. Разработан унифицированный подход к изучению структуры карбонатных пород, что позволяет увязать структурные и генетические классификации, которые применяются в странах бывшего СССР, Западной Европы и Америки.

Атлас может быть использован как методическое пособие для студентов геологических факультетов высших учебных заведений.

Рецензенты:
Академик РАЕН и МАН ВШ, доктор геол.-минерал. наук, профессор МГУ В.Т. Фролов
Кандидат геол.-минерал. наук О.Б. Бондаренко (МГУ)

Атлас издан по решению редакционно-издательского совета ВНИГНИ

ISBN 5-900941-14-0

© Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт (ВНИГНИ), 2005
© Н.К. Фортунатова, О.А. Карцева, А.В. Баранова, Г.В. Агафонова, И.П. Офман, 2005

https://ranar.ic.ru/

Оглавление

Предисловие 5

Вводная часть 7

Часть I. Скелеты морских беспозвоночных животных организмов и известковые водоросли 11

Морские беспозвоночные животные организмы 13

Наружные скелеты 13
Раковины различных групп организмов 13
Панцири трилобитов 50
Белемниты или ростры белемноидей 53
Конодонтовые элементы 55
Кубки археоциат 59
Коралловые полипняки и скелетные образования одиночных кораллов 63
Ценостеумы гидроидных полипов и строматопороидей 110
Зоарии мшанок 121
Трубки полихет 132
Внутренние скелеты 135
Скелетные образования губок 135
Раковины радиолярий 140
Панцири иглокожих 149

Известковые водоросли 158

Синезеленые водоросли (цианобактерии) 159
Зеленые сифоновые водоросли 162
Багряные водоросли 165
Харовые водоросли 168

Часть II. Производные скелетов морских организмов 173

Кальцитовые сферы 173
Органогенный детрит 174
Спикулы губок 175
Водорослевые фрагменты 176
Органогенный шлам 177
Органогенные обломки 178

Часть III. Сложные по строению и бесскелетные форменные компоненты 180

Форменные компоненты сложного строения 180
Строматолиты 180
Биогенные желваки 181
Бесскелетные форменные компоненты 182
Онколиты 182
Микрофитолиты 183
Оолиты, зачаточные оолиты, псевдооолиты и сферолиты 184

https://gran.ic.ru/

Комки (пелоиды) пелитоморфного кальцита ... 185
Комки и сгустки водорослевого происхождения ... 185
Микрокопролиты ... 186
Комки грануляции ... 187
Комки заполнения ... 188
Составные зерна ... 189
Интракласты ... 190

Часть IV. Агрегаты минералов ... 192

Карбонатные минералы ... 192
Пелитоморфный и микрокристаллический кальцит ... 192
Яснокристаллический кальцит ... 194
Доломит ... 196
Сульфатные минералы ... 198
Гипс и ангидрит ... 198
Железосодержащие минералы ... 200
Пирит ... 200
Глауконит ... 201
Минералы группы кремнезема ... 202
Опал, холцедон и кварц ... 202

Часть V. Компоненты–примеси ... 204

Глинистые минералы ... 204
Терригенные зерна ... 205
Вулканический пепел ... 206
Органическое вещество (ОВ) ... 207

Таблица А. Структурные компоненты карбонатных пород, процессы и стадии их формирования

Таблица Б. Стандартные литогенетические типы карбонатных пород и их характеристика ... 209

Литература ... 217

Объяснения к фототаблицам 1-168 ... 223

Часть 1. Скелеты морских беспозвоночных животных организмов и известковые водоросли ... 223
Часть II. Производные скелетов морских организмов ... 229
Часть III. Сложные по строению и бесскелетные форменные компоненты ... 235
Часть IV. Агрегаты минералов ... 247
Часть V. Компоненты–примеси ... 261

Фототаблицы 1–168 ... 263

https://geo.ic.ru/

Предисловие

Атлас является методическим пособием по изучению карбонатных пород на основе диагностики их породообразующих компонентов.

Характеристика структурных элементов карбонатных пород, или породообразующих компонентов, приводится в многочисленных работах отечественных и зарубежных исследователей [1, 2, 22, 47, 55, 74, 79, 84, 92, 93, 106, 111, 112, 115 и др.]. Среди них особого внимания заслуживают две работы: «Атлас карбонатных пород среднего и верхнего карбона Русской платформы» И.В. Хворовой (1968) и «Атлас породообразующих организмов» под редакцией В.П. Маслова (1973). Каждая из них не одно десятилетие служит настольной книгой литологов, специализирующихся в области изучения карбонатных пород. К числу широко известных многим исследователям изданий подобного типа относится также «Атлас карбонатных пород и породообразующих организмов рифовых комплексов Средней Азии» под редакцией В.Д. Ильина (1981). В этой работе рассмотрены структуры пород рифовых комплексов верхнеюрских отложений центральных районов Средней Азии. Структурная классификация, разработанная авторами, включает породообразующие компоненты, большинство из которых имеет широкое распространение в карбонатных формациях различного возраста. Поэтому значение названного атласа выходит за рамки поставленных задач.

Список трудов, в которых с той или иной степенью детальности охарактеризованы основные структурные элементы карбонатных пород, можно было бы значительно расширить. Однако трудности диагностики этих элементов по-прежнему остаются. Одна из причин—отсутствие среди некоторых породообразующих компонентов четко выраженных морфотипов, что приводит к сходству облика компонентов различного происхождения. Другая наиболее распространенная причина—плохая сохранность в исследуемой породе значительной части, а иногда и большинства, слагающих ее компонентов. Кроме того, при диагностике скелетных остатков возникают затруднения из–за неудачных сечений изучаемых объектов в шлифах.

Цель работы—создание руководства для диагностики основных породообразующих компонентов карбонатных пород на основании систематизации их признаков. Работа построена таким образом, чтобы облегчить указанные трудности и повысить качество диагностики. Повышение точности диагностики породообразующих компонентов карбонатных пород в свою очередь позволит разработать и внедрить в область генетического анализа карбонатных отложений новые более эффективные методы, основанные на использовании компьютерных технологий.

При создании данной работы использовался многолетний опыт авторов по изучению палеозойских и мезозойских нефтегазоносных карбонатных комплексов Тимано–Печорской провинции, Прикаспийской впадины и центральных районов Средней Азии. Был проанализирован также большой объем отечественной и зарубежной литературы, касающейся тех или иных аспектов проблемы, освещенной в атласе.

Текст атласа состоит из вводной части и разделов, посвященных систематической характеристике основных породообразующих компонентов. В вводной части определена необходимость изучения породообразующих компонентов для генетического анализа карбонатных отложений. Выделены группы компонентов, образованных различными типами процессов. Показана связь между компонентами, процессами и стадиями их образования. Рассмотрена структура характеристики компонентов карбонатных пород. Дана краткая характеристика основных разделов атласа. Разделы, содержащие характеристику и описание конкретных компонентов, проиллюстрированы 201 рисунком и 168 фототаблицами.

Из образцов и шлифов, которые послужили объектами фотоиллюстраций, создана коллекция, которая находится в "Коллекционном фонде ВНИГНИ". Значительная часть коллекционных материалов была собрана и проинтерпретирована в рамках тематических исследований, проводившихся ВНИГНИ на территории Тимано–Печорской нефтегазоносной провинции в течение 1983–1994 годов под руководством М.В. Михайловой, которой авторы выражают особую признательность. В сборе

https://geo.ic.ru/

материалов принимали участие геологи М.А. Бушуева, О.А. Лоцман, В.Е. Крючков, Н.С. Овнатанова, техники А.Н. Емельянов, Н.П. Шевелева, А.А. Трушечкин и др. Часть материалов по Тимано–Печорской провинции, вошедших в коллекцию, была собрана сотрудниками ИГиРГИ под руководством В.В. Меннера и передана во ВНИГНИ. Эти материалы были использованы авторами в настоящей работе.

Часть коллекции к атласу составлена из материалов, собранных во время полевых работ, проводившихся в разные годы на территории бортовой зоны Прикаспийской синеклизы. В сборе этих материалов, кроме авторов, принимали участие Н.Н. Бакун, Н.Н. Миронова, С.В. Иванов, В.Е. Крючков.

Часть объектов для фотоиллюстраций, вошедших в атлас, подобрана из коллекции шлифов по Волго–Уральской области, хранящейся в "Коллекционном фонде ВНИГНИ". Эти материалы собраны в 60-е годы в рамках фундаментальных исследований под руководством М.Ф. Филипповой. В сборе этих материалов принимали участие С.М. Аронова, И.Г. Гассанова, В.А. Горошкова, О.А. Лоцман, Л.Б. Миронов, А.А. Рыжова и др. исследователи.Материалы для иллюстрации раздела "Микрофитолиты" были предоставлены сотрудниками ГИН РАН (коллекция В.Е. Забродина).

Таким образом, в настоящей работе присутствует труд нескольких поколений исследователей. Мы искренне благодарны всем упомянутым и не упомянутым живым и усопшим геологам и техникам ВНИГНИ и других организаций, чей труд вошел в эту работу.

В написании и оформлении раздела, посвященного строению скелетов морских беспозвоночных организмов, авторам–литологам огромную помощь оказали консультации многих специалистов–палеонтологов. Благодаря сотрудничеству с ними авторам удалось сохранить специфику работы, предназначенной в первую очередь для специалистов–литологов, а так же избежать серьезных просчетов и ошибок в палеонтологической части.

В работе нам постоянно оказывали помощь по разделу "Фораминиферы"— Е.Л. Зайцева, по разделу "Аммониты"— В.В. Митта, "Брахиоподы" — Р.Е. Алексеева и Н.В. Оленева, "Хететиды" — В.В. Соловьева, "Радиолярии"— М.С. Афанасьева, "Известковые водоросли"— З.А. Косенко. Л.И. Кононова консультировала нас по разделу "Конодонты" и предоставила для использования в нашей работе методическое пособие, которое разрабатывалось ею совместно с Р.А. Воиновой на кафедре палеонтологии МГУ. С разрешения И.Л. Сороки нами было использовано методическое пособие по изучению ругоз, разработанное ею в Геологическом музее им. В.И. Вернадского. Сотрудник кафедры палеонтологии МГУ О.Б. Бондаренко взяла на себя нелегкий труд ознакомиться со всей работой и дать на нее рецензию. Кроме того, она помогала нам при работе над разделом "Строматолиты".

В редактировании атласа помогла Т.Ю. Дребенцова — в прошлом работник издательства «Недра», ответственный секретарь журнала «Газовая промышленность». С ее помощью удалось преодолеть затруднения, вызванные значительным объемом и сложной организацией текстовой части, включающей большое число разделов разного уровня, рисунков и фотографий.

Техническое оформление рукописи выполняла Н.В. Круглова, при этом она проявила безграничное внимание и терпение, снисходительно относясь к многочисленным авторским исправлениям и дополнениям, которые неоднократно возникали в процессе работы.

Изображения многих форм скелетных организмов, заимствованные из различных палеонтологических изданий, были талантливо воспроизведены художником П.В. Матвеевым, а качество остальных во многих случаях было улучшено, благодаря высокопрофессиональному использованию возможностей компьютерной техники Д.В. Митрофановым.

Изготовление большей части шлифов и пришлифовок выполнено О.В. Аскольдовым и В.И. Ковалевой. Фотограф из ПИНа В.Т. Антонова обеспечила высокое качество фотоснимков для атласа.

Многоплановую и всегда очень ценную помощь и поддержку оказывала Л.О. Тарасова.

Особую признательность за неизменную доброжелательную поддержку и советы авторы выражают В.П. Фарбировичу.

Атлас предназначен как для литологов, имеющих значительный опыт изучения карбонатных пород, так и для молодых начинающих специалистов. Он может, к примеру, служить обучающей программой для студентов, специализирующихся в области литогенеза карбонатных отложений.

https://ugraonic.ru/

Вводная часть

Структурные элементы или породообразующие компоненты, слагающие породу, являются продуктом действия процессов, развивающихся под влиянием факторов среды на различных этапах (стадиях) формирования карбонатных отложений.

В связи с этим при изучении генетической природы карбонатных отложений главным методом исследования служит структурный анализ, в основе которого лежит диагностика породообразующих компонентов, и определение процессов, приводящих к их образованию. Действие тех или иных процессов или групп процессов (способ образования), развивающихся на ранних стадиях формирования отложений (сингенез и ранний диагенез), обусловлено в каждой конкретной обстановке осадконакопления сочетанием ее основных параметров: глубиной осаждения вещества, кислородным режимом, гидродинамической активностью, составом морской и поровой вод, влиянием метеорных осадков и источников сноса. Таким образом процессы, развивающиеся в определенных условиях осадконакопления, приводят к образованию комплекса породообразующих компонентов, состав и процентное соотношение которых обусловливают формирование того или иного структурно–генетического типа пород.

Породообразующие компоненты объединены в группы с учетом их строения и происхождения. Эта группировка, в которой прослеживается генетическая связь отдельных ее элементов, не претендует на роль новой структурно–генетической классификации. Ее создание было вызвано необходимостью выработать единую систему описания всех компонентов и удобством изложения материала.

В составе структурных компонентов выделены три большие группы: А— форменные компоненты, включающие скелетные остатки и бесскелетные форменные компоненты; Б— скрытокристаллические агрегаты аутигенных минералов и В – яснокристаллические агрегаты аутигенных минералов. В отдельную группу выделены элементы–примеси (вулканогенные, терригенные, глинистые) и органическое вещество (ОВ).

Проведена типизация процессов образования компонентов, в основу которой положены главные факторы, вызывающие их возникновение и развитие. Указанные процессы отнесены к трем группам: I— биогенные, II— физические (механогенные) и III— физико–химические.

Связь между компонентами, процессами и стадиями их образования показана в таблице А.

Главную роль в образовании структурных компонентов карбонатных пород играют биогенные процессы. Эти процессы могут иметь противоположные действия: одни из них приводят к концентрации вещества, а другие— к деструкции компонентов. В первом случае в процессе биогенной концентрации вещества, происходящей тремя способами, продуцируются целые скелеты многочисленных групп животных и растительных организмов (органический и физиологический способы концентрации извести); кроме того, этими процессами вызывается появление нескелетных форменных компонентов, подобных оолитам и онколитам (биохимическое осаждение извести, связанное с жизнедеятельностью бактерий). Во втором случае происходит разрушение целых скелетов и возникновение их производных, главными из которых являются детрит, шлам и пелитоморфный карбонат. Благодаря физическим процессам осуществляется механическое обстукивание, окатывание частиц и их перемещение из мест образования в области скопления. Физико–химические процессы, включающие осаждение вещества из морской воды и многочисленные более поздние процессы, приводят к образованию агрегатов аутигенных компонентов. Число последних в карбонатных отложениях невелико. К основным из них относятся кальцит и доломит; подчиненную роль играют сульфатные минералы (гипс, ангидрит), кварц и другие минеральные формы кремнезема, пирит, глауконит, окислы и гидроокислы железа.

Указанные выше группы процессов характерны для разных стадий формирования породы. Биогенные и физические процессы протекают на стадии накопления осадка—в сингенезе, а физико–химические (за исключением процессов осаждения вещества из морской воды) характерны для более поздних стадий—раннего или позднего диагенеза, а также эпигенеза.

Большое число новообразованных компонентов появляется в осадке на стадии диагенеза в условиях изменчивости параметров физико–химических обстановок, причиной чего в значительной

https://geo.ic.ru/

мере является жизнедеятельность бактерий. На этом этапе формирования породы в процессе литификации осадка происходит: во–первых, замещение нестабильных форм минералов стабильными (например, арагонит и высокомагнезиальный кальцит замещаются обычным в ископаемом состоянии низкомагнезиальным кальцитом, а протодоломит—доломитом); во–вторых, выпадение вещества из поровых растворов и кристаллизация в пустотах различных минералов; в–третьих, перекристаллизация осадка с изменением и без изменения первоначального состава. Кроме того, важнейшими преобразованиями на ранних стадиях формирования породы являются избирательное растворение и перекристаллизация скелетов организмов, что может привести к существенным отличиям между первоначальным составом комплексов организмов (биоценоз и танатациноз) и наблюдаемым в ископаемом состоянии (ориктоценоз).

Изменения, происходящие в осадке на стадии диагенеза, в особенности раннего, обусловливают исчезновение одних компонентов и появление других. Эти изменения тесно связаны с обстановками осадконакопления. Поэтому их особенности должны использоваться при реконструкции этих обстановок. Более поздние преобразования, приуроченные к эпигенезу, вызваны тектоническими перестройками, которые активизируют движения флюидов, в том числе углеводородов. В результате этих преобразований первичная структура породы может быть изменена полностью. В связи с этим выявление компонентов, относящихся к поздним стадиям преобразования, также имеет важное значение для диагностики карбонатных пород—без этого невозможно произвести оценку характера процессов предшествующих стадий и масштабов их проявления.

Текст атласа (440 стр.), кроме вводной части, включает пять других частей, первая из которых отличается значительным объемом (163 стр.) и иллюстрирована рисунками и фототаблицами, а остальные части—только фототаблицами.

Первая часть посвящена характеристике целых скелетов морских беспозвоночных животных организмов и известковых водорослей. Важность ее определяется тем, что целые скелеты играют главную роль не только в составе биогермных пород, но и служат материалом для образования большой группы компонентов, являющихся их производными (детрит, шлам и пр.), а значительный объем связан с большим разнообразием форм и структур скелетов.

Важно отметить, что систематический принцип описания породообразующих организмов, обычно используемый в палеонтологической литературе, в данном разделе нарушен. Это вызвано тем, что приоритетное значение в данном описании имеют типы скелетов организмов, а не их систематика.

Несмотря на то, что существует множество палеонтологических изданий, в которых рассматривается строение скелетов морских беспозвоночных организмов, авторы пришли к мнению о необходимости этого раздела по нескольким причинам. Так, наиболее популярный среди литологов "Атлас породообразующих организмов" (1973 г.) был издан 30 лет назад и в настоящее время представляет собой библиографическую редкость. Что же касается других палеонтологических изданий, то их использование в процессе изучения карбонатных пород затруднено из–за обилия излишних для литолога подробностей. Кроме того, отсутствие данного раздела нарушило бы целостность настоящей работы, содержащей характеристику всех структурных компонентов карбонатных пород, составленную по единой схеме.

Первая часть предлагаемого атласа содержит 201 рисунок. На этих рисунках показаны основные черты строения скелетов различных групп организмов. Для иллюстрации строения скелетов каждой группы организмов приводится серия рисунков, которые наглядно и последовательно изображают формы скелетов, их внутреннее строение, устройство стенок и микроструктуру скелетной ткани. Полнота информации о морфологии скелета в целом и деталях его строения играет существенную роль при диагностике как целых форм, так и их фрагментов в образцах и шлифах. Такая информация может оказаться особенно важной при изучении форм плохой сохранности.

Каждый из рисунков в большинстве случаев включает изображения нескольких конкретных форм скелетов или их деталей, которые в виде художественных и технических копий заимствованы

https://geo.ic.ru/

из различных палеонтологических изданий с указанием соответствующих родовых и видовых названий этих форм. Ссылки на эти работы даны в конце каждой подрисуночной подписи. В тех же случаях, когда рисунки приведены полностью или с небольшими изменениями, их авторы указаны сразу после названия рисунка. Художественные изображения рисунков №№ 1–100 выполнены П.В. Матвеевым, а усовершенствованные на компьютере технические копии рисунков №№ 101–201— Д.В. Митрофановым. Фототаблицы иллюстрируют последний раздел первой части — "Известковые водоросли".

Во второй части атласа дана характеристика компонентов, которые являются производными скелетов морских организмов и известковых водорослей. К главным из них относятся органогенный детрит и его разновидности: спикулы губок и фрагменты водорослей, а также органогенный шлам и органогенные обломки. Большое внимание было уделено вопросам образования детрита и шлама, так как последние могут быть продуктами действия процессов различного типа.

В этой же части помещено описание так называемых кальцитовых сфер. Это органогенные остатки сферической формы, в состав которых входят однокамерные фораминиферы, остатки (оогонии) водорослей и, возможно, еще какие–то неопределимые остатки, также имеющие сферическую форму. Все они объединены общим названием «кальцитовые сферы» и описываются обычно как один породообразующий компонент не только из–за сходства внешней формы, но главным образом по причине совместного присутствия в некоторых литогенетических типах известняков.

Третья часть атласа объединяет все остальные форменные компоненты. Они разнородны по форме и генезису. Это, во–первых, компоненты сложного строения (строматолиты и биогенные желваки), а во–вторых,— бесскелетные форменные компоненты (онколиты, микрофитолиты, оолиты, комки различной формы и происхождения и интракласты), а также составные зерна.

В четвертой части приводится характеристика скрытокристаллических и яснокристаллических агрегатов минералов различного состава, которые могут слагать основную массу карбонатной породы или цементировать форменные компоненты. Здесь в первую очередь рассмотрены наиболее распространенные структурные формы минералов и их связь с различными стадиями формирования отложений. Однако эта связь устанавливается не всегда, так как в ряде случаев одни и те же структурные формы могут быть образованы на разных этапах формирования породы.

Последняя, пятая часть, посвящена компонентам–примесям— глинистым минералам, терригенным зернам, вулканическому пеплу и органическому веществу. Несмотря на второстепенное по количественному содержанию значение этих компонентов, их характеристика также очень важна, т.к. компоненты–примеси бывают весьма информативны в отношении генезиса вмещающей породы.

Текстовая часть содержит систематическую характеристику породообразующих компонентов. Описание каждого компонента проводилось по определенной схеме. В начале описания дано определение рассматриваемого компонента. При необходимости разобраны вопросы терминологии, связанные, например, с неоднозначностью или сложностью использования того или иного термина, заимствованного из специальной английской литературы; приведены переводы названий компонентов на английский язык.

Как основные диагностические признаки объекта исследований рассмотрены состав, цвет, размеры, морфология и микроструктура. Последняя является определяющим признаком при диагностике скелетных остатков в шлифах. Прямые диагностические признаки дополняет ряд характеристик, включающих: формы нахождения компонента в породе; процессы или способы образования и стадии формирования породы, к которым они приурочены; свойственные ему вторичные преобразования.

Форма нахождения компонента в породе раскрывает его роль и взаимоотношение с другими компонентами. Приведены примеры нетипичных форм нахождения некоторых структурных элементов. К их числу могут быть отнесены скелетные остатки, присутствующие в известняках в результате явления массового переотложения; указаны характерные признаки, позволяющие отличить их от форм находящихся in situ.

Рассмотрены процессы, способы и стадии образования компонентов. Способом образования мы называем совокупность тех или иных процессов, которые приводят к образованию определенного компонента. Например, способ образования онколитов заключается в биохимическом осаждении вещества на поверхности частицы, перекатываемой по дну в условиях волнового воздействия. Понимание

https://geo.ic.ru/

процессов или способов образования компонентов позволяет перейти от диагностики компонентов и определения структурного типа вмещающей породы к выявлению ее генетической природы. Однако это возможно только после того, как будет проведено четкое разграничение структурных элементов породы на ранние по происхождению формы, отражающие условия осадконакопления, и более поздние, играющие при их реконструкции отрицательную роль.

Характерные особенности вторичных изменений компонента часто дают косвенное указание на природу объекта, морфологические признаки которого из-за его плохой сохранности трудно распознаваемы.

В совокупности различных диагностических признаков имеются наиболее характерные, которые позволяют отличить объекты, сходные по строению и составу, но различные по происхождению. Они указаны в пункте "диагностические признаки".

В заключении характеристики дан перечень стандартных литогенетических типов (табл. Б), в составе которых принимает участие рассматриваемый компонент, и указаны литературные источники, использованные при составлении характеристики компонента.

Иллюстративная часть, кроме рисунков, относящихся к первому разделу, содержит 168 фототаблиц. Фотографии в большинстве случаев сопровождаются развернутыми подписями. Наряду с простыми обучающими объектами среди фотоиллюстраций помещены и более сложные, которые можно рассматривать как авторские находки. Их интерпретация в отдельных случаях может быть неоднозначна.

С целью приблизить работу исследователя к реальным условиям, в атлас помещена небольшая серия фотографий сложных и проблематичных объектов. Естественно, что при рассмотрении последних некоторые исследователи могут не согласиться с авторами по поводу их диагностики.

Атлас имеет универсальный характер. Он может быть использован для изучения пород широкого стратиграфического диапазона, формировавшихся в различных осадочных бассейнах. Преимуществом этой работы является то, что она охватывает основной спектр породообразующих компонентов и элементы примеси. Важно, что описание компонентов проводилось по единой схеме, обусловливающей полноту характеристики и удобство пользования. При этом наиболее информативные особенности строения выделены в отдельный раздел, называемый "диагностические признаки" с целью обратить на них внимание. В настоящей работе впервые прослежена связь между компонентами, процессами и стадиями их формирования. Наглядно показано, что образование некоторых компонентов может происходить различными способами и на различных этапах формирования породы. Так, пелитоморфный кальцит на стадии седиментогенеза в одном случае может быть образован в результате биохимического осаждения вещества на поверхности цианобактериальных матов, а в другом— в результате механического переноса из мест образования в область накопления. Позднее, на стадии диагенеза он может быть образован в результате грануляции как отдельных компонентов, так и значительных участков породы.

Привязка к стандартным литотипам, таблица Б, позволяет быстро перейти от диагностики компонентов к идентификации литогенетических типов пород. Полностью методика генетического анализа и построения литолого–емкостной модели, опубликована в работе [90].

Атлас предназначен для решения разных задач. Например, для получения общего представления о составе и структуре карбонатных пород достаточно прочитать главы, а также просмотреть рисунки и таблицы. В том случае, когда перед исследователем стоят конкретные определительские задачи, необходимо иметь в виду, что ни один атлас в принципе не может содержать в себе достаточное число фототаблиц, чтобы простым сопоставлением с исследуемым объектом можно было бы успешно выполнить идентификацию. В связи с этим рекомендуется, прежде чем рассматривать фототаблицы, основательно разобраться в морфологии исследуемого объекта. Необходимая для этого информация содержится в текстовой части, рисунках и комментариях к ним. Если читатель успешно справится с этой работой, то приведенных в атласе фототаблиц будет вполне достаточно для решения определительской задачи. Обращаем также внимание исследователей на необходимость учитывать разницу в увеличениях изучаемых объектов и тех объектов, которые изображены в атласе.

https://geo.ic.ru/

Часть I. Скелеты морских беспозвоночных животных организмов и известковые водоросли

Определение. Согласно словарю-справочнику «Палеонтология и палеоэкология» [77], скелет—это твердое минеральное, реже органическое образование, продуцируемое в процессе роста и жизнедеятельности животными и растительными организмами и выполняющее формообразующие, опорные и защитные функции. Различают скелеты: наружный (экзоскелет), кожный (дермоскелет) и внутренний (эндоскелет).

Терминология. Англ.—skeleton—скелет; endoskeleton—внутренний скелет; exoskeleton—наружный скелет [105].

В литературе существуют специальные названия для большинства морфологических разновидностей скелетов животных и растительных организмов [1, 2, 14, 16, 27, 33, 39, 57-59, 64, 75-77]:

1. Раковина—скелет фораминифер, радиолярий, тинтиннид, моллюсков, брахиопод и остракод.
2. Панцирь—термин в основном применяется для обозначения скелета трилобитов и иглокожих, иногда он используется для скелета остракод.
3. Белемнит, или ростр—под этим названием обычно имеют в виду массивное известковое образование, которое обволакивает раковину (фрагмокон) белемноидей.
4. Конодонтовые элементы—это название применяется для разрозненных частей скелета конодонтов.
5. Полипняк—скелет колониальных кораллов.
6. Кораллит—скелет одиночного коралла и отдельного полипа (зооида) колониального коралла.
7. Ценостеум—скелет строматопороидей и гидрокораллов.
8. Зоария—скелет колонии мшанок.
9. Цистид или ячейка—скелет отдельных особей (зооидов) мшанок.
10. Куб или кубок— скелет археоциат.
11. Трубка (иловая, известковая)—скелет полихет. Слизистые оболочки, выделяемые кожными железами червей, и ходы, построенные в грунте, образуют примитивный тип трубок.
12. Обызвествленное слоевище—общее название для скелетных образований водорослей различных групп без различия в способах и степени обызвествления слоевища (тела водоросли).
13. Водорослевый чехол (футляр, трубка и т.д.)—скелет, образованный в результате обызвествления поверхностной оболочки сифоновых водорослей.
14. Таллит—специальное обобщающее название обызвествленной части (остатка, реликта) слоевища сифоновых водорослей.

Появление в литературе последнего из указанных выше терминов—«таллит»—связано с различиями в характере и степени обызвествления различных представителей сифоновых водорослей [2, 33, 54]. Вслед за В.П. Масловым [2], скелетные образования данной группы водорослей было принято называть «водорослевыми чехлами», так как они представляют собой обызвествленную оболочку слоевища (таллома). Этот термин получил широкое распространение. Однако слово «чехол» предполагает значительную полноту покрытия или оболочки. Вместе с тем, у многих представителей сифоновых водорослей минерализуются только отдельные участки слоевища (оболочки сифонов, периферических ответвлений и т.д.), поэтому скелетные образования указанных выше водорослей обычно отражают морфологию не всего растения, а лишь его отдельных фрагментов. В ископаемом состоянии, по мнению В.П. Шуйского [33], не всегда удается распознать, что же в действительности представляет собой тот или иной водорослевый остаток—обызвествленное слоевище или обызвествленный фрагмент слоевища.

Состав ископаемых скелетов. Может быть минеральным (однородным или неоднородным) и минерально-органическим [2]. По составу выделяются следующие типы ископаемых скелетов: 1) известковый—кальцитовый или арагонитовый (известковые водоросли

https://gran.ic.ru/

и губки, большинство фораминифер, тинтинниды, замковые и частично беззамковые брахиоподы, большинство моллюсков, остракоды, трилобиты, археоциаты, табуляты, ругозы, строматопороидеи, мшанки, иглокожие, большинство полихет); 2) кремневый (радиолярии, кремневые губки, некоторые фораминиферы); 3) минерально–органический (беззамковые брахиоподы, некоторые фораминиферы, у которых псевдохитиновое органическое вещество находится в тесной связи с кристаллической частью стенки, кремнероговые губки и конодонты, которые состоят из минералов группы апатита, некоторых других минеральных соединений и небольшого количества органического вещества); 4) неоднородный, характеризующийся чередованием слоев, состоящих из кальцита и органического вещества или фосфата и хитинового вещества, которое может быть замещено вторичными минералами (большинство беззамковых брахиопод); 5) агглютинированный, состоящий из мельчайших обломков пород и минералов, реже скелетных частиц, сцементированных органическим веществом или минеральным в сочетании с органическим (агглютинированные фораминиферы, иловые трубки полихет). Многие раковины с известковым скелетом, например, аммонитов, при жизни имеют наружный конхиолиновый слой, который обычно не сохраняется в ископаемом состоянии.

Морфология скелетов и микроструктура скелетной ткани животных и растительных организмов. Различают два основных типа скелетов по соотношению с мягким телом организма: 1) наружный, когда тело находится внутри скелета, который защищает его от внешних воздействий—этот тип характерен для большинства морских беспозвоночных животных; 2) внутренний, который заключен внутри мягкого тела и играет по отношению к нему формообразующую роль—данный тип присущ губкам, иглокожим и многим представителям радиолярий [2, 26, 39, 59, 64, 75, 77].

Основными элементами скелетов первого (наружного) типа являются стенки, определяющие внешнюю форму скелета, а также дополнительные внутренние и наружные скелетные образования. Стенки могут быть одно–, двух– и многослойные, пористые и непористые. К внутренним скелетным образованиям относятся перегородки различной формы и типа: сплошные и ограниченного распространения, вертикальные, горизонтальные и наклонные. Они так же, как и стенки, могут быть пронизаны порами и каналами, через которые происходит сообщение между изолированными участками внутреннего пространства (камерами или ячейками). Наружные скелетные образования (скульптура) представлены рельефно выступающими на поверхности скелета элементами: шипами, бугорками, ребрами и пр., а также отрицательными элементами: бороздками и каналами. В основании скелета организмов, прикрепляющихся к твердому субстрату, могут находиться специальные выросты в виде ножки, а у живущих на илистом грунте, образуются корневые отростки.

Скелеты второго (внутреннего) типа устроены иначе, чем первого (наружного). Их основой обычно служит игла (спикула, шип) или пластина (табличка), которые находятся в мягком теле животного в виде разрозненных или спаянных в единый панцирь скелетных элементов. Соединение игл и других подобных выростов может происходить в центральной части, с помощью боковых отростков или иным образом. Различные элементы скелета этих животных обычно находятся в ископаемом состоянии в виде изолированных фрагментов.

Кроме указанных типов скелетов—наружного и внутреннего, существует и иной тип, относящийся к обширной группе ископаемых красных водорослей, аналогичных по строению современным Corallinaceae. Формирование скелета этих водорослей в процессе их жизнедеятельности сопровождается наиболее полным и глубоким обызвествлением слоевища, при котором данный процесс охватывает не только поверхность водоросли или составляющих ее клеточных нитей, но и сами клетки значительной части слоевища [2, 53]. Таким образом, слоевище оказывается обызвествленным на клеточном уровне. Еще одна особенность скелета данного типа заключается в его массивном характере, который связан с тесным расположением клеточных нитей в колонии, вследствие чего обызвествляются не только нити, но и все пространство между ними. Все это приводит к образова-нию массивного, чрезвычайно крепкого скелета, который не может быть отнесен ни к наружному, ни к внутреннему типу. Исходя из его особенной устойчивости к волновому разрушению он может быть назван каменистым.

https://geokniga.org

Скелетные образования отличаются не только по форме и внутреннему строению, но и по типам микроструктур, что связано с особенностями процессов формирования скелетов, о чем будет сказано ниже, в соответствующем разделе. Здесь же отметим два основных типа первичных микроструктур, наблюдаемых при хорошей сохранности скелетной ткани животных организмов и водорослей. К первому типу относится скелетная ткань, состоящая из агрегатов кристаллов кальцита или арагонита, характеризующихся особым обликом, наибольшим диапазоном изменения размеров и совершенно упорядоченным расположением. Такой тип микроструктуры имеют неперекристаллизованные стенки и внутренние скелетные образования большинства животных организмов, а также обызвествленные слоевища красных водорослей, аналогичные по строению с современными Corallinaceae, и репродуктивные органы харовых водорослей. Для второго типа свойственны агрегаты зерен, не имеющие такой упорядоченности форм, размеров и расположения. Этот тип микроструктур имеют водорослевые чехлы большинства синезеленых и зеленых водорослей, вегетативные части харовых водорослей, а также археоциаты [2, 4, 5, 33, 53].

Ниже приведена морфологическая характеристика (форма и размер, внутреннее строение и микроструктура ткани) скелетов животных и растительных организмов.

Морские беспозвоночные животные организмы

Среди этих организмов существуют представители различных групп фауны, отличающиеся по образу жизни: 1) одиночные, как, например, большинство фораминифер; 2) колониальные—строматопороидеи; 3) ведущие как одиночный, так и колониальный образ жизни, примером чего могут служить многие кораллы. Большинство из них относится к бентосным—подвижным или прикрепленным формам. Как отмечено выше, скелеты морских беспозвоночных животных организмов могут быть наружными и внутренними.

Наружные скелеты

К числу наружных относятся многочисленные разновидности скелетов: большинство раковин (исключение составляет раковина белемноидей—фрагмокон, находящаяся внутри ростра), панцири трилобитов, рострь белемноидей, зубовидные остатки, губки, кораллиты, полипняки и ценостеумы, зоарии, трубки. Их строение рассмотрено на примере различных групп фауны, наиболее часто встречающихся в карбонатных породах.

Раковины различных групп организмов

Среди раковин выделяются два основных морфологических типа: цельные (единые) формы и формы, состоящие из двух створок. Створки при жизни животного соединены мускулами или замком и мускулами [2, 75].

Единые раковины

Раковины данного морфологического типа образуют фораминиферы, тинтинниды, гастроподы, аммоноидеи, тентакулиты и хиолиты. Раковины хиолитов и аммоноидей отнесены к единым условно, так как их устье прикрывается крышечкой, которая может рассматриваться как вторая створка.

*1. **Фораминиферы***—чрезвычайно разнообразный класс одноклеточных в типе саркодовых, имеющих раковину. Среди них распространены как планктонные, так и бентосные формы. Большинство

https://geokniga.org

палеозойских форм относится к бентосу (подвижные, свободнолежащие и прикрепленные). Однако некоторые фузулиниды, обладавшие шаровидной или гетероморфной раковиной, вероятно, могли вести планктонный образ жизни (например, Schwagerina). Раковины фораминифер могут быть: 1) секреционные, образованные продуктами выделения особых клеток организма в процессе его жизнедеятельности в виде органического вещества и минеральных солей; 2) агглютинированные, состоящие из различного постороннего материала, заимствованного из окружающей среды, в которых выделяемые организмом вещества служат основой раковины и цементом **(рис. 1)**. *Кембрий—настоящее время* [2, 14, 16, 24, 27, 39, 59, 62-64, 75а, 96].

Форма раковин фораминифер чрезвычайно разнообразна. Она отражает тип строения, определяющийся числом камер, их формой и последовательностью нарастания. Раковина может быть образована одной, двумя или множеством камер **(рис. 2)**. Однокамерные раковины бывают трубчатой, трубчатой разветвленной, звездчатой, древовидной, сферической, полусферической, колбовидной и др. формы. У двухкамерных раковин первая камера шаровидная или полушаровидная (у некоторых форм она слабо выделяется), а вторая, определяющая форму раковины,—нередко трубчатая (прямая, прямая дихотомирующая, крючкообразная, спирально–изогнутая, неправильная), коническая и пр. Среди данных разновидностей выделяются настоящие трубчатые и ложно–трубчатые формы. У первых собственная стенка присутствует на всем протяжении трубчатой камеры, а для вторых характерна общая стенка в местах сочленения оборотов. Могут быть и другие варианты, например, обе камеры шаровидные. Многокамерные фораминиферы бывают дисковидной, прямолинейной, веерообразно расширяющейся, конической и др. формы. Для многокамерных и двухкамерных фораминифер особенно важное значение имеет тип нарастания (навивания) камер, которое может быть линейным, клубковидным, спиральным и гетероморфным **(рис. 3)**. Для линейных (однорядных) форм характерно последовательное нарастание камер вдоль прямой или изогнутой линии. Клубковидные раковины могут быть правильными и неправильными. Неправильно клубковидные раковины представляют собой результат беспорядочного навивания одноосного скелетного образования в нескольких направлениях. У правильно клубковидных раковин камеры располагаются в нескольких взаимно пересекающихся плоскостях, а ось навивания закономерно меняет свое положение в плоскости главного сечения. Среди спиральных форм выделяются спирально–плоскостные, спирально–конические и спирально–винтовые (двух–, трех–, четырех– и многорядные). Если у спирально-плоскостной раковины последний оборот спирали полностью перекрывает все предыдущие, то она называется инволютной; в том случае, когда соседние обороты примыкают друг к другу без перекрытия, раковина называется эволютной.

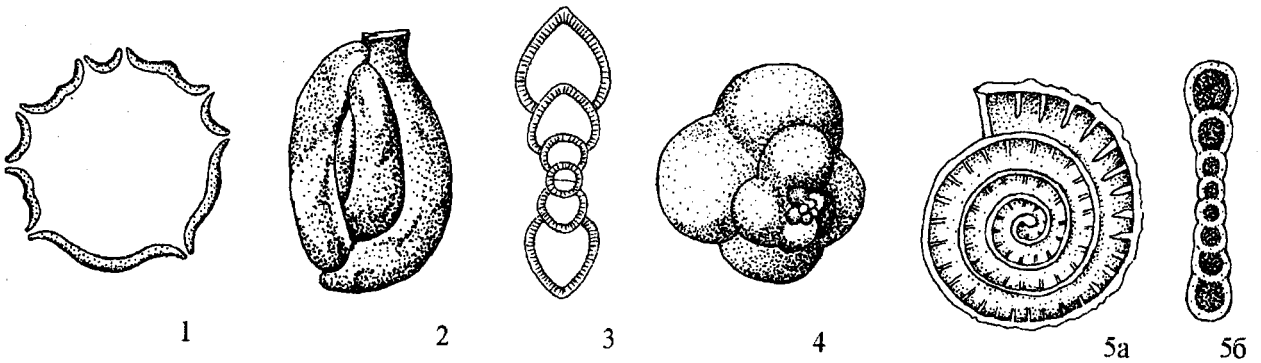
Все многообразие форм фораминифер не исчерпывается перечисленными типами. Существует большое количество гетероморфных форм, для которых характерно сочетание различных типов расположения камер. Так, например, на ранней стадии роста раковина может формироваться как однорядная, а в более поздней—становится двухрядной или в первом одном—двух оборотах навивание спирально–плоскостное, а в последующей части—зигзагообразное и т.д.

Внутренние полости раковин сообщаются с внешней средой с помощью отверстия, называемого устьем, и пор, пронизывающих раковины **(рис. 4)**. Устье бывает простым (единичным) или сложным (множественным). Последнее состоит из нескольких отверстий, одно из которых может быть главным. Форма простого устья различна: круглая, овальная, щелевидная, петлевидная и др. К этому типу относятся также лопастное и лучистое устья. У первого из них устьевой край расчленен на лопасти, а у второго устье представляет собой крупное отверстие, осложненное радиально отходящими от него щелями. Сложным по строению является ситовидное устье. У некоторых фораминифер по краю устья, внутри него, развиваются различного строения выросты—зубы. Устье имеет различное расположение—на конце последней камеры (конечное), в основании септальной поверхности последней камеры (базальное), у периферического края (периферическое) и т.д. Характерным примером конечного устья является открытый конец трубчатой камеры. У некоторых форм с конечным устьем последнее расположено на возвышении—устьевой шейке или на открытых концах трубчатых камер и выростов.

Поверхность раковин может быть гладкой, неровной и скульптурированной бугорками конической формы, ребрами, шипами, различной формы ячейками **(рис. 5)**. Периферический край может сопровождаться гладким или бахромчатым килем.

https://paleo.ru/

Секреционные раковины.



Агглютинированные раковины.

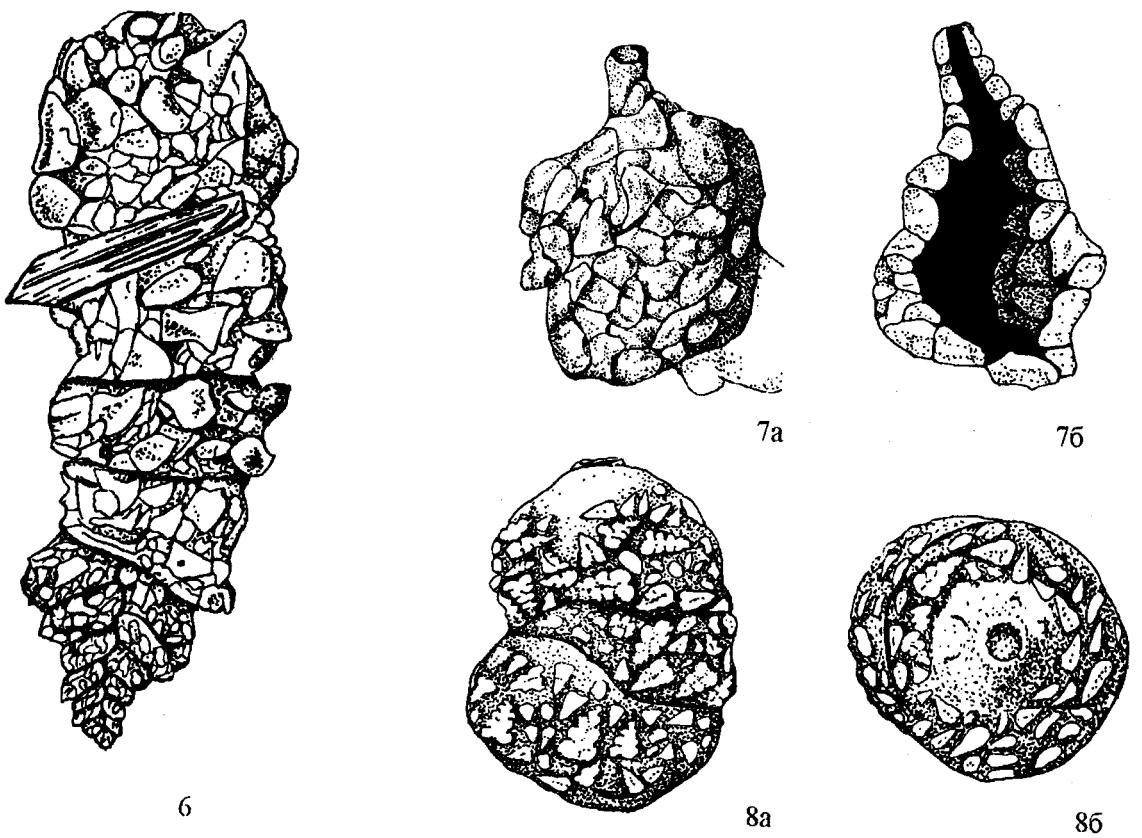


Рис 1. Способ образования и состав раковин фораминифер. *1—Parathurammina. dagmarae* Suleimanov. Раковина известковая; стенка однослойная микрогранулярная. Сечение раковины (х50); 2—*Quinquelocilina gracilis* Karrer. Раковина известковая; стенка фарфоровидная (х45); 3—*Nanicella gallowayi* (Thomas). Раковина известковая; стенка раковины стекловатая однородная. Сечение раковины (х90); 4—*Globigerina apertura* Cushman. Раковина известковая; каждая камера имеет монокристаллическое строение (х55); 5—*Involutina siliceae* Terquem. Раковина кремневая. Стенка тёмная зернистая. Сечения: а—медианное, б—аксиальное (х10); 6—*Bigenerina nodosaria* Orbigny. Раковина построена из посторонних частиц различного размера; 7—*Proteonella difflugiformis* (Brady). стенка состоит из плотно уложенных посторонних частиц; агглютинат различных размеров: а—внешний вид, б—сечение (х30); 8—*Clavulina cyclostomata* Galloway et Morrey. Раковина, построенная из мелких *Gumbelina*: а—вид сбоку, б—вид со стороны устья (х45). 1–8 **[75а,96]**.

https://paramic.ru/

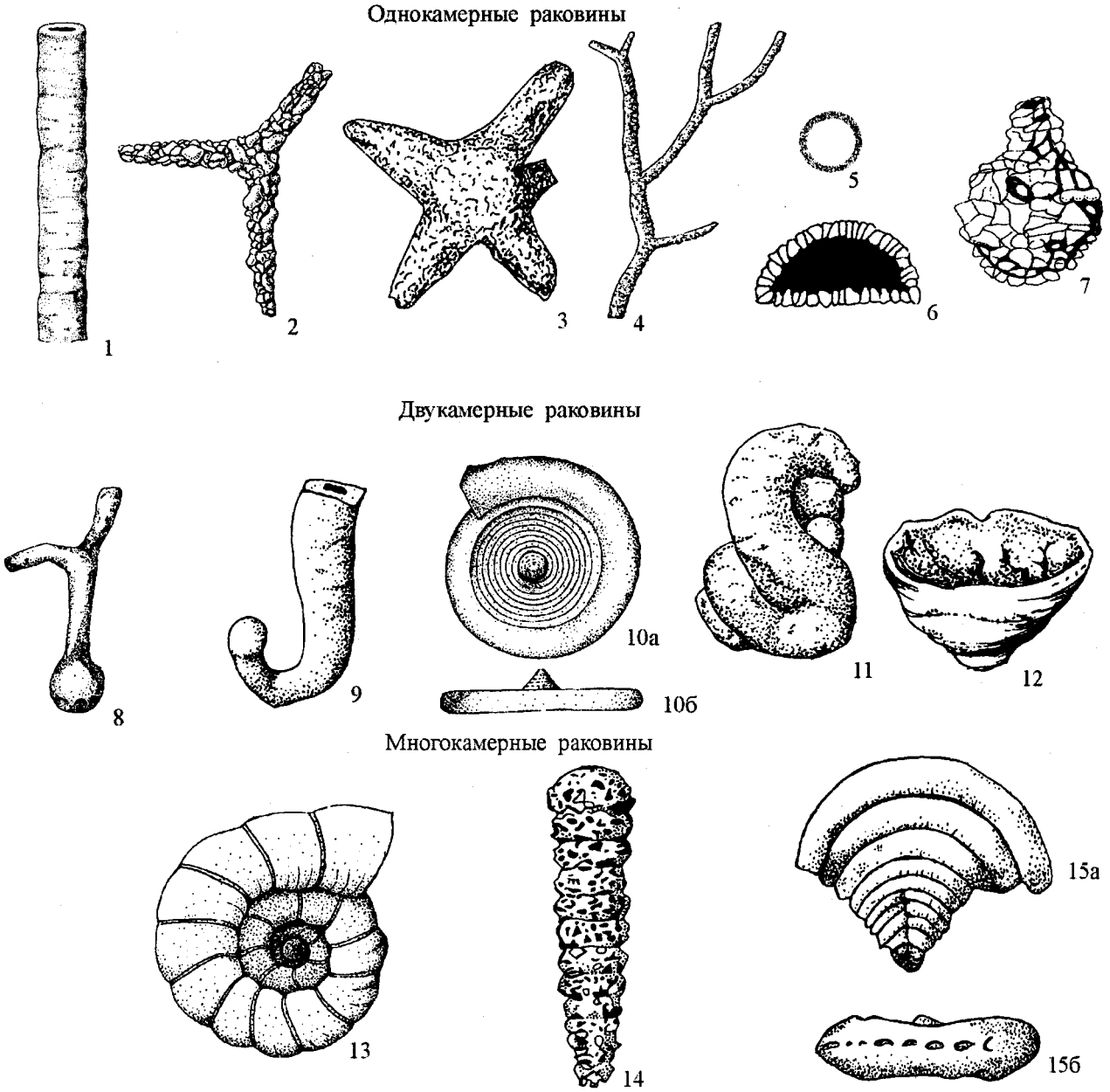


Рис 2. Число камер и форма раковин фораминифер. 1—*Bathysiphon rufescens* Cushman. Раковина удлинённо-цилиндрическая, прямая, с наружными поперечными пережимами (обломок) (x9); 2—*Phabdammina abyssorum.* Раковина трубчатая, разветвлённая (x10); 3—*Pseudoastrorhiza silurica* Eisenack. Раковина неправильно звёздчатой формы с расширенной центральной частью и с короткими толстыми трубчатыми выростами (x69); 4—Rhizammina algaeformis Brady. Раковина в виде ветвистой трубки (x6); 5—*Archaesphaera minima* Suleimanov. Раковина сферическая с гладкой поверхностью. Сечение раковины (x120); 6—*Metamorphina tholus* (Moreman). Полусферическая раковина с плотным основанием. Сечение раковины (x55); 7—*Lagenammina laguncula* Rhumbler. Раковина колбообразной формы с горлышком (x12); 8—*Saccorhiza ramosa* (Brady). Раковина с субсферической начальной частью; вторая камера трубчатая дихотомирующая в конечной части (x9,6); 9—*Hyperbathoides schwalmi* Ireland. Начальная камера округлая, трубчатая камера крючкообразно изогнута (x60); 10—*Ammodiscus turbinatus* Cuschman. Раковина с начальной сферической частью, трубчатая камера спирально изогнута: а, б—внешний вид (x88); 11—*Tolypammina cretacea* Dain. Первая камера овальная, вторая неправильно извивающаяся по субстрату (x112); 12—*Kechenotiske expansus* (Plummer). Раковина конической формы, начальная камера округлая (x66); 13—*Nanicella gallowayi* (Thomas). Раковина дисковидная в виде спирально изогнутого ряда камер (x90); 14—*Reophax baccilaris* Brady. Раковина в виде прямого ряда камер, разделенных пережимами (x42); 15—*Semitextularia thomasi* Miller et Carmer. Раковина, веерообразно расширяющаяся: а—вид сбоку; б—вид со стороны устья (x85). 1-15**[62,75а,96]**.

https://paleontology.ru/

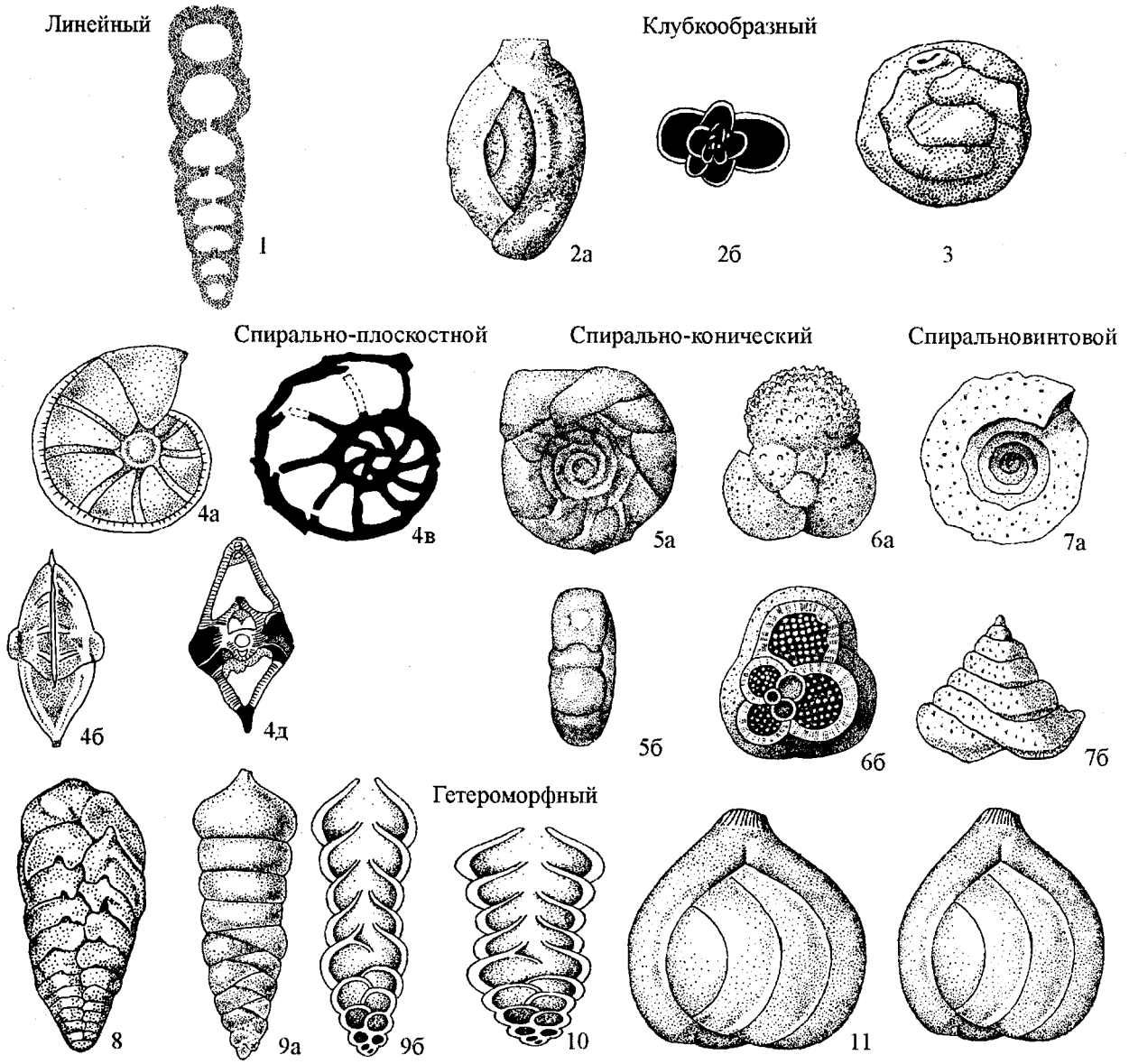


Рис 3. Тип нарастания или навивания камер фораминифер. 1—*Tikhinella meapsis* E.Bykova. Сечение раковины, которая подразделена септами на ряд медленно возрастающих округлых оборотов (х96); 2—*Quinqueloculina gracilis* Karrer. Раковина с клубнеобразно свёрнутыми камерами, по две в обороте, нарастающими в пяти взаимно пересекающихся плоскостях: а—внешний вид, б—сечение (х100); 3—*Glomospira gordialis* (Parker et Jones). Раковина неправильно клубнеобразно навитая в различных плоскостях вокруг начальной камеры (х76); 4—*Lenticulina diademata* (Berthelin). Раковина спирально-плоскостная, инволютная, двояковыпуклая: а, б—внешний вид, в, г—сечение (х35); 5—*Carbonella spectabilis* Dain. Раковина спирально-плоскостная, эволютная. Внешний вид: а—сбоку, б—с периферического края (а—х45, б—х40); 6—*Turrispirrilline conoides* (Paalzow). Раковина состоит из начальной камеры и неподразделенной трубчатой второй камеры, завернутой по конической спирали. Внешний вид: а—со спинной стороны, б—с периферического края; 7—*Sphaerodinella spinulosa* Subbotina. Раковина трохоидная, инволютная: а, б—внешний вид (а—х78, б—х43) 8—*Bolivina mississippiensis* (Cushman). Раковина спирально-винтовая двухрядная (х116); 9—*Bigenerina nodosaria* Orbigny. Раковина в ранней стадии двухрядная, а в поздней однорядная (х35): а —внешний вид;б—сечение; 10—*Ammovertella inversa* (Schellwien). В первом одном-двух оборотах раковины навивание спирально-плоскостное, в последующей части зигзагообразное (х114); 11—*Sigmoidella elegantissima* (Parker et Jones). Раковина сдавленная, с сигмоидальным двухрядным расположением камер (х82); 12—*Palmula asiatica* Furssenko. Раковина биморфная из плотно свернутого инволютного спирального отдела и позднейших шевроновидных (обратно V-образных) (х33). 1–12 **[62,75а,96]**.

https://paleontology.ru/

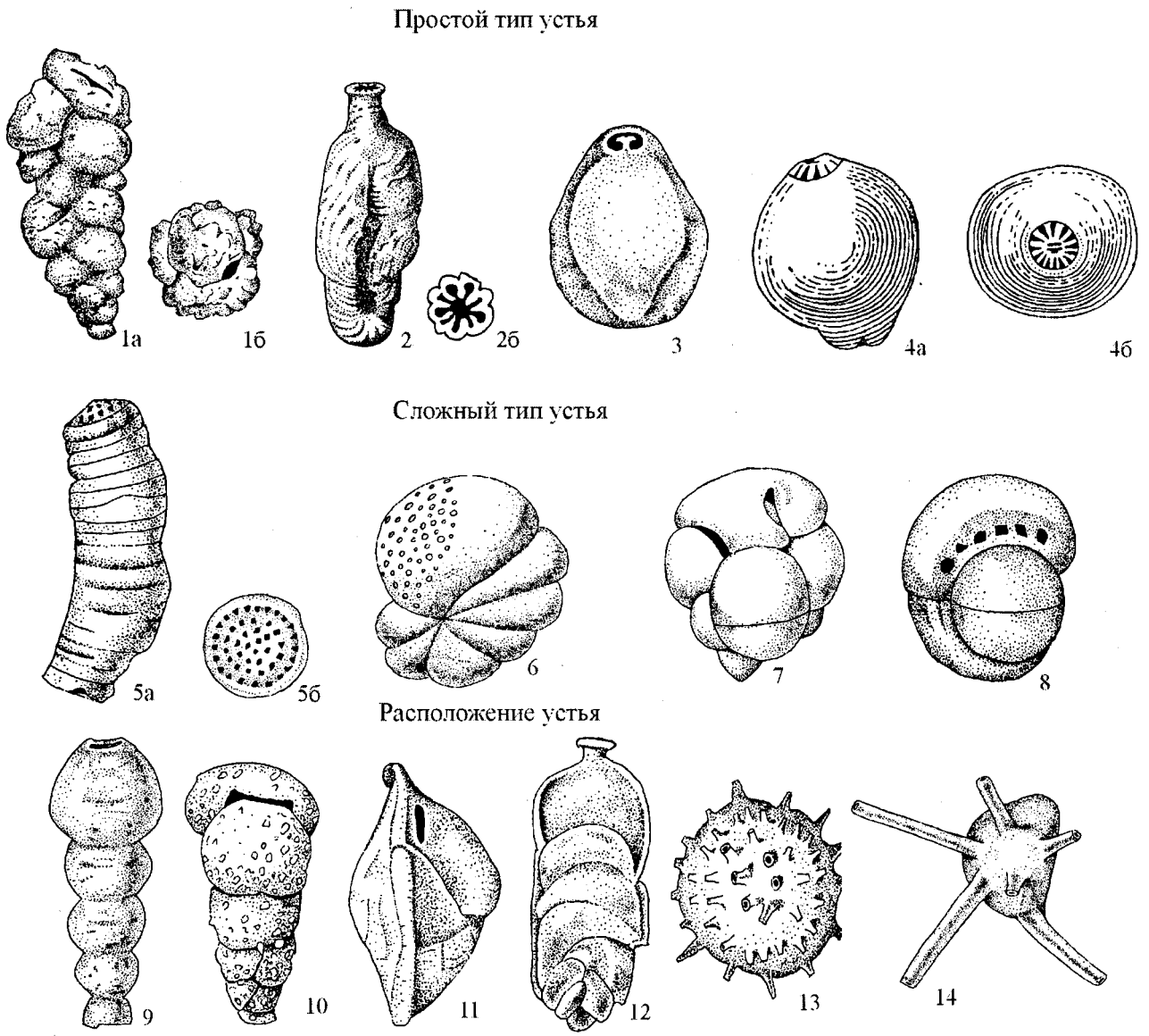


Рис 4. Тип , форма и расположение устья раковин фораминифер. 1—*Verneuilinella azerbaidjanic*Tairov. Раковина с щелевидным устьем: а—вид сбоку (х88); б—с устьевого конца (х156); 2—*Dogielina sarmatica* Bogdanowicz et Voloshinova. Устье с резко выраженной складчатостью устьевой стенки; а—внешний вид (х36); б—строение устья (х57); 3—*Pyrgo inornata* (Orbigny). Устье простое с пластинчатым зубом (х26); 4—*Idalina antiqua* (Orbigny). Устье лучистое: а—вид сбоку, б—с устьевого конца (х11); 5—*Coscinophragma cribrosa* Reuss. Раковина с ситовидным устьем: а—вид сбоку, б—с устьевого конца (х6); 6—*Cribrospira panderi* Moeller. Устье ситовидное (х16);.7—*Robertinoides normani* Goes. Основное устье петлевидное, дополнительное—в виде треугольного отверстия в месте перегородчатого шва с предыдущей камерой (х36); 8—*Barkerina trinitatensis* Cushman et Jarvis. Устье в виде отчетливого ряда округлых отверстий (х51); 9—*Hyperamminoides elegans* Cushman et Waters. Устье конеч-ное круглое и овальное (х28); 10—*Dorothia bulletta* Carsey. Устье базальное—узкая щель в основании внутреннего края последней камеры (х53);11—*Pseudoparrella pacifica* Cushman. Устье в виде узкой щели расположено на брюшной стороне, вблизи от периферического края и параллельно ему (х40); 12—*Anguloregina samoilovae* Subbotina. Устье раковины расположено на устьевой шейке (х92); 13—*Parathurammina magna* Suleimanov. Отверстия множественного устья, расположенные на коротких трубчатых горлышках, радиально отходящих от поверхности раковины (х68); 14—*Parathurammina spinosa* Lipina. Отверстия множественного устья расположены на длинных трубчатых горлышках, радиально отходящих от поверхности раковины (х151). 1–14 **[75а].**

https://paleontology.ru/

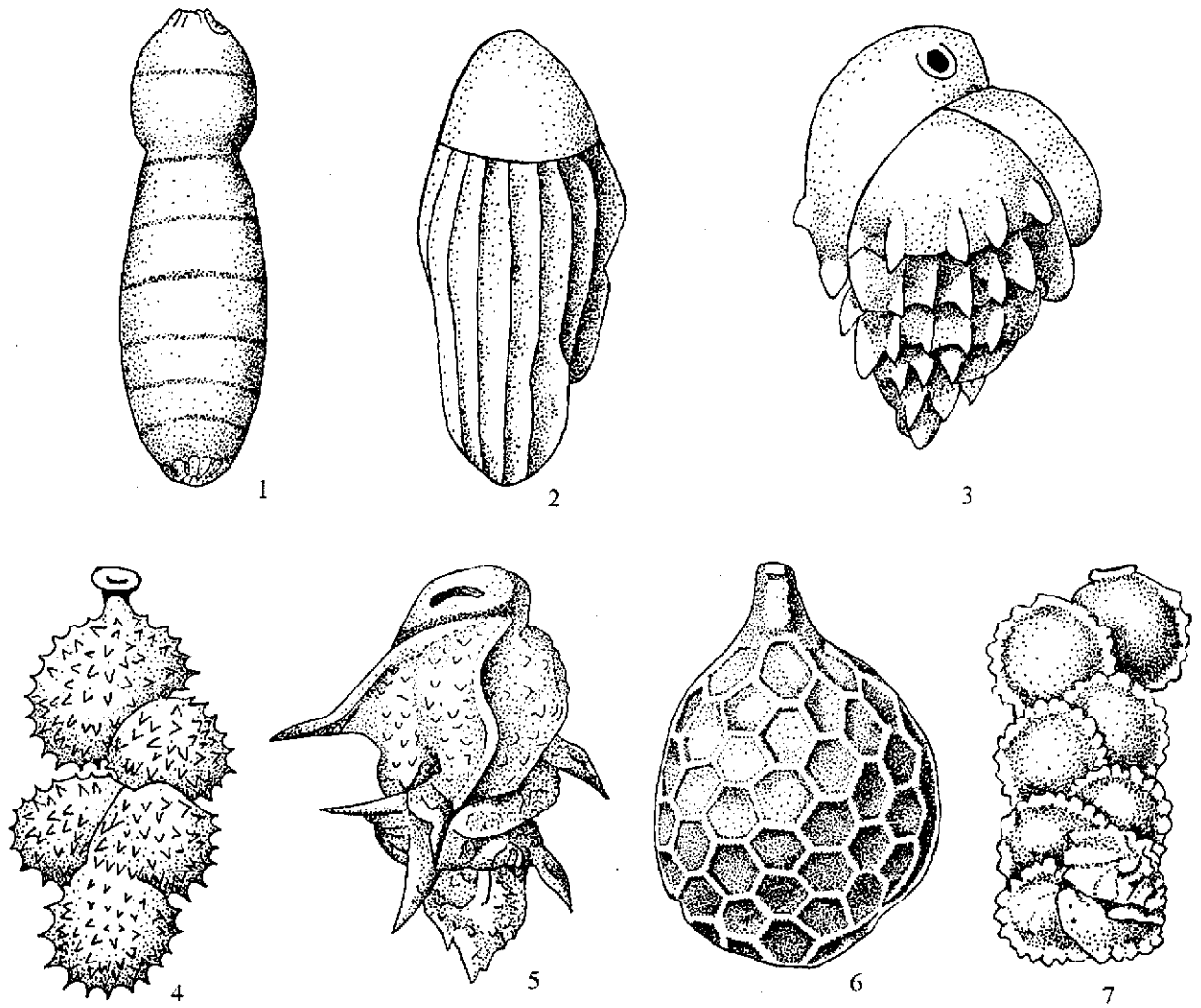


Рис 5. Поверхность раковин фораминифер. 1—*Pseudoglandulina*. Стенка раковины гладкая, блестящая (x80); 2–3: *Bulimina*. 2—раковина с продольными ребрами; 3—раковина с шиповатыми складками; 4—*Uvigerina*. Поверхность раковины шиповатая; 5—*Frimosina*. Каждая камера раковины снабжена одним острым шипом; 6—*Lagena*. Поверхность раковины ячеистая (x115); 7—*Siphonina*. Периферический край раковины приострённый, бахромчато-килеватый (x138). 1–7 **[75a]**.

Размер раковин фораминифер обычно изменяется от сотых долей миллиметра до 20 мм, но встречаются и более крупные формы. Существует условное разделение фораминифер на мелкие и крупные. Последние (>1 мм) обычно являются более высоко организованными формами. К крупным относятся многие фузулиниды, для которых характерна веретенообразная форма, нуммулитиды, имеющие дисковидную, чечевицеобразную или шаровидную форму раковин, и некоторые представители других отрядов.

Форма камер, образующих раковину, различна. В поперечном сечении они представляют собой круг, полукруг, овал, треугольник, четырехугольник и более сложные фигуры. Соседние камеры разделены септальными перегородками, которые бывают прямыми, косыми, выпуклыми, крючковатыми и др. **(рис. 6)**. В каждой перегородке имеется отверстие, называемое фораменом, посредством которого

http://jurassic.ru/

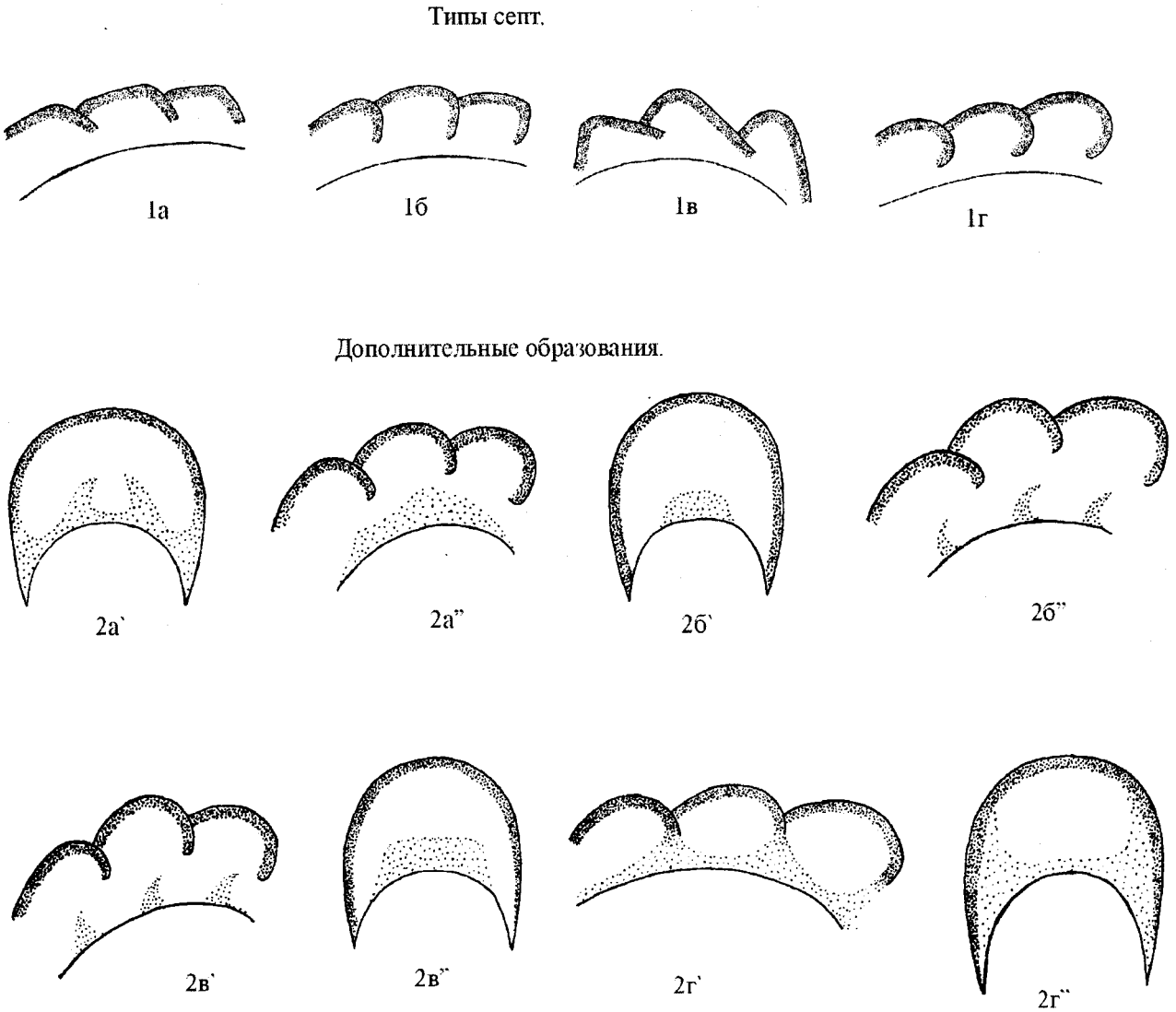


Рис 6. Элементы внутреннего строения раковины фораминифер. Типы септ и дополнительные образования у представителей отряда *Endothyrida* (схемы). 1—септы: а—косые; б—прямые; в—выпуклые; г—крючковатые; 2—дополнительные образования: а', а"—типа хомат (поперечное и продольное сечения); б', б"—типа вогнутых гребней (поперечное и продольное сечения); в', в"—типа валиков (поперечное и продольное сечения) г', г"—дополнительные отложения в боковых частях камер (продольное и поперечное сечения). 1,2 **[75а]**.

соседние камеры сообщаются между собой и с внешней средой (через устье). Линии сочленения септ с наружной стенкой раковины называются септальными швами. Кроме перегородок, существуют внутренние элементы скелета—дополнительные септы, хоматы (валикообразные тяжи), валики, вогнутые гребни, осевые уплотнения, которые представляют собой дополнительные образования скелета в осевой или боковых частях раковины.

Особое строение перегородок и присутствие дополнительных элементов, усложняющих строение раковин, характерно для высокоорганизованных фораминифер—фузулинид и нуммулитид **(рис. 7)**. Так, например, у фузулинид перегородки между камерами широкие, обычно складчатые. Складчатость

https://jurassic.ru/

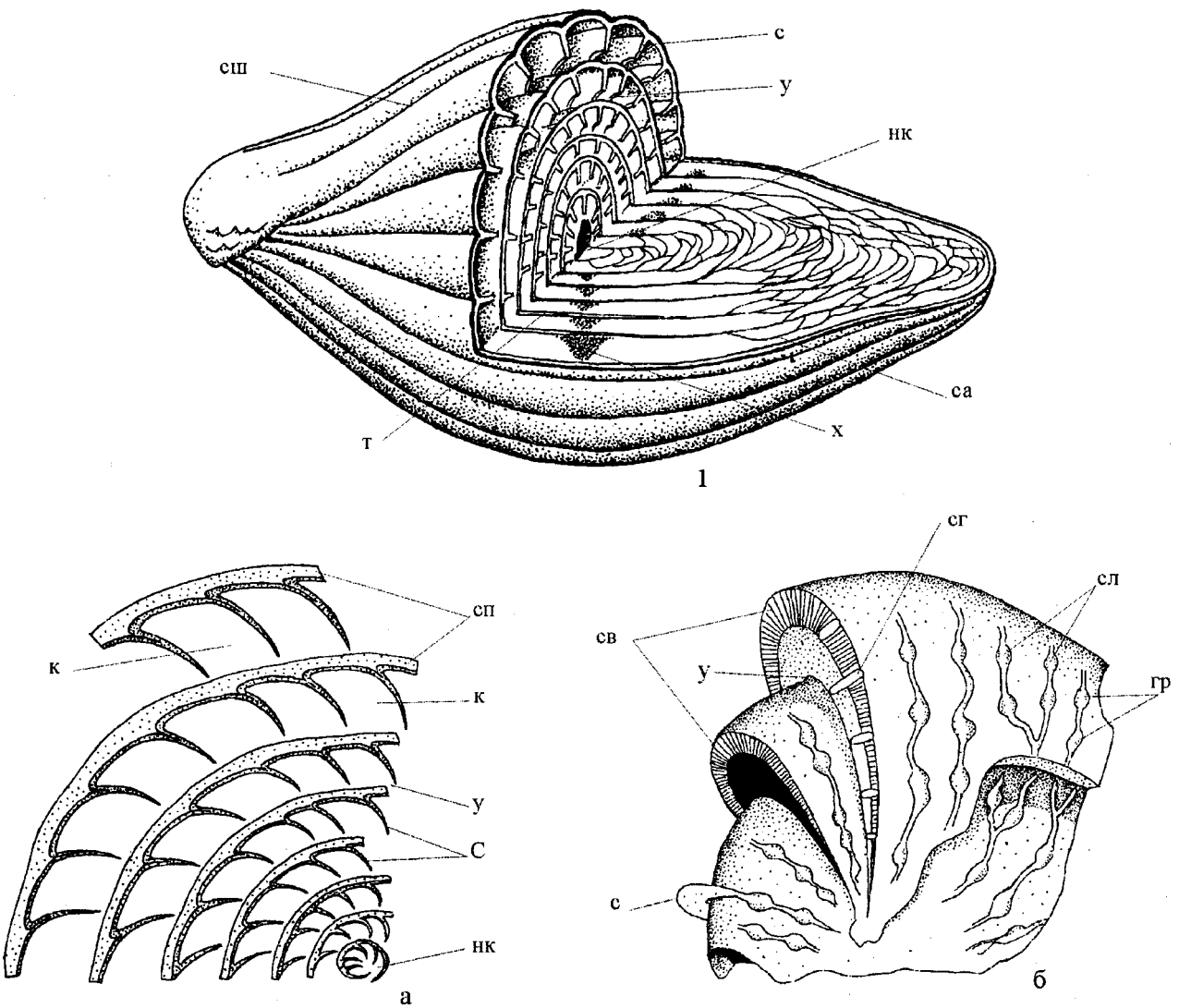


Рис 7. Схема строения раковин родов *Fusulinella и Nummulites*. 1—*Fusulinella:* сш—септальные швы; с—септы; у—устья; нк—началь-ная камера; са—септальные арки; х—хоматы; т—туннель; 2—*Nummulites*:а—экваториальное сечение; б—вид сбоку: к—камеры; сп—спиральная полоса; св—спиральный валик; сг—столбики гранул; сл—следы септ; гр—гранулы. 1,2 **[75а].**

перегородок может отсутствовать (прямые септы), быть широкой и неглубокой (волнистые септы) или узкой и глубокой (в осевом сечении обнаруживается в виде септальных арок). Складки соседних перегородок могут примыкать друг к другу, образуя вторичные камеры. Внутри раковины имеются туннели (каналы, соединяющие устья), хоматы и осевые уплотнения. Раковины нуммулитид также осложнены дополнительными скелетными образованиями, столбиками, спиральными валиками и перегородочными ребрышками. Спиральный валик развит в стенке раковины у перегиба спиральной пластинки. Столбики могут зародиться на разных уровнях завивания спиральной пластины. Они заканчиваются на поверхности раковины бугорками или гранулами. Перегородочные ребрышки представляют собой следы септ.

У секреционных известковых раковин фораминифер стенки могут быть одно-, двух-, и многослойные.

https://paleontology.ru/

По микроструктуре скелетной ткани выделяются четыре основных типа стенок: микрогранулярная, фарфоровидная, стекловатая и монокристаллическая, отличающиеся формой, размером и расположением зерен **(рис. 8)**.

Стенки с микрогранулярной микроструктурой могут иметь от одного до четырех слоев. Они сложены зернами размером 1–5 мкм. Отдельные зерна видны под микроскопом при большом увеличении. Форма зерен субугловатая, ориентировка оптических осей беспорядочная. Иногда кристаллы расположены рядами, перпендикулярными к поверхности раковины; при этом образуется фибровая (фиброзная) или ложноволокнистая структура. У некоторых форм в стенках присутствуют включения агглютинированных частиц. Этот тип стенки характерен только для палеозойских форм как примитивных (например, паратурамминиды), так и сложно устроенных (например, фузулиниды, эндотириды).

Фарфоровидные стенки состоят из двух или трех слоев. Основной, обычно более толстый слой, сложен кристаллами игольчатой формы, составляющими в поперечнике 0,2–0,4 мкм, а в длину 2–5 мкм. Наружный слой состоит из вытянутых ромбовидных и плитчатых по форме кристаллов. Они могут быть расположены беспорядочно, но параллельно поверхности раковины. Иногда наблюдается расположение в виде черепицеобразной, кирпичной, мозаичной и другой кладки. Фарфоровидные стенки в проходящем свете темные, а в отраженном—белесые. Этот тип стенки появился у фораминифер в каменноугольное время. Фарфоровидную микроструктуру имеют милиолиды.

Стекловатые, или гиалиновые стенки бывают первично однослойными (моноламеллярными), первично двухслойными (биламеллярными) и вторично двухслойными за счет второго слоя, образующегося в процессе роста раковины. Для этих стенок характерна призматическая микроструктура: они состоят из тонких и удлиненных кристаллов–фибр, расположенных перпендикулярно поверхности стенок (радиальный тип) или под углом 45° (зернистый тип). В шлифах в проходящем свете они

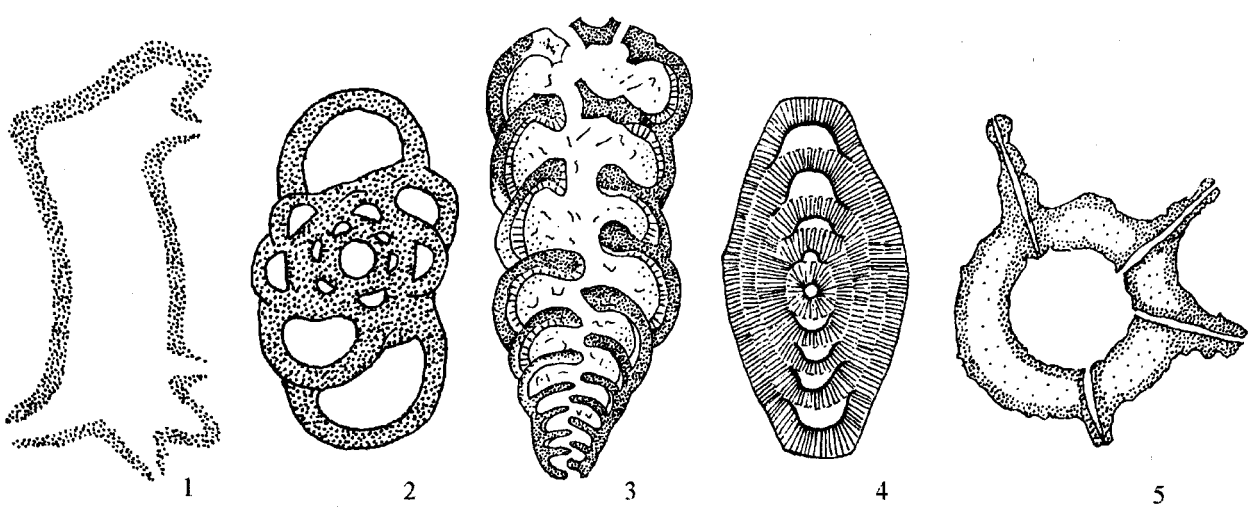


Рис 8. Строение стенки раковин фораминифер—число слоев и типы микроструктуры. 1—*Irregularina*. Стенка раковины однослойная микрогранулярная (х155); 2—*Sigmoilina*. Стенка фарфоровидная, иногда с наружным песчанистым слоем (х50); 3—*Deckerella*. Стенка раковины двухслойная. Внешний слой агглютинированный, а внутренний стекловатый радиально-лучистый (х20); 4—*Permodiscus*. Стенка двухслойная с наружным радиально-лучистым слоем и внутренним тонким темным микрогранулярным (х100); 5—*Saltovskajina*. Стенка раковины трехслойная—внутренний и внешний слои тонкие, темные, микрогранулярные, а средний—толстый, светлый, зернистый (х100).1-5 **[75а,96]**.

https://paleontology.ru/

прозрачные с волнистым погасанием. В осевых и поперечных сечениях раковин с радиальной гиалиновой микроструктурой в параллельном свете при вращении столика микроскопа наблюдается четырехкратное погасание каждого из участков стенки. В тангенциальных сечениях стенок с такой микроструктурой при скрещенных николях в сходящемся свете появляются отрицательные одноосные интерференционные фигуры—черный крест с концентрическими цветными кольцами. Стекловатая (или гиалиновая) микроструктура наблюдается у большинства мезозойских и кайнозойских известковых секреционных раковин. У палеозойских форм стенка раковины иногда состоит из двух слоев различного происхождения: внутреннего секреционного радиально–лучистого и наружного агглютинированного.

Стенки с монокристаллической микроструктурой образованы одним большим кристаллом кальцита или несколькими крупными кристаллами. У шарообразных раковин, сложенных монокристаллическим кальцитом, также наблюдается явление четырехкратного погасания (в проходящем свете) и креста (в скрещенных николях).

Существенным признаком известковых секреционных раковин является пористость стенки, которая находится в определенной зависимости от микроструктуры скелетной ткани **(рис. 9)**. Характер пор различен: мелкие и крупные, простые и сложные, редкие и многочисленные. Сложные поры образуются при слиянии и разветвлении простых поровых каналов. Стенки с микрогранулярной структурой бывают пористые и непористые. При правильном строении сложных пор образуется ячеистая структура стенки, как, например, у фузулинид. Стенка с крупными поровыми каналами, расширяющимися в нижней части слоя (альвеолами),—кериотека—характерна для швагерин (представителей нижнепермских фузулинид). Фарфоровидные стенки имеют ложные поры в виде

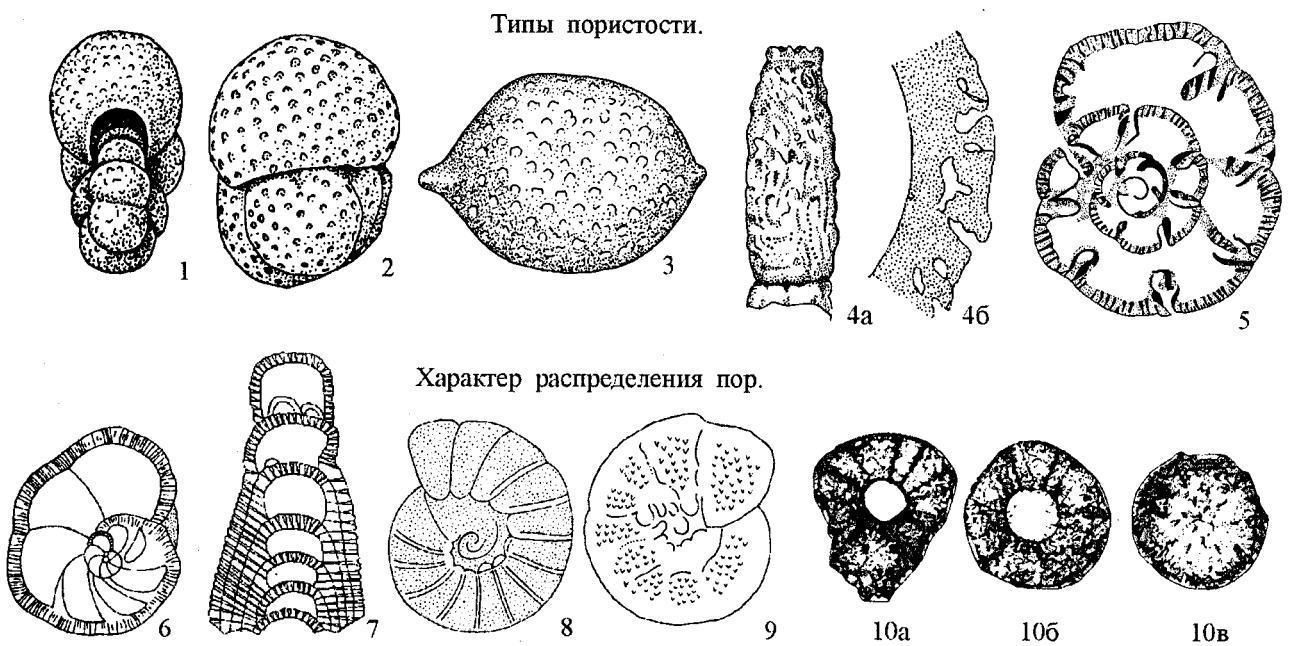


Рис 9. Строение стенки прободенных раковин фораминифер. 1—*Globigerinella*. Стенка тонкая мелкопористая (х72).; 2—*Sphaeroidinella*. Стенка толстая двухслойная, пронизанная канальцами, крупнопористая (х72); 3—*Illigata*. Стенка тонкая заметно пористая (х70); 4—*Dogielina*. Стенка губчатого строения, псевдопористая: а—внешний вид, б—сечение через стенку (х55); 5—*Bradyina*. Стенка толстая с сложными разветвленными порами, образующими ячеистую структуру. Поперечное сечение (х20); 6—поровые каналы, пронизывающие стенку у представителя семейства *Anomalinidae*. Схема сечения; 7—поровые каналы пронизывают перегородки и добавочное стекловатое вещество стенок у представителей семейства *Planozbulinidae*. Схема сечения; 8—равномерная пористость у представителя рода *Anomalina*. Схема раковины; 9—неравномерная пористость у представителя рода *Anomalina*. Схема раковины; 10—*Sogdianina*. Стенка раковины толстая, трехслойная с многочисленными равномерно распределенными радиальными поровыми каналами: а—продольное сечение, б—поперечное сечение, в—тангенциальное сечение. 1–10 **[75а, 96]**.

https://paleontology.ru/

изогнутых канальцев, не имеющих выхода во внешнюю среду (псевдопористая раковина). Раковины со стекловатой стенкой всегда пористые; размер пор изменяется от долей микрона до 5–10 мкм.

Для многих фораминифер, особенно палеозойских (фузулиниды, эндотиры) характерны многослойные стенки со слоями, отличающимися по микроструктуре, пористости и толщине. У фузулинид стенки бывают тонкие и толстые **(рис. 10)**. Тонкие стенки могут быть однослойными и многослойными; среди последних встречаются двухслойные, в которых над протекой развивается тонкий темный слой—тектум; трехслойные, состоящие из протеки, тектума и нового слоя—наружного текториума, и четырехслойные, особенностью которых является развитие на месте протеки более светлого слоя—диафанотеки и подстилающего его более темного слоя—внутреннего текториума. При этом количество слоев бывает неодинаково в различных оборотах. Толстые стенки двухслойные: под тонким темным слоем—тектумом—располагается толстый слой—кериотека, с крупными поровыми каналами, расширяющимися в нижней части слоя (альвеолами).

Секреционные раковины, у которых стенка состоит из органического вещества (тектина) характеризуются плотной однородной микроструктурой. К их числу относятся некоторые примитивные формы, существующие с кембрия до настоящего времени.

У агглютинированных раковин размеры зерен внутренней и наружной частей стенок могут быть различны. Для цемента обычно характерна микрозернистая структура. Количественное соотношение агглютинированных частиц и цемента у различных видов заметно отличается. Стенки агглютинированных раковин могут быть пористые; поры обычно неправильной формы, расположены беспорядочно.

2. Тинтинниды—одноклеточные микроорганизмы из типа инфузорий, или ресничных. Они составляют часть современного зоопланктона, но известны и в ископаемом состоянии, начиная с триаса. Благодаря мелкому размеру и приуроченности к плотным известнякам, из которых раковины тинтиннид не могут быть выделены ни физическими, ни химическими методами, они исследуются только в шлифах. *Силур-девон* [2, 23, 57].

Для раковин тинтиннид характерна вытянутая коническая или цилиндрическая форма **(рис. 11–А)**. Верхняя оральная (устьевая) часть расширена и обычно отогнута в виде воротничка. Противоположная—аборальная часть, округлая или заостренная, оканчивающаяся отростком, который обычно не сохраняется в ископаемом состоянии. Наружная часть раковины четко очерчена.

Длина раковины колеблется в среднем от 40–75 до 95–150 мкм.

Внутренняя часть раковины имеет неровные изломанные очертания. Перегородки отсутствуют **(рис. 11–Б)**.

Стенки раковин ископаемых тинтиннид имеют различное строение. Они бывают однослойные (кальцитовые или хитиновые), реже двухслойные (кальцитовые и хитиновые).

Среди известковых раковин выделяются три типа строения стенок. К первому типу относятся раковинки, стенки которых состоят из мелких кристаллов (3–4 мкм), расположенных винтообразно. На участках, которые подвергались диагенетическим изменениям, первоначальная структура плохо выражена. Подобные раковинки обычно встречаются среди глинистых известняков. Ко второму типу относятся раковинки, состоящие из изогнутых пластинок кальцита. Раковинки этого типа приурочены к плотным известнякам. В стенках раковин третьего типа, состоящих из хитинового вещества, отмечаются включения известковых частиц, например, кокколитофорид, органическое вещество которых тинтинниды используют в качестве пищи, а кальцитовый скелет—для построения стенок. Встречаются раковинки с признаками растворения и коррозии. Кроме того, известны ископаемые тинтинниды с фосфатной или железистой раковиной.

3. Аммоноидеи—вымерший подкласс наружнораковинных головоногих моллюсков. Они свободно плавали, но при этом держались у дна, где добывали пищу. *Девон—мел* [2, 14, 16, 26, 39, 62-64, 75д, 75е].

Раковина представляет собой трубку, свернутую в спираль; она состоит из нескольких оборотов, обычно расположенных в одной плоскости **(рис. 12)**. При этом последний оборот в одних случаях полностью перекрывает предыдущий (инволютная раковина), в других случаях—частично

https://zrazok.org.ua/

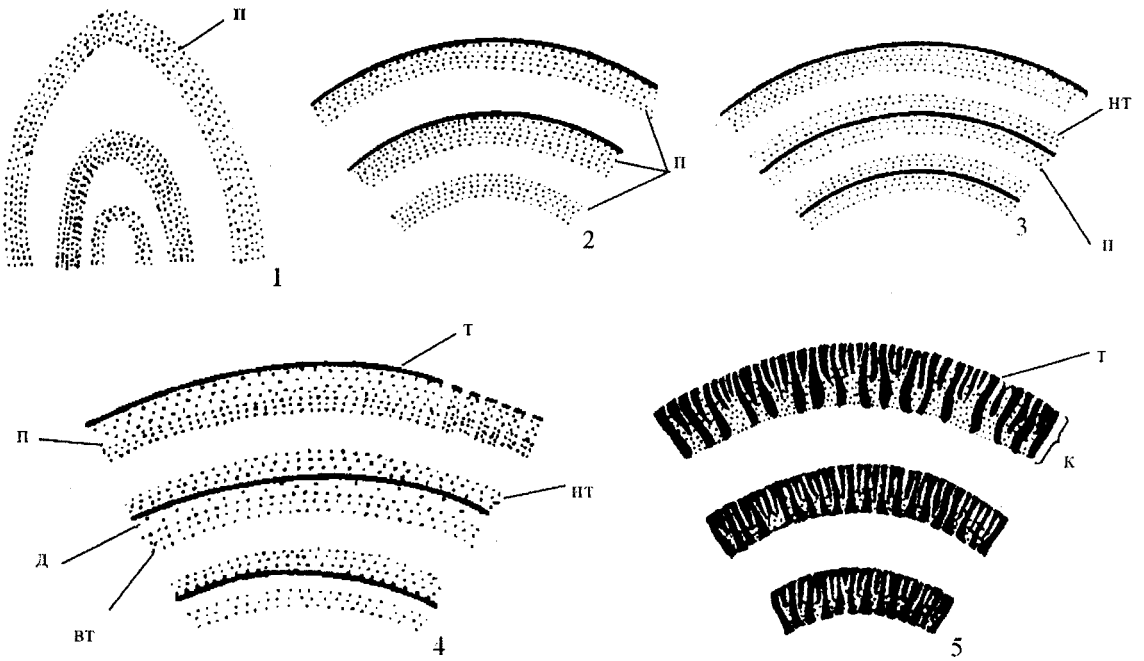


Рис 10. Строение стенки раковин фузулинид. 1—стенка однослойная:п—протека; 2—стенка двухслойная в двух последних оборотах и однослойная в предыдущих; 3—стенка двухслойная в последнем обороте и трехслойная в предыдущих оборотах: нт—наружный текториум;4—стенка трехслойная в последнем обороте и четырехслойная в предыдущих оборотах: вт—внутренний текториум; д—диафонотека; т—тектум; 5—стенка толстая двухслойная (альвеолярная): к—кериотека. 1–5 [2].

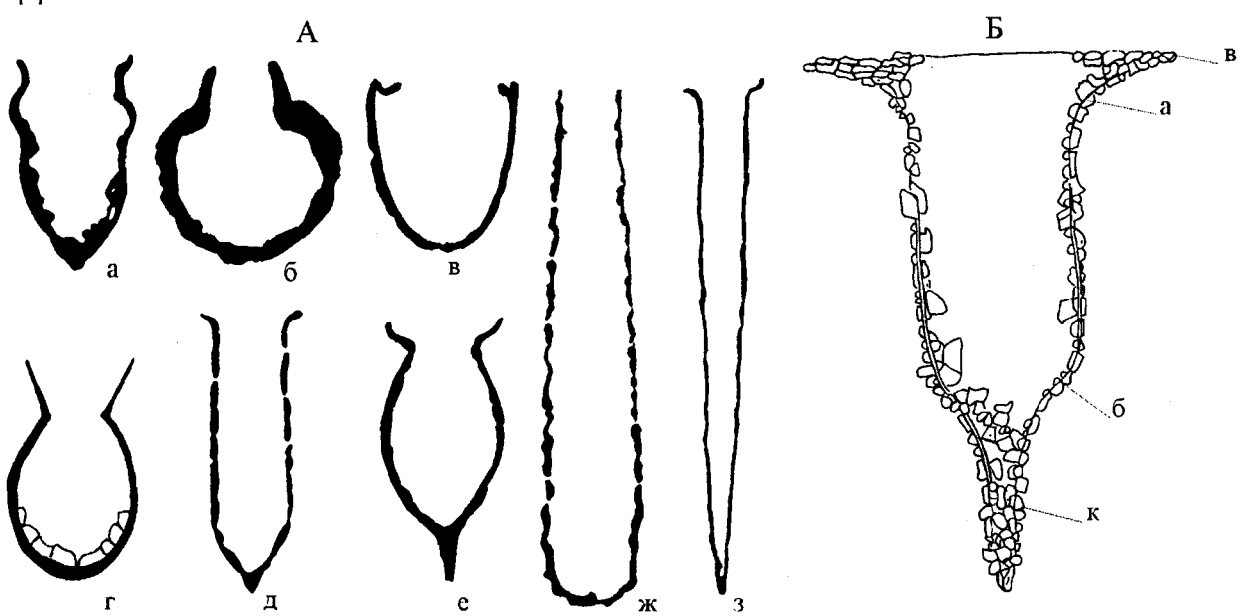


Рис 11. Форма и строение раковин тинтиннид (по В. П. Маслову [2]) . А—форма раковин: а—*Crassicolaria intermedia* (Durand Delga); б—*Calpionella—alpina* Lorenz; в—*Calpionellites darderi* (Colom); г—*Tintinnopsella romanica* Boller; д—*Tintinnopsella longa* (Colom); е—*Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu); ж—*Coxliellina berriasiensis* Colom; з—*Salpingellina levantina* Colom; Б—строение раковины: а—адоральная зона; б—аборальная зона; в—воротничок; к—каудальный отросток (х500).

https://paleontology.ru/

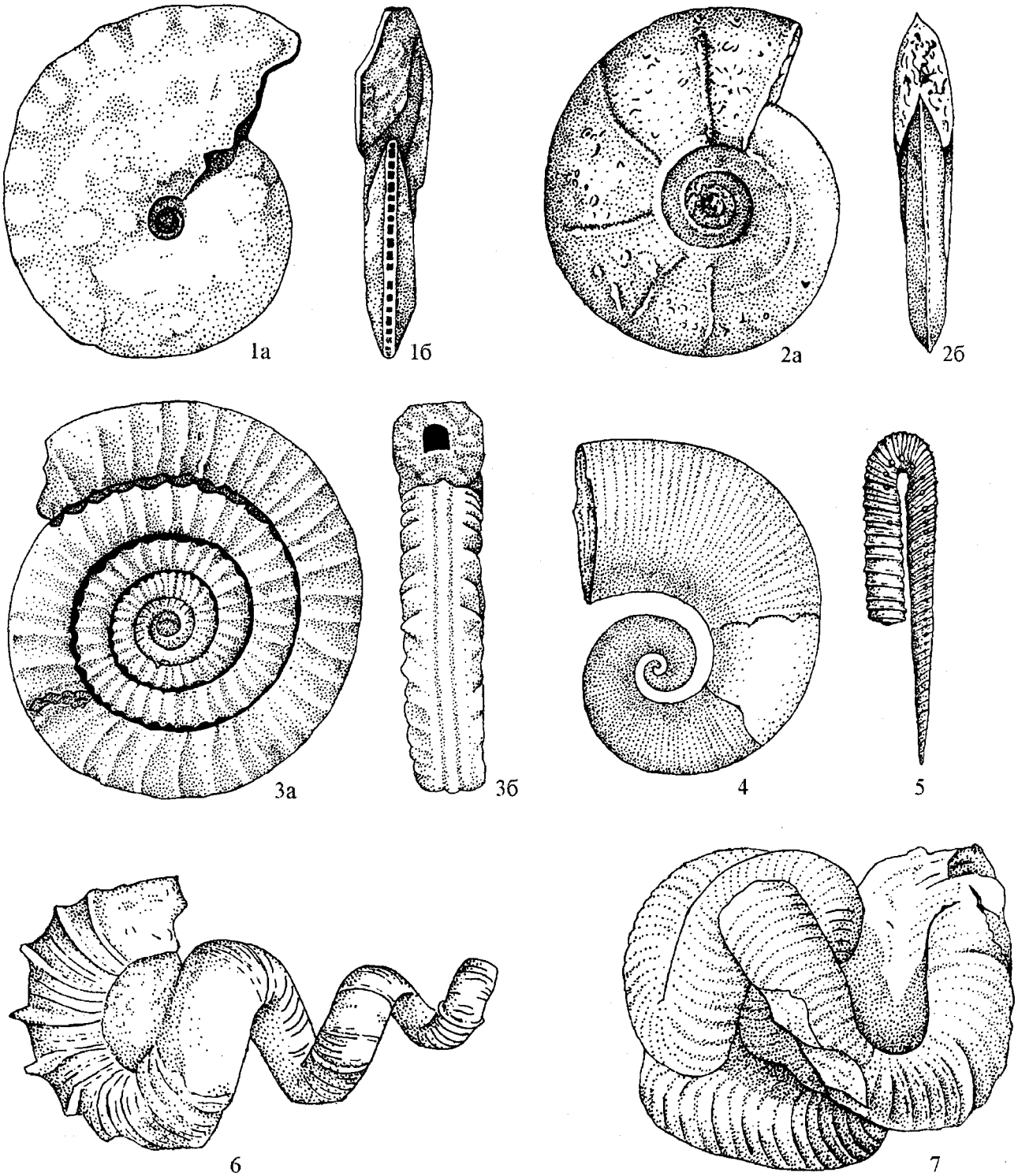


Рис 12. Аммоноидеи. Форма и типы навивания раковин. 1а,б— *Engonoceras pierdenale* (Buch). Раковина инволютная (х 1); 2а, б—*Hauericeras pseudogardeni* (Schlьter) Раковина полуинволютная (х 0,4); 3—*Vermiceras spiratissimum* (Quenstedt). Раковина инволютная (х 1): а,б—вид с разных сторон; 4—*Pictetia astieriana* (Orbigny). Раковина в виде плоской спирали, в которой обороты не соприкасаются друг с другом (х 0,7); 5—*Hamulina asteriana* Orbigny. Раковина состоит из двух прямых, несоприкасающихся отделов, связанных коленообразным перегибом (х 1); 6—*Hyphantoceras reussianum* (Orbigny). Раковина в виде винтовой спирали (х 0,6); 7—*Nipponites sp*. Раковина неправильного навивания (х 1).1–7 **[75е].**

https://jurassic.ru/

(полуинволютная раковина), а в третьих—последний оборот только соприкасается с предыдущим (эволютная раковина). Реже встречаются раковины в виде изогнутой трубки, в которой обороты не соприкасаются друг с другом; среди них распространены формы со спирально–плоскостным, спирально–винтовым, клубкообразным и другим расположением оборотов. Морфологические особенности раковин определяются не только разнообразием типов навивания, но и формой поперечного сечения трубки, которое может быть округлым, округленно–четырехугольным, удлиненно–овальным, угловатым и пр. Поверхность раковины аммоноидей нередко осложнена различными скульптурными элементами: ребрами, бугорками, шипами **(рис. 13)**. Ребра могут раздваиваться и образовывать пучки. В устье раковин аммоноидей иногда находят одну или две (пару) ребристые пластинки (аптихи, синаптихи, анаптихи). По одной версии они представляют собой крышечки, закрывающие устье раковины, по другой—элементы челюстного аппарата.

Раковины мелкие, размером 2–15 см и крупные, достигающие 2,5 м.

Раковина состоит из протоконха, фрагмокона и жилой камеры **(рис. 14)**. Протоконх—обособленная начальная камера шаровидной или бочонковидной формы. Фрагмокон—часть раковины, лежащая между жилой камерой и протоконхом. Он разделен перегородками на гидростатические камеры. Для перегородок характерна правильная складчатость, осложненная мелкими изгибами и зазубринами. В краевой (брюшной) части перегородки отгибаются назад и образуют короткие септальные трубки. Через отверстия этих трубок проходит мягкий тяж—сифон, который в ископаемом состоянии сохраняется редко. Линия прикрепления перегородки к стенке раковины называется лопастной линией. Элементы линии, направленные вперед (к жилой камере) получили название седла, а назад—лопасти. По характеру расчлененности существуют четыре основных типа лопастных линий: 1) аммонитовая, у которой седла и лопасти рассеченные; 2) цератитовая, особенностью которой являются цельные «боковые» седла и рассеченные лопасти; 3) гониатитовая, отличается цельными седлами и угловатыми боковыми лопастями; 4) агониатитовая, у которой седла и округлые лопасти цельные. Первый оборот раковины—охватывающий, заканчивается первичным валиком, который представляет собой линзовидные утолщения стенки раковины.

Стенка раковины состоит из нескольких слоев, наружный из которых образован рогоподобным органическим веществом—конхиолином—в ископаемом состоянии обычно не сохраняется. Стенка первого оборота, так же как и стенка протоконха, состоит из арагонита и характеризуется фарфоровидной структурой (см. рис. 14). В направлении к первичному валику, расположенному на границе первого оборота с последующим, толщина стенки постоянно увеличивается. У первичного валика между фарфоровидными слоями протоконха и первого оборота появляется арагонитовый пластинчатый слой. Все последующие обороты построены из двух фарфоровидных слоев и расположенного между ними пластинчатого слоя. Обычно все слои замещены мозаичным агрегатом яснокристаллического кальцита. Аптихи слагаются тремя слоями кальцита: внутренний слой—тонкий плотный; средний—толстый ячеистый и внешний—может быть плотным или пористым **(рис. 15)**.

В шлифах стенки перекристаллизованных раковин аммонитов и гастропод не отличимы. Диагностическими признаками остатков аммонитов могут служить перегородки, косые сечения которых образуют сложные извилистые фигуры, благодаря гофрировке.

4. Гастроподы, или брюхоногие моллюски—одиночные преимущественно бентосные животные, которые относятся к самому многочисленному классу моллюсков. Некоторые из них зарываются в ил, другие прикрепляются к камням (червеобразные *Vermetus*), а третьи просверливают ходы в твердом дне или в остатках организмов. *Кембрий—настоящее время* [2, 14, 16, 27, 39, 62-64, 75г].

Форма раковин различна: колпачковидная, дискоидальная с плоскоспиральным навиванием оборотов; улиткообразная, башенковидная и веретенообразная со спирально-коническим навиванием оборотов, реже неправильно клубковидная, червеобразная **(рис. 16)**.

Наиболее широко распространены спирально–конические раковины **(рис. 17)**. Подобные раковины представляют собой трубку, закрученную по нисходящей спирали. Большое значение для формы спирально-конических раковин имеет соотношение высоты завитка и последнего оборота,

https://zaraisk.ru/

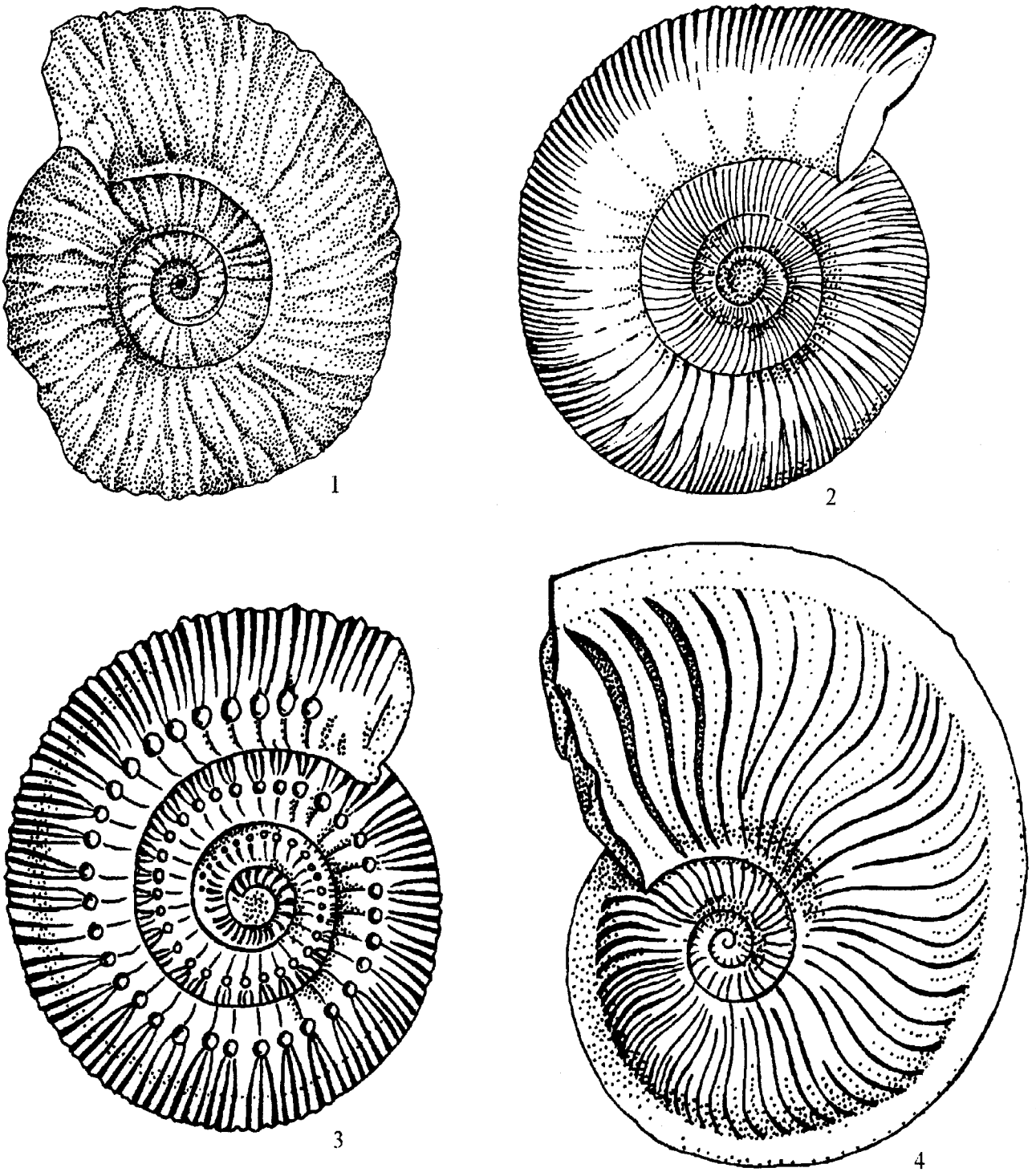


Рис.13. Скульптура поверхности раковин аммоноидей. 1—*Epivirgatites nikitini* Michalsky. Раковина с дву- и трехветвистыми ребрами; на взрослых оборотах резко преобладают двуветвистые и появляются простые ребра (х 1); 2—*Lithacoceras* ulmense Oppel. Ребра тонкие, правильно двуветвистые в более ранней стадии, позднее с характерным пучкообразным расположением (х 0,3); 3—*Stephanoceras humphriesianum* Sowerby. Ребра у пупка простые, на боковой стороне образуют бугорки, от кото-рых они разделяются на две-три ветви (х 0,7); 4—*Oxytropidoceras roissyanum* Orbigny. Раковина с высоким режущим килем (х 0,7). 1–4 **[75e].**

https://jurassic.ru/

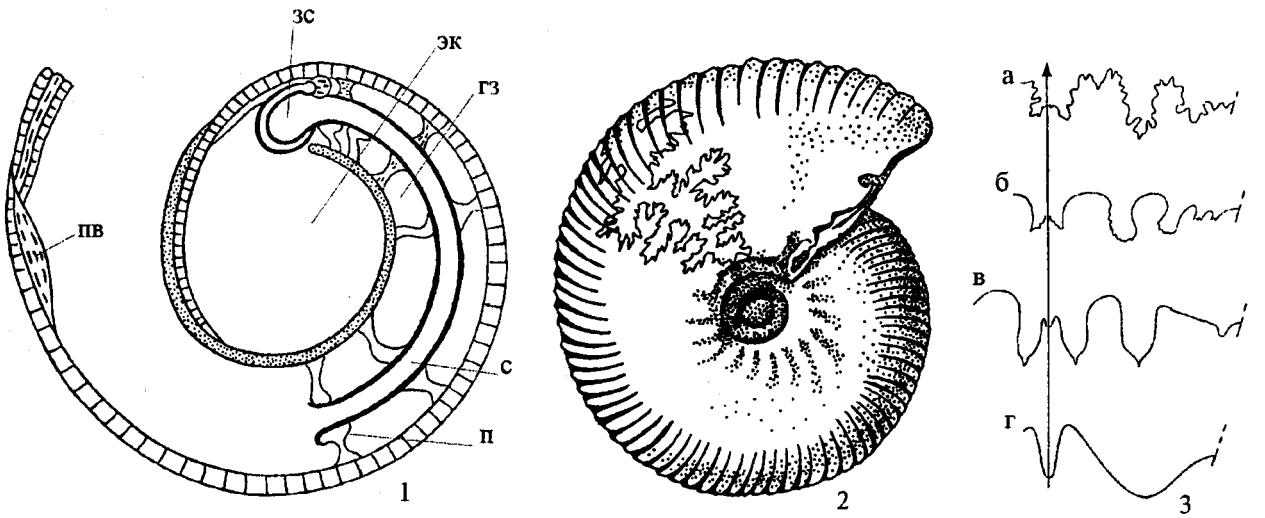


Рис. 14. Внутреннее строение раковин аммоноидей. 1—продольное сечение раковины аммонита: зс—зачаточный сифон; эк—эмбриональная камера (протоконх); гз—газовые (воздушные) камеры; с—сифон; п—перегородки; пв—первичный валик; 2—*Neocraspedites semilaevis* (Koenen). Внешний слой стенки разрушен, хорошо видны причудливо изогнутые лопастные линии (х 0,8); 3—типы лопастных линий: а—аммонитовая; б—цератитовая; в—гониатитовая, г—агониатитовая. 1–3 **[39,62, 75е].**

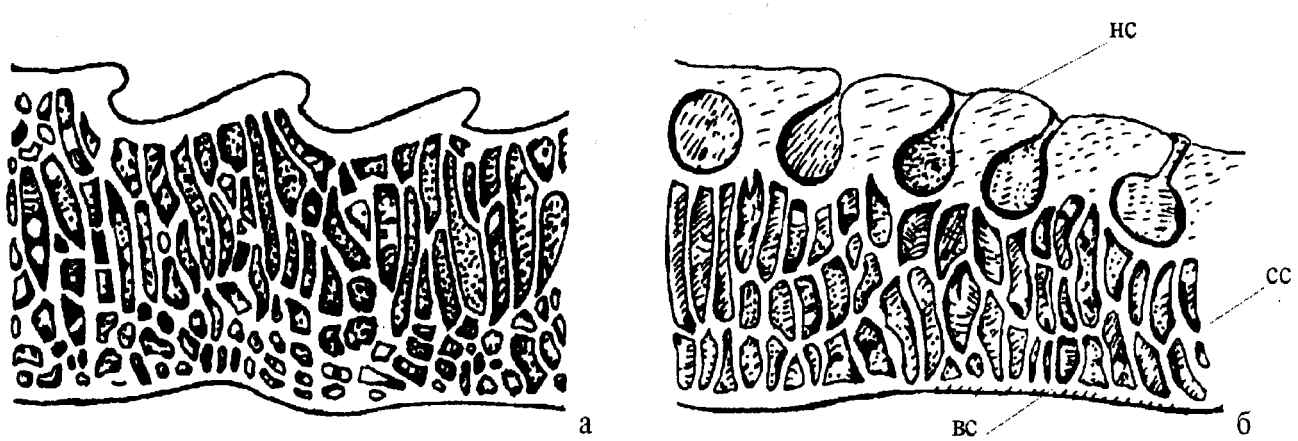


Рис.15. Аптихи аммоноидей (по В.П.Маслову [2]). Вертикальные сечения: а—через *Aptychus profundus*; б—через *Aptychus punctatus*; нс—наружный слой с порами; сс—грубоячеистый средний слой; вс—плотный внутренний слой.

https://zaraisk.ru/

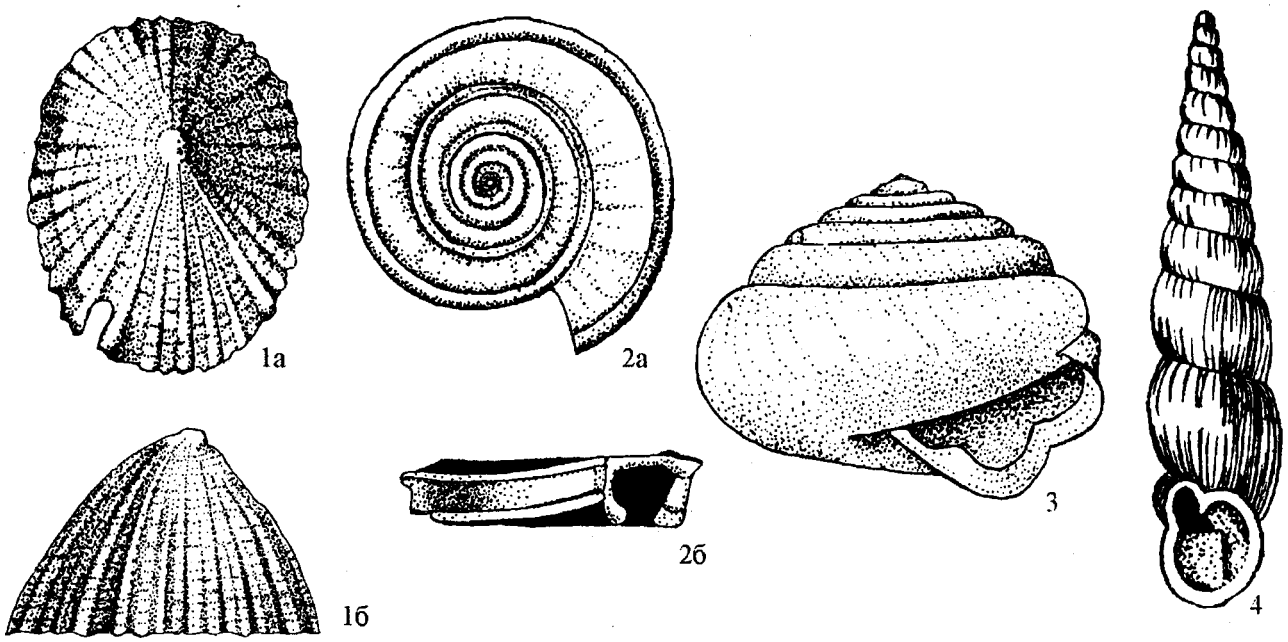


Рис.16. Форма раковины гастропод. 1а,б— *Loxotoma neocomiensis* Orbigny. Раковина в виде высокого и широкого колпачка. Справа от плоскости симметрии расположена короткая, сравнительно широкая щель. Наружная поверхность покрыта грубыми радиальными ребрами: а—вид сверху; б—вид сбоку (х 2,5); 2—*Pseudomalaxia dizoni* (Vasseur). Раковина дискоидальная с плоско-спиральным навиванием оборотов. Устье четырехугольное (х 1,7); 3—*Perforatella bidens* Chemnitz. Раковина улиткообразная (округленно-коническая). С низкими оборотами за исключением последнего шарообразного. Устье узкое, околоустье с внутренним утолщением. Наружная поверхность раковины с тончайшей штриховкой (х 6); 4—*Clausilia ventricosa* Draparnaud. Раковина веретенообразная со спирально-винтовым навиванием оборотов. Последний оборот слегка суженный. Устье небольшое угловато-грушевидное. Околоустье неравномерной ширины, утолщенное внутри (х 8). 1–4 **[75г]**.

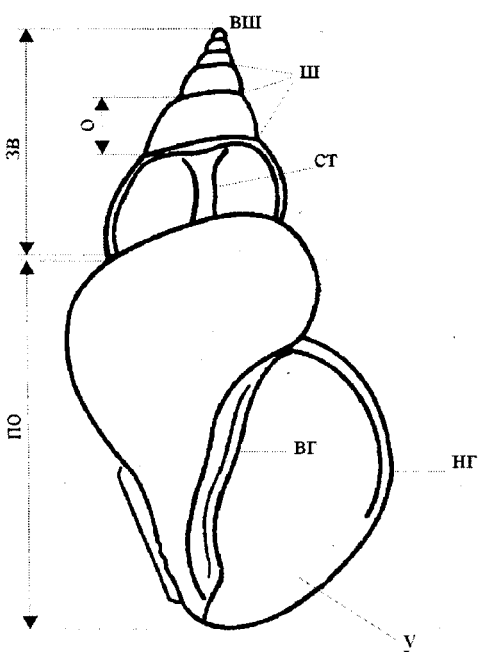


Рис.17. Схема наружного строения спиральноконической раковины гастропод. Обозначение: вш—вершина; ш—спиральный шов; ст—столбик; вг—внутренняя губа; нг—наружная губа; у—устье; по—последний оборот; зв—завиток; о—оборот. **[77]**.

https://zaraisk.ru/

определяющее скорость возрастания оборотов. Завитком является совокупность всех оборотов за исключением последнего. Линия соприкосновения оборотов называется швом, или шовной линией. Узкий замкнутый конец спирали называется вершиной, а открытый широкий конец, приуроченный к последнему обороту,—устьем.

Форма устья может быть овальной, полуовальной, круглой, грушевидной, ромбоидальной, трапециевидной, щелевидной и пр. Края устья образуют околоустье, внешняя часть которого называется наружной губой, а противоположная—внутренней. Если край устья цельный, то его называют голостомным; у некоторых примитивных брюхоногих на наружном крае имеется узкая мантийная щель, которая по мере роста раковины зарастает. Для многих мезозойских и кайнозойских брюхоногих характерно наличие в нижней части устья выемки или вытянутой трубки (сифонального канала).

Внешняя поверхность раковины бывает гладкой, но чаще она осложнена ребрами, килями, бороздками, шипами, бугорками и ямками **(рис. 18)**.

Размер раковин колеблется от 0,5 мм до 7 см.

Внутри раковин поперечные перегородки отсутствуют, но иногда развиваются внутренние спиральные складки. В тех случаях, когда обороты плотно прилегают друг к другу, в центральной части раковины образуется вертикальный столбик **(рис. 19)**.

Раковины гастропод обычно бывают трехслойными: наружный слой—органический, средний—призматический или фарфоровидный, а внутренний—перламутровый, фарфоровидный или пластинчатый, состоящий из чередования тонких пластинок арагонита и листочков конхиолина, ориентированных параллельно поверхности раковины **(рис. 20)**. Такое строение наблюдается у третичных и современных форм. В большинстве случаев в ископаемом состоянии наружный слой раковины обычно не сохраняется, а два других, так же как у пелеципод, чаще всего перекристаллизованы и утратили первоначальную микроструктуру. Благодаря этому раковины гастропод в ископаемом состоянии по микроструктуре имеют много общего с раковинами аммоноидей и двустворчатых моллюсков.

Определение перекристаллизованных гастропод в шлифах проводится по характерной форме раковин, а иногда, при полной перекристаллизации стенок раковины и вмещающей массы, по форме и особенностям расположения ядер, образованных в результате заполнения полостей раковин пелитоморфным материалом, разумеется, если ядра сохранили положение in situ.

5. Тентакулиты—класс одиночных вымерших морских животных. Систематическое положение тентакулитов дискуссионное, но большинство исследователей относят их по аналогии с головоногими к типу моллюсков (класс кониконхии). Образ жизни тентакулитов также неясен: планктон или бентос, но вероятнее первое. *Силур—девон—карбон* (?) [2, 14, 16, 62, 63, 75е].

Форма раковин тентакулитов может быть узкоконической и цилиндрической, прямой или слабоизогнутой с вздутой заостренной и каплевидной начальной камерой **(рис. 21)**. Поперечное сечение округлой формы. Наружная поверхность раковины гладкая или с поперечной скульптурой в виде кольцевых ребер или пережимов. Ребра по форме бывают острыми, затупленными, ассиметричными, валикообразными и т.д.

Размер раковин изменяется от 2–5 до 70 мм.

У большинства форм раковина разделена прямыми или вогнутыми перегородками на ряд изолированных камер. Перегородки сплошные—в них, в отличие от раковин аммоноидей, отсутствуют сифональные отверстия.

Стенки раковин могут быть однослойные или многослойные **(рис. 22)**. Однослойные гладкие стенки характерны для стилиолин, а волнистые—для вириателл. Многослойные стенки распространены среди многих родов. Слои могут быть прозрачными или темными за счет обогащенности органическим веществом. Обычно эти слои чередуются. При этом темные слои отличаются неравномерной толщиной—легко раздуваются и выклиниваются. Как темные, так и прозрачные слои могут быть с каналами и без каналов. Каналы в осевом сечении в одной и той же стенке бывают прямыми и изогнутыми, в зависимости от места на внешней поверхности, по отношению к которой они расположены перпендикулярно.

https://paleolib.ru/

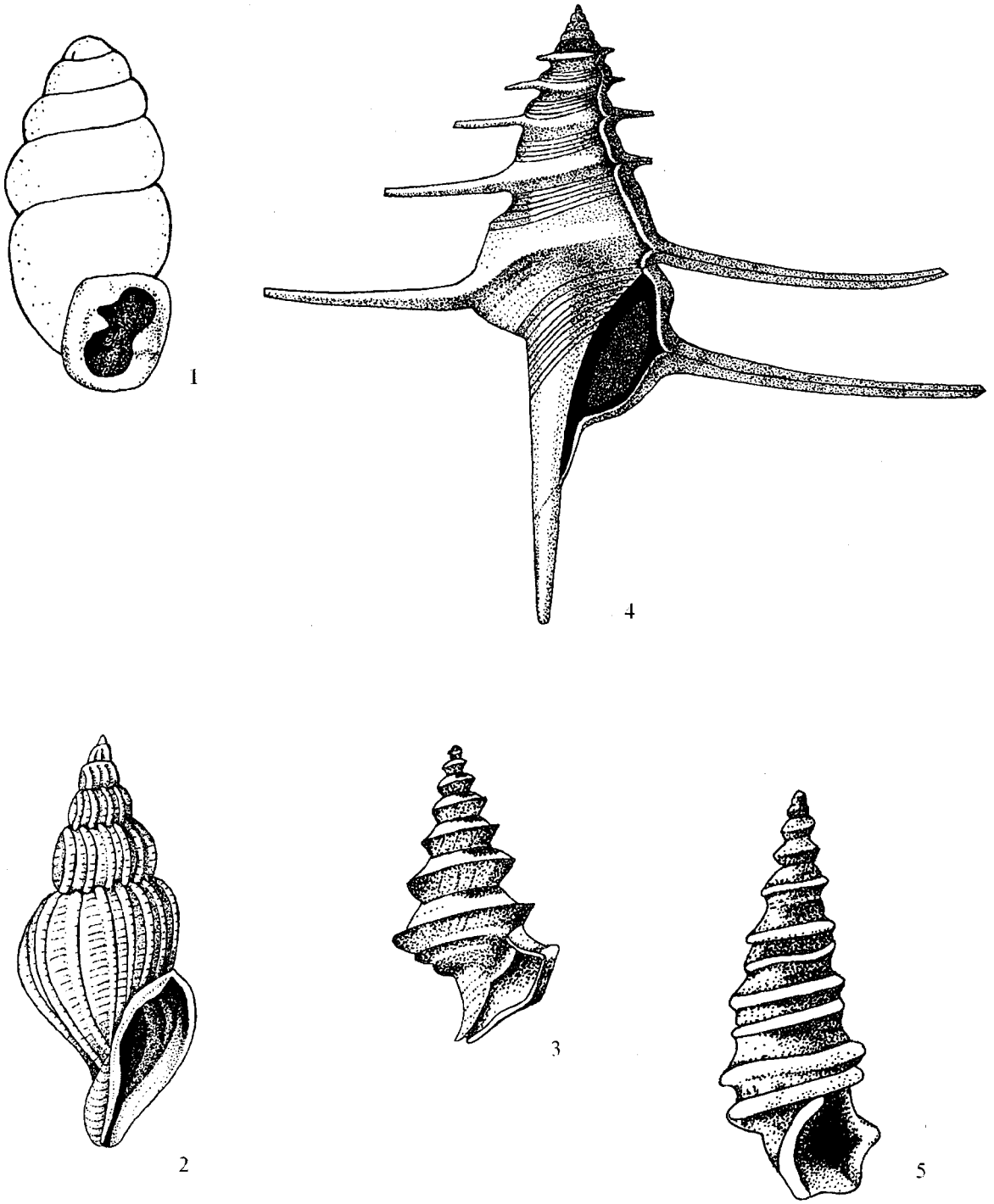


Рис.18. Скульптура поверхности раковин гастропод. 1—*Carychium sibiricum* West. Раковина удлиненно-яйцевидная, гладкая. Устье овальное, околоустье утолщенное с одним-двумя зубовидными выступами (х 2,7); 2—*Plicifusus kruyeri* Moller. Раковина веретенообразная с резкими поперечными ребрами. Последний оборот высокий, суженный впереди. Устье грушевидное; внутренняя губа с узким отворотом (х 1,2); 3—*Bathraspira tectum* Orbigny. Раковина башенкообразная с простыми спиральными ребрами, расположенными вдоль лестницеобразных оборотов (х 3,9); 4—*Spinigera longispina* (Deslongchamps). Узкая веретенообразная раковина с выпуклыми, килеватыми оборотами, образующими двусторонние валики, к которым прикреплены тонкие округлые иглы. Устье небольшое, с длинным прямым ростром (х1,2); 5—*Pyrgula annulata* Gan. Раковина с выпуклыми килеватыми оборотами: у каждого оборота внизу и вверху по одному килю. Устье многоугольное; внутренняя губа с широким отворотом (х3). 1–5 **[75г]**.

https://paleontology.ru/

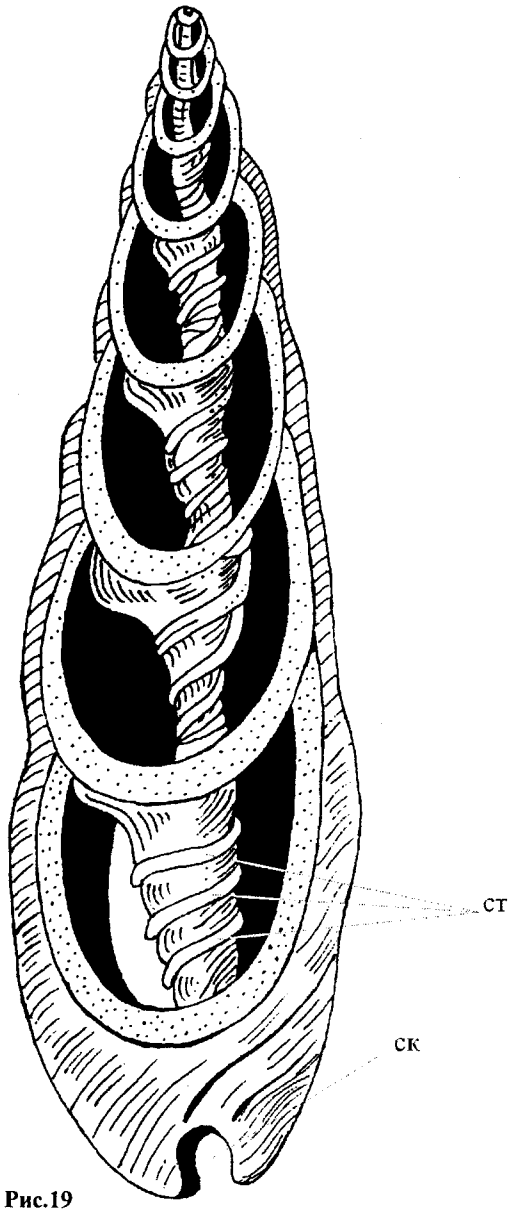
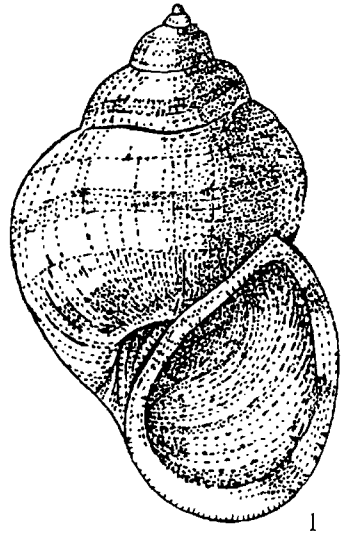


Рис.19

Рис 19. Внутреннее строение раковины гастропод. *Mitra episcopalis Zinnй.* Осевой разрез: ст—столбик с тремя складками; ск—сифональный канал. **[75г].**



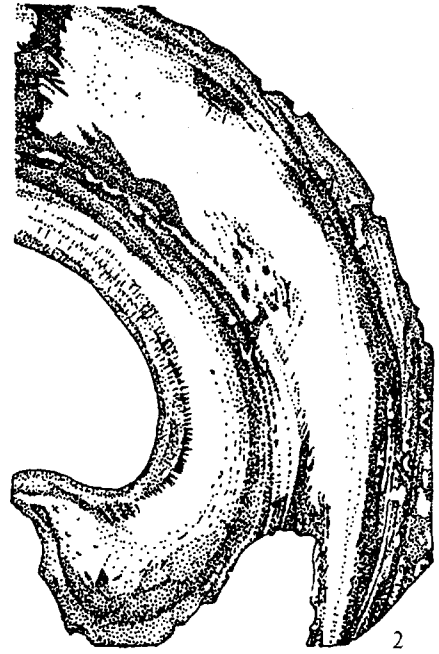


Рис 20. Микроструктура стенок раковин гастропод. 1—*Viviparus viviparus* (Linne). Внешний вид современной раковины (х 1); 2—поперечное к столбику сечение раковины *Viviparus sp*. Раковина многослойная, видны чередующиеся слои: призматические, пластинчатые и перламутровые (черные) (х 10). 1,2 **[2, 75г].**

https://jurassic.ru/

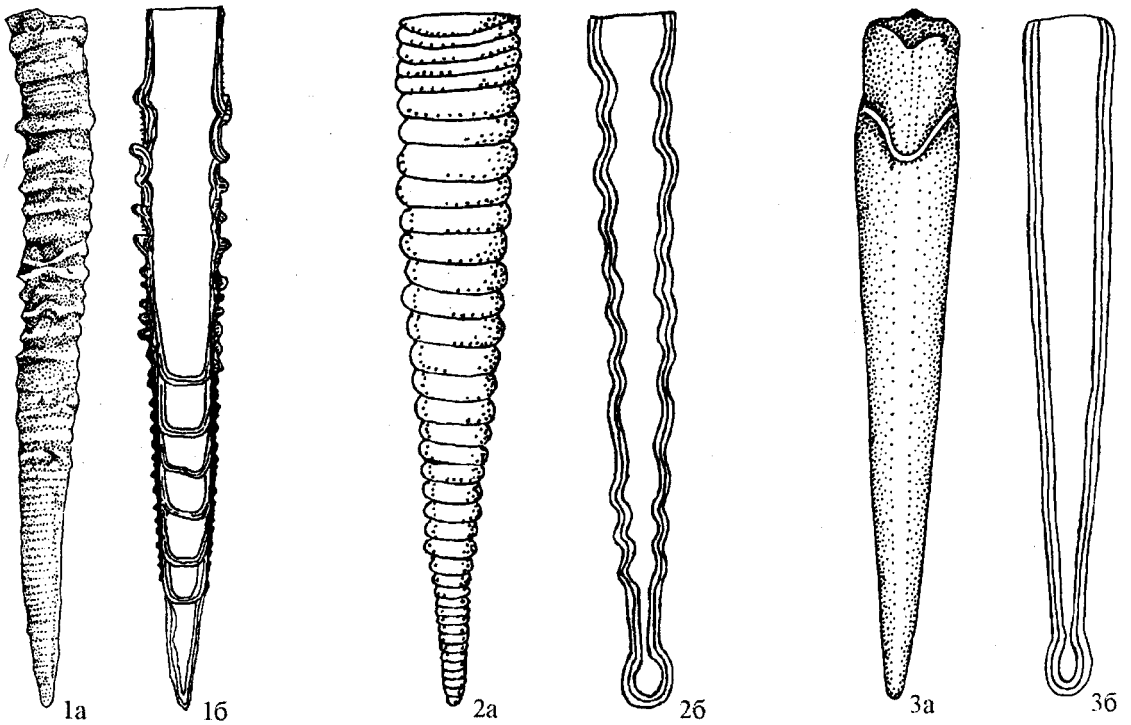


Рис.21. Форма и внутреннее строение раковин тентакулитов. 1—*Tentaculites ornatus* Sowerby: а—внешний вид. Наружная поверхность покрыта концентрическими ребрами, в начальной части камеры тонкими и частыми, а в конечной—грубыми и более редкими; б—схема продольного сечения многослойной раковины с поперечными перегородками; 2—*Novakia petrovi* Ljaschenko: а—на наружной поверхности раковины видны равномерные поперечные пережимы; б— на продольном сечении тонкостенной многослойной раковины видно отсутствие перегородок; 3—*Styliolina nucleata* Karpinsky: а—наружная поверхность гладкая или с тонкими линиями нарастания; б—продольное сечение тонкостенной однослойной раковины. 1–3 **[2,63].**

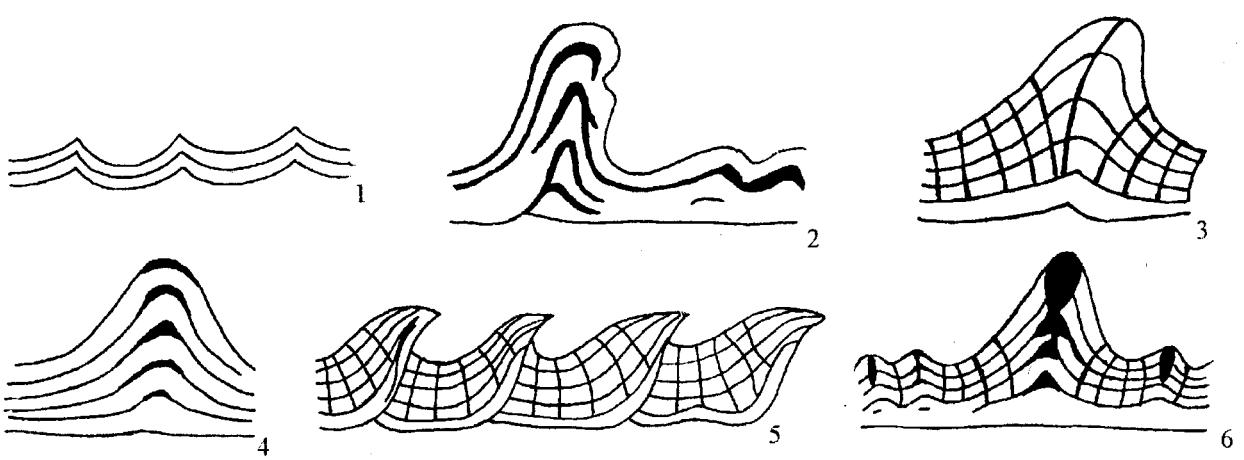


Рис.22. Схематическое изображение строения стенок раковин тентакулитов (по В.П. Маслову [2]). 1, 2, 3—стенки без каналов; 4, 5—стенки с каналами; 6—стенки с каналами и дисками.

https://paleontology.ru/

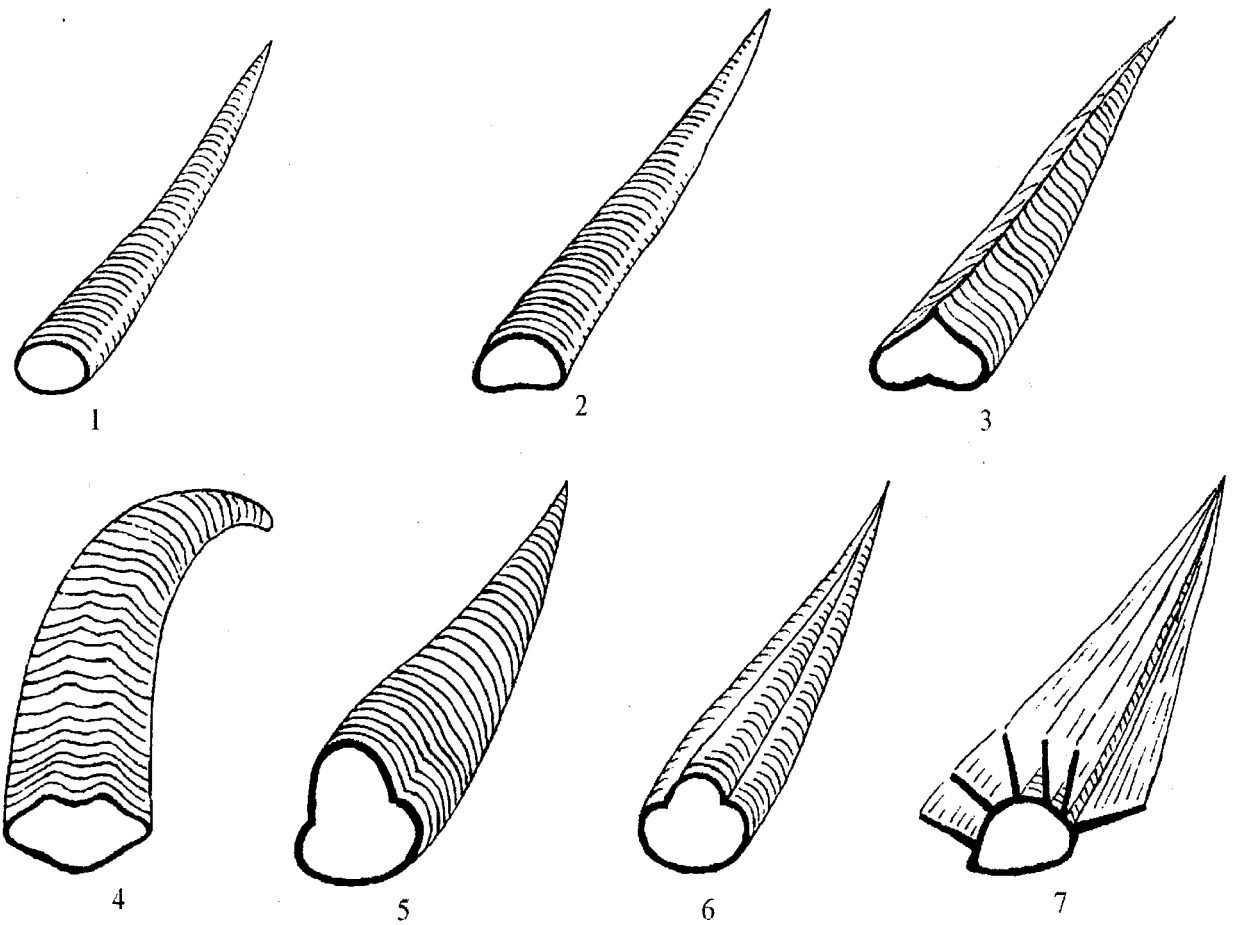


Рис.23. Схематическое изображение формы раковин хиолитов по семействам (по В.П.Маслову [2]).1—*Circothecidae*; 2—*Allathecidae*; 3—*Orthothecidae*; 4—*Ceratothecidae*; 5—*Sulcavitidae*; 6—*Hyolithidae*; 7—*Pterigothecidae*.

Тентакулиты с кольцевыми ребрами легко узнаются в шлифе: в косом сечении внешняя поверхность большинства тентакулитов имеет зубчатые или извилистые очертания, а на конце раковины, благодаря скошенному сечению, кольцевые ребра образуют острые или тупые выступы.

6. Хиолиты—вымершие бентосные организмы, которые большинство исследователей относит к особому классу в типе Mollusca. *Кембрий—пермь* (расцвет в кембрии) [2, 15, 62, 75е].

Форма раковины—удлиненно-пирамидальная или пирамидальная с крышечкой, которая в ископаемом состоянии может находиться отдельно от раковины **(рис. 23)**. В направлении, противоположном от устьевой части, раковина сужается и замыкается на конце. Раковина (и крышечка) билатерально симметричная, дифференцированная на брюшную и спинную стороны **(рис. 24)**. За брюшную условно принимают уплощенную сторону, а за спинную—резко выгнутую, аркообразную. У ряда форм брюшная сторона длиннее спинной, благодаря чему она выступает в виде так называемой губы. Существуют формы, слабо дифференцированные на брюшную и спинную части. Поперечное сечение раковин характеризуется различной формой: округлой, эллиптической, округленно-треугольной и т.д. В примакушечной части имеется валик. Наружная поверхность орнаментирована поперечными «струйками», а в некоторых случаях—продольными ребрами.

Размер раковин изменяется от 1 мм до 20 см.

https://paleolib.ru/

Рис. 24. Схема строения раковин хиолитоидей. I—раковина: а—личиночная стадия; б—взрослая стадия; в—полость воздушных камер; г—жилая камера; II—крышечка; д—брюшной лимб; е—спинной лимб. **[75е].**

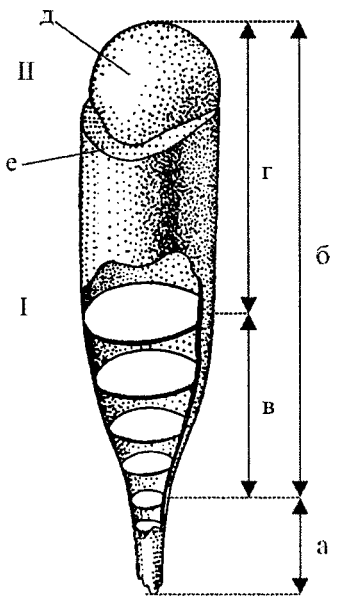
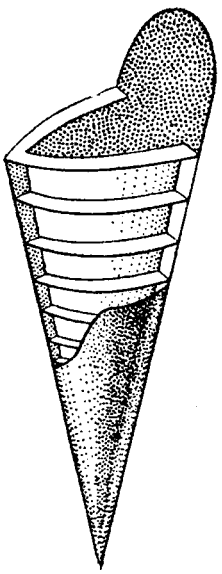


Рис.25. Спинная полость хиолитоидей. [75е].



Внутри раковины в примакушечной части находятся сплошные перегородки. Спинная сторона в некоторых случаях с двумя стенками, пространство между которыми занято поперечными перегородками **(рис. 25)**.

Стенка раковины обычно состоит из двух или нескольких слоев, первоначальное строение которых сходно со строением призматического слоя моллюсков. Крышечка состоит из призматических кристаллов, ориентированных параллельно ее поверхности.

Двустворчатые раковины

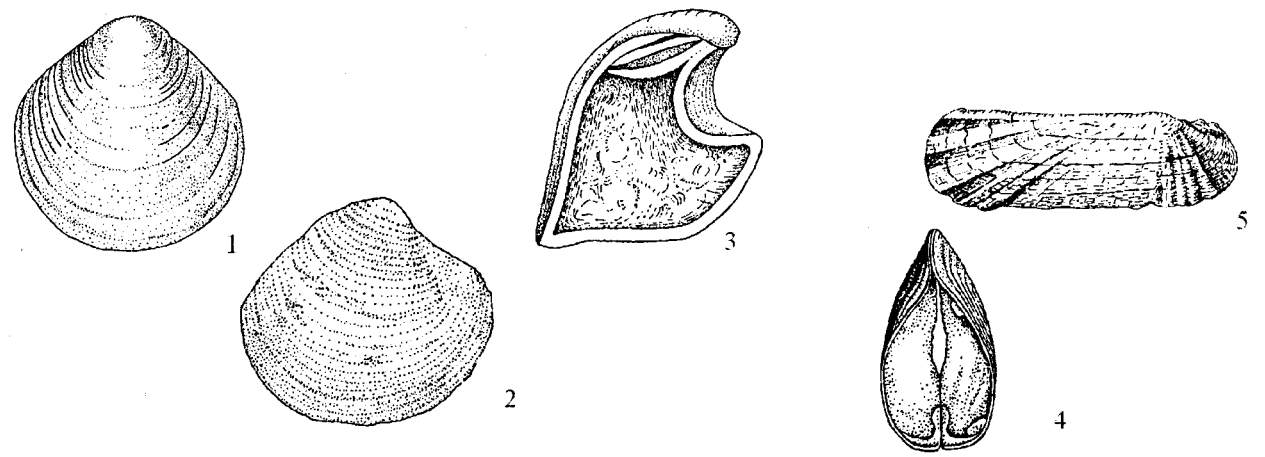
Этот тип раковин характерен для пелеципод, брахиопод и остракод.

1. Пелециподы—это класс одиночных организмов в типе моллюсков. Они вели бентосный образ жизни, нередко образуя скопления типа банок (например, устрицы, мидии) и даже рифов (мезозойские рудисты). Некоторые двустворки сверлили известковые породы. *Кембрий---настоящее время* [2, 14, 16, 27, 39, 64, 75в].

Форма раковин разнообразна: округлая, овальная, овально–треугольная, клиновидная, прямоугольная и т.д. **(рис. 26)**. В зависимости от образа жизни животного раковины пелеципод бывают равностворчатые (ползающие и зарывающиеся формы) и разностворчатые со створками разной величины и формы (свободнолежащие и прирастающие формы). Наиболее выпуклая часть створки, с которой начинается ее рост, называется макушкой. Вокруг нее на внешней поверхности располагаются линии нарастания. В створке различают спинной и брюшной, передний и задний края. Спинной край примыкает к макушке, а противоположный является брюшным. Передний край, которым пелециподы зарываются

https://paleontology.ru/

Форма раковин.



Типы раковин.

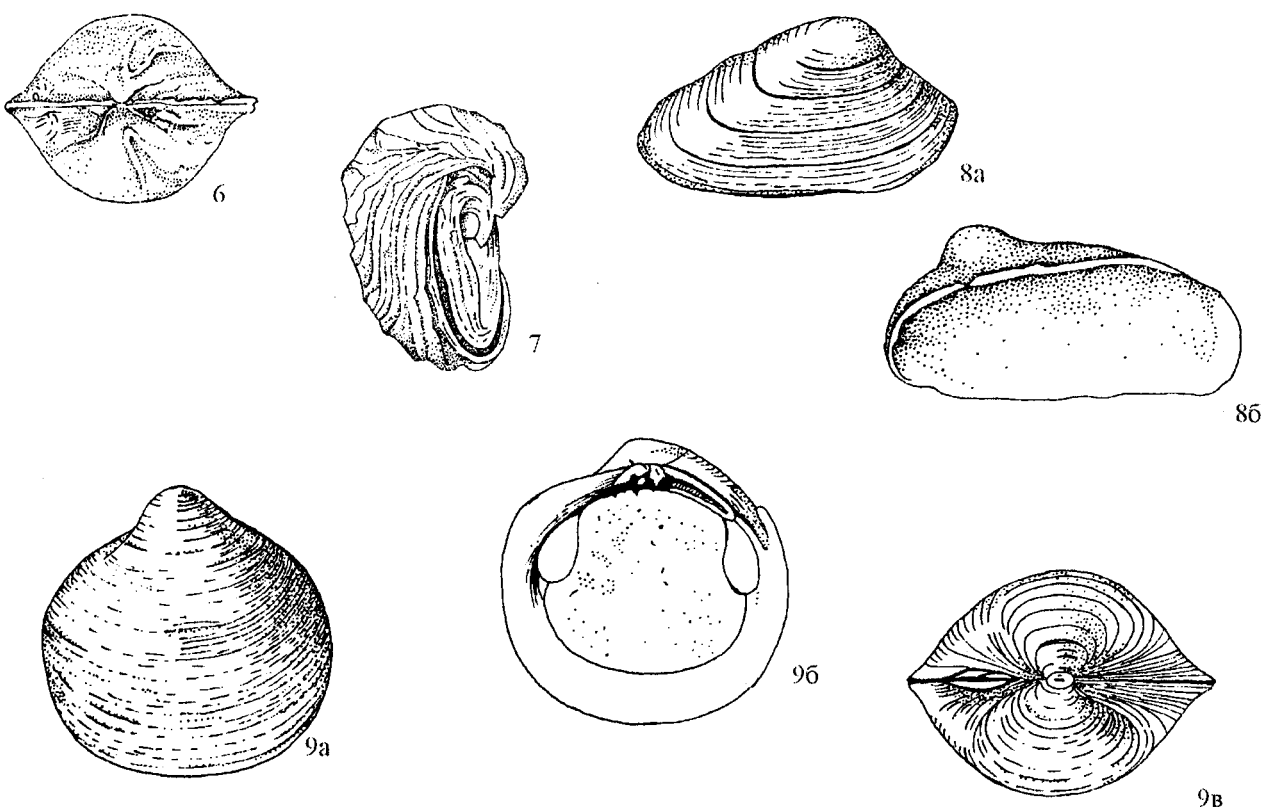


Рис.26. Форма и типы раковин пелеципод. 1—*Sphaeriola madridi* Archiac. Раковина округлой формы. Правая створка снаружи (с небольшим уменьшением); 2—*Chione cincta* Eicwald. Раковина овально-треугольная (х 1); 3—*Opis goldfussiana* Orbigny. Раковина треугольно-сердцевидная (х 1,7); 4—*Gastrochaena dubia* Pennat. Раковина клиновидная, спереди заостренная, сзади округленная (х 1,5); 5—*Solemya tokunagai* Yakoyama. Раковина прямоугольная (х 0,7); 6—*Thetironia minor* Sowerby . Раковина равностворчатая (х 1); 7—*Matheronia virginiae* Gros. Раковина разностворчатая. Левая створка выпуклая, а правая от умеренно-выпуклой до слабо выпуклой, крышечнообразной (х 0,2); 8—*Palaeanodonta subcastor* Amalitzky Раковина неравносторонняя. Правая створка: а—снаружи, б—изнутри (х 1,9) 9—*Schafhautlia mellingi* Hauer Раковина почти равносторонняя: а—правая створка изнутри, б—левая створка снаружи, в—вид сверху (х 1). 1-9 **[75в]**.

https://jurassic.ru/

в грунт или прикрепляются к субстрату, обычно редуцирован, а противоположный ему задний край, как правило, в различной мере вытянут. Большинство пелеципод имеет неравностороннюю раковину, так как макушки приближены к переднему, реже к заднему краю: некоторые раковины являются равносторонними с центральным положением макушек. В раковинах различают правую и левую створки. Для их определения следует расположить раковину макушкой вверх и передним краем от себя. Тогда справа будет правая створка, а слева—левая. Наружная поверхность раковины может быть осложнена разнообразными скульптурными элементами в виде радиальных (расходящихся от макушки) и концентрических (расположенных параллельно краям створок) ребер, а также шипов или бугорков **(рис. 27)**. У некоторых раковин поверхность гладкая, покрытая только линиями нарастания.

Размеры раковин колеблются в широких пределах—от 2–3 мм до 1,5 м.

К внутренним скелетным элементам относят зубной аппарат или замок, который располагается на внутренней стороне створки под макушкой вдоль спинного края **(рис. 28)**. Кроме того, на внутренней поверхности створок имеются мускульные отпечатки и мантийная линия—след прикрепления одной из частей мягкого тела—мантии—к створке. Изгиб мантийной линии, называемый синусом, чаще всего приурочен к заднему краю.

Раковины пелеципод обычно трехслойные**(рис. 29)**. Наружный слой—периостракум—состоит из органического вещества—конхиолина, в ископаемом состоянии не сохраняется. Под ним располагается остракум, состоящий из двух известковых слоев.

Первый известковый слой—т.н. призматический—состоит из призм кальцита или арагонита, которые могут быть разделены тонкими прослойками органического вещества. Особенности расположения призм обусловливают различные типы микроструктур: собственно призматическую, ячеисто-призматическую или пучковидную. У некоторых форм призматический слой отсутствует.

Второй известковый слой, который имеется у большинства пелеципод,—перламутровый или пластинчатый. Он состоит из мельчайших листочков арагонита, сгруппированных в очень тонкие пластинки толщиной от 1 до 1,5 мкм, чередующиеся с прослойками конхиолина. Характер расположения пластинок определяет различные типы микроструктур: листоватую, перекрещенно-пластинчатую, волнистую и пр. Для ископаемых пелеципод наиболее характерна волнистая пластинчатая микроструктура.

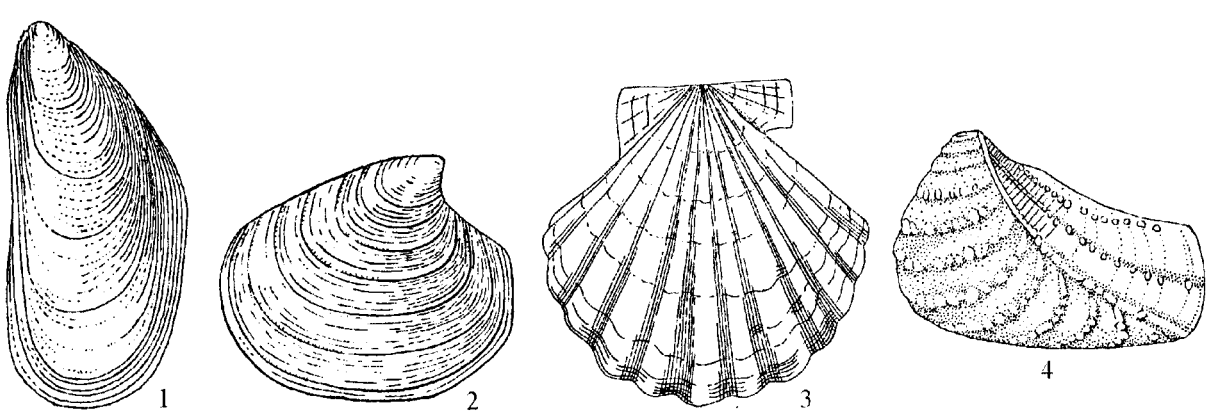


Рис.27. Скульптура раковины пелеципод. 1—*Mytilus*. На поверхности раковины отчетливо видны линии нарастания; 2—*Chione*. Раковина с концентрическими ребрами; 3—*Chalamys*. Раковина с радиальными ребрами; 4—*Myophorella Bayle*. Левая створка покрыта снаружи концентрическими ребрами, орнаментированными бугорками (х 0,5). 1–4 [**75в**].

https://paleo.ru/

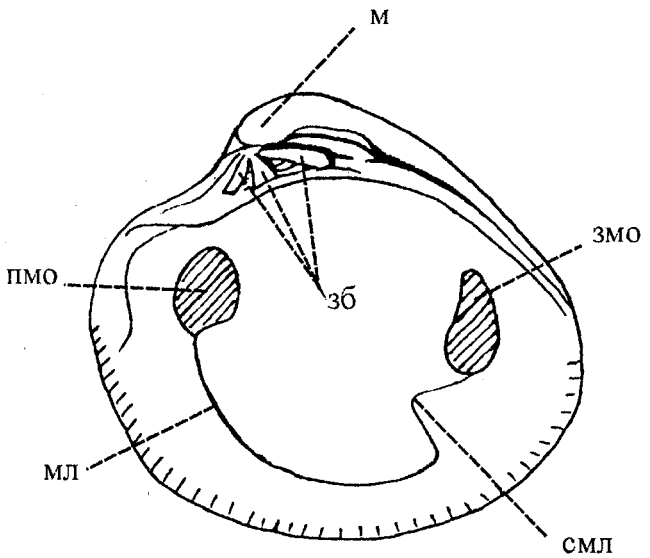
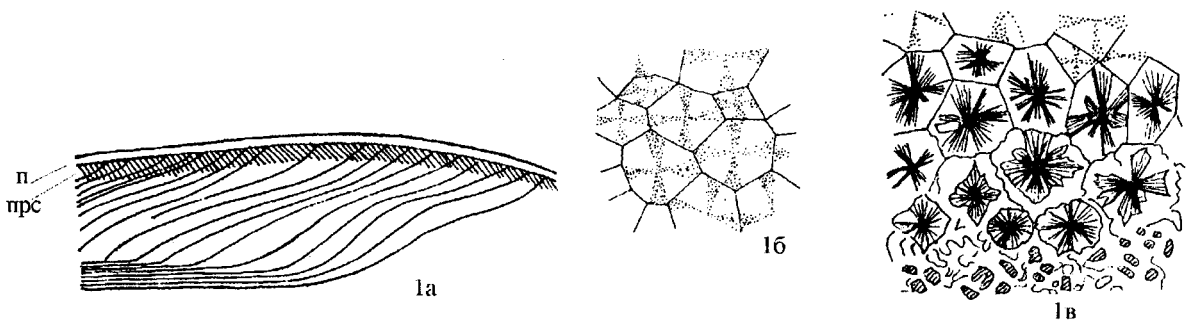


Рис.28. Внутреннее строение раковины пелециподы *Chione*. М—макушка; змо— задний мускульный отпечаток; смл—синус мантийной линии; мл— мантийная линия; пмо—передний мускульный отпечаток; зб—зубы. **[75в].**



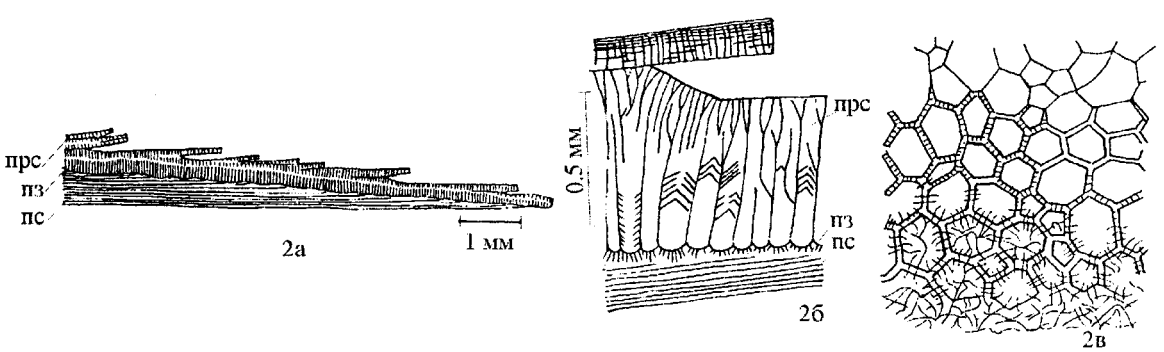


Рис.29. Схема строения стенок раковины пелеципод. 1—*Unio sp*, современ: а—радиальное сечение края раковины (х17); б—тангенциальное сечение верхней части призм (х300); в—тангенциальное сечение несколько под углом к основанию призм(х340); 2—*Pteria* (*Pinctada*) *sp*. современ: а—радиальное сечение края раковины; б—деталь; в—тангенциальное сечение, слегка наклонено к основанию призм; п—периостракум, прс—призматический слой, пс—перламутровый слой; пз—промежуточная зона.1–2 **[75в].**

https://zaraisc.ru/

У некоторых представителей пелеципод, например Pteria, на границе призматического и пластинчатого слоев наблюдается промежуточная зона. На рис.29 видно, что каждая призма первого известкового слоя образована одним кристаллом кальцита и кончается к основанию линией, выпуклой к внутренней части раковины. Удлиненные кристаллы, образующие промежуточную зону, нарастают радиально относительно этой линии. В палеозойских отложениях раковины двустворчатых моллюсков обычно перекристаллизованы до полного исчезновения первичной микроструктуры.

2. Брахиоподы составляют тип одиночных организмов, ведущих донный образ жизни: свободно лежащий, зарывающийся и прикрепленный. Они, как и двустворки, могут образовывать скопления вплоть до банок и рифовых тел. В типе брахиопод обычно выделяют два класса—замковые и беззамковые. У первых из них раковины известковые, а у вторых—хитиново-фосфатные, реже известковые. *Кембрий—настоящее время* [2, 14, 16, 27, 39, 49, 50, 62-64, 74, 75ж].

Замковые брахиоподы

Форма раковин разнообразная: округло-линзовидная, шаровидная, полусферическая, округленно–треугольная, округленно–четырехугольная и, редко, коническая **(рис. 30)**. По соотношению створок, одна из которых называется брюшной, а другая спинной, различают раковины двояковыпуклые, плоско–выпуклые, выпукло–плоские, вогнуто–выпуклые и конические (в словах, характеризующих тип раковины, написанных через дефис, левая часть относится к спинной, а правая—к брюшной створкам) **(рис. 31)**. Та часть створок, от которой шел рост раковины, называется макушкой; она нередко имеет клювовидную форму **(рис. 32)**. Боковые концы створок могут быть оттянуты в виде ушек, в той или иной степени обособленных от остальной поверхности створки. Край створки, на котором располагается макушка, называется задним или замочным, а противоположный—передним. Макушка обычно расположена симметрично по отношению к замочному краю (в отличие от двустворчатых моллюсков).

Брюшная и спинная створки отличаются по ряду признаков. Брюшная створка, как правило, крупнее спинной. Макушка брюшной створки выступает над макушкой спинной створки или налегает—закрывает ее. Вдоль замочного края брюшной створки часто располагается площадка, которая называется арея. У брюшной створки под макушкой (или срезая ее) находится отверстие для ножки: треугольной формы—дельтирий или округлой формы—форамен. У спинной створки отверстие для ножки присутствует только среди древних форм на ранней стадии развития. От макушки вдоль брюшной створки может протягиваться продольное углубление, называемое синусом. Вдоль спинной створки коррелятивно развивается возвышение, которое называется седлом. Наблюдается также обратное соотношение синуса и седла.

На наружной поверхности раковин брахиопод, кроме линии нарастания, обычно развиты элементы радиальной и концентрической скульптуры **(рис. 33)**. К первым из них относятся складки, ребра и струйки (очень тонкие ребрышки), а ко вторым—валики и желобки. Линии или знаки нарастания имеют вид пластин, которые черепитчато налегают друг на друга. Они отмечают моменты остановки роста раковины. Валики и желобки, чередующиеся между собой, образуют так называемые морщины, часто имеющие неправильную форму. Кроме указанных скульптурных элементов, на раковине брахиопод часто развиваются иглы (полые), шипы и бугорки.Размер раковин брахиопод изменяется в пределах 0,5–8 см, однако среди ископаемых встречаются формы значительно более крупные (до 40 см и более).

Внутренние структуры замковых брахиопод разнообразны **(рис. 34)**. У брюшной створки это зубной аппарат в виде двух коротких булавовидных выступов, находящихся вблизи дельтирия или форамена, и особые зубные пластинки, поддерживающие зубы. Последние иногда срастаются, образуя ложкообразную пластину, которая называется спондилий. К внутренним структурам брюшной створки относятся также отпечатки мускульной системы. На внутренней поверхности спинной створки находятся две ямки для зубов, замочный отросток, отпечатки ручного аппарата и мускулов, кроме того, может быть развит известковый ручной аппарат. Внутри створок могут располагаться продольные срединные или боковые пластинки–септы.

http://jurassic.ru/

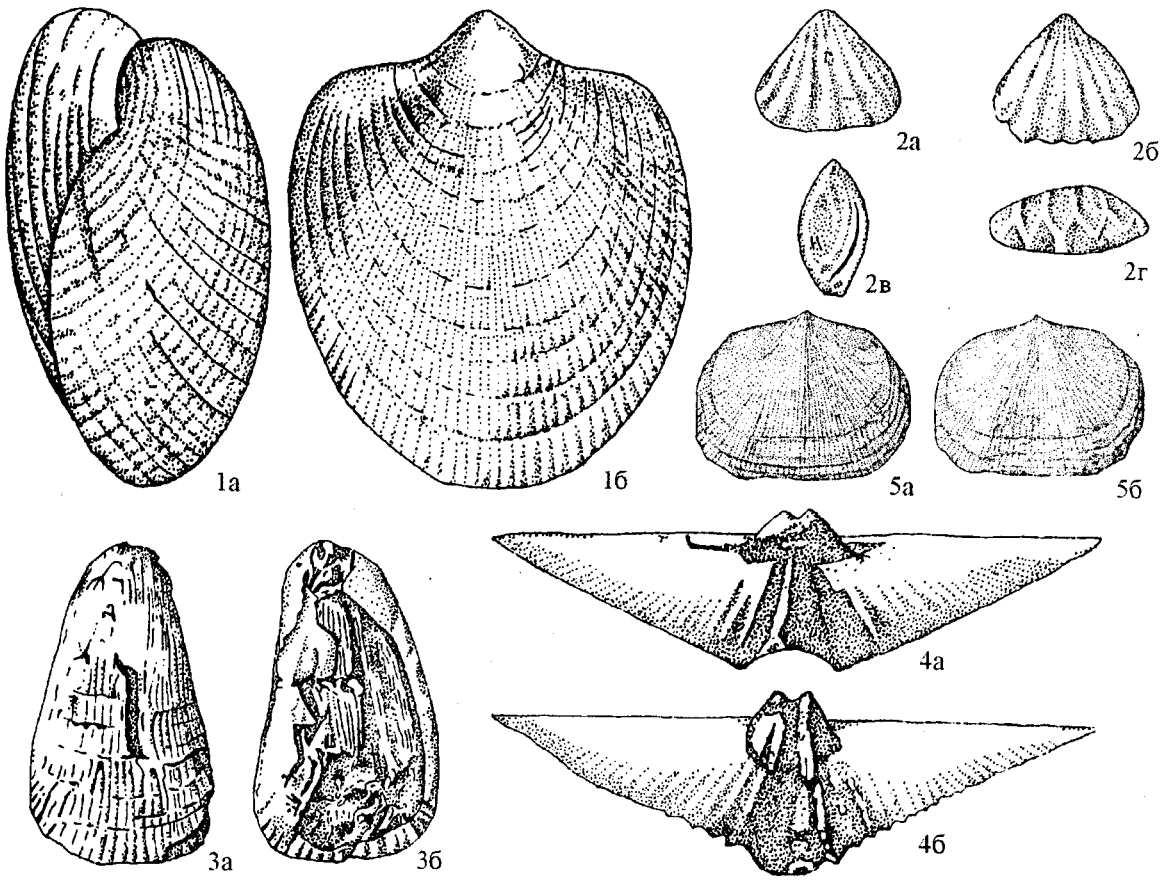


Рис. 30. Форма раковин замковых брахиопод. 1а,б— *Atrypa reticularis* Linnaeus. Раковина округленно-линзовидная; 2—*Caucasella trigonella* Rothpletz. Раковина треугольная а,б,в,г—в разных положениях (х2,5); 3—*Karpinskia conjugula* Tschernyschev. Раковина удлиненной треугольной формы, сильно сжатая с боков: а—брюшная створка снаружи; б—вид со стороны спинной створки; 4—*Euryspiriferparadoxu* Schlotheim. Раковина треугольная, крыловидная, сильно вытянутая в ширину: а—вид со стороны спинной створки; б—вид со стороны брюшной створки; 5—*Aulacella eifelensis* Veneuil. Небольшая раковина трапециевидной формы (х2,9): а—брюшная створка; б—спинная створка. 1–5 **[63, 75ж]**.

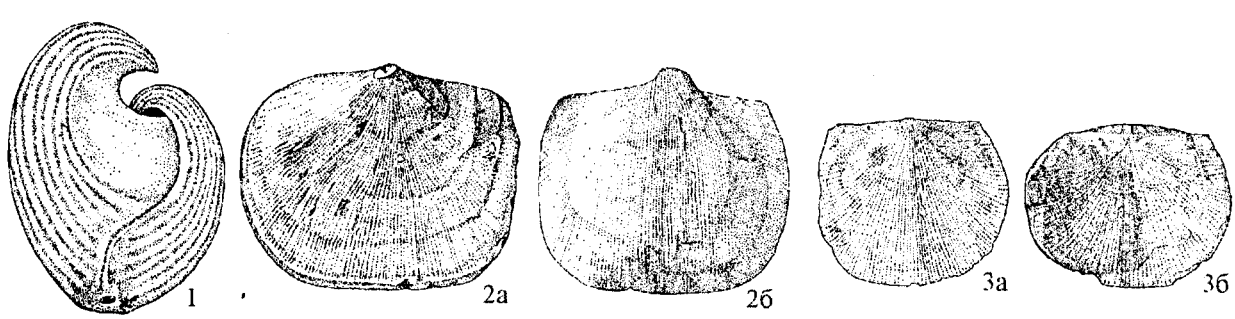


Рис.31. Соотношение створок раковин замковых брахиопод. 1—*Conchidium biloculare* Hisinger. Раковина двояковыпуклая. Обе створки вздутые; 2—*Schuchertella globosa* Tolmatschow. Раковина выпукло-плоская: а—брюшная створка слегка вогнутая или плоская; б—спинная— вздутая (х1); 3—*Douvillina kireevae* Ljaschenko. Большая умеренно вогнуто-выпуклая раковина: а—брюшная створка умеренно выпуклая; б—спинная слегка вогнутая (х3). 1–4 **| 49, 63, 75ж |**.

https://jurassic.ru/

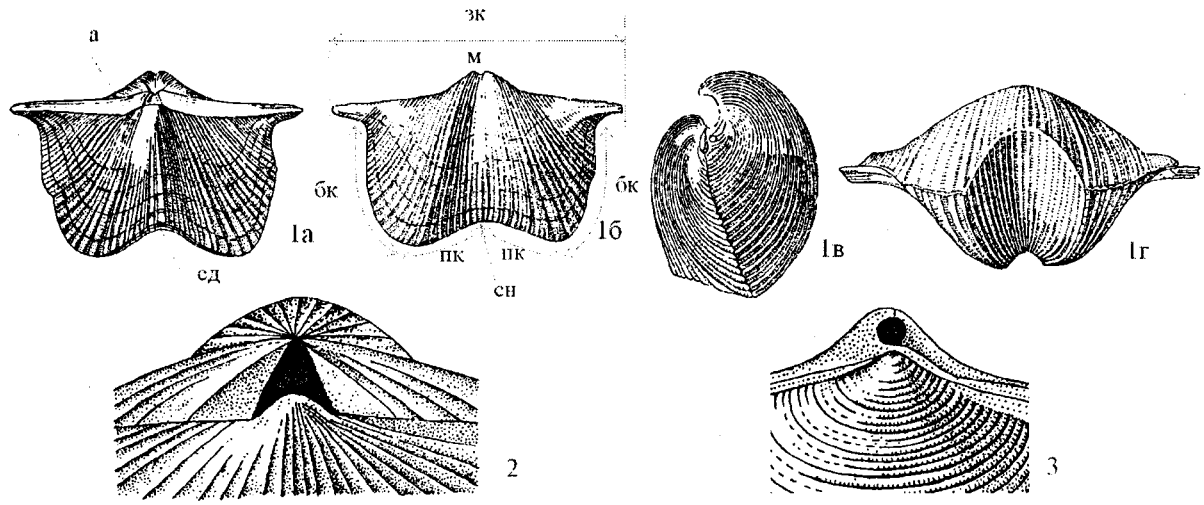


Рис. 32. Элементы внешнего строения раковин замковых брахиопод. 1—*Cyrtospirifer disjunctus* Sowerby: а —вид раковины со спинной стороны: а—арея; сд—седло; б —с брюшной стороны:пк—передний край; бк—боковой край; зк—задний край; м—макушка; сн—синус; в — вид сбоку; г—вид спереди; 2—*Orthorhynchula linneyi* James. Отверстие для ножки треугольной формы-дельтирий (увеличено); 3—*Athyris concentrica* Buch. Отверстие для ножки округлой формы—форамен (увеличено). 1–3 **[63, 75ж].**

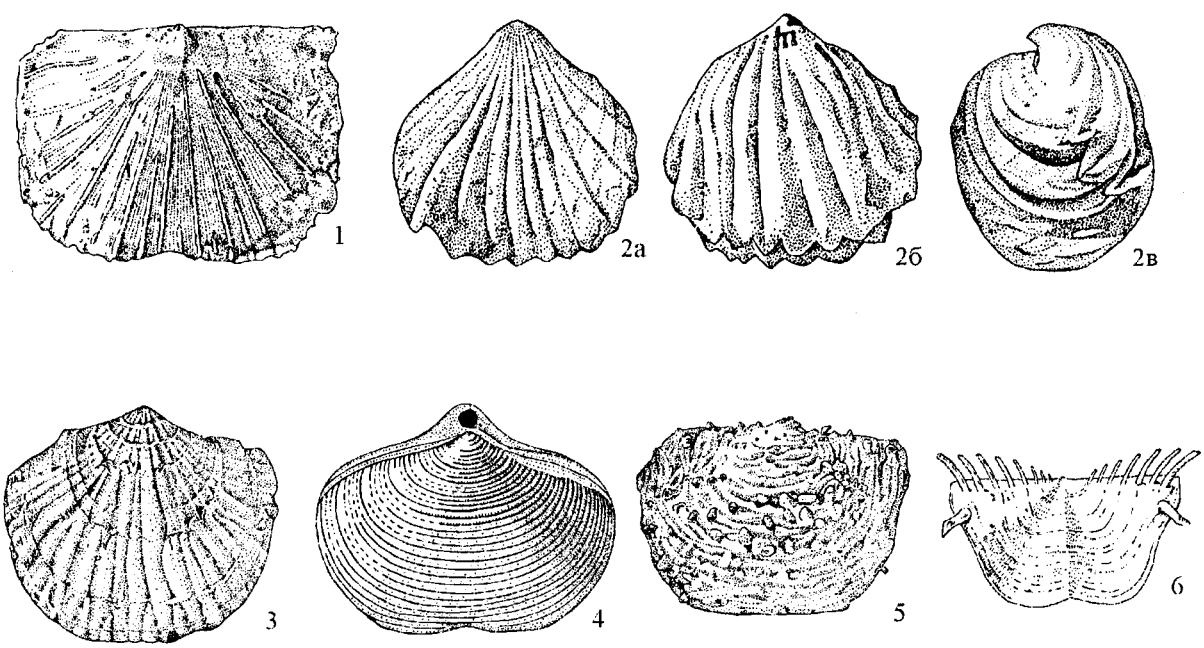


Рис. 33. Скульптура поверхности раковин замковых брахиопод. 1—*Stropheodonta fischeri* Verneui. Поверхность брюшной створки покрыта тонкими ребрышками, между которыми расположены еще более тонкие ребрышки-струйки (х3,6); 2—*Isjuminelina pseudodecorata* Rollier. Радиальная структура раковины состоит из грубых ребер: а—брюшная створка, б—спинная створка; в—вид сбоку; 3—*Anatrupa crassa* Ljaschenko. Поверхность брюшной створки раковины покрыта грубыми округленными радиальными ребрами, разделенными равными по ширине промежутками. Число ребер увеличивается путем дихотомирования. Радиальные ребра пересекаются отчетливыми концентрическими линиями нарастания (х3); 4—*Athyris concentrica* Buch. Раковина с тонкими концентрическими линиями нарастания (вид со стороны спинной створки); 5—*Chonetipustula petini* Nalivkin. Поверхность брюшной створки покрыта концентрическими неправильно волнистыми резко выраженными морщинами, косыми иглами и бугорками (х1,9); 6—*Sowerlina timanica* Stuckenberg. Ряд крупных игл вдоль замочного края спинной створки и одна очень крупная игла на каждом ушке. 1–6 **[49, 63, 75ж].**

https://jurassic.ru/

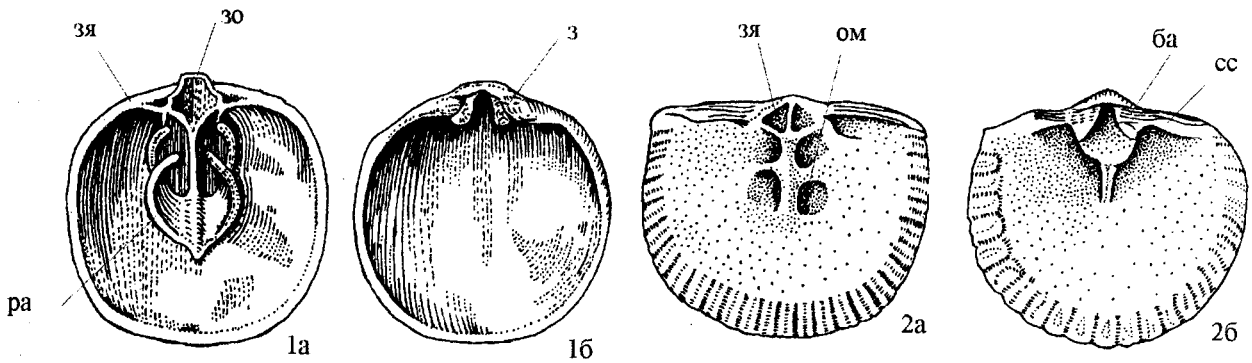


Рис. 34. Внутреннее строение раковин замковых брахиопод. 1—*Magas geinitzi* Schloenbach: а—внутреннее строение спинной створки (х4,6): ра—ручной аппарат; зя—зубные ямки; зо—замочный отросток;б—внутреннее строение брюшной створки(х4): з—зубы; 2—Orthis caligramma Dalman: а—внутреннее строение спинной створки (увеличено): ом—отпечатки мускульной системы; б—внутреннее строение брюшной створки (увеличено): ба—брюшная арея; сс—срединная септа. 1,2 **[13, 75ж].**

Створки замковых брахиопод состоят из двух слоев: наружного (первичного), который по всей длине имеет постоянную толщину, и внутреннего (вторичного), толщина которого увеличивается в направлении к макушке **(рис. 35)**. Наружный слой сложен или призматическими кристаллами кальцита, которые ориентированы перпендикулярно поверхности раковин, или длинными косыми волокнистыми кристаллами, направленными под острым углом к той же поверхности. Внутренний слой чаще бывает волокнистым, но может, так же как и наружный слой, иметь призматическую микроструктуру (например, у спириферид). В том случае, если оба слоя имеют волокнистое строение, волокна (фибры) одного слоя бывают направлены под углом к волокнам другого, в результате чего, по меткому замечанию В.П. Маслова [2], образуется рисунок, который напоминает косослоистые серии пород (отчетливо виден в шлифах при включении анализатора). В шлифах можно наблюдать микроструктуру игл брахиопод, имеющих вид колец с широким каналом (в поперечном сечении), эллипсов (в скошенном поперечном сечении) или трубочек с закругленным концом (в продольном сечении).

Двухслойные раковины брахиопод могут быть пористыми, непористыми и ложнопористыми. Поры, представляющие собой конусовидные канальцы с широким внешним концом, могут пронизывать оба слоя или только первичный (наружный) слой. Ложнопористыми являются такие раковины, у которых во внутреннем слое находятся иглоподобные стерженьки, состоящие из мелкозернистого кальцита. При выветривании они разрушаются, и на их месте остаются углубления (ямки), которые называются ложными порами.

Некоторые прирастающие формы брахиопод чрезвычайно сходны по морфологии и внутреннему строению с одиночными кораллами **(рис. 36)**. К их числу относятся рихтгофениды (Richthofeniidae), имеющие форму кубка (брюшная створка) с крышечкой (спинная створка). Для внутреннего строения этих раковин характерно наличие ячеистого слоя и поперечных пластин, которые похожи на пузырчатую ткань и днища кораллов. В отличие от кораллов кубок брахиопод имеет узкоконическую пластину, протягивающуюся от макушки вдоль всей створки. Эта пластина коррелятивно связана с дельтирием. Уверенно отличить рихтгофениды от кораллов можно и в шлифах: при большом увеличении в толстом (вторичном) слое, обладающем ячеистой структурой, обнаруживается волокнистость, несвойственная кораллам. Кроме того, данные формы брахиопод относятся к типу ложнопористых, что является дополнительным диагностическим признаком, позволяющим установить их систематическую принадлежность.

https://jurassic.ru/

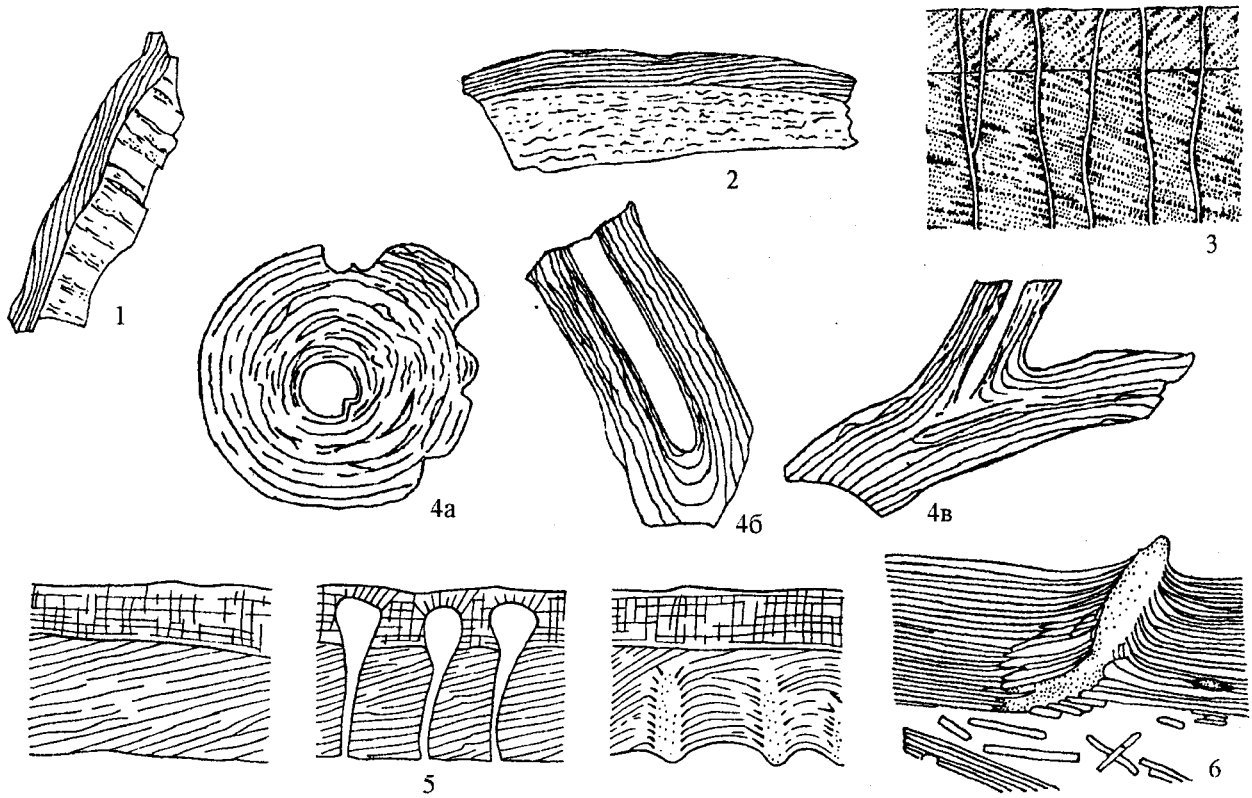


Рис. 35. Микроструктура раковин замковых брахиопод. 1—фрагмент двухслойных раковин с наружным призматическим слоем, а внутренним—волокнистым; 2—фрагмент двухслойной раковины с волокнистым строением наружного и внутреннего слоев; 3—отряд *Terebratulida*. Фрагмент двухслойной раковины, в которой волокна одного слоя направлены под косым углом к волокнам другого; 4—иглы брахиопод в шлифе: а—поперечное сечение; б,в—продольное сечение; 5—поперечный разрез пористой стенки раковины; 6—*Pholidostrophia* sp. Поперечный разрез стенки, в которой имеются стержни-шипы (х17). 1–6 **[2, 39, 74]**.

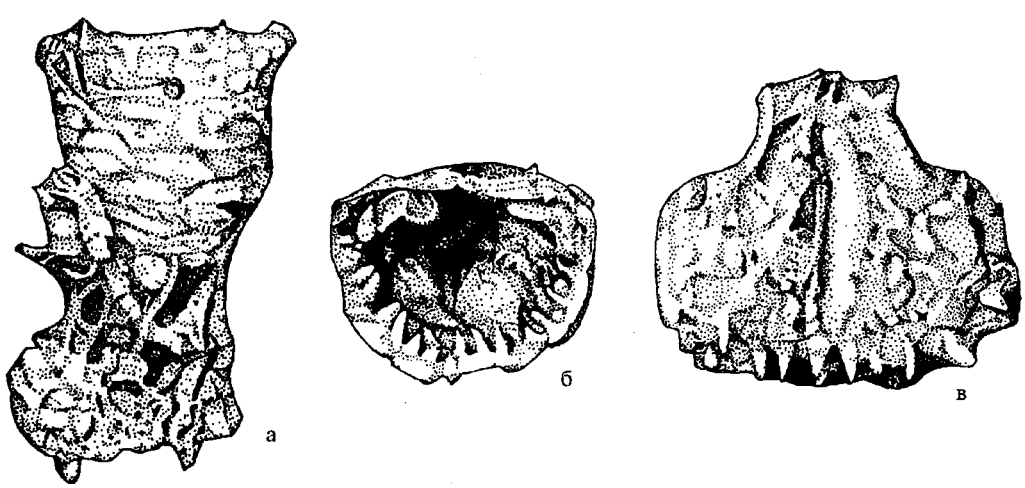


Рис. 36. ***Prorichthofenia permiana*** **Shumard**: а—брюшная створка; б—вид внутри брюшной створки; в—внутренняя поверхность спинной створки (х1,6). **[75ж]**.

http://jurassic.ru/

Раковины хитиново–фосфатные, реже известковые.

Форма раковин разнообразная: чечевицеобразная, округлая, удлиненно–округлая, овальная, прямоугольная **(рис. 37)**.

У представителей некоторых отрядов одна из створок коническая при плоской или редуцированной противоположной створке. Створки по размерам почти равны или резко неравны. По соотношению створок выделяются двояковыпуклые и плосковыпуклые раковины; чаще встречаются раковины с одинаково вздутыми створками **(рис. 38)**.

Макушка может быть сильно вытянутой. Она занимает центральное или краевое положение **(рис. 39)**

. Под ней располагается небольшая площадка с продольным желобком—ложная арея. В примакушечной части брюшной створки иногда имеется отверстие для ножки, которое может быть округлой или почти треугольной формы. Часто ножка проходит по желобку в ложной арее брюшной створки. Наружная поверхность у одних раковин гладкая, с тонкими линиями нарастания. У других—осложнена скульптурными элементами, имеющими радиальное и концентрическое расположение **(рис. 40)**.

К первым из них относятся слабо заметные струйки или четкие ребра и струйки, а ко вторым—концентрические пластины, параллельные линиям нарастания. Для некоторых форм характерна сетчатая орнаментация поверхности раковин. К числу скульптурных элементов раковины относятся также бугорки и иглы, которые могут располагаться беспорядочно или ориентированно.

Размеры беззамковых брахиопод не превышают 10 см.

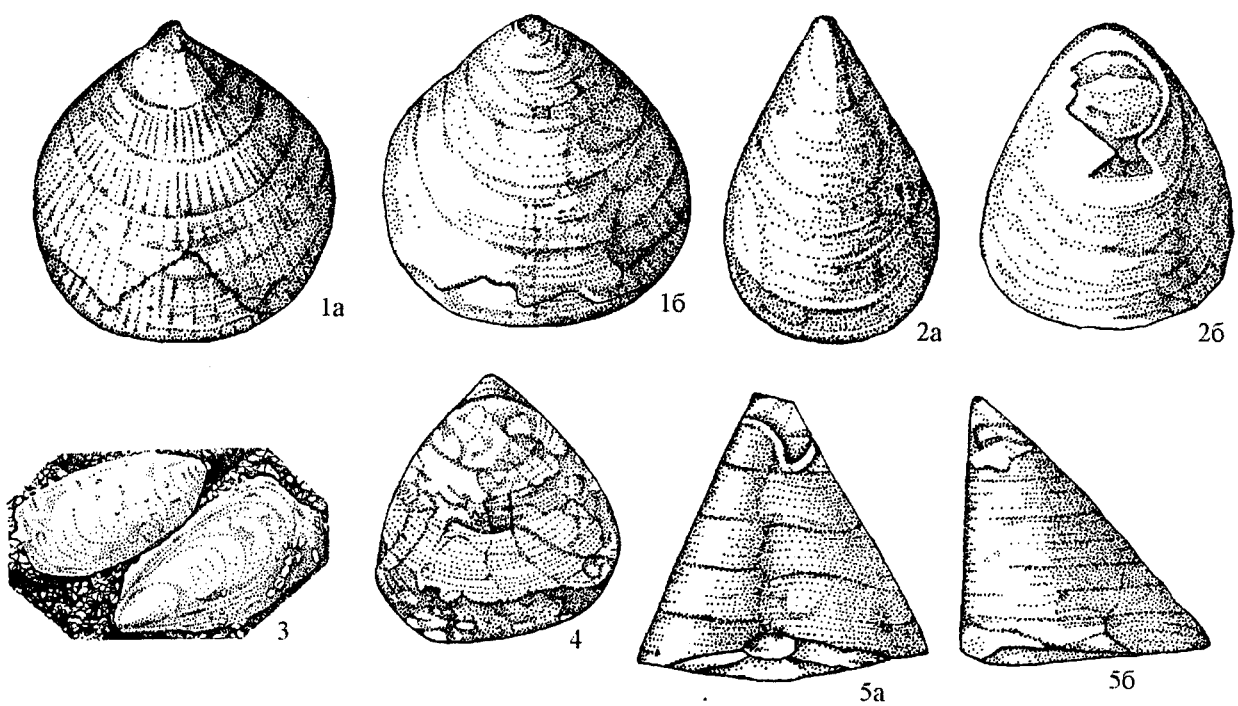


Рис. 37. Форма беззамковых хитиново-фосфатных раковин брахиопод. 1—*Obolus Obolus apollinis* Eichwald. Раковина округлая: а—брюшная створка; б—спинная створка; 2—*Westonia bottnica* Wiman. Форма раковины удлиненно-округлая; а—брюшная створка (х4,3); б—спинная створка (х4,6); 3—*Lingula demissa* Gerassimow. Раковина почти прямоугольной формы. Брюшные створки (х2,6); 4—*Trigonoglossa flabellula* Hallet Clarke. Раковина широкотреугольной формы (х1); 5—*Acrothereta subconica* Kutorga. Раковина высококоническая: а—цельная раковина сзади (х8,3); б—цельная раковина сбоку (х7,8). 1–5 **| 75ж |.**

http://paleo.ru/

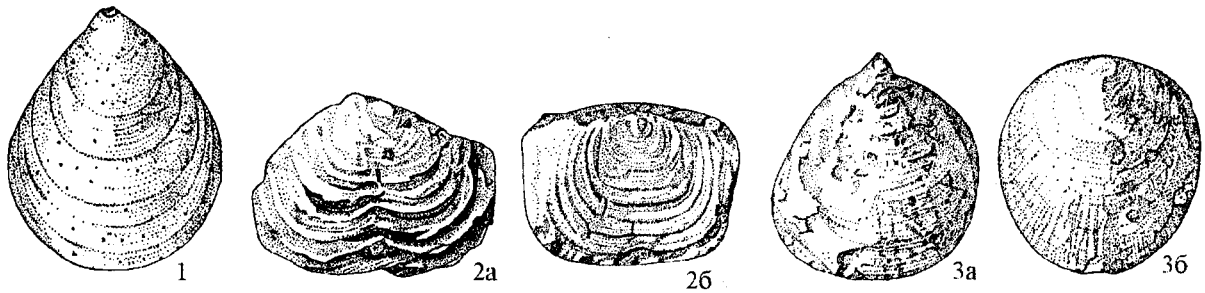


Рис. 38. Соотношение створок раковин беззамковых брахиопод. 1—*Siphonotreta verricosa* Eichwald. Раковина хитиново-фосфатная, равностворочная, обе створки одинаково вздуты (х3,5); 2—*Kutorgina cingulata* Billings. Раковина неравностворчатая, поперечно вытянутая: а—брюшная створка выпуклая; б—спинная створка уплощенная или слабо вогнутая (х1,5); 3—*Mickwitzia monilifera* Linnarsson. Раковина хитиново-фосфатная: а—брюшная створка конической формы (х1,1); б—спинная створка менее крупная и выпуклая (х1,5). 1–3 **[75ж].**

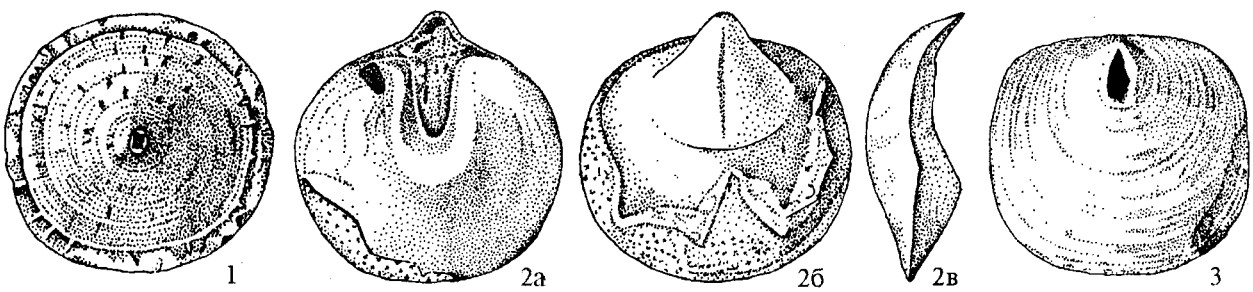


Рис. 39. Элементы внешнего строения раковин беззамковых брахиопод. 1—*Mezotreta tentorium* Kutorga. Раковина хитиново-фосфатная. Макушка брюшной створки занимает центральное положение (х1); 2—*Trematis millepunctata* Hall. Раковина хитиново-фосфатная. Макушка занимает краевое положение, под ней располагается ложная арея: а—брюшная створка; б—спинная створка; в—вид сбоку (х2); 3—*Schizambon estonia* Walcott. Раковина мелкая без ложной ареи. Макушка брюшной створки краевая, впереди неё имеется отверстие трубочки для ножки, большая часть которой открывается в виде желобка (х3). 1–3 **[75ж].**

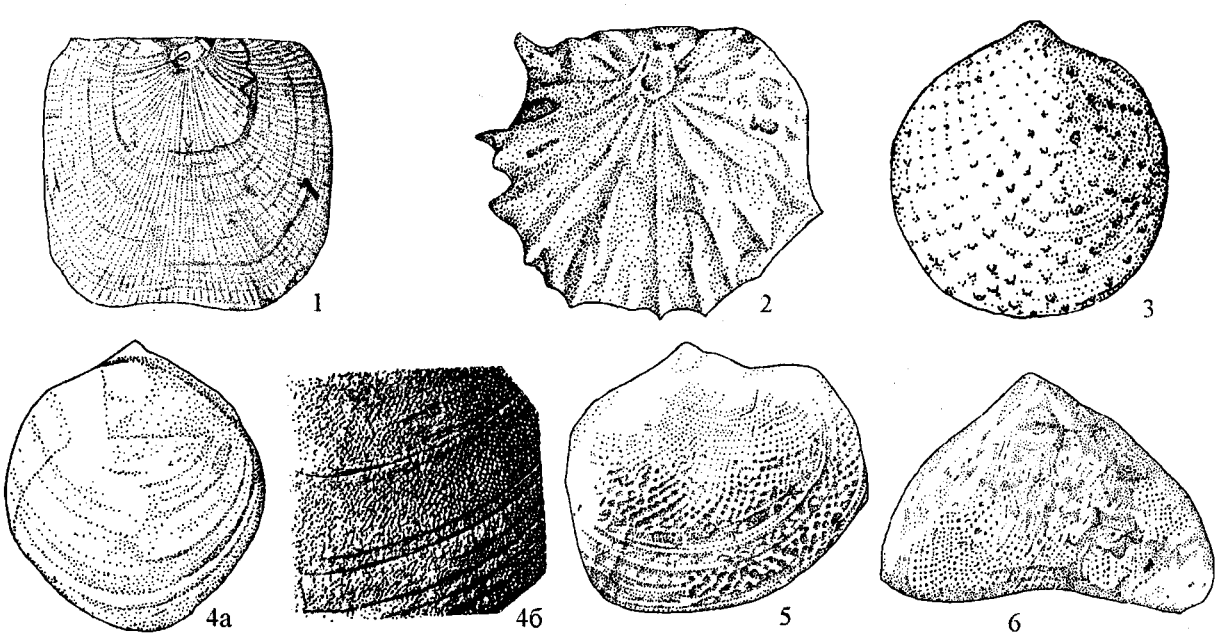


Рис. 40

https://jurassic.ru/

На внутренней поверхности створок беззамковых брахиопод замок, зубные пластинки и известковый ручной аппарат отсутствуют, но наблюдаются многочисленные отпечатки сложной системы мускулов, при помощи которых сочленяются створки, кровеносной и половой систем **(рис. 41)**. Плоский внутренний край створок, характерный для некоторых форм, называется лимбом.

Стенки раковин беззамковых брахиопод могут быть однослойными, двухслойными и многослойными **(рис. 42)**. Органически–фосфатные раковины чаще всего бывают двухслойными, реже многослойными. У двухслойных раковин наружный слой органический, состоит из прослоек хитина и протеина, а внутренний—представлен фосфатом кальция. У многослойных раковин эти слои часто чередуются, что хорошо заметно в шлифах при больших увеличениях. Известковые раковины бывают однослойные и двухслойные. У двухслойных раковин известковая часть состоит из тонко пористого наружного слоя и толстого непористого внутреннего слоя. Известковые раковины покрыты тонким органическим слоем, который не сохраняется в ископаемом состоянии. У ископаемых форм всех типов хитиновое вещество обычно замещается кальцитом, фосфатом, пиритом и другими минералами.

3. Остракоды—класс довольно мелких ракообразных, имеющих известковую двустворчатую раковинку. Для остракод характерен как бентосный, так и планктонный образ жизни. При каждой линьке остракоды сбрасывают раковинку, а затем строят ее вновь. Число линек может достигать девяти. Раковины хорошо сохраняются в ископаемом состоянии. *Ранний палеозой—настоящее время* [2, 39, 57-59, 74, 75з].

Форма раковин разнообразна **(рис.43).** Преобладают вытянутые в длину, в том числе овальные, в различной степени вздутые раковины. Они часто бывают неравностворчатыми: одна из створок (чаще всего левая) оказывается больше другой и как бы охватывает меньшую (правую).Створки могут быть симметричными и несимметричными **(рис. 44)**. Край створки, вдоль которой происходит ее соединение с другой створкой с помощью органических связок, называется спинным, а противоположный—брюшным; последний обычно бывает вогнутым. Кроме этого, у остракод обозначаются передний и задний концы.Брюшной край, передний и задний концы объединяются под общим названием свободного края.Иногда с наружной стороны створки вдоль свободного края или его части наблюдается краевое окаймление в виде участка уплощенной формы. На переднем конце раковины может присутствовать глазной бугорок.

На раковинах остракод, в отличие от раковин моллюсков, нет линий нарастания **(рис. 45)**. Внешняя поверхность створок может быть гладкой или на ней располагаются ребра, шипы, бугорки, ямки, лопасти, борозды, ячейки и т.д. Важным элементом скульптуры является медиальная борозда, которая находится в центральной или ближе к передней части раковины. На внутренней поверхности ей соответствует место прикрепления замыкающих мускулов. Лопасти представляют собой ограниченную бороздами выпуклую часть створки, отражающуюся на внутренней стороне в виде соответствующей вдавленности. Чаще всего они имеют поперечно-вытянутую или шаровидную форму. Лопасти типичны для палеозойских остракод. Ямки, ячейки, ребра, мелкие бугорки и шипы создают различные типы скульптуры: ямчатую, ячеистую, шиповатую, бугорчатую, ребристую, струйчатую и пр.

Размер раковин изменяется от 0,1 до 23 мм, преобладает размер 0,4–1,5 мм.

К внутренним структурам относится замок, препятствующий смещению створок: на одной створке располагаются замочный валик или зубы, а на другой—замочный желобок или ямки для зубов **(рис. 46)**. Кроме того, на внутренней поверхности створок сохраняются следы прикрепления различных мускулов (в первую очередь мускула–замыкателя).

Рис. 40. Скульптура поверхности раковин беззамковых брахиопод. 1—*Pseudocrania planissima* Eichwald. Спинная створка известковой раковины с линиями нарастания и радиальными струйками (2,3); 2—*Isocrania bosqueti* Jackel. Брюшная створка известковой раковины с груборебристой поверхностью (х2,2); 3—*Helmersenia ladogensis* Jeremejew. Поверхность брюшной створки с концентрическими морщинками, линиями нарастания и мелкими иголочками (х11); 4—*Siphonotreta unquiculata* Eichwald. Поверхность хитиново-фосфатной раковины с линиями нарастания и полыми иглами: а—внешний вид (х1,2); б—скульптура (х4); 5—*Iphidella pannulla* White. Поверхность спинной створки хитиново-фосфатной раковины с извилистыми линиями нарастания, которые соприкасаясь образуют сетку из косонаправленных струек и ямок между ними (х7,7); 6—*Eichwaldia sp.* Брюшная створка хитиново-фосфатной раковины с сетчатой структурой (х3). 1–6 [**75ж**].

http://paleo.ru/

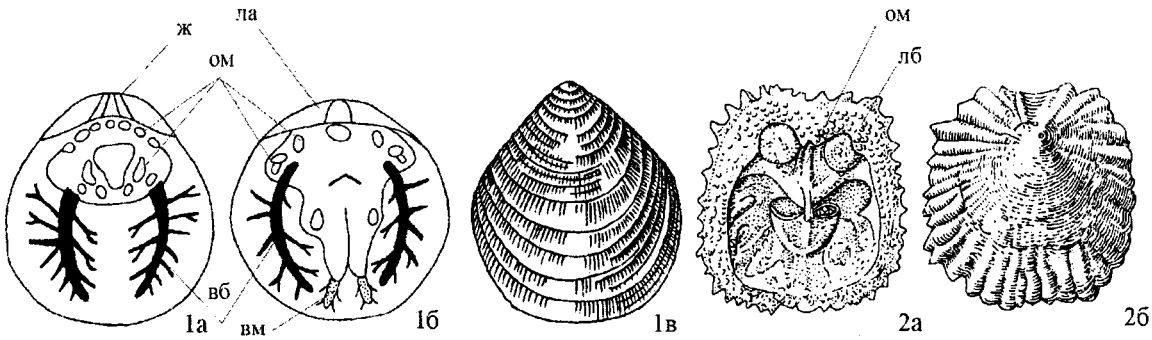


Рис. 41. Внутреннее строение раковин беззамковых брахиопод. 1—*Obolus apollinis* Eichwald. Схема расположения различных отпечатков на внутренней стороне створок: а—брюшная створка; б—спинная створка; в—внешний вид брюшной створки: вб—васкулярные боковые отпечатки; вм—васкулярные медианные отпечатки; ж—желобок для ножки; ла—ложная арея; ом— отпечатки мускулов; 2—*Crania*: а—спинная створка: лб—лимб; ом—отпечатки мускулов; б—брюшная створка изнутри.1,2 **[63, 75ж]**.

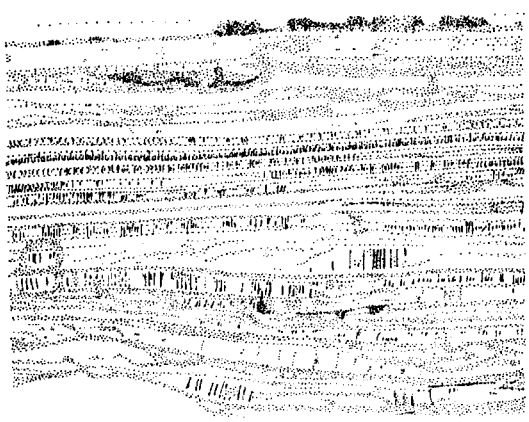


Рис. 42. Микроструктура стенок беззамковых брахиопод. (по В.П Маслову [2]). Поперечный разрез современной лингулы (х 110). Стенка многослойная, состоит из чередующихся слоев хитина и фосфорнокислого кальция (х 110).

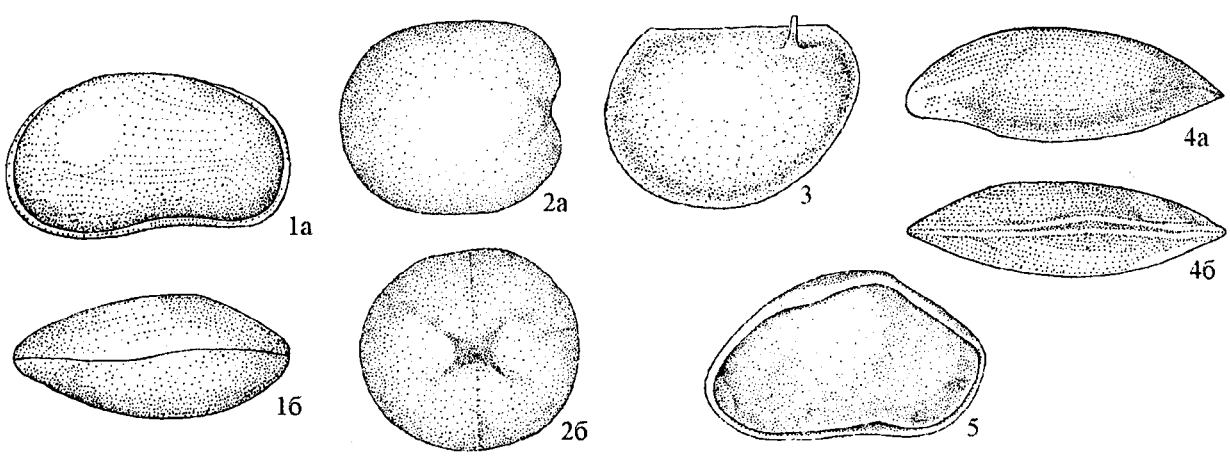


Рис. 43. Форма раковин остракод. 1а,б—*Healdianella*. Раковина овальной формы; 2а,б—*Ento moconchus*. Форма раковины шаровидная; 3—*Acratinella*. Раковина веретенообразная; 4а,б—*Paraparchites*. Форма раковины усеченно-округлая; 5—*Bairdia*. Раковина угловато-округлой формы. 1–5 **[75з]**.

https://paleo.ru/

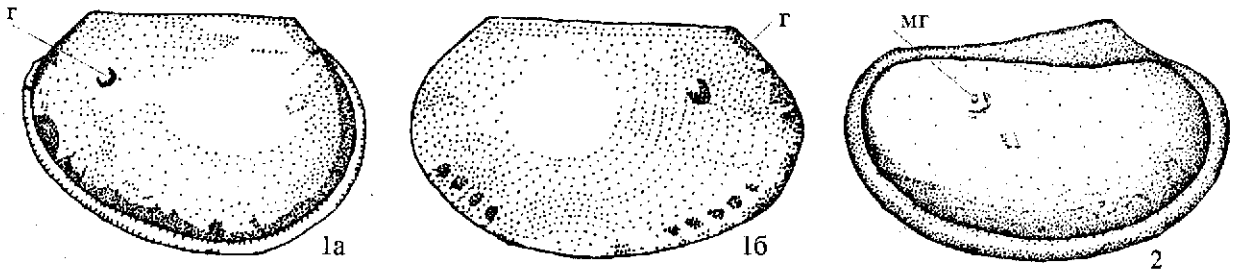


Рис. 44. Элементы внешнего строения раковины остракод. 1—*Leperditia fabulites* Conrad: а—вид раковины со стороны левой створки; б—правая створка: г—глазной бугорок. Увеличено: 2—*Bradoria scrutator* Matthew. Типовой вид. Спинной край прямой, брюшной край дугообразно изогнут: мг—маленький глазной бугорок, расположенный в передней части раковины. 1, 2 [**14, 63**].

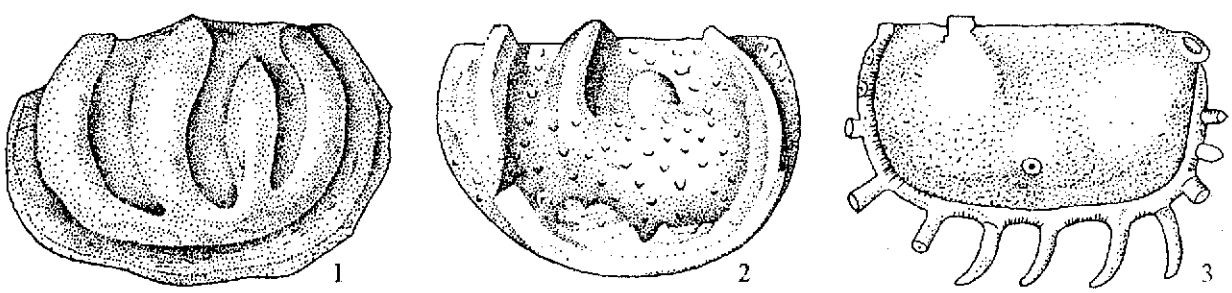


Рис. 45. Скульптура поверхности раковин остракод. 1—*Tallinnella palmata* Krause. Четыре широкие лопасти разделены бороздами, открытыми к спинному краю (х 35); 2—*Acantonodella tertiocornuta* Zasp. Раковина с тремя отдельными буграми в спинной части, краевое ребро вдоль брюшного края и переднего конца соединяются с передним бугром; поверхность ячеистая (х 65); 3—*Janischewskya digitata* Bat. Два–три округлых или конусовидных бугра, иногда заканчивающихся шипами; по свободному краю располагаются многочисленные длинные загнутые кверху шипы (х 45). 1–3 [**75з**].

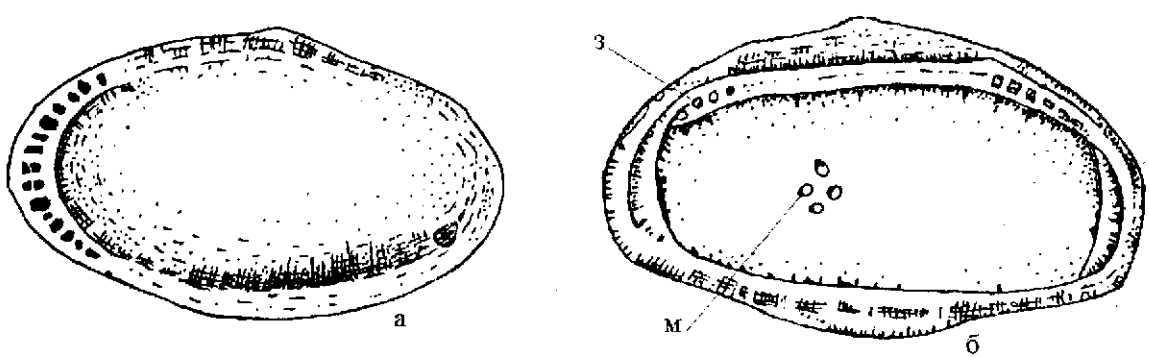


Рис. 46. Внутреннее строение раковины остракод. Обозначение: а—внутреннее строение левой створки; б—ее внешний вид: з—замок; м—следы мускула замыкателя. **[39].**

http://jurassic.ru/

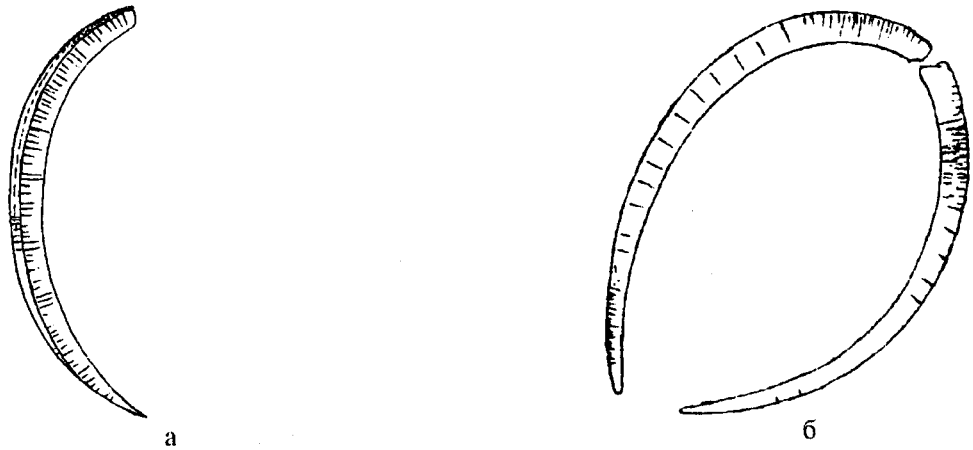


Рис.47. Микроструктура стенок раковин остракод (по С.К. Оникиенко [74]). Обозначение: а—створка раковины с хорошо заметной фибровой структурой стенки; б—фигура погасания в скрещенных николях.

Раковина остракоды может состоять из нескольких слоев **(рис. 47)**. В ископаемом состоянии обычно присутствуют одно- и двухслойные раковины, т.к. остракоды обычно сбрасывают старый слой при линьке. Однако существуют формы, наращивающие новый слой с внешней стороны створки, а старый сохраняющие, благодаря чему иногда встречаются многослойные раковины. При хорошей сохранности раковин в поперечном сечении видна призматическая или фибровая (фиброзная) структура отдельных слоев. В скрещенных николях при вращении столика микроскопа наблюдается эффект муарового погасания, так как в каждый отдельный момент угасают только те участки стенки, расположение фибр которых совпадает с главными плоскостями николей.

Диагностическими признаками остракод, по данным В.П. Маслова [2], служит форма раковины или створок и характерная для них микроструктура стенок. Целый панцирь обычно бывает в шлифе овальным, миндалевидным, субквадратным. Для микроструктуры стенок характерна оптически единообразная ориентировка фибр кальцита. Она обнаруживается в виде полосы затемнения, перпендикулярной поверхности и пробегающей вдоль створки при вращении столика микроскопа.

Если полость раковин залечена яснокристаллическим кальцитом, то в одних случаях последние по микроструктуре резко обособлены от стенок, а в других—при перекристаллизации на месте раковин образуются кальцитовые миндалины без признаков стенок. Как правило, такие мельчайшие, четко ограниченные, миндалины кальцита являются реликтами раковин остракод.

Панцири трилобитов

Трилобиты—вымерший класс из типа членистоногих. Одиночные, преимущественно бентосные, редко планктонные организмы. Спинная сторона трилобитов выделяет известково-хитиновый покров, называемый панцирем. Иногда он пропитан фосфатом кальция. *Кембрий—пермь* [2, 6, 27, 39, 75з].

Панцирь трилобитов расчленяется на части в поперечном и продольном направлениях **(рис. 48)**. В поперечном—выделяются головной щит (цефалон), туловищный отдел и хвостовой щит (пигидий). Соотношение этих частей по размеру у различных представителей трилобитов неодинаковое.

http://jurassic.ru/

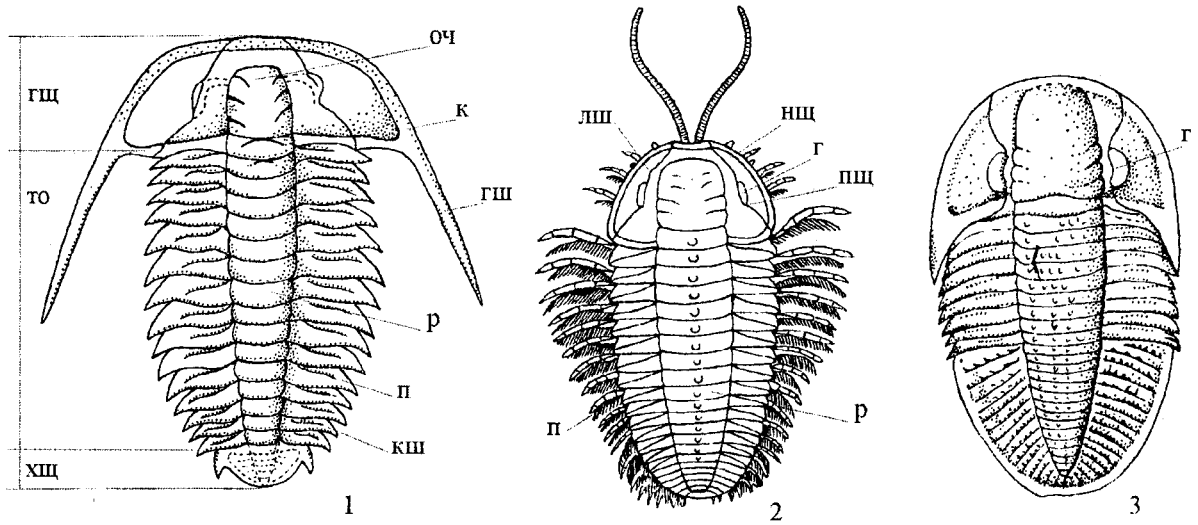


Рис. 48. Строение панциря трилобитов. 1—*Olenus gibbosus* Wahlenberg:гщ—головной щит (цефалон): оч—осевая часть цефалона (глабель); к—краевая кайма; гш—головной шип; р—рахис; п—плевра; кш—краевой шип; хщ—хвостовой щит; то—туловищный отдел: гщ—головной щит; 2—*Triarthrus becki* Green: лш—лицевой шов; нщ—неподвижная щека; г—глаз; пщ—подвижная щека; 3—*Phillipsia— gemmulifera* (Phillips).

У некоторых из них головной щит большой, а хвостовой—маленький (Olenus, Triarthnus), а у других головной и хвостовой щиты почти не отличаются по величине (Phillipsia). В продольном направлении панцирь разделяется спинными бороздами на срединную осевую часть и две боковых.

Цефалон может быть полукруглым с прямым задним краем, трапециевидным или треугольным. Осевая часть цефалона, более или менее выпуклая, называется глабелью. Глабель имеет шаровидную, грушевидную или цилиндрическую форму; она может быть сегментированная поперечными бороздами и несегментированная. Боковые части цефалона, на которых обычно располагаются глаза, называются щеками; последние разделяются лицевыми швами на неподвижные, примыкающие к глабели, и подвижные, занимающие краевое положение части цефалона. По краям головного щита могут развиваться головные шипы, а у некоторых форм имеется уплощенная краевая кайма—лимб.

Туловищный отдел состоит из подвижно сочлененных сегментов, количество которых изменяется в широких пределах (от 2 до 44). Каждый сегмент представляет собой поперечную полоску, осевая часть которой (рахис) является выпуклой (вздутой), а боковые (плевры) плоскими. Сегменты туловищного отдела могут иметь краевые и осевые шипы, располагающиеся в центре вздутой части. Каждый сегмент несет по паре конечностей, которые обычно не сохраняются в ископаемом состоянии. Пигидий образуется за счет слияния сегментов, число которых иногда более 30, в единую панцирную пластинку. Передний край хвостового щита прямой, а задний обычно имеет округлые очертания. Пигидий нередко оканчивается краевыми и осевым шипами. Поверхность панциря трилобитов может быть гладкой или скульптурированной различными бугорками, ямками, валиками и шипами.

Размер панциря трилобитов изменяется от 0,6 до 76 см, но обычные размеры—несколько сантиметров.

Панцири трилобитов бывают однослойные и многослойные; карбонатные слои обычно разделены прослойками некарбонатного вещества **(рис. 49)**. Карбонатный материал представлен тонковолокнистым агрегатом. Волокна (фибры) ориентированы перпендикулярно стенкам панциря. Слои пересечены тонкими каналами, которые выделяются на их поверхности в виде темных точек, а в сечениях, перпендикулярных поверхности, в виде темных полосок, параллельных фибрам. Каналы (поры) в соседних слоях могут не совпадать.

https://jurassic.ru/

Остатки трилобитов распознаются в шлифе по форме—часто это длинные изогнутые или волнистые ленты, дуги, толстые кольца и т.д. В проходящем свете микроскопа при параллельных николях эти остатки выглядят шагреневыми, мелкогубчатыми; в скрещенных николях при вращении столика микроскопа вдоль ленты пробегает полоса затухания. От остракод остатки трилобитов отличаются не только размерами и формой, но и резкими изменениями толщины в одном и том же сечении [2].

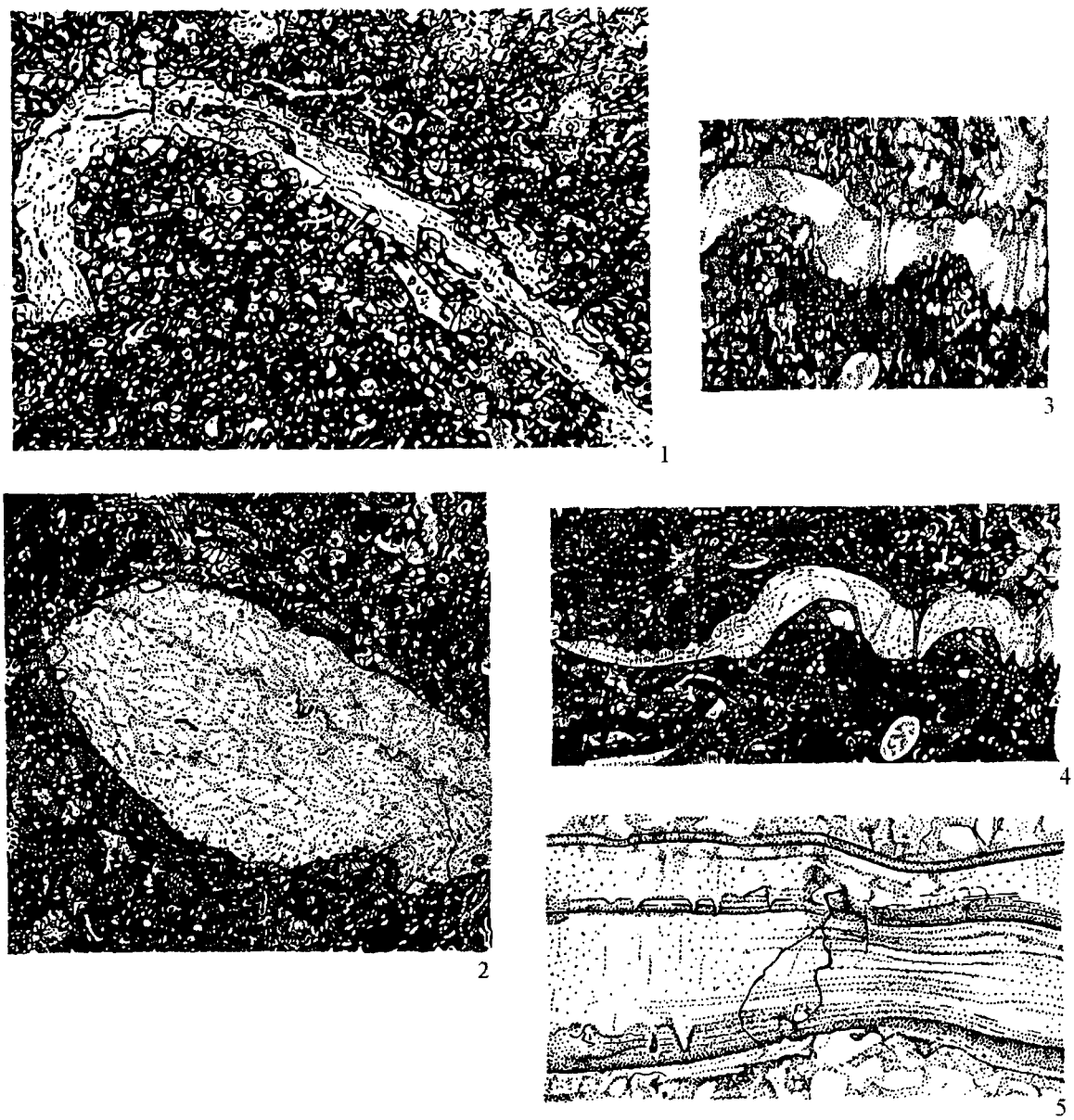


Рис. 49. Микроструктура панциря трилобитов (по В.П. Маслову [2]). 1,2—сечение через край панциря трилобита в шламовом известняке. Панцирь имеет однородную «губчатую» структуру. По краям в панцирь внедряются мелкие кристаллы доломита. Панцирь, расположенный сверху, изъеден сверлящими организмами. Шлиф, (х2.5), николи ||; 3,4—поперечное сечение панциря с однородной шагреневой структурой и редкими поперечными каналами шлиф, (х40); внизу николи ||, вверху николи Х (наблюдается затухание волной); 5—*Irinucleus goldfusussi*. Многослойный панцирь, состоящий из слоев карбоната кальция и фосфата кальция. Слои пересечены тонкими поровыми каналами (х70).

https://jurassic.ru/

Белемниты, или ростры белемноидей

Белемноидеи—вымершие одиночные животные, в классе головоногих, которые вели активно-плавающий образ жизни (нектон). При жизни у них имелась внутренняя раковина—фрагмокон, облекавшаяся подобно чехлу своеобразным массивным образованием—ростром (белемнитом). Белемнит хорошо сохраняется в ископаемом состоянии, в отличие от фрагмокона и его внешнего продолжения—проостракума, представляющего собой тонкую хрупкую обызвествленную пластину языковидной формы. *Карбон—палеоген* [2, 14, 16, 39, 64, 75е].

Форма ростров цилиндрическая, при этом один конец цилиндра заострен, а другой представляет собой альвеолу—впадину, в которой помещался фрагмокон, имеющий коническую форму с камерами и сифоном **(рис. 50)**. В ростре различают брюшную, спинную и боковые стороны, а также передний и задний (вершинный) концы. Брюшная сторона может быть более или менее выпуклой в сравнении со спинной. На ней чаще всего присутствует борозда. В одних случаях она протягивается от альвеолы (альвеолярная), а в других—от вершины ростра (вершинная). Вместо альвеолярной брюшной борозды иногда развивается щель, которая рассекает стенку альвеолы. У некоторых белемнитов имеется спинная альвеолярная борозда. Почти у всех форм присутствуют трудно различимые борозды на боковых сторонах. Поперечное сечение ростра обычно округлое, иногда несколько угловатое. На заднем конце ростров могут находиться своеобразные цилиндрические выросты, которые называются эпиростра-ми.

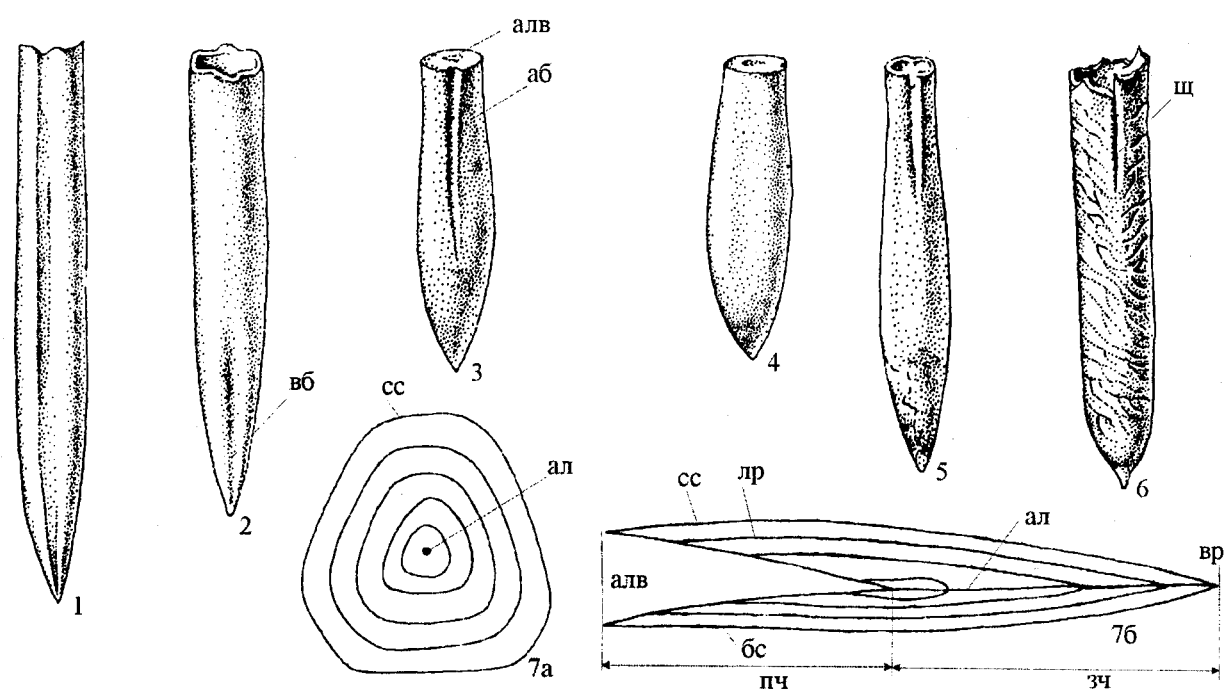


Рис. 50. Ростры белемноидей и элементы их строения. 1—*Cylindroteuthis*; 2—*Pachyteuthis*: вб—вершинная брюшная борозда; 3–4 *Duvalia*: алв—альвеола; аб—альвеолярная брюшная борозда; 5—*Neohibolites*; 6—*Belemnitella*: щ—альвеолярная щель; 7—схема строения ростра: а—поперечное сечение; б— продольное сечение: сс—спинная сторона; ал—апикальная линия; лр—линия роста; вр—вершина роста; зч—задняя часть роста (послеальвеолярная); пч—передняя часть роста (альвеолярная); бс—брюшная сторона.

https://jurassic.ru/

Длина ростров обычно составляет 10–15 см, но нередко бывают более мелкие и значительно более крупные (до 35 см) формы.

В ростре различают переднюю альвеолярную и заднюю постальвеолярную части. У различных представителей белемноидей глубина альвеолы изменяется, и в зависимости от этого соотношение длины передней и задней частей может быть различным. Сечение альвеолы округлое. Если альвеола расположена центрально, то осевая линия прямая. В том случае, когда альвеола приближена к брюшной стороне, осевая линия изгибается в этом же направлении. Поперечное сечение альвеолы обычно округлое. На продольном и поперечном сечениях ростра белемноидей могут быть видны следы нарастания ростра. Местом их схождения является апикальная линия. У некоторых белемнитов при продольном расколе в спинно–брюшной плоскости между альвеолой и поверхностью ростра имеется плоскость, именуемая спайкой.

Ростр состоит из слоев карбоната кальция **(рис. 51)**. Между этими слоями первоначально находились тонкие слои органических мембран. После смерти животного органика быстро разрушалась, возникали полые промежутки, позднее замещенные вторичным кальцитом. В шлифе микроструктура ростра белемнита представляет собой агрегаты конусов–призм кальцита, радиально расходящихся от центральной оси. Эти призмы могут быть тонкие или более грубые; последние обычно неправильной формы. В поперечном сечении в скрещенных николях наблюдается характерное затухание конусов в виде черного креста. У некоторых форм этот крест имеет веерообразно расходящиеся концы.

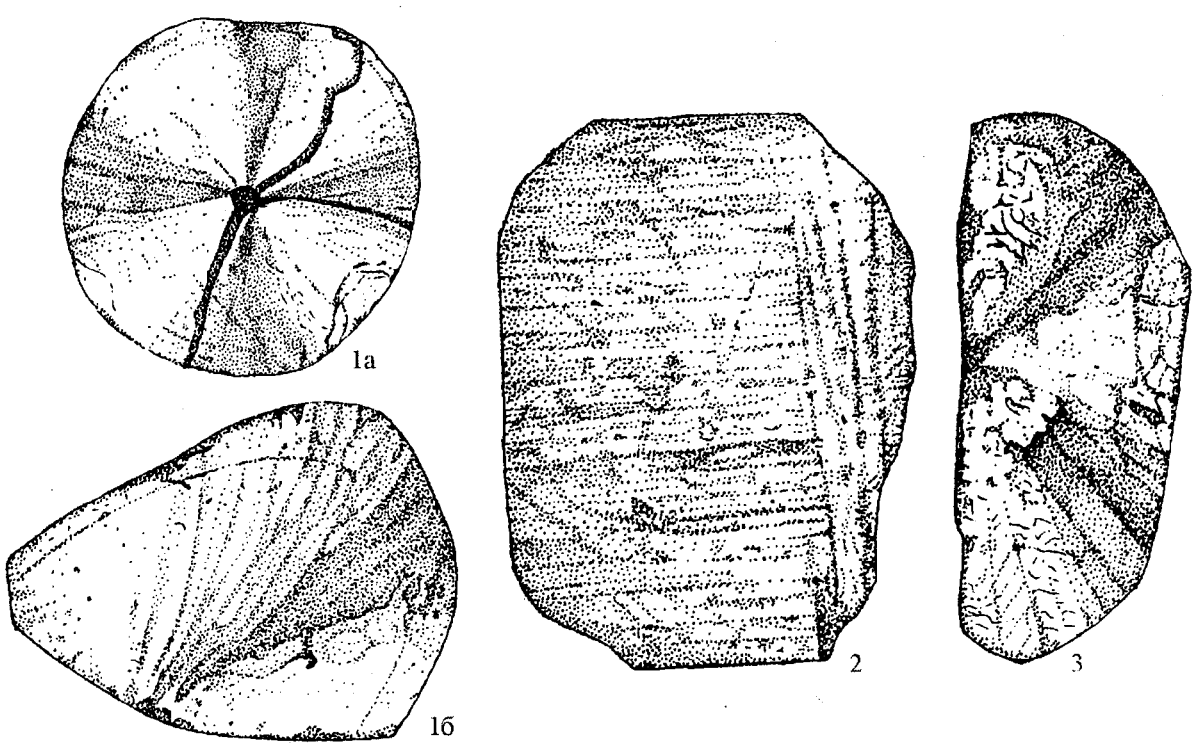


Рис. 51. Микроструктура ростров белемноидей (по В.Н. Маслову [2]). 1—*Hybolites sp*: а—поперечное сечение; б—продольное сечение (х 15); 2—*Duvulia sp.*: балки креста затухания несколько изогнуты (х 15); 3—*Belemnitella americana*: отчетливо видно сферолитовое затухание клиньев (х 15). 1–3 шлифы, николи Х.

http://jurassic.ru/

Конодонтовые элементы

Конодонты—таксономическое название для группы вымерших морских организмов, встречающихся в ископаемом состоянии в виде микроскопических зубовидных остатков. Эти остатки—конодонтовые элементы—представляют собой разрозненные скелетные части сложно устроенного органа для добывания и переработки пищи. Совокупность конодонтовых элементов представляет собой конодонтовый аппарат. Последний, обычно характеризующийся билатеральным строением, располагался в головном отделе. Конодонтовые аппараты встречаются в ископаемом состоянии крайне редко **(рис. 52, 53)**. Исследователям, как правило, приходится иметь дело с разрозненными элементами конодонтовых аппаратов. *Средний кембрий—триас* [2, 35, 58, 59, 62, 75к, 77].

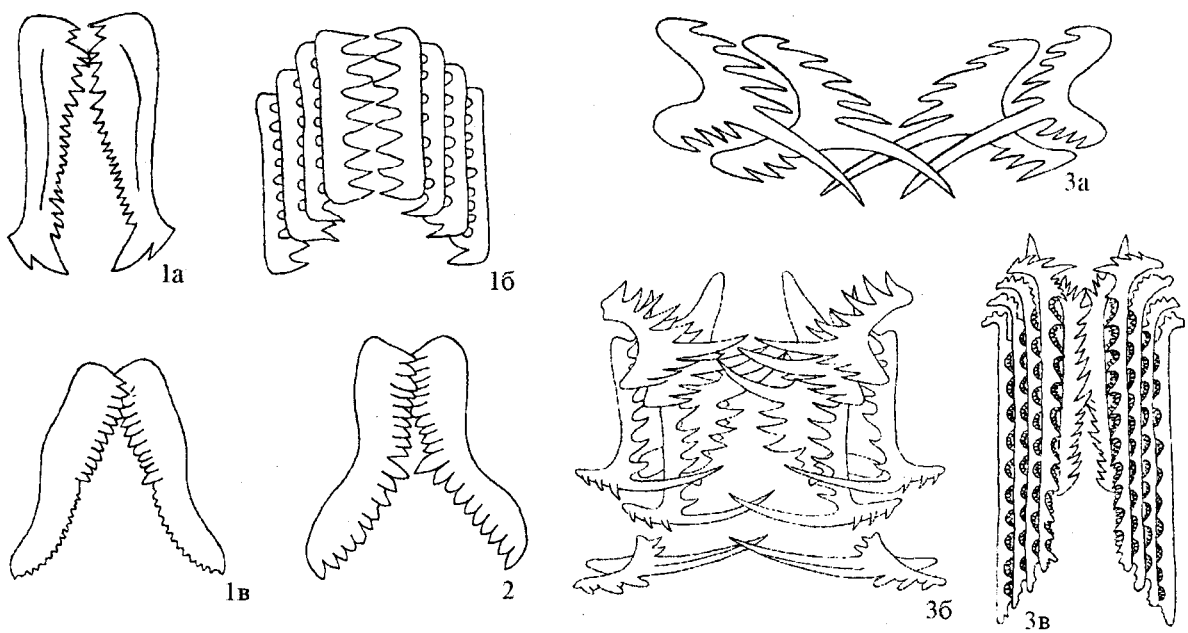


Рис. 52. Аппараты конодонтов. 1—*Illinella typica* Rhodes (а, б, в) (х 20); 2—*Duboisella typica* Rhodes (х 20); 3—*Idiognathodus* (а, б, в) (х 20). 1–3 **[75к]**.

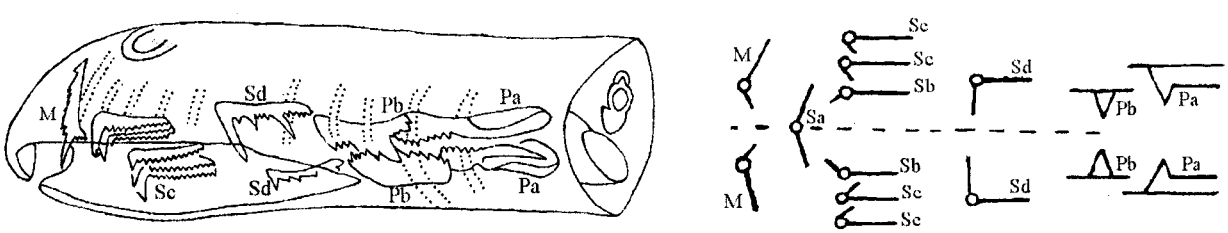


Рис. 53. Реконструкция головного отдела конодонтового животного (по R. Nicoll, 1984). Pa, Pb, M, Sa, Sb, Sc, Sd—конодонтовые элементы различного морфологического типа и их положение вдоль пищевого желобка.

http://jurassic.ru/

Конодонтовые элементы разнообразны по форме. Большинство исследователей выделяет среди них три морфологические группы **(рис. 54)**.

К первой из них относятся простые конусовидные, прямые или изогнутые элементы.Вторая группа включает сложные по форме стержнеобразные элементы с несколькими зубцами, один из которых выделяется более крупными размерами. Третья группа представляет собой так называемые платформенные или плоские элементы, похожие на гребни.

Наиболее важными частями строения конодонтовых элементов являются основание и зубцы различного порядка, образующие так называемую крону **(рис. 55)**. В нижней части основания находится различной формы и глубины базальная полость. В базальной полости, выходя за ее пределы, могут сохраняться остатки минерализованной ткани, которая носит название базального каллуса.

Базальные каллусы не всегда сохраняются в ископаемом состоянии. Крона, кроме основания, имеющего различную форму, и зубцов, один из которых может быть главным, включает и другие элементы строения, например, краевые утолщения, отростки, гребни, ребра, бугорки и борозды.

В скелете конодонтов определяются верхняя и нижняя, а также передняя и задняя стороны. Верхней называется сторона, несущая зубцы, а нижней—основание; способы определения двух других сторон имеют некоторые особенности для каждой из указанных выше морфологических групп.

Простые конодонтовые элементы состоят из главного зубца, который может быть прямым или изогнутым, и расположенного под ним основания. Они бывают симметричными и асимметричными.

Если зубец конодонтового элемента изогнут, то его выпуклая сторона называется передней, а вогнутая—задней. Вдоль боковой поверхности могут располагаться гребни и ребра.

Сложные конодонтовые элементы отличаются присутствием нескольких зубцов, один из которых является главным.

По форме основания выделяются конодонтовые элементы двух типов: стержнеобразные и листообразные.

Первые из них имеют основание в виде узкого изогнутого стержня с зубцами первого и второго порядка и, нередко, отростками, которые могут быть зубчатыми или гладкими. Базальная полость обычно располагается под главным зубцом.

У конодонтовых элементов второго типа основание широкое прямое или изогнутое, похожее на продолговатый лист, зазубренный сверху. Передней стороной у сложных конодонтых элементов называется та часть, ближе к которой располагается главный зубец, а задней—та, в направлении которой наклонены зубцы.

На боковых сторонах основания некоторых листообразных конодонтовых элементов отмечаются продольные выступы, называемые валиками.

Платформенные конодонтовые элементы имеют основание в виде платформы с центральным рядом зубцов или бугорков. Платформа может быть симметричной и асимметричной, клиновидной, сердцевидной или якоревидной формы.

Главный зубец в одних формах платформенных элементов выделяется, а в других—нет. На платформе могут располагаться бугорки, валики, ребра, гребни, краевые утолщения и другие элементы.

Кроме осевого гребня, иногда присутствуют боковые. Передней стороной у платформенных элементов считается та, которая имеет свободный лист, а задней—та часть, в направлении которой наклонены зубцы срединного гребня.

По мнению М.Линдстрема [M.Lindstrom, 1964], расширение основания простых конодонтовых элементов привело к образованию группы сложных конодонтовых элементов, а плоские конодонтовые элементы возникают от некоторых форм листовидных конодонтовых элементов.

http://jurassic.ru/

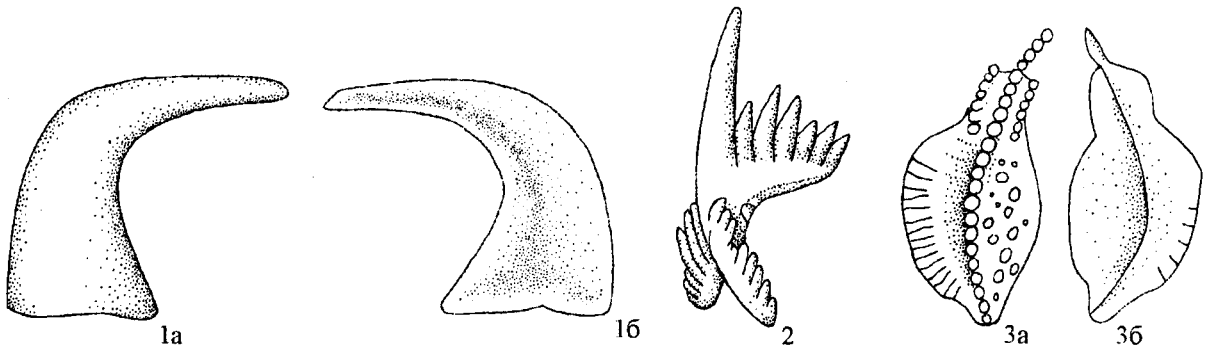


Рис. 54. Морфологические группы конодонтовых элементов по Л.И.Кононовой, Р.А.Войновой МГУ 1988г. 1—простой конодонтовый элемент: а—вид с наружной стороны; б—вид с внутренней стороны; 2—сложный стержневидный конодонтовый элемент; 3—платформенный конодонтовый элемент: а—вид сверху; б—вид снизу.

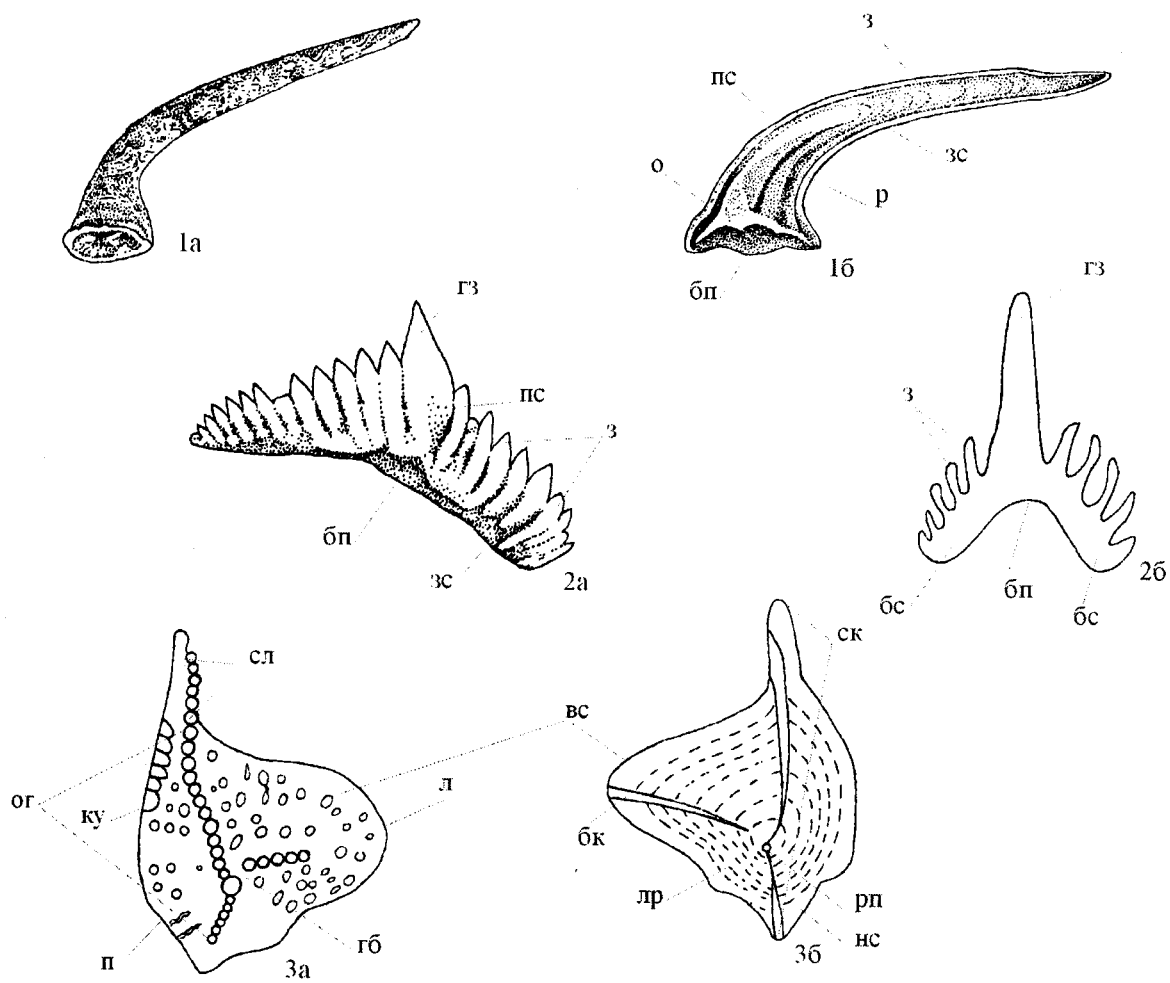


Рис. 55. Строение конодонтовых элементов. 1—*Monococtodus*. Простой конодонтовый элемент: а—общий вид; б—схема строения: о—основание; пс—передняя сторона; з—зубец; зс— задняя сторона; р—ребро; бп—базальная полость; 2—*Ozarkodina*. Сложный стержневидный конодонтовый элемент: а—общий вид; б—схема строения: гз—главный зубец; бс— боковые стерженьки; 3—*Palmatolepis*. Платформенный конодонтовый элемент: а— вид сверху; п—платформа;ог—осевой гребень; ку—краевое утолщение; сл—свободный лист; вс—внутренняя сторона; л—лопасть; гб—главный бугор; б—вид снизу: бк—боковой киль; ск—средний киль, рп—реликт базальтной полости; нс— наружная сторона; лр—линии роста. 1–3 **[58, 75к, 131].**

https://jurassic.ru/

Крона конодонтов образована ламеллями, представляющими собой тонкие последовательно нарастающие вдоль оси зубца пластинки **(рис. 56)**. Ламелли сложены удлиненными призматическими кристаллитами до нескольких микрон в поперечнике. Они параллельны главному направлению роста и располагаются поперек ламеллей.

Вблизи осевой линии вещество обычно имеет неламеллярное однородное строение. Это так называемый «белый материал», который по структуре напоминает эмаль позвоночных. Встречаются кроны с волокнистым строением, которое, вероятно, связано с вторичными изменениями первоначальной структуры. Базальный каллус также имеет ламеллярное строение.

Конодонтовые элементы по облику похожи на сколекодонты. Но сколеконодонты, состоящие из хитина, всегда окрашены в черный цвет, а окраска конодонтов, состав которых отвечает фосфату кальция, варьирует в широких пределах [35].

Вариации окраски связаны с присутствием в скелете конодонтов органического вещества, химический состав и оптические свойства которого изменяются под влиянием повышенных температур. Изначально для конодонтовых элементов характерна светло–желтая окраска.

По мере погружения отложений и повышения температуры происходят катагенетические преобразования этих отложений и содержащегося в них органического вещества. При этом светло–желтая окраска конодонтовых элементов сменяется темно–желтой, а позднее они приобретают различные оттенки коричневого цвета. Если температура продолжает возрастать, то скелеты конодонтов становятся черными, а затем серыми и, наконец, превращаются в опоковидно–белые.

На этом основании разработана методика определения палеотемператур и степени катагенетической преобразованности ОВ, в основе которой лежит создание цветовой шкалы индексов окраски конодонтов (ЦОК) и их корреляция со степенью углефикации органического вещества или отражательной способностью витринитов.

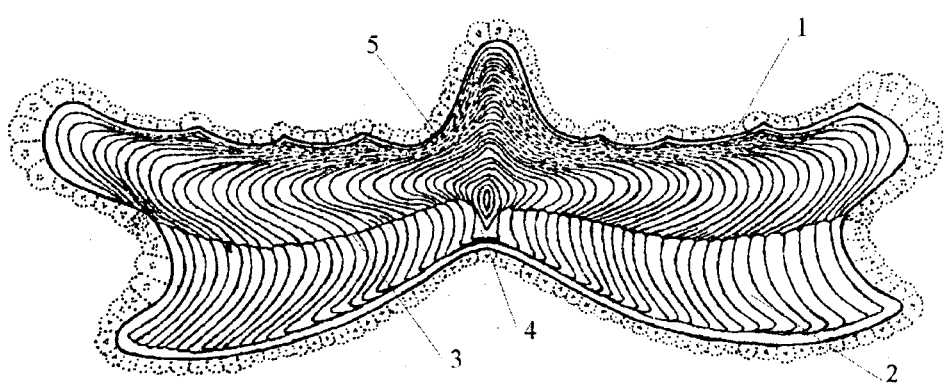


Рис. 56. Микроструктура скелетной ткани конодонтов. *Palmatolepis*: 1—ламелли (пластины роста конодонта); 2—пластины роста базального каллуса; 3—каллусовая контактная поверхность; 4—первоначальное отложение каллуса; 5—первоначальное отложение конодонта. (х 70). 1–5 **[75к, 130].**

https://jurassic.ru/

Кубки археоциат

Археоциаты—губкоподобные прикрепленные одиночные и колониальные вымершие животные. *Кембрий* [2, 16, 27, 39, 64, 75б].

Скелет археоциат имеет вид кубка конической, субцилиндрической, реже неправильной мешковидной, грибообразной и блюдцеобразной формы **(рис. 57, 58)**. В нижней части кубка имеется каблучок прирастания. На внешней поверхности кубка могут находиться многочисленные бугорки–тумулы.

Диаметр кубка археоциат изменяется от 3 мм до 70 см, а высота может достигать 15 см.

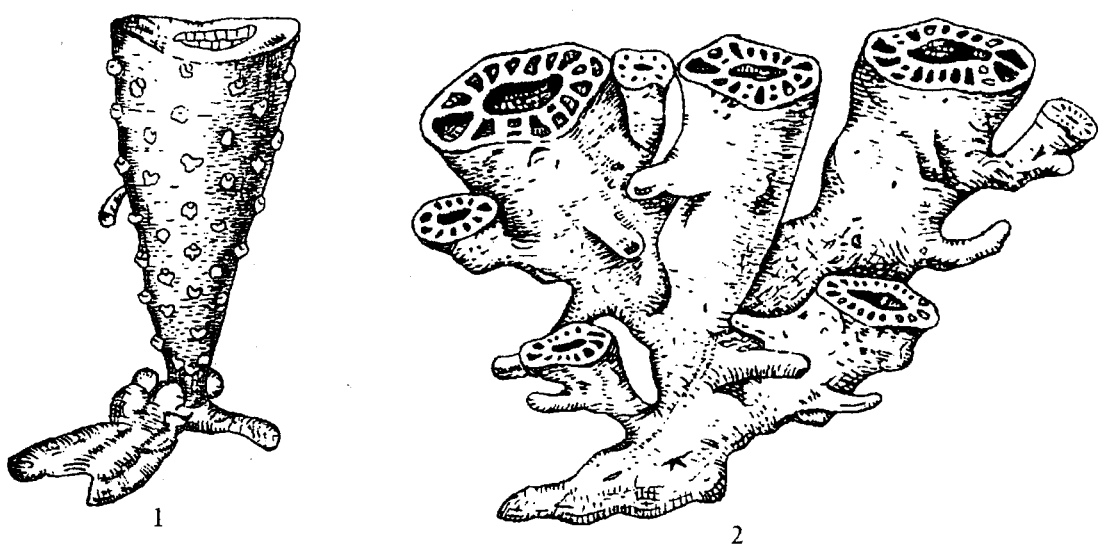


Рис. 57. Типовой вид одиночной и колониальной форм археоциат. 1—*Tumuliolynthus*: одиночная форма.; 2—*Verthocyathus*: колониальная форма. **[39]**.

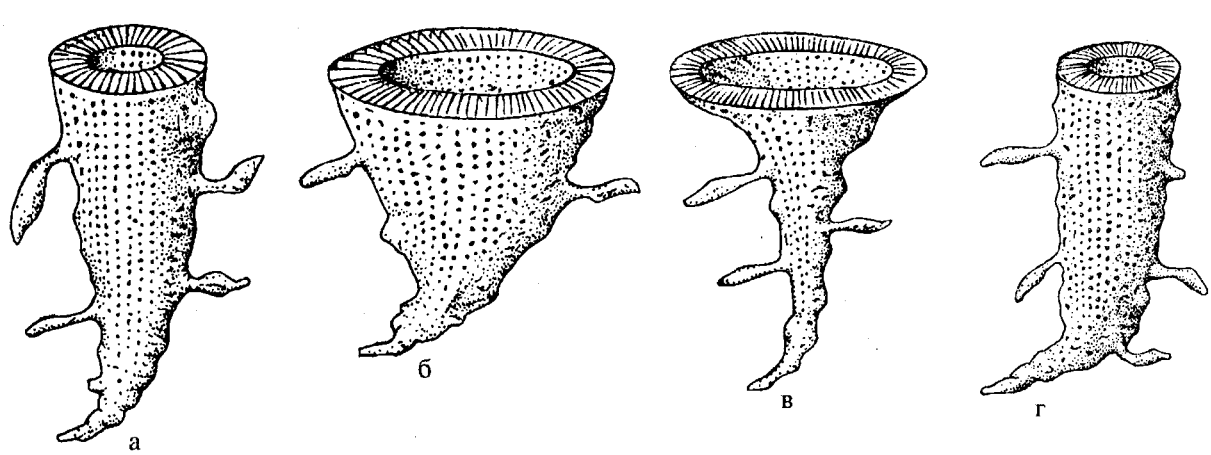


Рис. 58. Формы кубка археоциат. Обозначение: а— узкоконическая; б—ширококоническая; в—грибообразная; г—цилиндрическая. **[27]**.

https://jurassic.ru/

Кубок состоит из одной или двух пористых стенок и центральной полости **(рис. 59)**. У двустенных археоциат пространство между стенками называется интерваллюмом. Соотношение ширины центральной полости и интерваллюма, а также толщина стенок могут существенно изменяться. Интерваллюм заполнен вертикальными и горизонтальными элементами. К первым из них относятся септы (правильные радиальные перегородки), а ко вторым—простые и гребенчатые днища. Последние образованы сочетанием кольцевого валика и перпендикулярных к нему стерженьков. Кроме названных элементов, в интерваллюме могут находиться тении и псевдотении (искривленные, нередко утолщенные перегородки), по разному ориентированные стерженьки. Центральная полость бывает свободной или заполненной различными скелетными элементами: пузырьками, трубками и стерженьками.

Стенки археоциат могут быть пронизаны мелкими и крупными порами различной формы и строения **(рис. 60)**. Среди них встречаются поры округлой и неправильной формы, решетчатые, ветвистые и др. У некоторых форм на внутренней стенке около устьев развиваются дополнительные образования—козырьки. На наружной стенке поры могут располагаться на бугорках–тумулах. Перегородки (псевдотении и тении) встречаются с простыми порами или без них. Для простых днищ характерны округлые и угловатые поры.

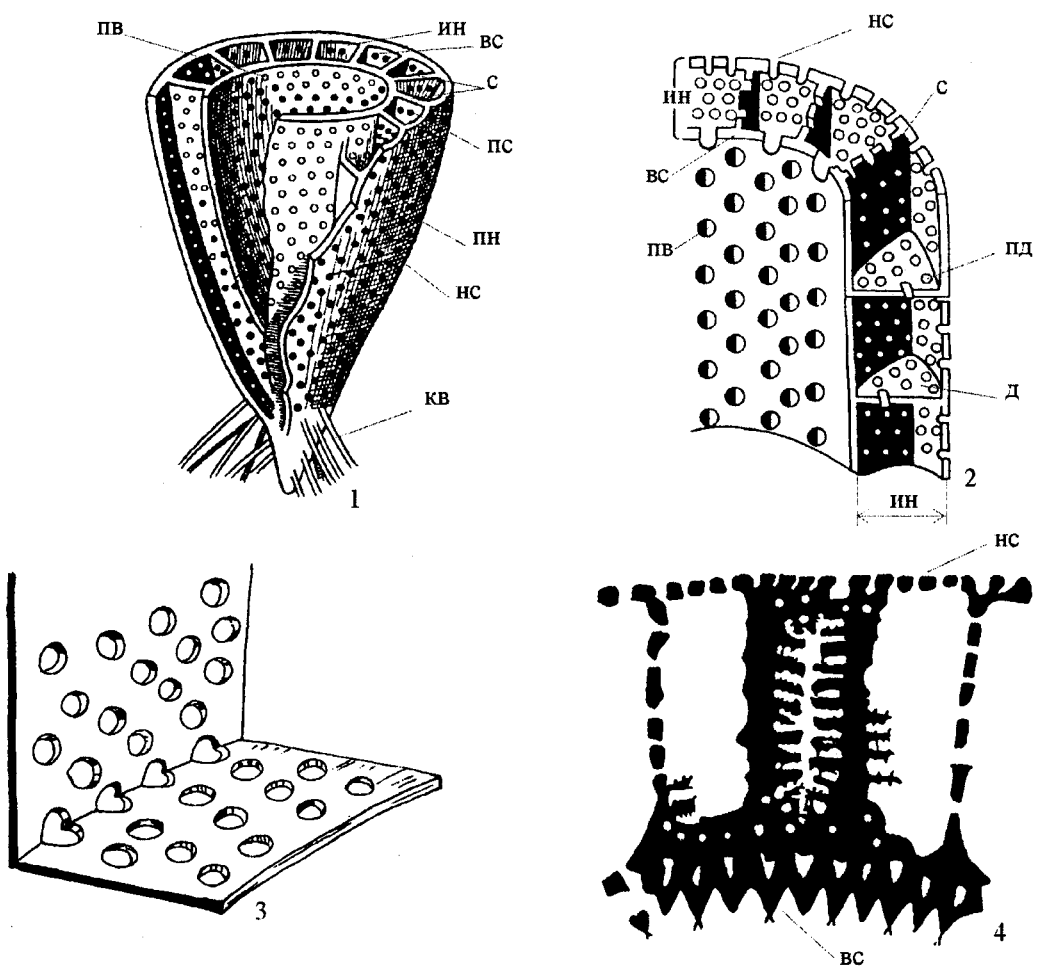


Рис. 59. Схема строения двустенного кубка археоциат. 1—реконструкция кубка: пв—поры внутренней стенки; ин—интерваллюм; вс—внутренняя стенка; с—септы; пс—поры септ; пн—поры наружной стенки; нс—наружная стенка; кв—корневые выросты; 2—участок кубка в увеличенном виде: пд—поры днищ; д—днище; 3—перегородка и днище; 4—гребенчатое днище. **[16,17].**

http://jurassic.ru/

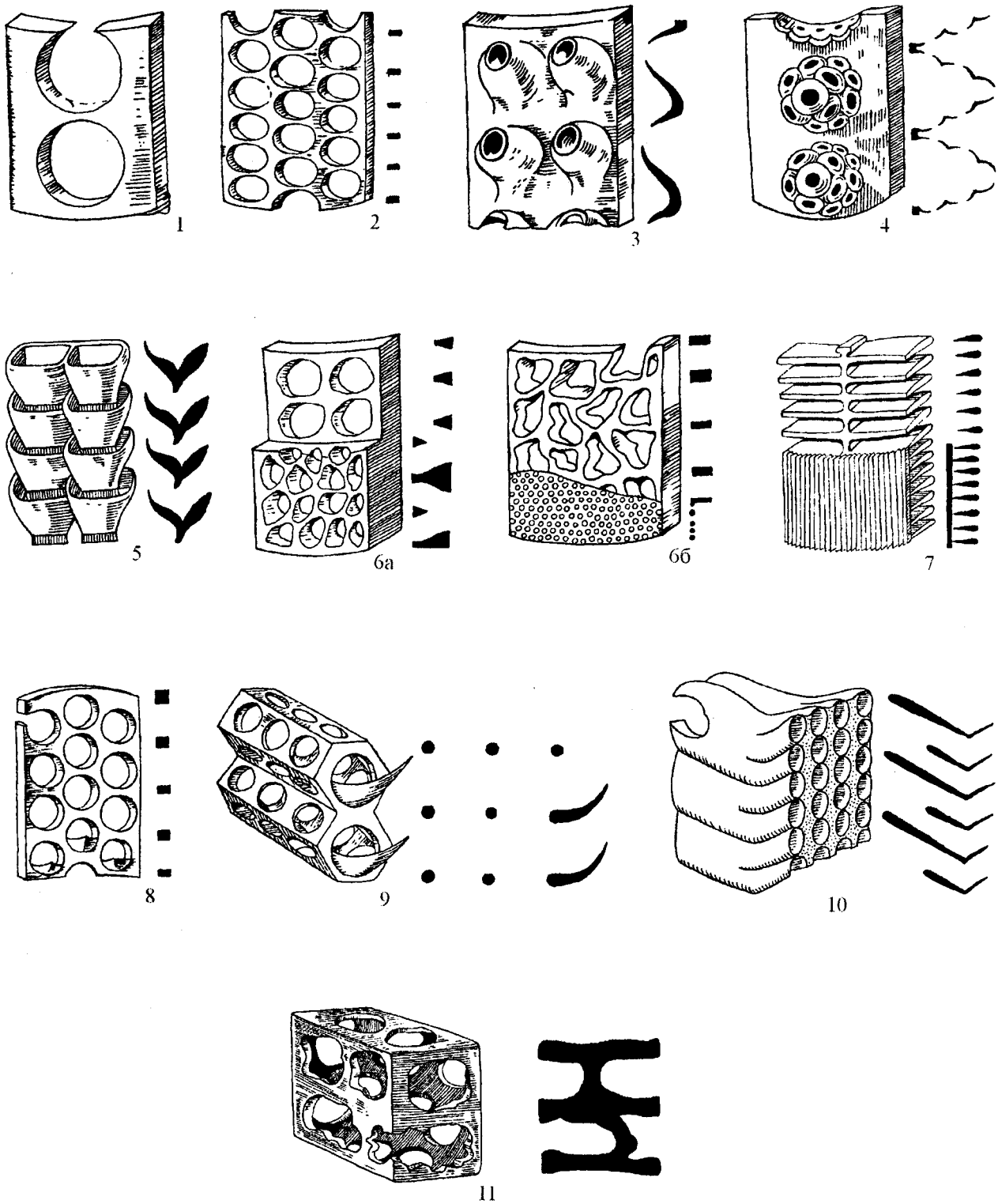


Рис. 60. Схематическое изображение некоторых типов пористости стенок кубка археоциат. 1–7—поры наружной стенки: 1—один ряд округлых пор в интерсептуме; 2—несколько рядов округлых пор в интерсептуме; 3—поры пронизывают бугорки—тумулы; 4—тумулы сложнопористые; 5—ветвистые поры; 6а,б—неправильные поры; 7—решетчатые поры; 8–11–поры внутренней стенки: 8—простые поры шахматного размещения; 9—крупные поры с глубокими козырьками внизу; 10—поры неправильные, взаимно сообщающиеся; 11—ветвящиеся, коленчато изогнутые поры. 1–11 **[75б].**

https://paleo.ru/

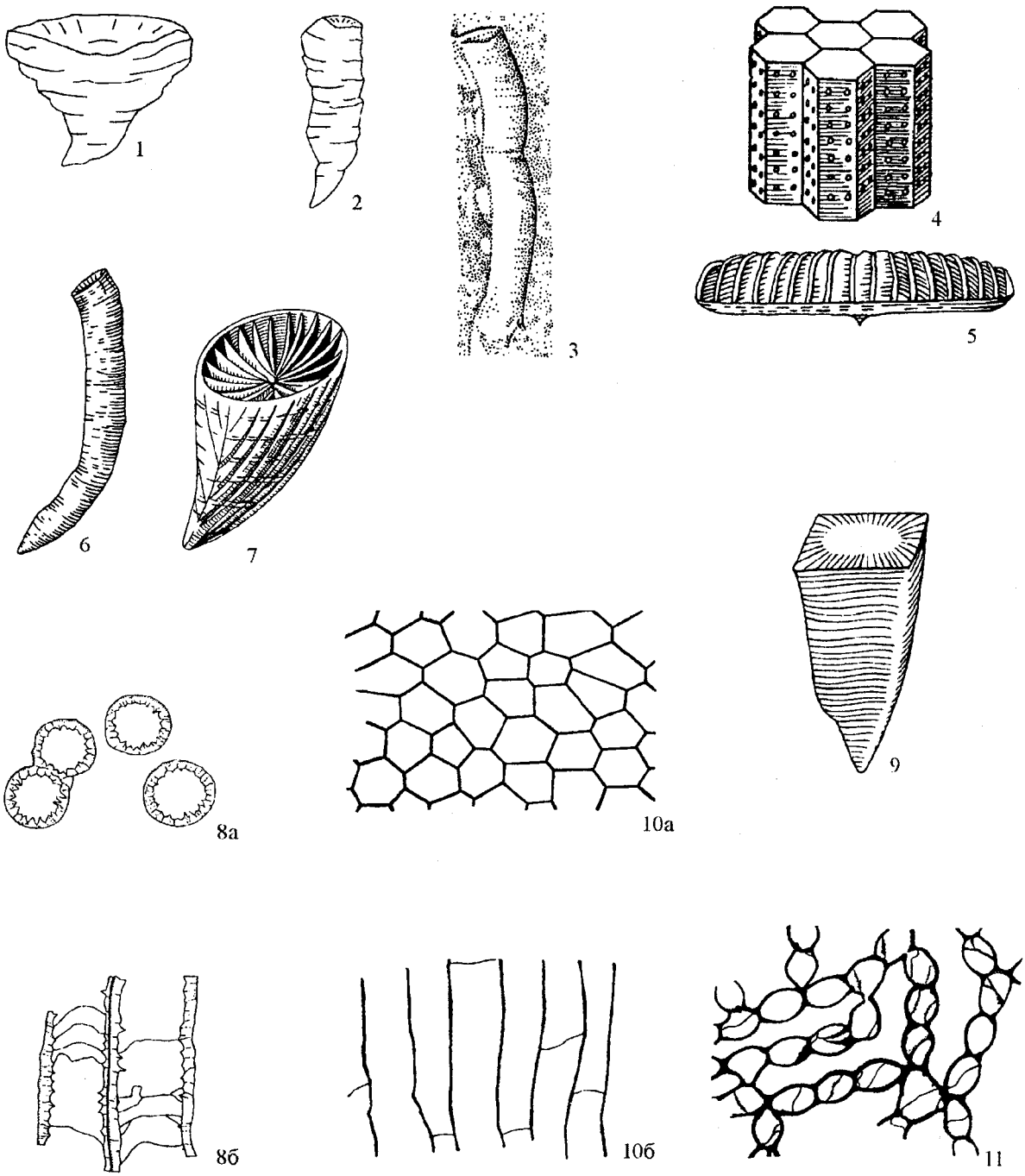


Рис. 61. Форма кораллитов одиночных и колониальных кораллов. 1—6—форма кораллитов: 1—схематическое изображение кораллита конической формы; 2—схематическое изображение кораллита цилиндрической формы; 3—*Rossopora alta* Sokolov. Цилиндрическая форма кораллита (х 2); 4—внешний вид колонии фавозитид. Форма кораллитов в полипняке призматическая; 5—дисковидная форма скелета ругоз; 6—кораллит червеобразно изогнутой формы; 7–9—форма поперечного сечения кораллитов; 7—скелет ругозы с круглой формой поперечного сечения; 8—*Eoflatcheria orvicui* Sokolov. Круглое поперечное сечение кораллитов цилиндрической формы: а—поперечный разрез (х 5); б—продольный разрез (х 5); 9—скелет ругозы с четырехугольной формой поперечного сечения; 10—*Lichenaria expressa* Sokolov. Многоугольные поперечные сечения кораллитов: а—поперечное сечение; б—продольное сечение; 11—*Catenipora gotlandica* (Yabe). Эллиптическая форма поперечного сечения кораллитов.(х2,5). 1–11 **[756]**.

http://jurassic.ru/

Коралловые полипняки и скелетные образования одиночных кораллов

Кораллы—общее название ныне живущих и вымерших морских беспозвоночных животных, относящихся к классу Anthozoa—коралловых полипов. Это прикрепленные или свободнолежащие организмы, для которых характерен как колониальный, так и одиночный образ жизни. Для палеозойских отложений наиболее важное породообразующее значение имеют табулятоидеи, четырехлучевые кораллы и хететиды, а для мезо–кайнозойских—шестилучевые кораллы. Табулятоидеи и хететиды—колониальные вымершие кораллы. Четырехлучевые кораллы (ругозы) и шестилучевые кораллы—колониальные и одиночные организмы. Ископаемые формы шестилученых кораллов отнесены к отряду Scleractinia. На ранних стадиях роста одиночные кораллы вели прикрепленный образ жизни, а в более зрелом состоянии большинство переходили к свободному лежанию на дне. Большинство кораллов вели прикрепленный образ жизни, образуя заросли или стелющиеся на твердом субстрате колонии с большой площадью прирастания. Кораллы играют важнейшую роль среди биогермообразователей [1, 2, 12, 14, 16, 39, 62-64, 75б, 77, 88, 89, 93].

Общая характеристика скелета

Кораллиты—скелеты одиночных кораллов и отдельных зооидов (полипов) колониальных кораллов имеют различную форму **(рис. 61)**: коническую, цилиндрическую, цилиндро-коническую, призматическую, дисковидную, червеобразную и др. Поперечное сечение может быть круглым, эллиптическим, трех- или четырехугольным и многоугольным. Углубление в скелете верхней части кораллита (дистальный конец), в котором помещается зооид, носит название чашки **(рис. 62)**. Форма

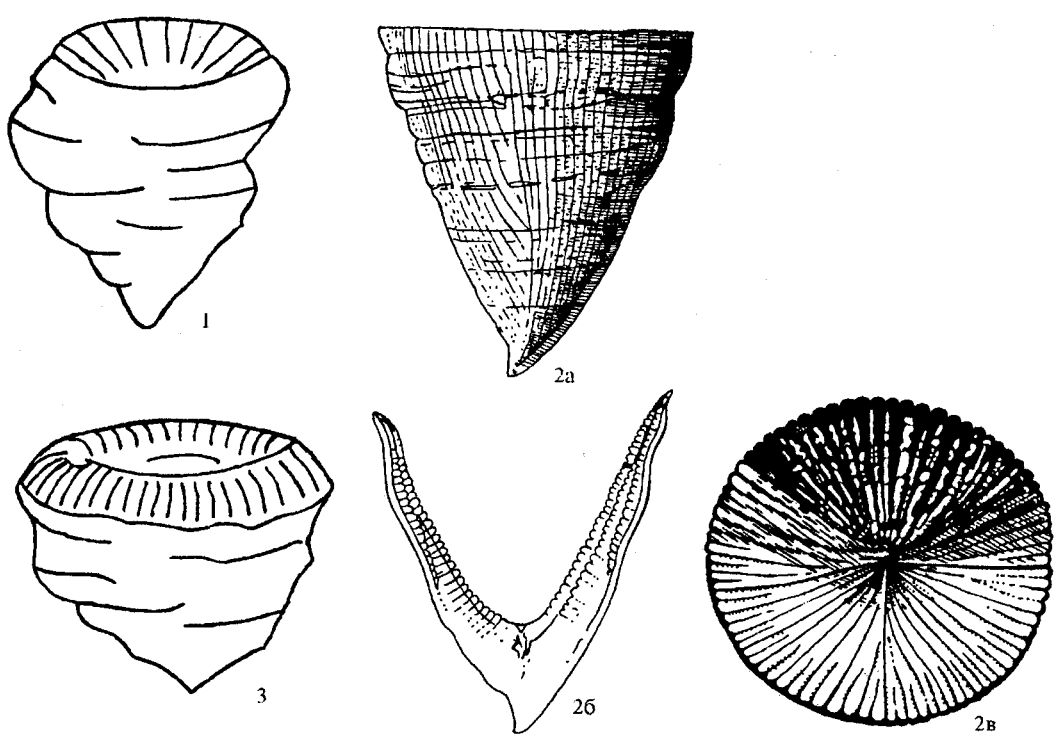


Рис. 62. Форма чашки кораллитов. 1—схематическое изображение кораллита с воронковидной чашечкой; 2—*Lambeophyllum profundum* Conrad. Обширная чашка глубиной почти до основания коралла: а— внешний вид коралла (х 2,7); б—продольный разрез (х 2,2); в—поперечный разрез (х 2,2); 3—край чашки с отворотом, схема.1–3 **[75б]**.

http://jurassic.ru/

чашек часто бывает воронкообразной, а края могут быть толстыми и гладкими или тонкими и острыми; у некоторых форм характерны чашки с отвернутым краем. Скульптурные образования на поверхности кораллитов представлены продольными ребрами, бугорками, шипами и пр. **(рис. 63)**. В нижней части кораллита (проксимальный конец) располагается так называемый каблучок (рубец прикрепления) или корнеобразные выросты, посредством которых он прикреплялся к субстрату **(рис. 64)**.

Для коралловых колоний характерны две основные формы роста: массивная и кустистая **(рис. 65)**. В скелете (полипняке) массивных колоний кораллиты плотно прилегают друг к другу или все пространство между ними заполнено промежуточной скелетной тканью, называемой перитекой; в одних

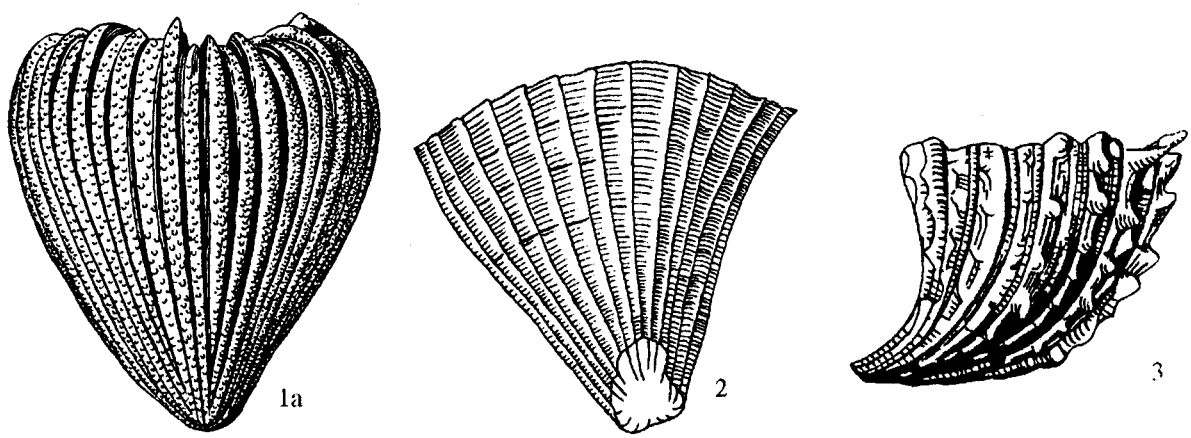


Рис. 63. Скульптурные образования на поверхности кораллитов. 1—*Notocyathus Notocyathus conicus* Alcock. Грубые продольные ребра на поверхности кораллита: а— вид сбоку (х 4); 2—*Petraia radiata* Munster. Тонкие продольные ребра. Внешний вид (х 1,5); 3—*Ceratotrochus* (*Ceratotrochus multispinosus* M.Edw.-H.). Поверхность кораллита ребристая с грубыми бугорками. Внешний вид (х 0,75). 1–3 **[130]**.

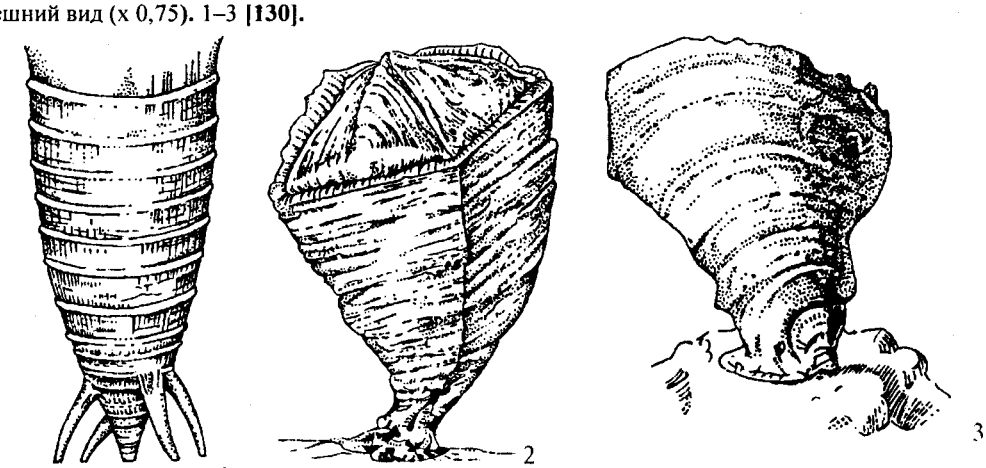


Рис. 64. Формы прикрепления кораллитов к субстрату. 1—корневые выросты у *Omphyma* (*Ketophyllum subturbinatum* (Orb.) (х 0,75); 2—каблучок прирастания у крышечного коралла *Goniophyllum*; 3—рубец прикрепления на нижнем конце у *Koninckophyllum interruptum* Thomson et Nicholson. Вид с вогнутой стороны (х 5). 1–3 **[75б, 89, 130]**.

Рис. 66. Соединительные образования полипняков кораллов. 1—соединительные поры у *Tabulata*. Схема: а—продольный разрез: п—поры; б—поперечный разрез; 2—соединительные трубки в продольном и поперечном разрезах *Tabulata*. Схема: а—продольный разрез; б—поперечный разрез; ст—соединительные трубки; 3—*Syringoporinus irregularis* (Tchernychev). Редкие соединительные трубки, располагаются беспорядочно. Схема: а—продольный разрез (х 8); б—поперечный разрез (х 8); 4—*Hayasakaia elegantula* (Yabe et Hayasaka). Соединительные трубки короткие, многочисленные, располагаются на ребрах кораллитов: а—поперечный разрез (х 3); б—продольный разрез (х 3); 5—соединительные пластины у *Tabulata*: а—продольный разрез: б—поперечный разрез (а,б сильно увеличено): сп—соединительные пластины. 1–5 **[75]**.

http://jurassic.ru/

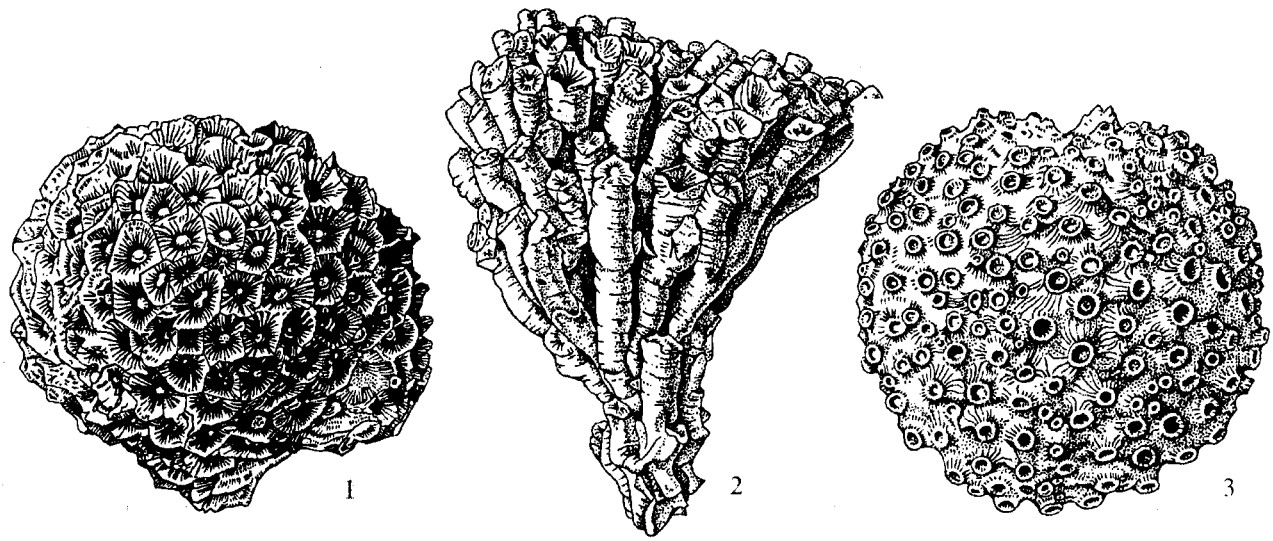


Рис. 65. Формы роста колониальных кораллов. 1—*Wentzelella sp*. Массивная колония, кораллы плотно прилегают друг к другу (х 0,9); 2—*Pachyphyllum ibergense* (Romer). Массивная колония, все пространство между кораллитами заполнено скелетной тканью—перитекой (х 0,9); 3—*Evenkiella articulata* (Wahlenberg). Кустистая колония (х 1). 1–3 **[756]**.

случаях эта ткань бывает сплошной, состоящей из компактно расположенных трубок или пузыревидных образований, а в других—пластинчатой. В кустистых полипняках кораллиты расположены свободно или соединяются боковыми и подошвенными выростами.

Внутренние полости соседних кораллитов в полипняках могут сообщаться с помощью соединительных образований, к числу которых относятся: 1) соединительные поры, 2) соединительные каналы и солении, 3) соединительные пластины **(рис. 66)**. Соединительные поры—это отверстия

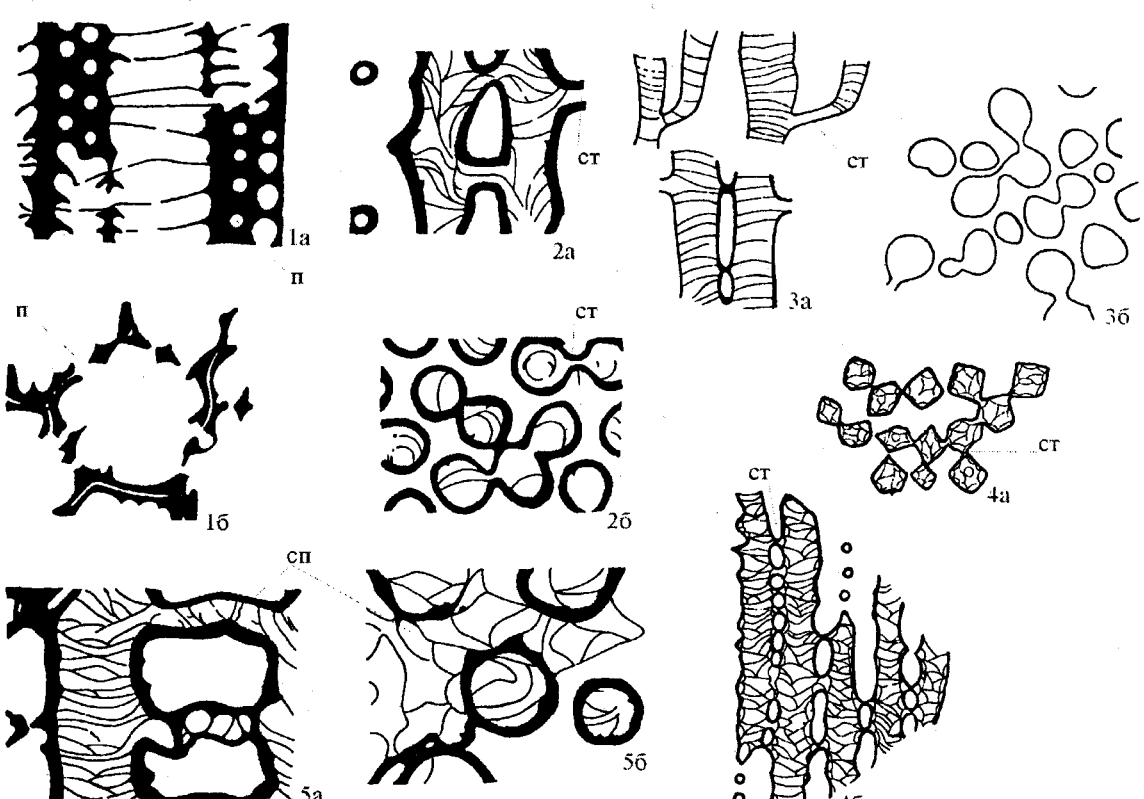


Рис. 66

https://paleo.ru/

округлой или эллиптической формы, пронизывающие стенки соседних кораллитов. Соединительные каналы и солении являются видоизмененными порами. Первые образуются при резком утолщении стенок, а вторые, представляющие собой короткие широкие соединительные трубочки, появляются при увеличении диаметра и оттягивании краев пор. Соединительные трубки располагаются беспорядочно или бывают организованы в правильные ряды, а соединительные пластины могут находиться на значительном расстоянии друг от друга или тесно налегать одна на другую.

В ископаемом состоянии на нижней поверхности колонии нередко сохраняется тонкая, морщинистая пленка, объединяющая все кораллиты. Эта пленка, которая может наблюдаться и на поверхности одиночных кораллов, носит название базальной эпитеки.

Морфологические формы полипняков чрезвычайно разнообразны, что проявляется не только в их внешнем облике, но и в особенностях расположения и взаимоотношений между кораллитами, т.е. типе строения. При этом терминология, используемая для обозначения того или иного типа строения, является производной от родового названия кораллов, для которых данное строение наиболее характерно.

Форма массивных полипняков может быть корковой, лепешковидной, караваеобразной, полусферической, сферической, цилиндрической, подковообразной, столбчатой, конической и др. **(рис. 67)**.

Некоторые из этих форм бывают осложнены бугристыми и пальцевидными выростами. Благодаря этому подобные полипняки похожи на кустистые, но в отличие от них каждый вырост данной формы состоит из множества кораллитов, а не из одного, как у кустистых.

Среди массивных полипняков выделяются следующие морфологические типы **(рис. 68)**:

1) фавозитоидный, или цериоидный—кораллиты в полипняке этого типа плотно соприкасаются друг с другом, но при этом их собственные стенки сохраняются на всем протяжении;

2) плокоидный—кораллиты соединены перитекой, с которой стенки кораллитов сливаются;

3) меандроидный—полипняк состоит из кораллитов в виде сложно изогнутых ложбин, разобщенных удлиненными гребнями;

4) рамозный, или тамнопороидный, отличающийся массивным строением внутри полипняка и ветвистым—снаружи. Скелет последнего типа образуется у колониальных кораллов с полумассивной, или кустисто-массивной формой роста.

Для кустистых полипняков характерны ветвистые формы—как вертикально стоящие, так и стелющиеся **(рис. 69)**.

К вертикальным относятся собственно кустистые, вееровидные и некоторые другие разновидности. Стелющиеся могут быть в виде линейно вытянутых цепочек, веточек, сеточек и пр. Основными морфологическими типами кустистых полипняков являются **(рис. 70)**:

1) дендроидный, или свободно–ветвистый—кораллиты располагаются под углом к основанию свободно, не связанные соединительными образованиями;

2) фацелоидный, или сноповидный—кораллиты отходят от основания полипняка под очень малым углом и ориентированы почти параллельно друг другу;

3) сирингопороидный, для которого характерно параллельное расположение кораллитов, связанных между собой соединительными трубками или соединительными пластинами;

4) хализитоидный, или цепочечный—кораллиты срастаются друг с другом двумя сторонами в виде своеобразных цепочек, которые, замыкаясь, образуют внутри себя свободное пространство;

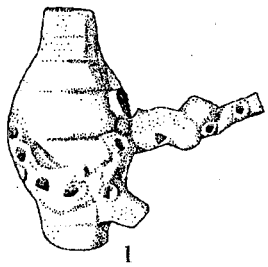
5) аулопороидный—сетчатый или линейно–вытянутый;

6) рептоидный, или инкрустирующий.

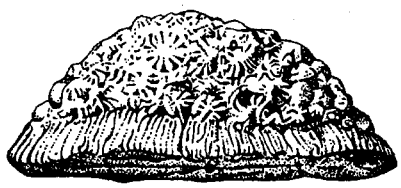
Размеры полипняков в ископаемом состоянии могут быть различными и зависят от многих причин, но в первую очередь от форм роста: наиболее мелкие (обычно измеряются сантиметрами или миллиметрами) и наиболее крупные (могут достигать одного–двух метров) характерны для кустистых полипняков. При этом первые их них представлены чаще всего стелющимися, а вторые—древовидными формами.

Промежуточные размеры типичны для массивных и кустисто–массивных полипняков.

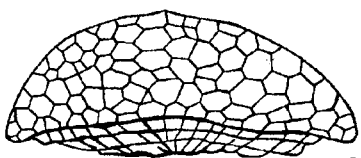
http://jurassic.ru/



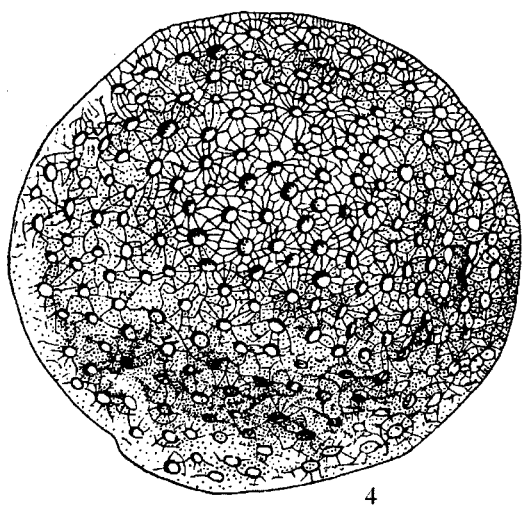
1



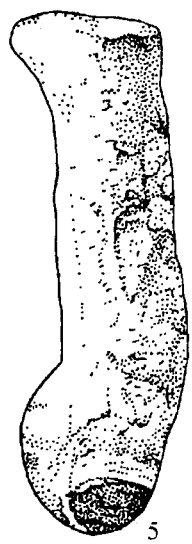
3



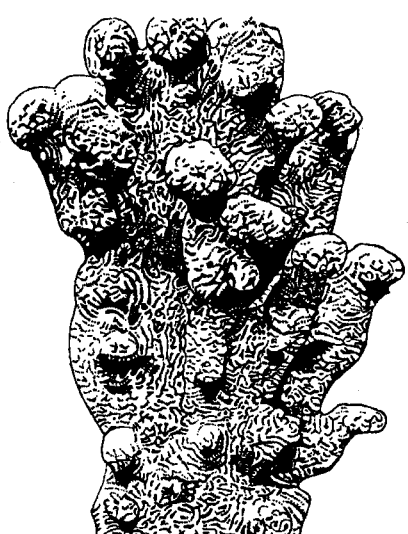
2



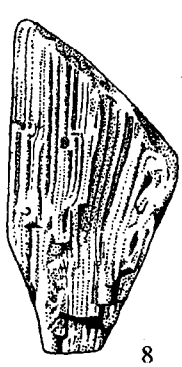
4



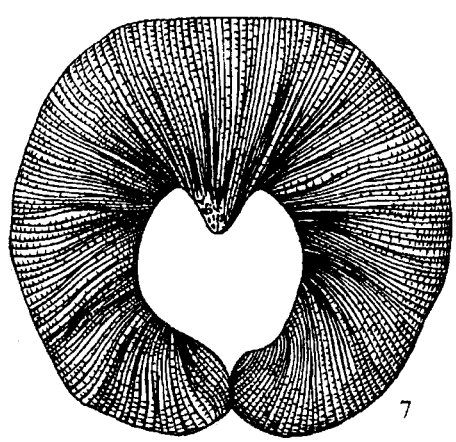
5



6



8



7

Рис 67. Форма массивных полипняков. 1—*Aulochelia irregularis* Gerth. Небольшей полипняк в виде инкрустирующей пленки на стебле криноидеи (х 1); 2—схематическое изображение внешнего вида полусферической колонии фавозитид; 3—*Aspidiscus felixi* Renz.. Полусферический (караваеобразный) полипняк (х 1); 4—*Plasmopora petalliformis* (Lonsdale). Поверхность полипняка сферической формы (х 0,8); 5—*Natalophyllum huangi* Sokolov. Внешний вид полипняка цилиндрической формы (х 1); 6—*Dendrogyra cilindrus* Ehr.. Полипняк с бугристыми выростами (х 0,08); 7—*Diploctenium*. Подковообразная форма полипняка; 8—*Tetradium fibratum* Safford. Внешний вид массивной колонии, состоящей из плотно сросшихся кораллитов (х 0,9). 1–7 **[63, 75б, 130]**.

https://jurassic.ru/

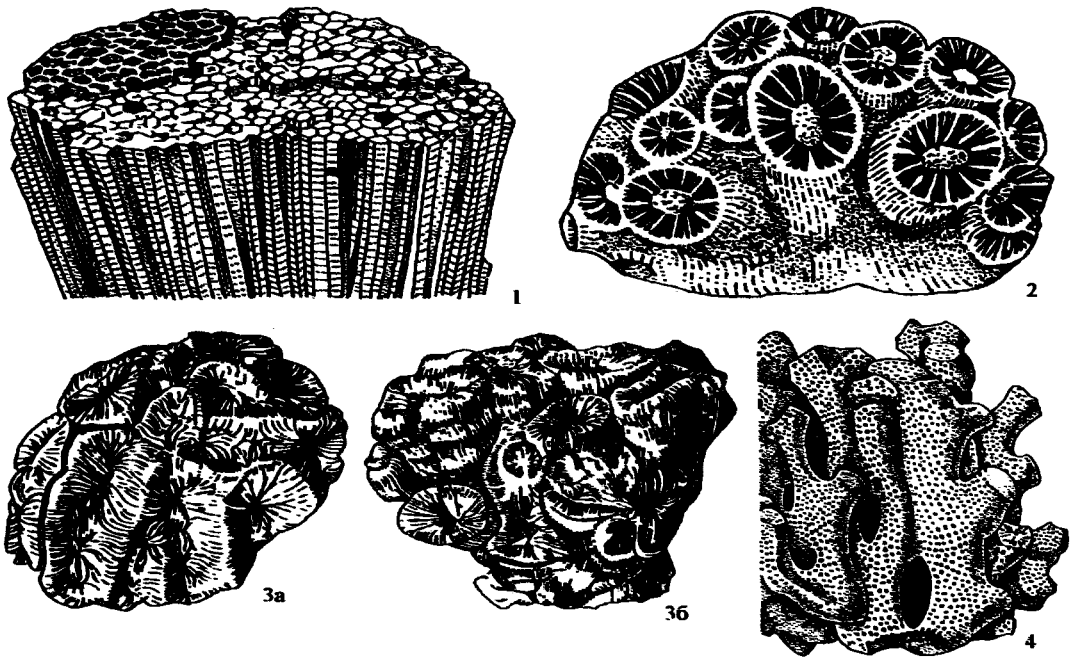


Рис. 68. Тип строения массивных полипняков. 1—*Favosites gothlandicus* Lamarck. Фавозитоидный или цериоидный полипняк (х 1); 2—*Tubastraea tenuilamellosa* (M.Edw.-H.). Полипняк плокоидный (х 1); 3—*Heterogyra*. Меандроидный полипняк: а— вид сверху (х 1); б— вид сбоку (х 1); 4—*Thamnopora reticulata* (Blainv). Рамозный или тамнопороидный тип полипняка. Боковая поверхность (х 1). 1–4 [130].

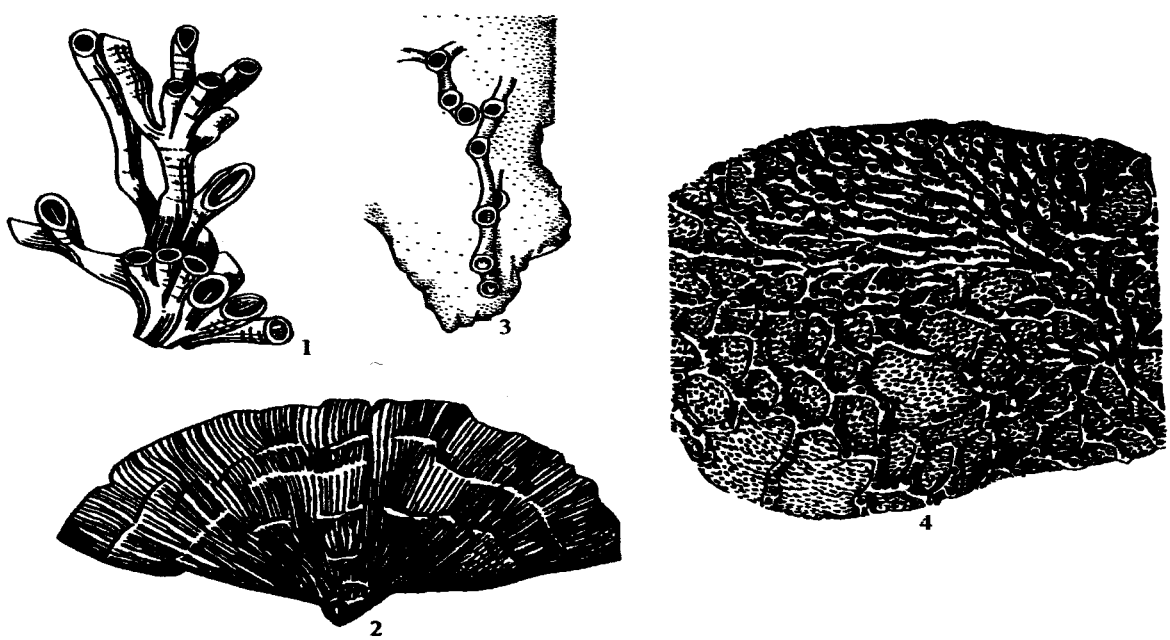


Рис. 69. Форма кустистых полипняков. 1—*Romingeria umbellifera* (Bill.). Пучковидная (собственно кустистая) форма полипняка (х 1); 2—*Phyllosmilia transiens* Felix. Форма полипняка вееровидная (х 0,5); 3—*Aulocaulis expansa* Fenton-F. Стелющийся полипняк в виде линейно вытянутых цепочек (х 1); 4—*Aulopora serpens* Goldfuss. Полипняк в виде веточек, которые последовательно отходят от основного направления в противоположные стороны.1–4 [63, 130].

https://paleolib.ru/

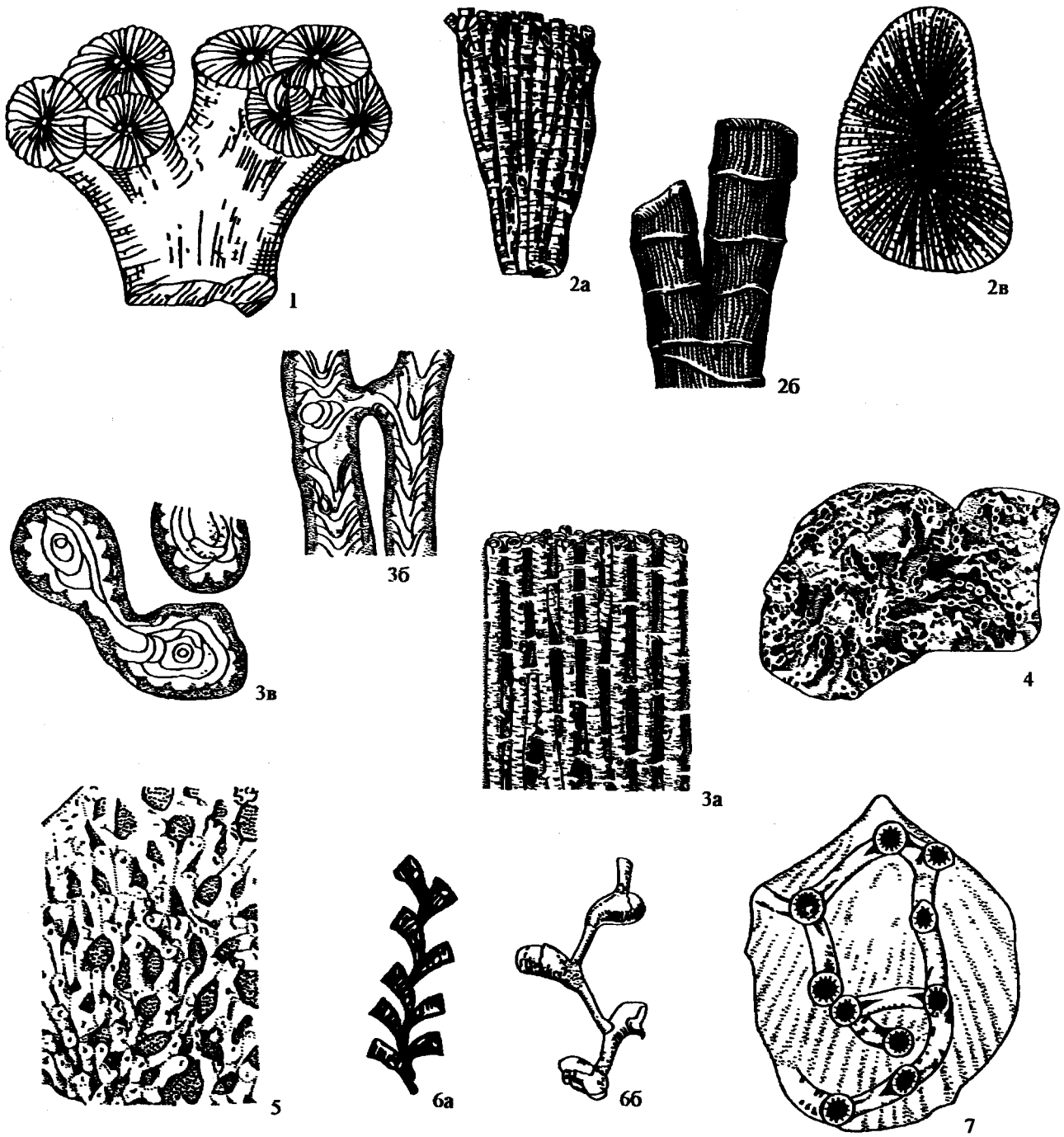


Рис. 70. Типы строения кустистых полипняков. 1—*Dactylaraea*. Полипняк дендроидный; 2—*Calamophyllia stokensii* M.Edw.-H. Фацелоидный полипняк: а—общий вид полипняка (х 0,3); б—фрагмент полипняка (х 1); в—поперечное сечение кораллита (х 2); 3—*Syringopora retiformis*. Полипняк сирингопороидного типа: а—внешний вид (х 0,6); б—продольное сечение (х 2,5); в—поперечное сечение (х 4); 4—*Halysites labyrinthicus* (Goldfuss). Хализитоидный (цепочечный) полипняк (х 0,6); 5—*Aulopora macrostoma* Fischer von Waldheim. Полипняк аулопороидный (х 1,4); 6—*Cladochonus tenuicollis* Milne-Edwards et Haime. Аулопороидная колония: а—схема расположения кораллитов в натуральную величину; б—типовой вид фрагмента колонии (увеличено); 7—*Aulocaulis annectens*. Рептоидный полипняк—стелющаяся колония, использующая в качестве субстрата раковину брахиоподы (х 0,9). 1–7 **[756, 89, 130].**

http://jurassic.ru/

Внутреннее пространство кораллитов заполнено вертикальными, горизонтальными и наклонными скелетными элементами **(рис. 71)**. К вертикальным элементам относятся септы и осевые структуры, а к горизонтальным и наклонным—днища и диссепименты.

Септы представляют собой пластинчатые образования (перегородки), располагающиеся внутри кораллита радиально. Внутреннее пространство между боковыми поверхностями септ называется межсептальной камерой, а центральная зона кораллита, которую не пересекают септальные пластины,—осевой или центральной полостью.

Совокупность септ составляет септальный аппарат. Первые шесть септ, закладывающиеся у ругоз и склероктиний—главная, противоположная, две боковых и две противоположно–боковых,—называются протосептами. Около протосепты может располагаться фоссула, представляющая собой расширение и углубление межсептального промежутка.

Число септ связано с характером их заложения, которое может быть незакономерным или закономерным **(рис. 72)**. В первом случае оно является непостоянным, а во втором—может быть постоянным, равным 12, или непостоянным, но кратным 2, 6 и т.д. В том случае, если число септ является кратным 2, то для них характерно перистое расположение, а если кратным 6, то циклическое.

Септы бывают пластинчатыми, шиповидными, пластинчато–шиповидными, плоскоконическими и другими **(рис. 73)**. Одни из них плотные, а другие пористые. Септы в виде пластинок ограничены четырьмя краями: внешним, который прилегает к стенке кораллита, внутренним, находящимся со стороны осевой полости, верхним и нижним, соответственно называемыми дистальным и проксимальным. Края септ могут быть ровными или зазубренными. На внутреннем крае могут быть образованы свайки или пали в виде пластинок или стерженьков, а на перегибе дистального и внутреннего краев—палиморфные зубцы.

Боковые поверхности септ нередко орнаментированы различными образованиями, к числу которых относятся, например, карины—килеобразные или бугорчатые выступы, расположенные симметрично или асимметрично. Периферические края септ, выступающие с наружной стороны стенки кораллита, представляют собой продольные ребра.

Главной осевой структурой является столбик, который появляется в результате смыкания внутренних краев септ и образования в осевой полости вертикального скелетного элемента, играющего роль сцепления **(рис. 74)**.

Различаются простые и сложные по строению столбики. Среди простых столбиков встречаются тонкие и толстые, сплошные и прерывистые. Сложные столбики, нередко называемые осевыми колоннами, представляют собой продукт срастания внутренних концов септ с горизонтальными элементами скелета.

Днища и диссепименты отражают остановки роста полипняка **(рис. 75)**. Днища (табулы)—это поперечные пластинки, которые пересекают всю полость кораллита или только осевую часть. Они могут быть частые и редкие, тонкие и толстые, прямолинейные и изогнутые. Пространство, заполненное днищами, называется табулярием.

Диссепименты—небольшие тонкие пластинки, обращенные выпуклостью вверх. Различают так называемые лонсдалеоидные диссепименты, характеризующиеся сильным развитием по периферии кораллитов и вследствие этого прерывающие рост септ. Диссепименты нередко образуют скелетную ткань с характерной пузыревидной структурой. Пространство, заполненное диссепиментами, называется диссепиментариумом.

Днища и диссепименты могут развиваться не только во внутренней полости кораллита, но и во внекораллитовой ткани—перитеке.

Стенка (тека) одиночных кораллов и кораллитов полипняков покрыта тонким слоем (эпитекой), который отличается по строению тем, что всегда несет следы нарастания в виде тонких концентрических слоев **(рис. 76)**. В смежной паре кораллитов между стенками видна непрозрачная темная линия, которая называется срединным межстенным швом. Это эпитека смежных кораллитов. Стенки кораллитов могут быть сплошные и пористые. В стенках смежных кораллитов находятся соединительные поры, соединительные каналы и солении.

http://jurassic.ru/

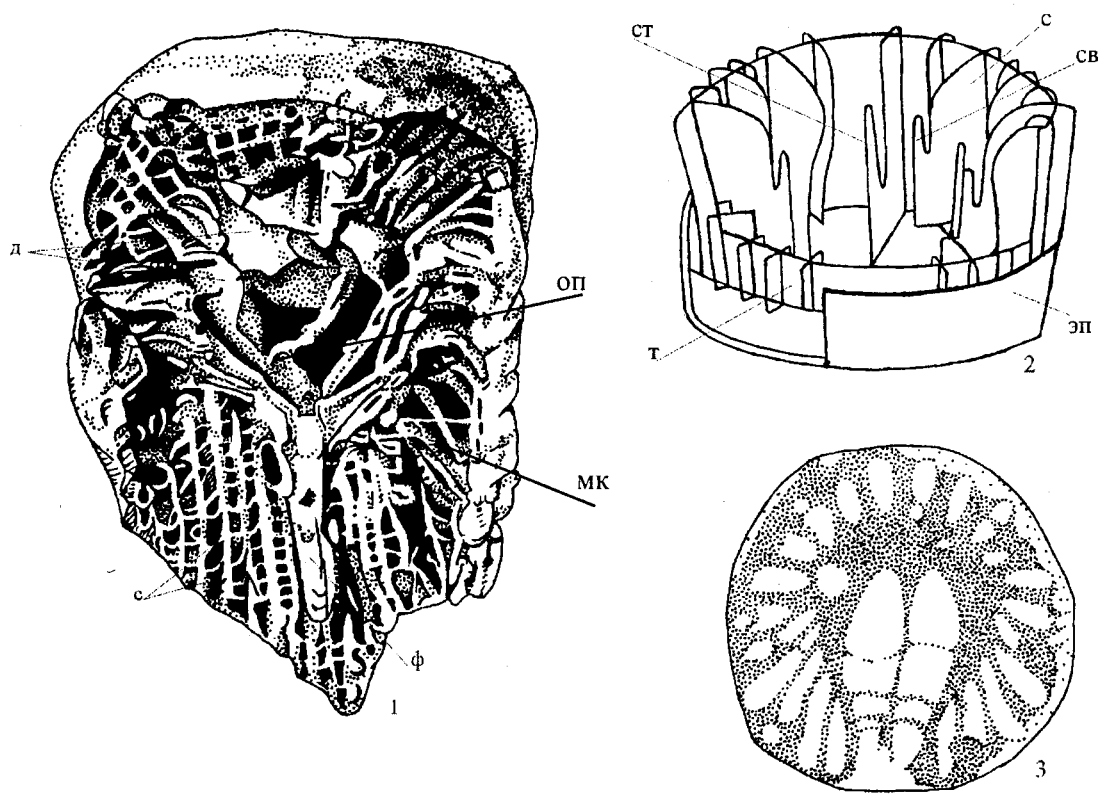


Рис. 71. Внутреннее строение кораллитов. 1—*Enniskillenia curvilinea* (Thomson). Косой излом коралла (х 1,3): с—вертикальные перегородки—септы, д—горизонтальные перегородки—днища; оп—осевая полость кораллита; мк—межсептальная камера; ф—воронкообразное прогибание днищ в межсептальном промежутке (фоссуле); 2—схема строения кораллита: с—септа, св—свайка (пали)—пластинка на внутреннем крае септы; эп—эпитека; т—тека (стенка); ст—столбик; 3—*Zaphrentites parallele* (Carr.).Закрытая кардинальная фассула. Поперечное сечение (х4). 1–3 **[1, 75б, 88]**.

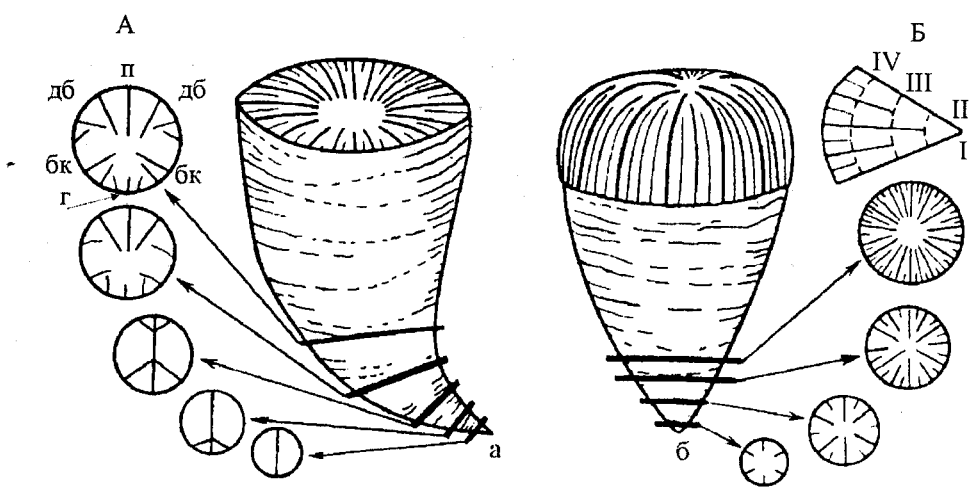


Рис. 72. Заложение септ у четырех–(а) и шестилучевых–(б) кораллитов. А—двухстороннесимметричное заложение с образованием главной (г), противоположной (п), боковых (бк), и добавочных (дб) септ; Б—циклическое заложение септ I - IV порядков. **[77]**.

https://jurassic.ru/

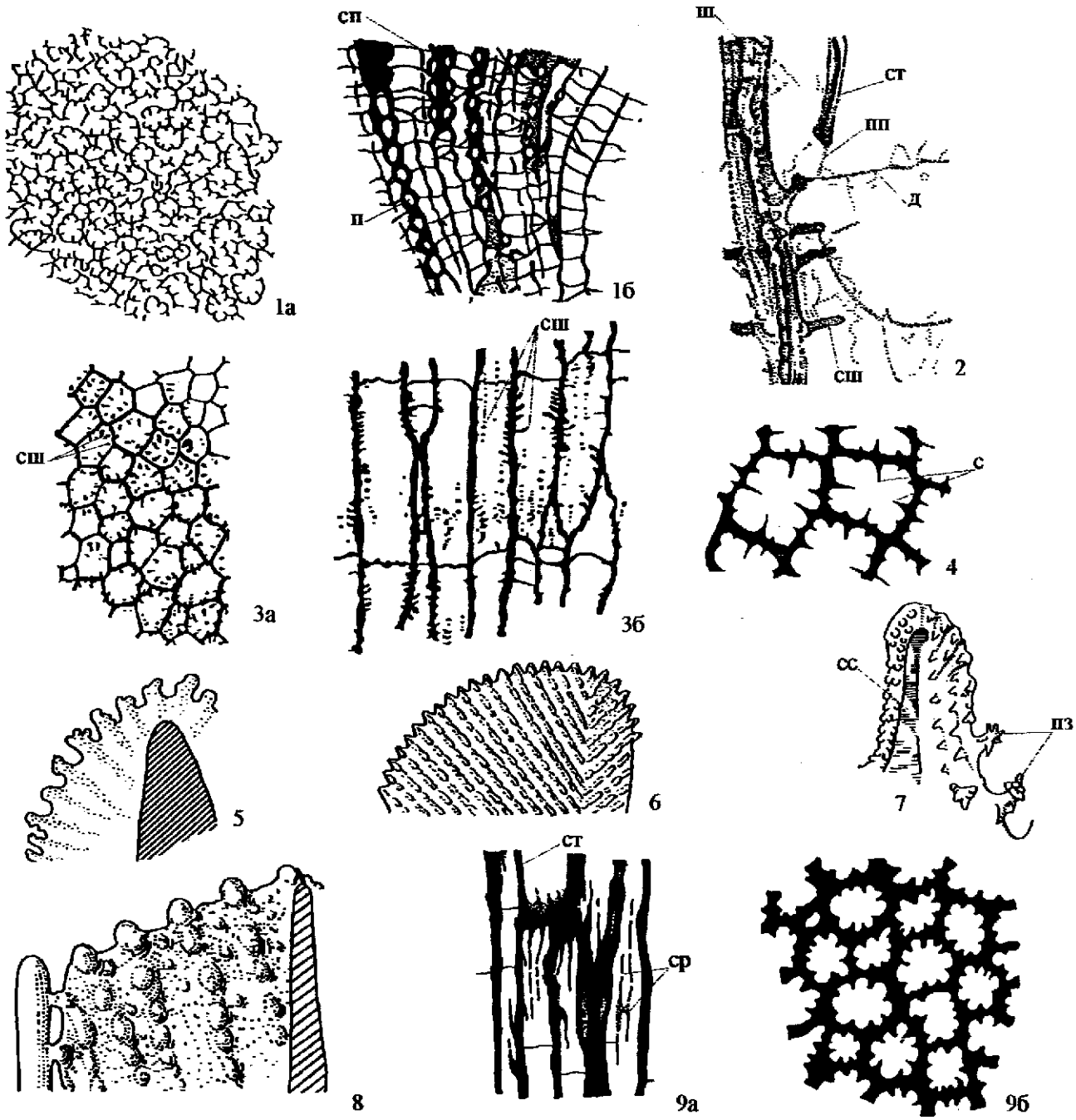


Рис. 73. Типы септ кораллитов. 1—*Antherolites septosus* Sokolov. Септы пластинчатые с ровными краями: а—поперечный разрез (х 3,6); б—продольный разрез (х 4,6): п—поры; сп—септы пластинчатые; 2—*Pachyfavosites alpenensis calveri* (Swann). Септальные шипы (х 25):ш—стенной шов; ст—стенка; пп—пора, прикрыта поровой пластинкой; д—днища; сш—септальные шипы; 3—*Lessnikovaea elegans* Sokolov. Шиповидные септы: а—поперечный разрез (х 5); б—продольный разрез (х 5); 4—Tetradium fibratum Safford. Плоскоконические септы. Поперечный разрез (х 11): с—септы; 5—*Cyathocarinia tuberculata* Soshkina. Септы пластинчатые с зазубренными краями. Поперечное сечение (х 4); 6—*Montlivaltia*. Мелкие зубцы, окаймляющие дистальный край септы (х 4); 7—*Oculina diffusa* Lam. Палиморфные зубцы на перегибе дистального и внутреннего края пластинчатых септ (х 25): сс—септотекальная стенка; пз—полиморфные зубцы; 8—*Actinastrea*. Фрагмент септы с каринами (х 12); 9—*Nyctopora riphaeica* Sokolov. Септальные ребра: а—продольный разрез; б—поперечный разрез (х 4): ср—септальные ребра. 1–9 **[756, 130].**

http://jurassic.ru/

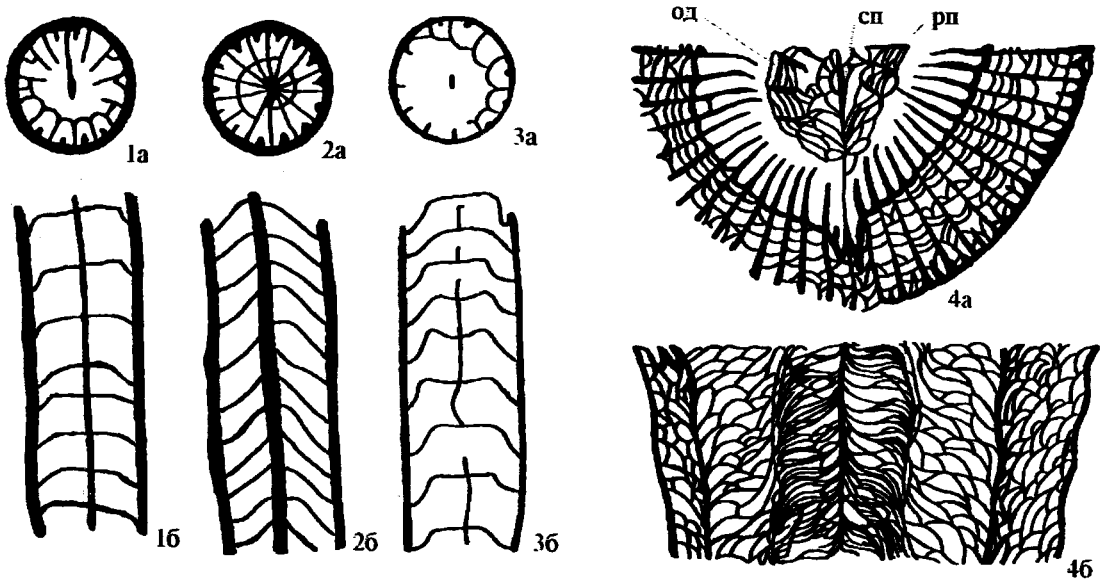


Рис. 74. Осевые структуры кораллитов. 1–3—*Lithostrotion junceum* (Fleming): а—поперечные разрезы; б—продольные разрезы. Увеличено; 1—тонкий пластинчатый столбик; 2—толстый округлый столбик; 3—прерывистый столбик; 4—*Dibunophyllum turbinatum* McCoy. Строение осевой колонны: а—половина поперечного разреза (х 1,7); б—продольный разрез (х 1,2):од—осевые днища; сп—срединная пластинка, рп—радиальные пластинки. 1–4 [756].

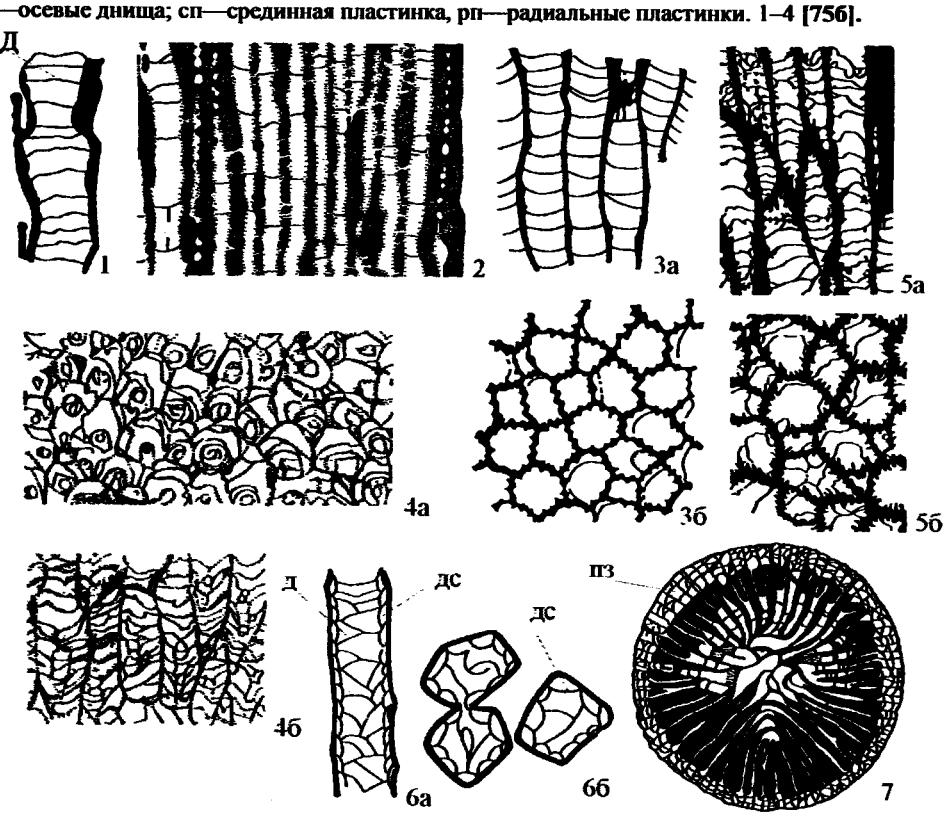


Рис. 75. Днища и диссепименты кораллитов. 1—*Zelophyllum guelphensis* (Whiteaves). Частые тонкие горизонтальные днища. Продольный разрез (х 2); 2—*Tetraporella minor* (Troedsson). Редкие горизонтальные днища. Продольный разрез (х 8.5); 3—*Foersetephyllum acer* Sokolov. Слабо вогнутые днища: а—продольный разрез (х 4); б—поперечный разрез (х 4); 4—*Syringolites kunthianus* (Lindsrtum). Воронкообразные днища: а—поперечный разрез (х 3); б—продольный разрез (х 3); 5—*Saffordophyllum sibiricum* Sokolov. Выпуклые днища: а—продольный разрез (х 2); б—поперечный разрез (х 2); 6—*Hayasakaia elegantula* (Yabe et Hayasaka). Днища и диссепименты: а—продольный разрез (х 2.7); б—поперечный разрез (х 5,8): д—днища; дс—диссепименты; 7—*Timania schmidti* Stuckenberg. Днища в середине плоские, на периферии прогнуты книзу, на краях подняты. Пузыри не прерывают септы. Поперечный разрез (х 0.75): пз—пузырчатая ткань. 1–7 [756].

https://paleo.ru/

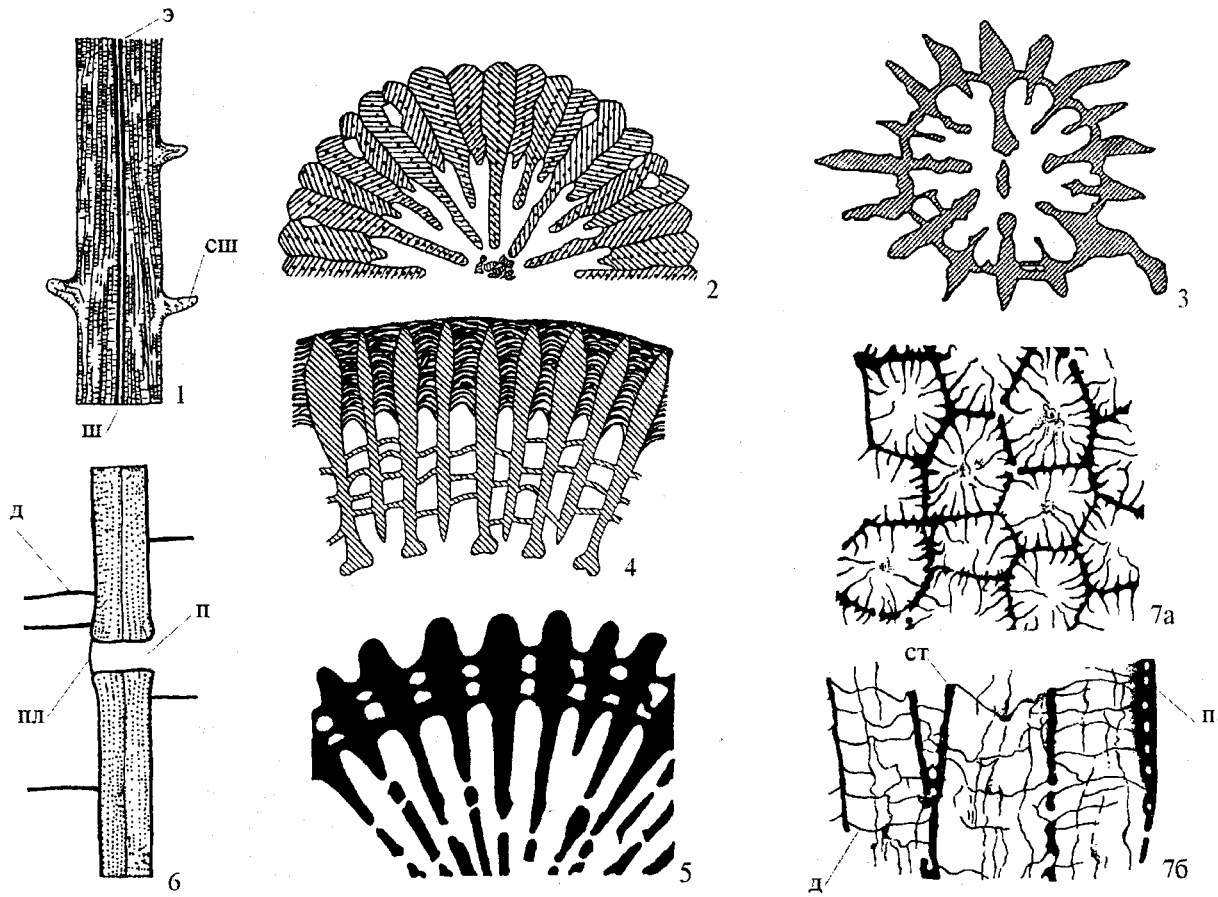


Рис. 76. Строение стенки скелета кораллов. 1—схема строения стенок двух смежных кораллитов фавозитид. сильно увеличено: э—эпитека; сш—септальные шипы; ш—межстенный шов; 2—септотекальная стенка у *Heliastraea*, образована расширением периферических участков септ; 3—паратекальная стенка чашечки кораллита плокоидной колонии у *Stylina echinulata* Edwards. Поперечный разрез (х 20); 4—паратекальная стенка у *Placosmilia cymbula*, образована утолщением периферической зоны диссепиментов; 5—синаптикулотекальная стенка у *Siderastraea*, состоящая из трех рядов синаптикул; 6–7—пористые стенки: 6—продольный разрез поперек стенки *Favosites*. Сильно увеличено: пл—поровая пластина; д—днище; п—пора; 7—*Agetolites mirabilis* Sokolov (х 4); крупные поры нередко открываются в три смежных кораллита:а—поперечный разрез; б—продольный разрез: ст—собственно стенка. 1–7 [75б].

Карбонатная ткань, слагающая скелет кораллов, называется склеренхимой **(рис. 77, 1-8)**. Мельчайшим элементом склеренхимы является микротафт (фибрилла), который всегда ориентирован перпендикулярно к поверхности секреции. Микротафты объединены в блоки, называемые тафтами или кристаллитами. Тафты группируются вокруг центров кристаллизации в виде слоя, называемого склеродермитом или фасциклем. Когда промежутки между соседними тафтами исчезают, то начинает отлагаться следующий слой, затем второй, третий и т.д., что приводит к образованию последовательности фасциклей. Если при нарастании склеродермитов тафты надстраиваются во времени друг над другом, то образуются фибры (волокна), видимые в световой микроскоп. Горизонтальная последовательность фасциклей, видимых в световой микроскоп, представляет собой ламелли. Серия склеродермитов, последовательно во времени отлагавшихся одной группой клеток, называется трабекулой или септальным лучом. Трабекулы могут иметь ортогональное или перистое строение. В первом случае склеродермиты

https://paleo.ru/

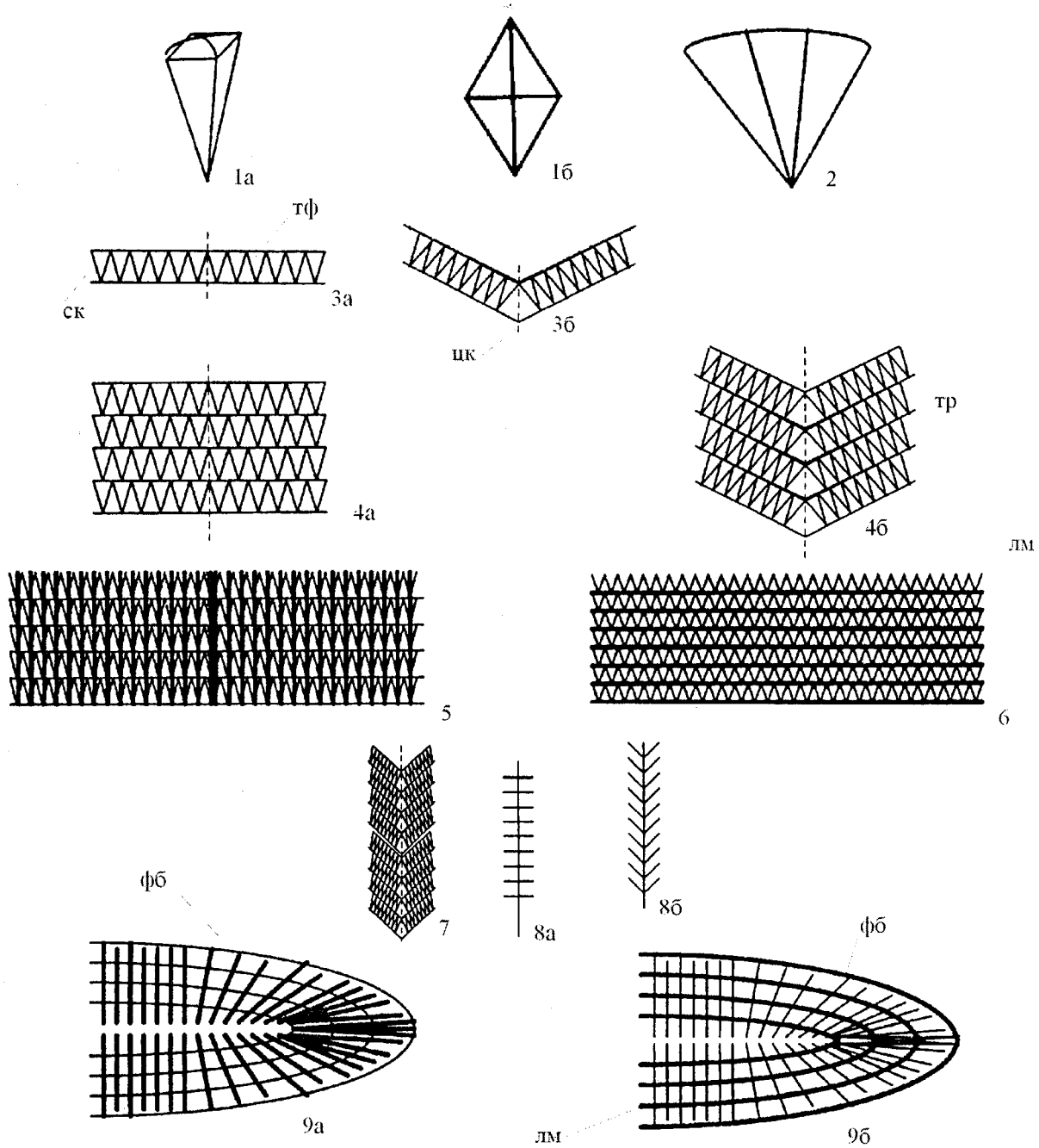


Рис. 77. Ультра- и микроструктура скелетной ткани кораллов (по И. Л.Сорока). 1–2—ультраструктура скелетной ткани: 1—микротафт: а—общий вид; б—поперечник; 2—тафт (кристаллит); 3–9—микроструктура скелетной ткани: 3а, б—склеродермит (фасцикль)—слой тафт, группирующихся вокруг центра кристаллизации:ск—склеродермит; тф—тафт; цк—центр кристаллизации; 4а,б—две последовательности склеродермитов, отличающиеся их расположением: тр—трабекула; 5—фибры образованы тафтами, которые надстраиваются друг над другом: фб—фибры; 6—ламеллы—горизонтальная последовательность фасциклей, видимая в световой микроскоп: лм—ламеллы; 7—трабекула (септальный луч)—серия склеродермитов или фасциклей, последовательно во времени отлагавшихся одной группой клеток; 8—схема трабекул, отличающихся типом строения: а—ортогональная; б—перистая; 9—типы микроструктур склеренхимы: а—фиброзная; б—ламеллярная.

https://jurassic.ru/

расположены перпендикулярно оси кристаллизации, а во втором случае угол между слоем тафт и осью кристаллизации, являющийся постоянной величиной для данной трабекулы, составляет менее 90°.

Как видим, элементарными единицами скелетной ткани, которые различимы в световом микроскопе, являются фибры и трабекулы. При этом различаются три типа микроструктур склеренхимы (**рис. 77, 9а, б**). К первому из них—фиброзному—относится скелетная ткань, состоящая из простых волокн—фибр, которые видимы более отчетливо, чем границы между фасциклями в ламеллях. Второй тип—ламеллярный—отличается тем, что границы фасциклей выделяются резче, чем фибры. Третий тип появляется в тех случаях, когда склеренхима состоит из трабекул.

Существуют различные виды трабекул, основные из которых монакантные, сложенные пучками фибр, и рипидакантные—более сложные по строению структуры, каждый элемент которых сходен с монакантами (**рис. 78**). Кроме этого, широко распространены и другие виды трабекул. Например, голакантные и рабдакантные. Для трабекул последнего вида характерно строение в виде каркаса, состоящего из отдельных прутиков, погруженных в ламеллярную склеренхиму. Предполагается, что последние два вида трабекул образовались в результате перекристаллизации монакантов и рипидакантов. Расположение трабекул в септальных пластинках может быть различным: параллельным (субвертикальным, субгоризонтальным и наклонным), веерообразным (тамнофиллоидным), в виде полувеера (дисфиллоидным), или ветвистым.

1. Табулятоидеи, или табуляты [2, 12, 14, 27, 39, 75б, 83, 88].

Полипняки табулят бывают массивными и кустистыми. Среди массивных скелетов распространены несколько форм: желвакообразная, караваеобразная, полусферическая, сферическая, цилиндрическая, дискоидальная, пластинчатая (в виде корочек); встречаются комочковидные формы, прикрепленные к стеблям криноидей (**рис. 79**).

Большинство массивных полипняков относится к типу фавозитоидных. У некоторых форм соединительные поры на ребрах кораллитов сильно увеличиваются и переходят в короткие солении, благодаря чему поперечники кораллитов получают меандрическое очертание. Встречаются полипняки рамозного типа, у которых вокруг центральной массивной части колонии растут многочисленные боковые выросты.

Кустистые полипняки представлены вертикально стоящими и стелющимися формами (**рис. 80**). По типам первые из них относятся к дендроидным, пучкообразным, сирингопороидным и хализитоидным (цепочечным), а вторые, в основном,—к аулопороидным (сетчатым или линейно-вытянутым).

Одну из характерных особенностей табулят составляют соединительные образования (**рис. 81**). Они подразделяются на соединительные поры, соединительные трубки и соединительные пластины. Соединительные поры обычно имеют круглые, реже эллиптические очертания. Отверстие поры нередко прикрыто тонкой поровой пластинкой. По краю поры иногда проходит тонкая кайма или поровый валик. Сильно увеличенные и оттянутые поры переходят в короткие радиальные трубочки—солении. Как соединительные поры, так и соединительные трубочки могут быть расположены ориентированно или беспорядочно. Иногда они так часто пересекаются, что придают стенкам губчатое строение. Соединительные пластинки представляют собой горизональные разрастания стенки, в которые открываются поры; у некоторых представителей табулят последние располагаются более или менее правильными венчиками. Во многих случаях на нижней поверхности колоний табулят имеется базальная эпитека.

Кораллиты полипняков отличаются большим разнообразием форм и поперечного сечения (**рис. 82**). У массивных полипняков кораллиты обычно призматические с полигональным, реже с полулунным поперечным сечением. Чашки имеют, как правило, призмо–коническую форму. Для кустистых полипняков наиболее характерны кораллиты цилиндрической формы с округлым или эллиптическими очертаниями поперечного сечения; встречаются кораллиты призматической формы, имеющие полигональное, тетрагональное или гексагональное очертания. Чашки чаще всего имеют цилиндрическую, коническую, боченковидную или рогообразную форму. Кораллитам стелющихся полипняков свойственна рожкообразная форма с округлым поперечным сечением.

http://jurassic.ru/

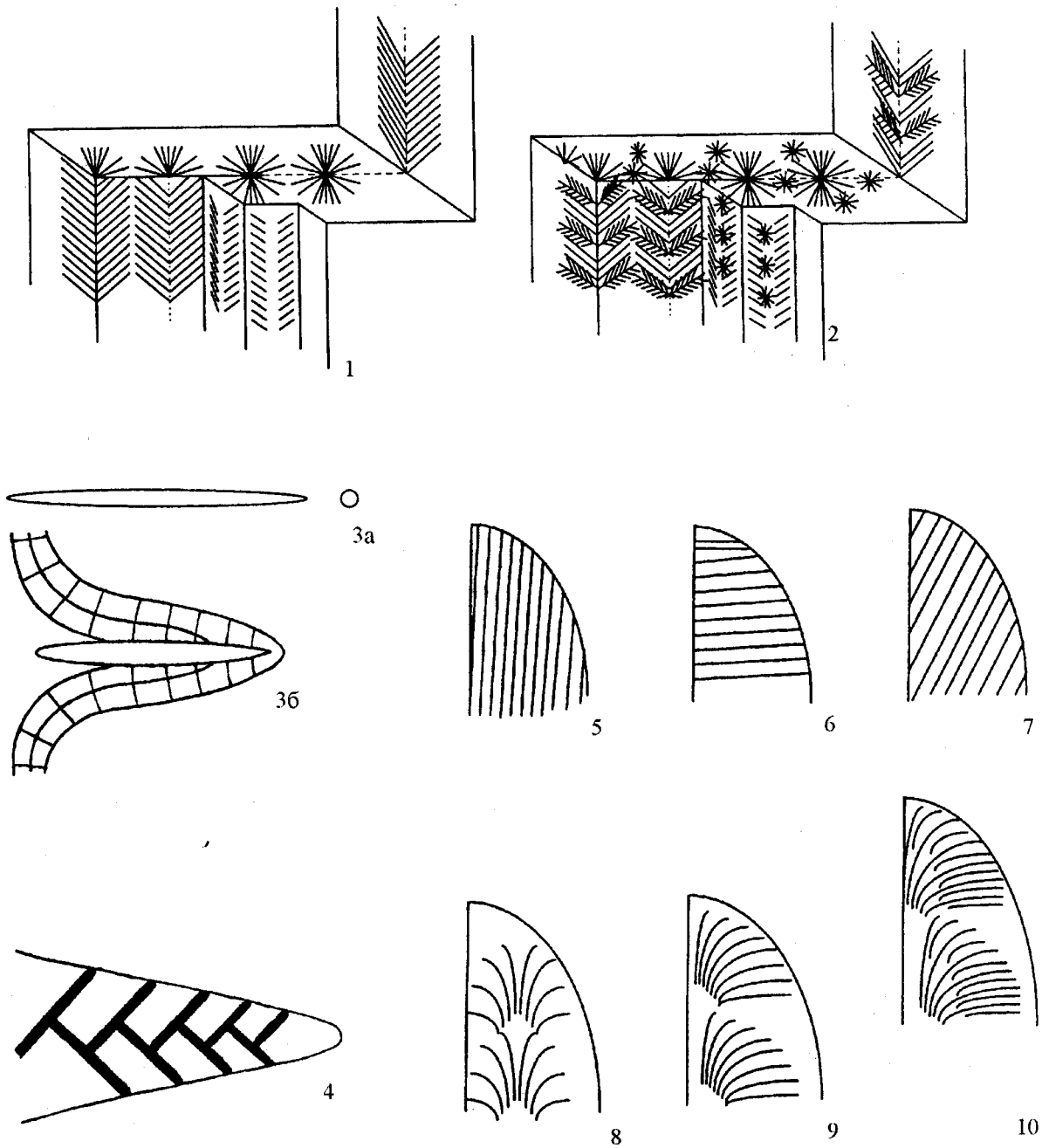


Рис. 78. Строение трабекулярных септ (по И.Л Сорока). 1–4—виды трабекул: 1—схема фрагмента монакантной септы, состоящей из монакант; 2—схема фрагмента рипидакантной септы, образованной рипидакантами; 3—голакантные трабекулы: а—голакант—трабекула в виде полой трубочки (продольное и поперечное сечение); б—шиповатая септа, сердцевиной которой служит голакантная трабекула (полая трубочка); 4—рабдакантные трабекулы. Септа образована рабдакантами—усложненными голакантами (полые трубочки ветвятся); 5–7—расположение трабекул в септальной пластинке параллельное: 5—вертикальное; 6—горизонтальное; 7—наклонное; 8—веерообразное расположение трабекул в пластинке; 9—расположение трабекул в пластине в виде полувеера; 10—ветвистое расположение трабекул в септальной пластинке.

https://jurassic.ru/

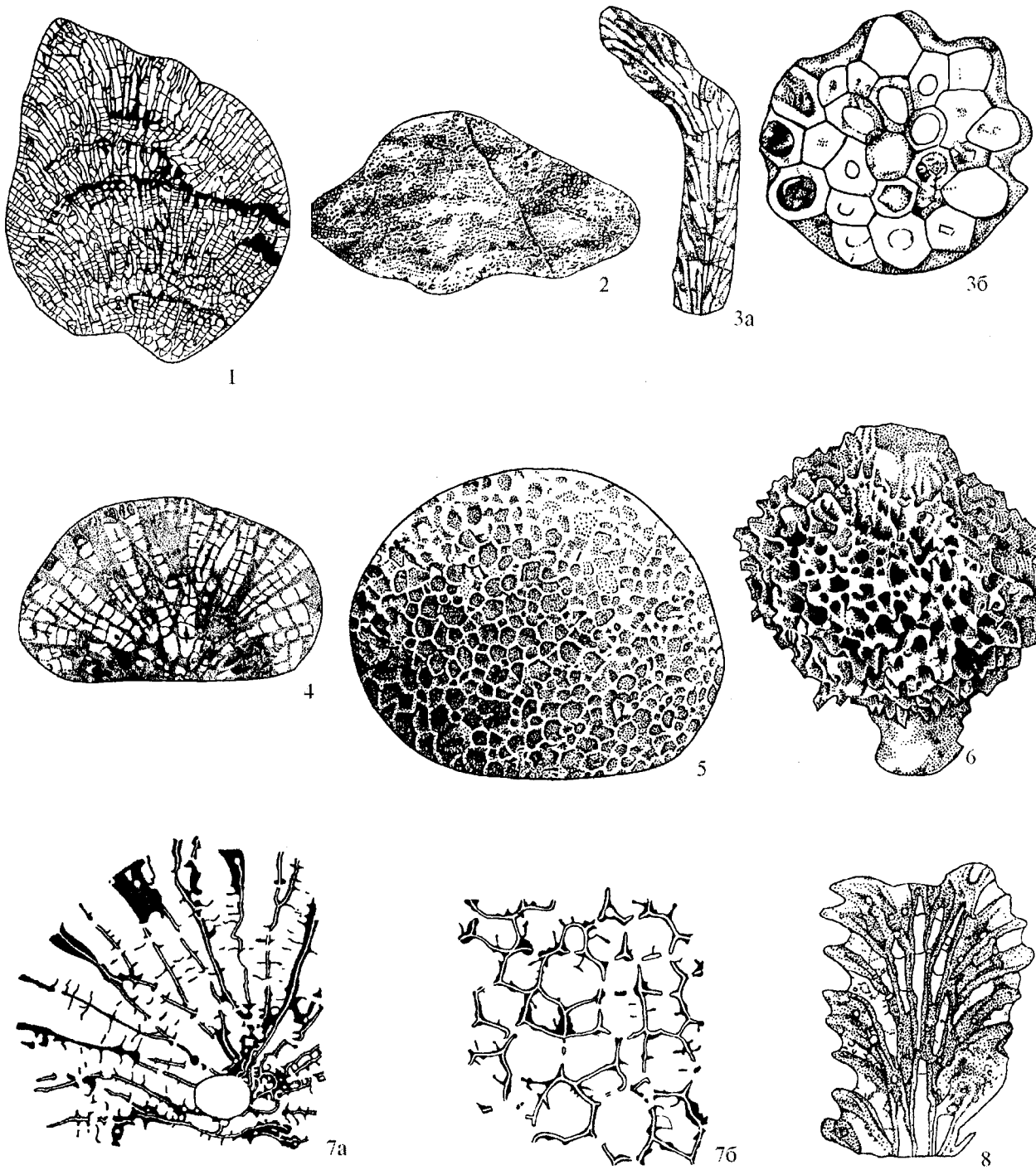
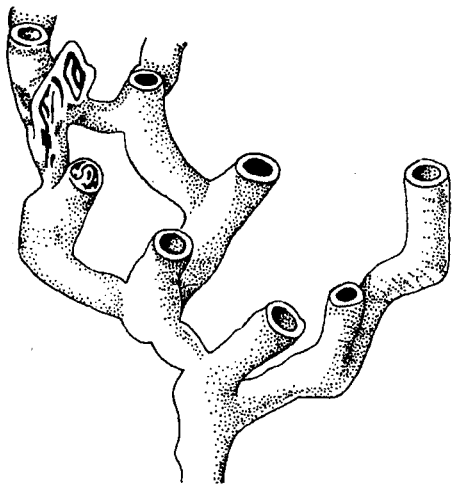
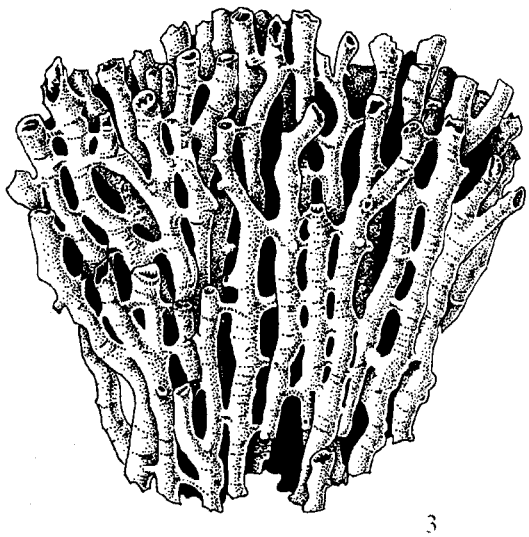


Рис. 79. Форма и типы строения массивных полипняков табулят. 1–8—форма полипняков.: 1—*Cryptolichenaria miranda* Sokolov. Желваковидная форма полипняка. Продольный разрез (х 3); 2—*Placocoenites orientalis* (Eichwald). Полипняк в виде пластинчатой корочки. Внешний вид (х 0,8); 3—*Cladopora elegans* Dubatolov. Цилиндрическая форма полипняка: а—поперечный разрез (х 3,7); б—продольный разрез (х 13); 4—*Billingsaria lepida* Sokolov. Полусферическая форма полипняка. Продольный разрез (х 3,2); 5—*Foerstephyllum sp.* Полипняк сферической формы. Внешний вид (х 1); 6—*Pseudofavosites*. Полипняк комочковидной формы прикреплен к стеблю криноидеи. Общий вид (х 1); 7–9—типы строения полипняков: 7—*Pseudofavosites extraspinosus* Sokolov. Полипняк фавозитоидный: а—продольный разрез (х5); б—поперечный разрез (х 6); 8—*Thamnopora cervicornis* (Blainville). Полипняк рамозный. Продольный разрез (х 3,7). 1–8 **[75б, 130].**

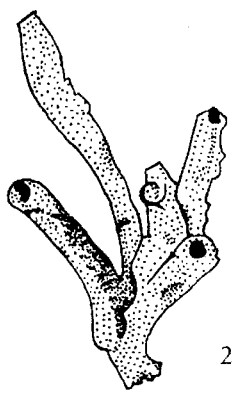
http://jurassic.ru/



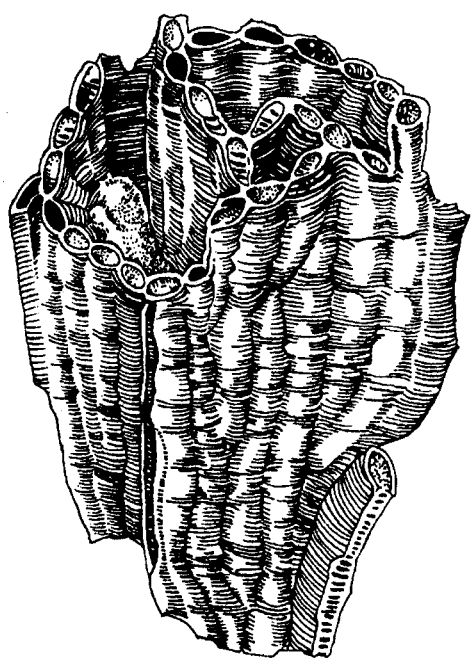
1



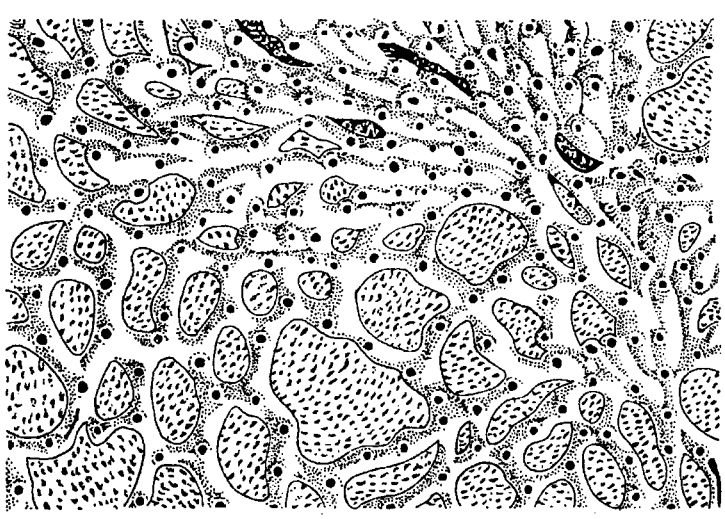
3



2



4



5

Рис. 80. Типы строения кустистых полипняков табулят. 1–3—вертикально стоящие формы колоний: 1—*Aulocystis cornigera* Schlüter. Полипняк дендроидный (свободно кустистый). Внешний вид (х 1); 2—*Aulozoa*. Пучкообразный (свободно кустистый) полипняк; 3—*Syringopora ramulosa* Goldf. Сирингопороидный тип полипняка. Внешний вид (х 1); 4—*Halysites labyrinthicus* (Goldf.). Полипняк хализитоидный. Внешний вид (х 1); 5—*Aulopora serpens* Goldf. Аулопороидный тип строения. Внешняя поверхность полипняка (х 1). 1–5 **[130].**

https://jurassic.ru/

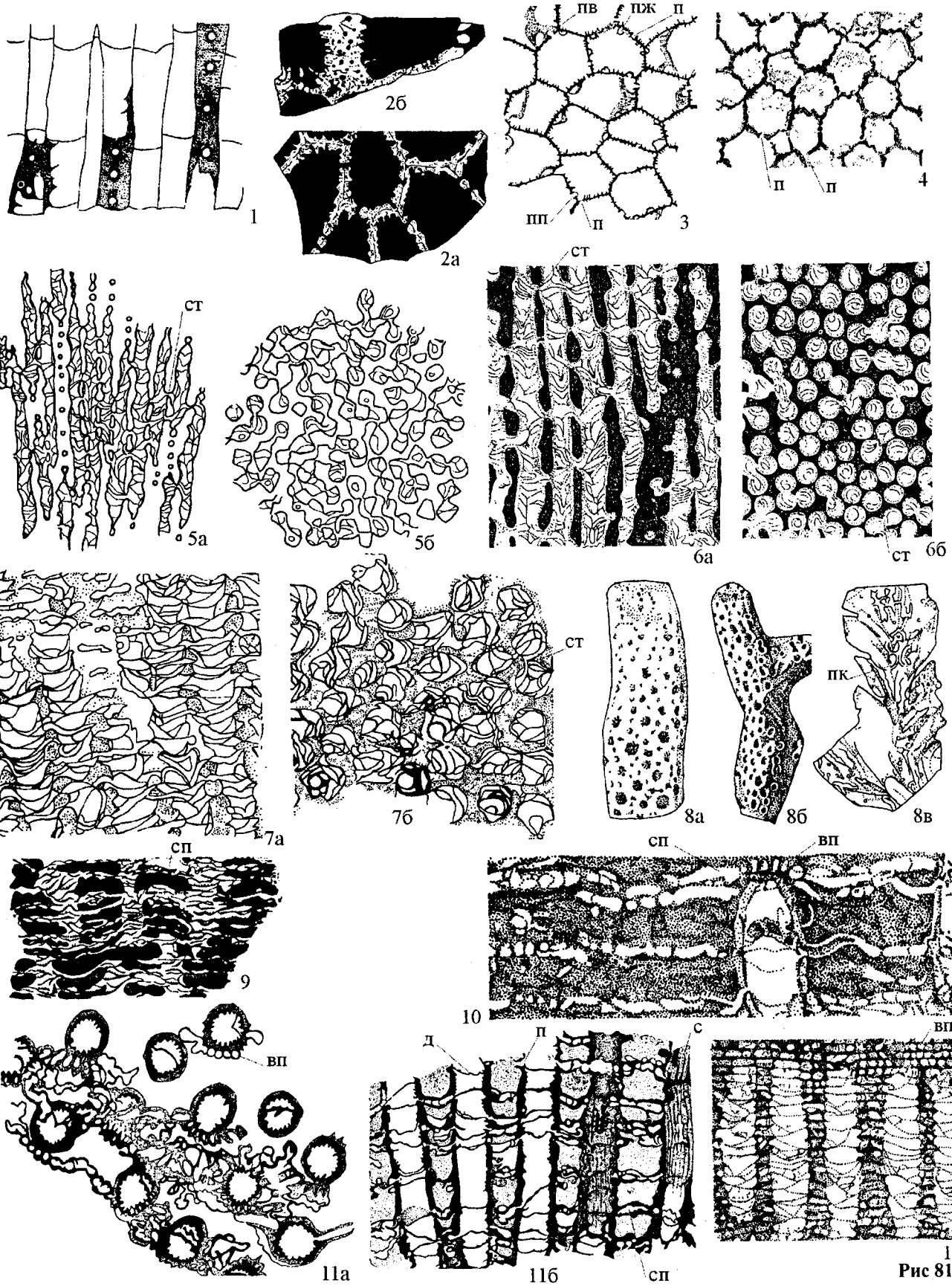


Рис 81

https://jurassic.ru/

Рис. 81. Соединительные образования полипняков табулят. 1–4—соединительные поры: 1—*Hattonia marinae* Sokolov. Соединительные поры ориентированы в вертикальные ряды. Продольный разрез (х 5); 2—*Pleurodictyum sp.* Крупные соединительные поры беспорядочно рассеяны: а—поперечный разрез; б—продольный разрез(х 5); 3—*Favosites hirsutus* Tchernychev. Поровые отверстия окружены низкими широкими валиками и прикрыты поровыми пластинками. Поперечный разрез (х 5): п—поры; пп—поровые пластины; пв—поровые валики; пж—околопоровые желобки днищ; 4—*Mesofavosites dualis* Sokolov. Поры на гранях и ребрах кораллитов (х 4); 5–7—соединительные трубки: 5—*Tetraporinus singularis* Sokolov. Соединительные трубки ориентированы в вертикальные ряды и расположены на ребрах кораллитов: а—продольный разрез (х 5): ст—соединительные трубки; б—поперечный разрез (х 5); 6—*Syringopora gorskiy* Tchernychev. Соединительные трубки, ориентированные в вертикальные ряды, расположены на различных уровнях: а—продольный разрез (х 5); б—поперечный разрез (х 5); 7—*Gorskyites elegans* Sokolov. Соединительные трубки расположены беспорядочно: а—поперечный разрез (х 3,3); б—продольный разрез (х 3,3); 8—соединительные каналы *Gertholites curvatus* (Waagen et Wentzel). Хорошо видны поровые каналы, соединяющие кораллиты: а, б—внешний вид (х 1,3); в—продольный разрез (х 1,7): пк—поровые каналы; 9–12—соединительные пластины и соединительные выросты: 9—*Chonostegites clappi* M.—Edwards et Haime. В местах расположения соединительных пластин, суженных между кораллитами, появляются четковидные расширения стенок; широкие неправильно изогнутые днища переходят в полости соединительных образований. Продольный разрез (х 1): сп—соединительные пластины; 10—*Sarcinula venusta* Sokolov. Соединительные пластины располагаются с более или менее значительным интервалом или ложатся одна на другую, в зависимости от расположения венчиков пор. Продольный разрез (х 4): вп—венчики пор; 11—*Sarcinula organum* Linnaeus. Соединительные выросты в виде пластин и горизонтальных расширений стенок, пронизанных порами, располагающимися правильными венчиками: а—поперечный разрез (х 5); б—продольный разрез (х 5); д—днища; с—септы; 12—*Calapoecia canadensis* Billings. Стенки пронизаны четкими венчиками пор, которые переходят в систему плотно сросшихся радиальных каналов, окружающих кораллиты замкнутым шлейфом и создающих соединительные пластины, которые расположены в несколько этажей. Продольный разрез (х 4). 1–12 **[756]**.

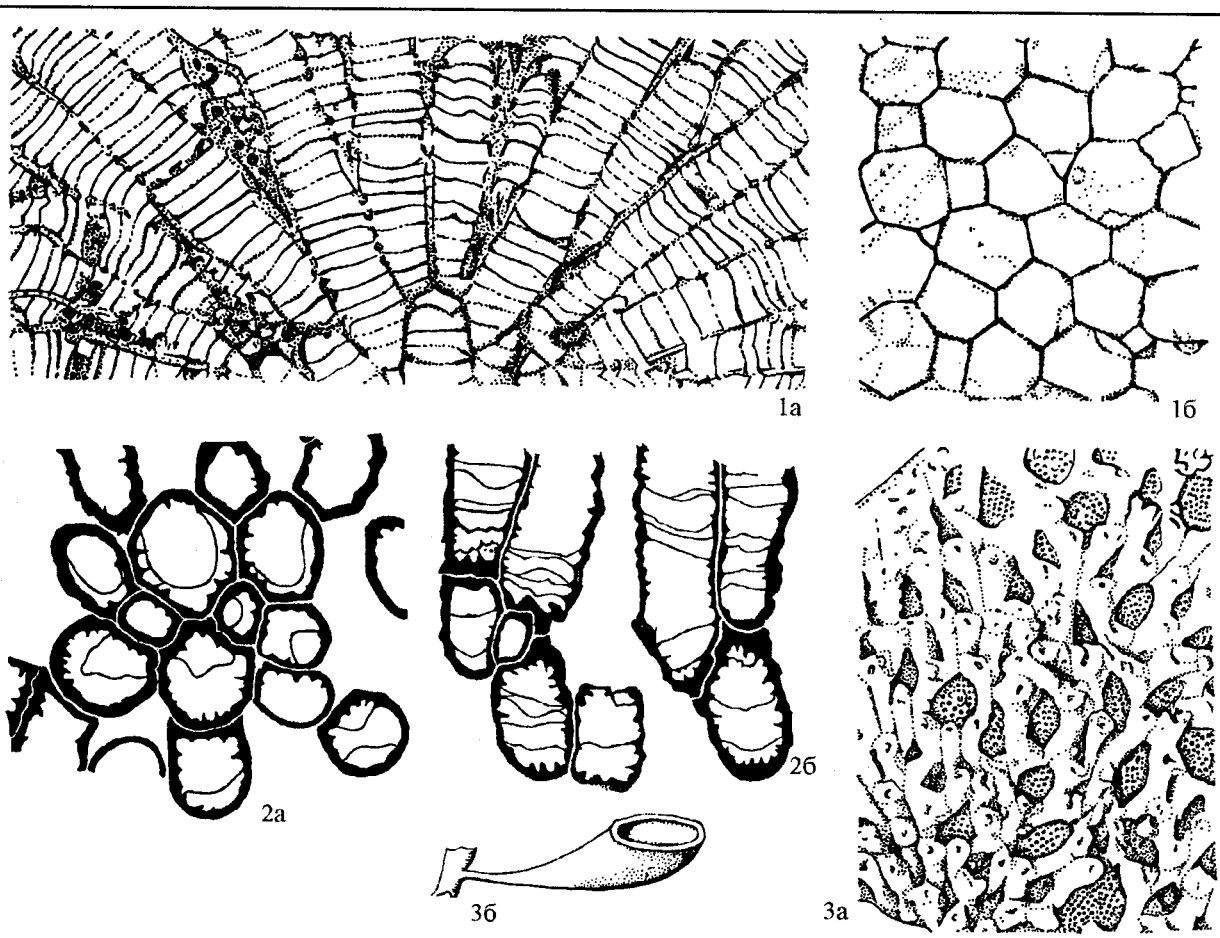


Рис. 82. Форма и поперечное сечение кораллитов табулят. 1—*Favosites goldfussi* Orbingy. Призматическая форма кораллитов с полигональным поперечным сечением в массивном полипняке: а, б—продольный и поперечный разрезы (х 3); 2—*Eofletcheria orvikui* Sokolov. Кораллиты цилиндрической формы с округлым или эллиптическим поперечным сечением в кустистом вертикально стоящем полипняке: а, б— поперечный и продольный разрезы (х 4); 3—*Aulopora*. Кораллиты рожкообразной формы с округлым поперечным сечением в кустистом стелющемся полипняке: а—общий вид колонии; б—кораллит. 1–3 **[27, 756]**.

https://paleo.ru/

Во внутреннем строении кораллитов принимают участие септы и днища **(рис. 83)**. Для табулят не характерен определенный порядок в заложении септ. Септальные образования отличаются небольшими размерами; они представлены, как правило, шипами, бугорками, септальными струйками и чешуями **(рис. 84)**.Сплошные септальные перегородки характерны только для древних табулят. Шипики могут быть мелкими и довольно округлыми или острыми и длинными. Бугорки представляют собой короткие образования, а ряды этих бугорков со слившимися основаниями называют септальными струйками. У многих табулят септальные образования наиболее развиты в чашах; шипики и чешуи расположены на гранях кораллитов вертикальными рядами. Осевая зона кораллитов обычно свободна от каких-либо скелетных образований, и только у отдельных представителей табулят встречается настоящий столбик или его подобие, образующееся вследствие закручивания осевых краев шипиков.

Днища представляют собой характерный для табулят элемент скелета **(рис. 85)**. Это тонкие, реже грубые горизонтальные пластинки, как правило, пересекающие внутреннюю полость кораллита полностью от стенки до стенки; неполные формы днищ редки. Форма днищ может быть изменчива даже в пределах одной колонии. Чаще всего они в различной степени изогнуты и слегка наклонены. Встречаются сильно вогнутые, воронковидные и пузырчатые формы. Некоторые формы табулят отличаются от прочих тем, что полость кораллитов заполнена только губчатой тканью.

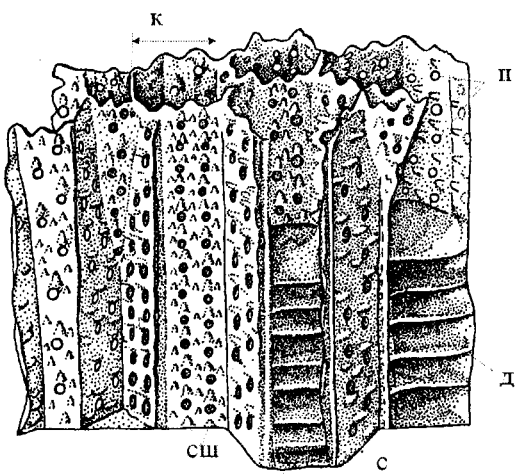
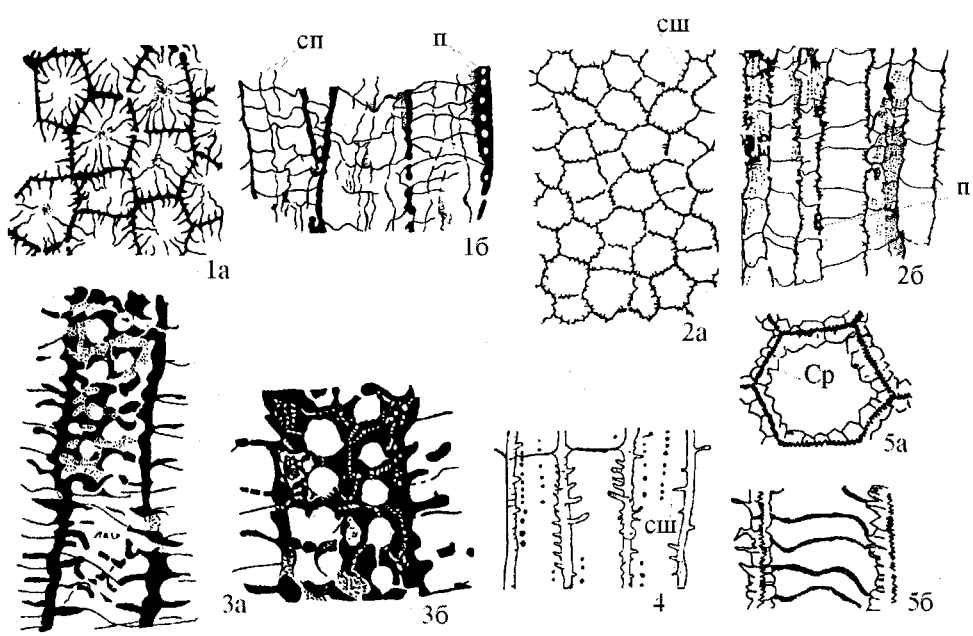


Рис. 83. Внутреннее строение кораллитов. Элементы строения полипняка *Favosites*.: п—поры; д—днище; с—стенка: сп—септальные шипики; к—кораллит, (х 7,5). **[75б].**

Рис. 84. Септальные образования кораллитов табулят. 1—*Agetolites mirabilis* Sokolov. Септальные пластины.: а—поперечный разрез (х 2,7); б—продольный разрез (х 2,7): сп—септальные пластины; п—угловые поры; 2—*Palaeofavosites corrugatus* Sokolov. Септальные шипы: а—поперечный разрез (х 2,5): сш—септальные шипики; б—продольный разрез (х 2,5); п—поры; 3—*Squameofavosites*. Септальные чешуи: а, б—продольные разрезы. Увеличено. 4—*Lessnikovaea elegans* Sokolov. Септальные шипы, представляющие собой свободные трабекулы; 5—септальные ребра, образованные осевыми концами плотно сжатых трабекул: а—поперечный разрез; б—продольный разрез; ср—септальные ребра. 1–5 **[75б].**



https://jurassic.ru/

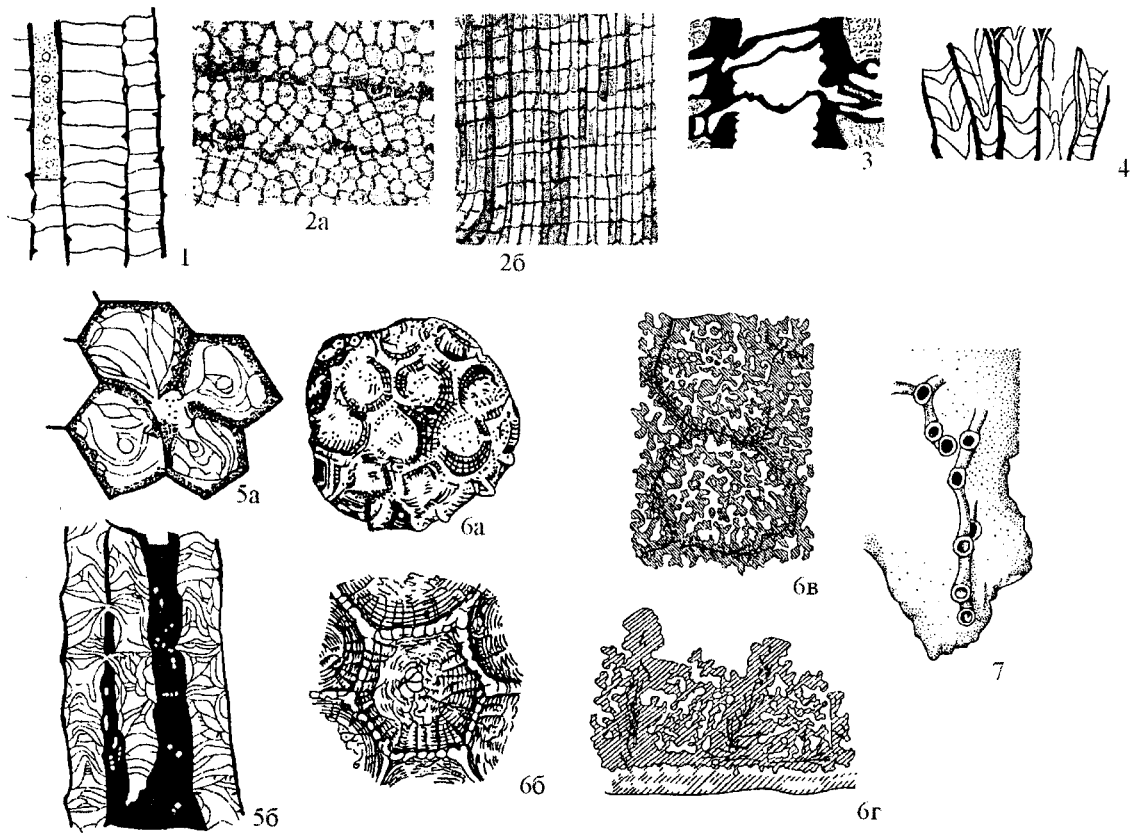


Рис. 85. Днища и диссепименты кораллитов табулят. 1—днища тонкие горизонтальные, пересекающие всю полость кораллита; 2—*Dictyofavosites sp.* Днища горизонтальные и вогнутые располагаются на одном уровне цепочкам: а—поперечный разрез (х 2,2); б—продольный разрез (х 1,3); 3—*Sarcinula organum* (Linnaeus). Днища грубые, сильно изогнутые (х 5); 4—*Syrigolites kunthianus* (Lindstrum). Воронковидные днища (х 4,2); 5—*Roemeripora bohemica* (Barrande). Днища многочисленные изогнутые, переходящие в пузырчатую ткань: а—поперечный разрез (х 2,7); б—продольный разрез (х 3); 6—*Cleistopora geometrica* (Edwards et Haime). Полости кораллов заполнены губчатой тканью: а— внешний вид полипняка (х 1,2); б— увеличенная чашка; в—продольный разрез, г—поперечный разрез; 7—*Propora speciosa* (Billings). Днища и диссепименты. Продольный разрез (х 3). **1–6 [75б, 130].**

У табулят стенка кораллита состоит из двух слоев—собственно стенки, т.е. теки, и эпитеки **(рис. 86)**.В смежной паре кораллитов табулят можно наблюдать пять зон: центральную, образованную желтоватым прозрачным кристаллическим кальцитом, две узкие темные зоны, расположенные по обе стороны от центральной и представляющие собой эпитеку кораллитов и, наконец, две более широкие периферические зоны, которые являются собственно стенками кораллитов. При тесном смыкании стенок кораллитов в полипняках их внешние очертания сохраняются благодаря срединным швам. Толщина стенок кораллитов изменяется, сужая или расширяя их внутреннюю полость. Это происходит за счет стереоплазмического утолщения, наиболее интенсивного в периферической зоне.

Стенки пронизаны соединительными порами и каналами, располагающимися на гранях, а иногда на гранях и ребрах кораллитов. Встречаются полипняки с толстыми неправильными губчатыми стенками кораллитов, пронизанными многочисленными ветвящимися соединительными каналами.

Склеренхима табулят состоит из волокон толщиной не более 2 мкр. В ней принимают участие три типа микроструктур: фиброзная, ламеллярная и трабекуллярная **(рис. 87)**.Стенки у большинства табулят образованы фиброзной и ламеллярной склеренхимой. В первом случае наблюдаются четкие фибры, расположенные перпендикулярно линиям нарастания, а во втором—очень короткие, густо расположенные фибры образуют едва заметные волокна на фоне более резко выраженных слоев нарастания. Микроструктура септальных образований часто почти неотличима от склеренхимы стенки. Однако у многих форм септальные образования состоят из трабекул. Днища состоят из коротких параллельных фибр, которые по расположению следуют изгибам базальной эктодермы.

https://jurassic.ru/

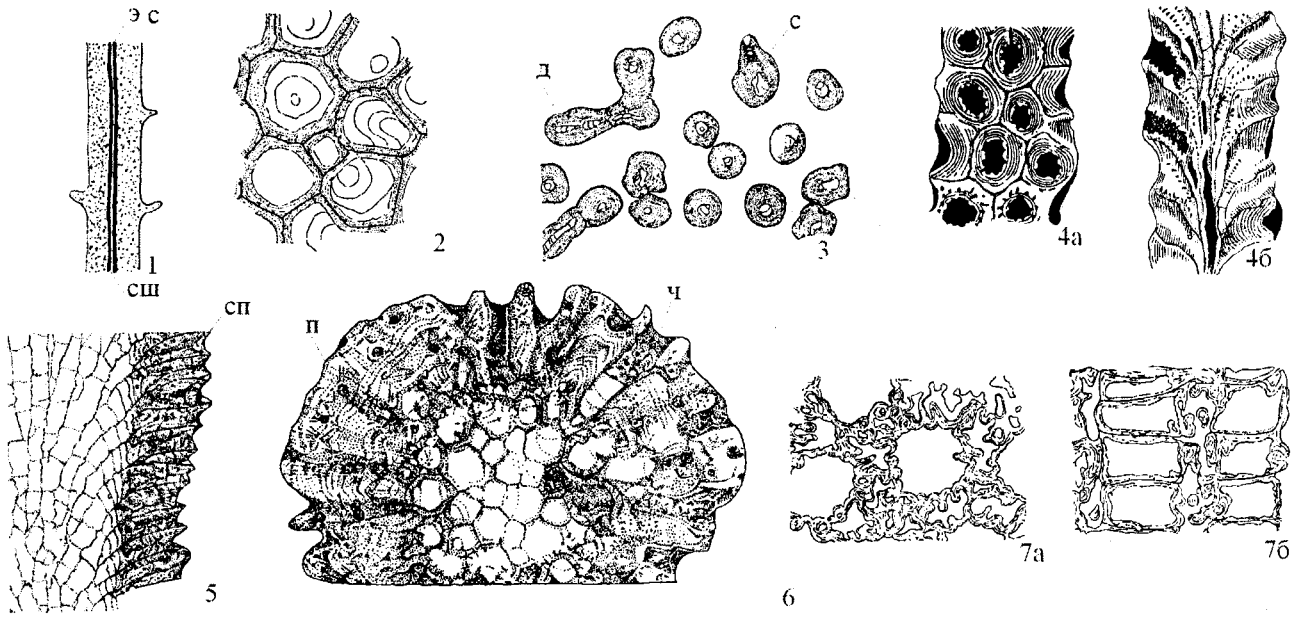


Рис. 86. Строение стенки кораллитов табулят. 1—схема строения стенки фавозитид: с—стенка; сш—срединный шов; э—эпитека; 2—*Roemeria infundibulifera* (Goldfuss). Кораллиты тесно сомкнуты; их внешние очертания сохраняются благодаря срединным швам. Поперечный разрез (х 7,5); 3—*Multithecopora penchiensis* Yoh. Внутренняя полость кораллитов сужена за счет толщины стенок. Поперечный разрез (х 3,7): с—стенка; д—днища; 4—*Striatopora*. Периферическая внутренняя часть кораллита заполнена плотной скелетной тканью, образующей стереозону: а—поперечный разрез (х 5); б—продольный разрез (х ,5); 5—*Parastriatopora mutabilis* (Tchernychev). Стереоплазма резко выделяется периферическим кольцом. Продольный разрез (х 3): сп—стереоплазма; 6—*Thamnopora alta* Tchernychev. Хорошо выражены наслоения стереоплазмы с радиальноволокнистой микроструктурой (х 7,5): ч—чашки кораллитов; п—поры; 7—*Donetzites lutugini* Dampel. Губчатое строение стенок: а—поперечный разрез (х 8); б—продольный разрез (х 8). 1–7 **[75б, 130].**

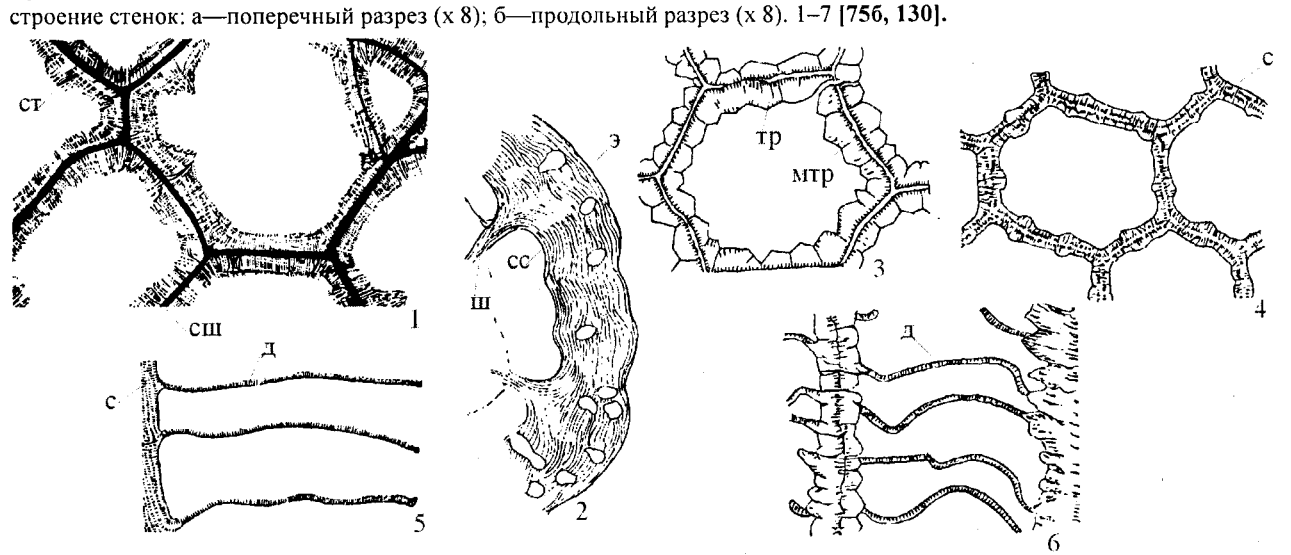


Рис. 87. Микроструктура склеренхимы табулят. 1—*Thamnopora*. В стереоплазме стенки наблюдаются четкие фибры, расположенные перпендикулярно срединному шву. Поперечное сечение (х 30): ст—стереоплазма; сш—срединный шов; 2—*Syringopora*. Склеренхима стенки с ламеллярным строением, покрытая снаружи темной эпитекой. Поперечное сечение (х 15): сс—склеренхима стенки; ш—септальные шипики; э—эпитека; 3—*Lyopora tulaensis*. Стенка представляет собой септальную стереозону, образованную грубыми простыми трабекулами. Поперечное сечение (х 3,8): тр—трабекулы; мтр—межтрабекулярные просветы; 4—*Lichenaria sp*. Стенка образована плотно расположенными параллельными фибрами, межстенный шов выражен очень слабо и не подразделяется эпитекой. Поперечное сечение (х 4,5): с—стенка; 5—*Catenipora sp*. Фибральные пластины склеренхимы стенки располагаются под углом к внутренней поверхности стенки и непосредственно связаны с днищами, в которых фибры имеют простое параллельное расположение. Продольное сечение (х 9): с—стенка; д—днища; 6—*Foerstephyllum acer*. Септы образованы грубыми трабекулами, осевые концы которых вдаются в полость кораллитов в виде зазубренных ребер. Продольное сечение (х 3,8): тр—трабекулы; д—днища. 1–6 **[2, 75б].**

https://jurassic.ru/

Для диагностики полипняков табулят важны следующие особенности:

1) наличие у большинства форм развитой системы соединительных образований, необходимых для связи внутренних полостей кораллов;
2) фрагментированный характер септальных образований и их мелкие размеры;
3) отсутствие определенного порядка в заложении септ;
4) разнообразие днищ, при этом неполные и пузыревидные днища у табулят редки.

2. Четырехлучевые кораллы, или ругозы [2, 12, 14, 27, 39, 75б, 88].Одиночные кораллы имеют различную форму: рогообразную, цилиндрическую, цилиндроконическую, дисковидную, пирамидальную и др **(рис. 88)**. Преобладают кораллы рогообразной формы. Они так же, как и цилиндрические кораллы, могут быть прямыми и изогнутыми. Последние обычно обвивают другой коралл или какой-либо посторонний предмет. Для чашек этих кораллитов характерны воронковидная и бокаловидная формы. Встречаются чашечки более сложной формы или с отворотами чашечного края. Некоторые из них прикрыты одной или четырьмя крышечками, которые могут встречаться в ископаемом состоянии отдельно от основного скелета. Одиночные кораллы полностью или частично покрыты морщинистой эпитекой **(рис. 89)**. На эпитеке видны линии нарастания в виде морщинок (rougae), благодаря которым четырехлучевые кораллы стали называть ругозами. Кроме линий нарастания,

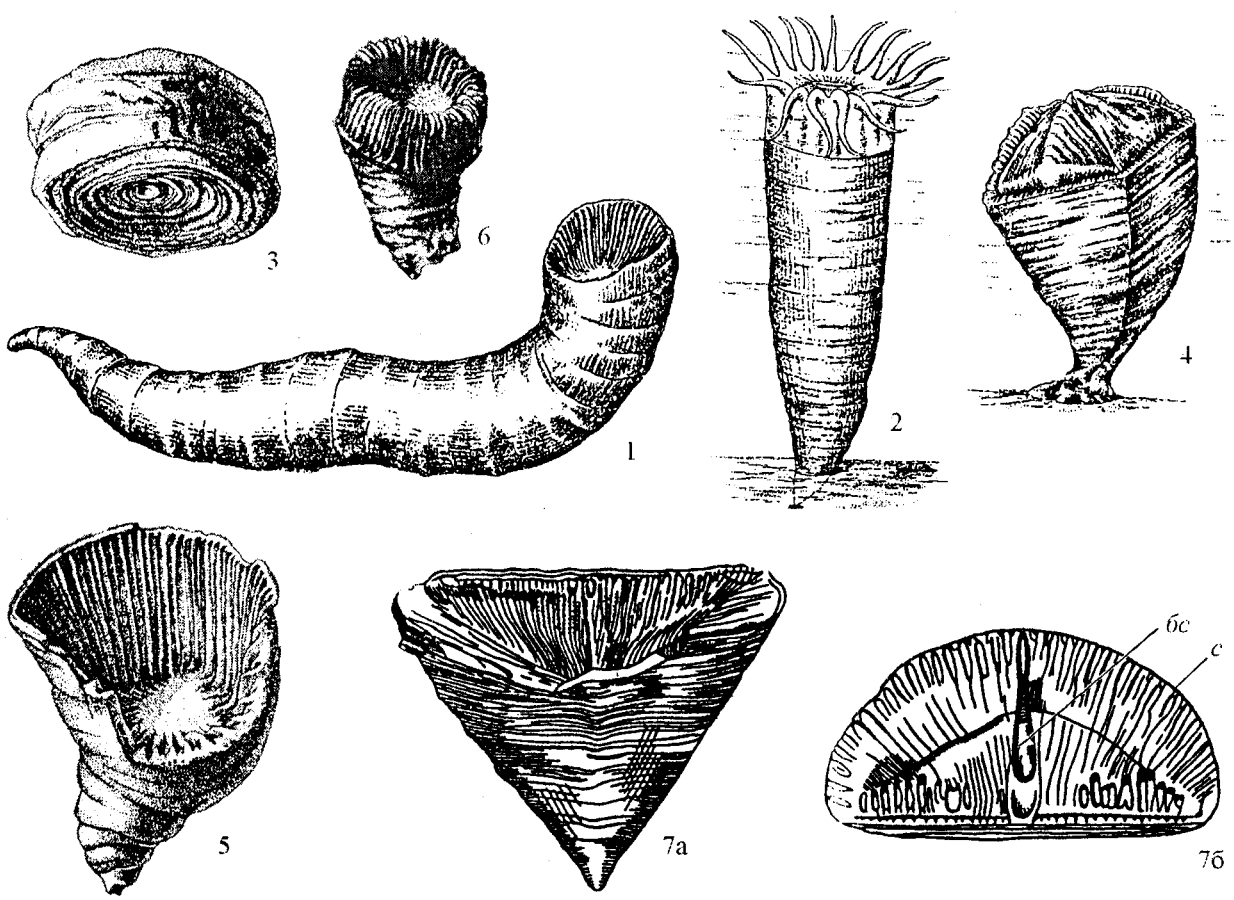


Рис. 88. Форма кораллитов одиночных ругоз. 1–4—форма кораллитов: 1—*Siphonophrentis gigantea*. Рогообразная форма одного из крупнейших одиночных кораллов; 2—*Streptelasma*. Кораллит цилиндрической формы (реконструкция); 3—*Chonophyllum discoideum* (Soshkina). Коралл дисковидной формы (х2); 4—*Goniophyllum*. Призматическая форма крышечного коралла с каблучком прирастания (реконструкция); 5–7—форма чашечек кораллитов: 5—бокаловидная форма чашечки с острым режущим краем; 6—*Macgeea multizonata* (Reed). Чашка коралла с отвернутыми краями (х1,5); 7—*Calceola sandalina* (Linnaeus): а—чашка крышечного коралла туфлеобразная, без отворота краёв; б—крышка с внутренней стороны: бс—булавовидная септа; с—септы. 1–7 **[63,75б,89]**.

https://paleo.ru/

на эпитеке выделяются продольные ребра (гребни), отвечающие межсептальным промежуткам, и борозды, соответствующие септам; реже встречаются эпитекальные чешуи. Рубец прирастания (каблучок), который по своей природе также является эпитекальным образованием, как правило, расположен на боковой поверхности основания кораллита.

Полипняки ругоз бывают кустистые и массивные. Кустистые представлены несколькими типами, к числу которых относятся: дендроидные, фацелоидные, хализитоидные (цепочечные) и сирингопороидные **(рис. 90)**. У сирингопороидных полипняков кораллиты соединены особыми перемычками, внешне напоминающими соединительные трубки сирингопороид (представителей табулят).

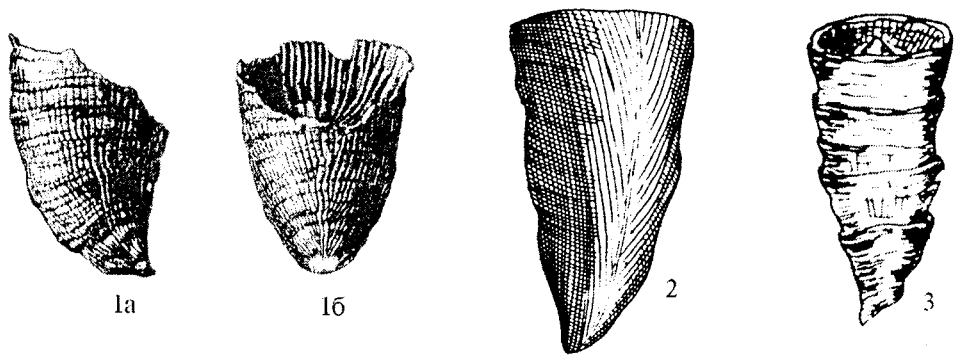


Рис. 89. Поверхность кораллитов одиночных ругоз (линии нарастания, скульптура и эпитека). 1—*Enniskillenia curvilinea* Thomson. Внешний вид коралла с линиями нарастания и продольными ребрами на внешней стенке: а—боковая сторона (х0,75); б—вогнутая сторона коралла (х0,75); 2—*Streptelasma corniculum* Hall. Внешний вид коралла с перисто-ребристой поверхностью, эпитека отсутствует (х1); 3—*Gigantostilis*. Морщинистая эпитека покрывает поверхность кораллита (х1,5). 1–3 **[2,14,75б]**.

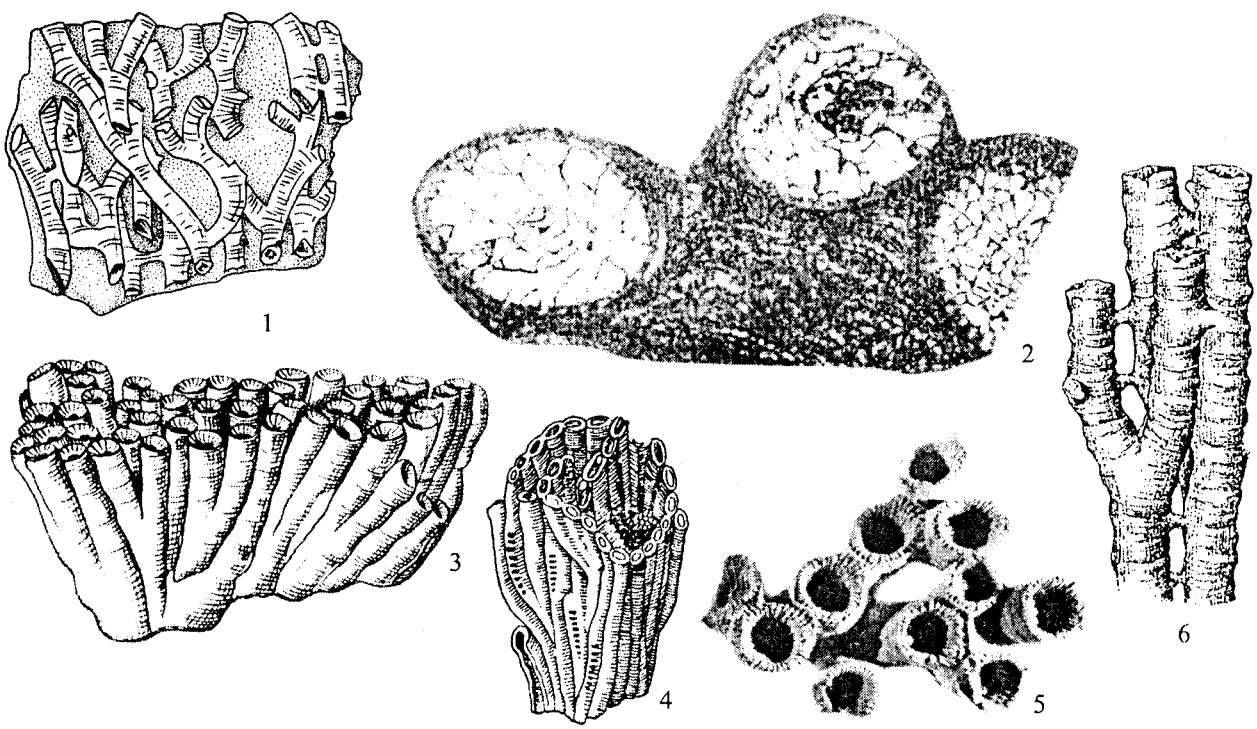


Рис. 90. Типы строения полипняков кустистых ругоз. 1—*Lithostrotion irregulare* (Phillips). Дендроидный тип полипняка (х1); 2—*Grypophyllum striatum* (Soshk). Небольшая ветвящаяся колония, состоящая из цилиндрически-овальных кораллитов (х4); 3—полипняк фацелоидный; 4—*Halysites catenularia* Linne. Хализитоидный (цепочечный) полипняк; 5—*Schluteria verrucosa*. Части колоний имеют вид гирлянд, а на разрезе кораллиты располагаются цепочками; 6—*Synaptophyllum simcoense*. Внешний вид сирингопороидного полипняка (х2). 1–6 **[13,88,89,130]**.

https://paleo.ru/

Среди массивных полипняков встречаются следующие типы: цериоидные, псевдоцериоидные, плокоидные и рамозные **(рис. 91)**. Цериоидные формы отличаются тем, что при срастании кораллитов их стенки сохраняются; у псевдоцериоидных стенки соседних кораллитов в местах срастания становятся общими. А у плокоидных кораллиты срастаются настолько, что стенки полностью утрачиваются. В том случае, когда септы соседних кораллов образуют единую систему, плокоидный полипняк относится к тамнастероидному подтипу, а если единая система отсутствует, то к астреевидному. Образование рамозных полипняков связано с полумассивной формой роста колонии. Форма кораллитов полипняков сходна с формой одиночных кораллов.

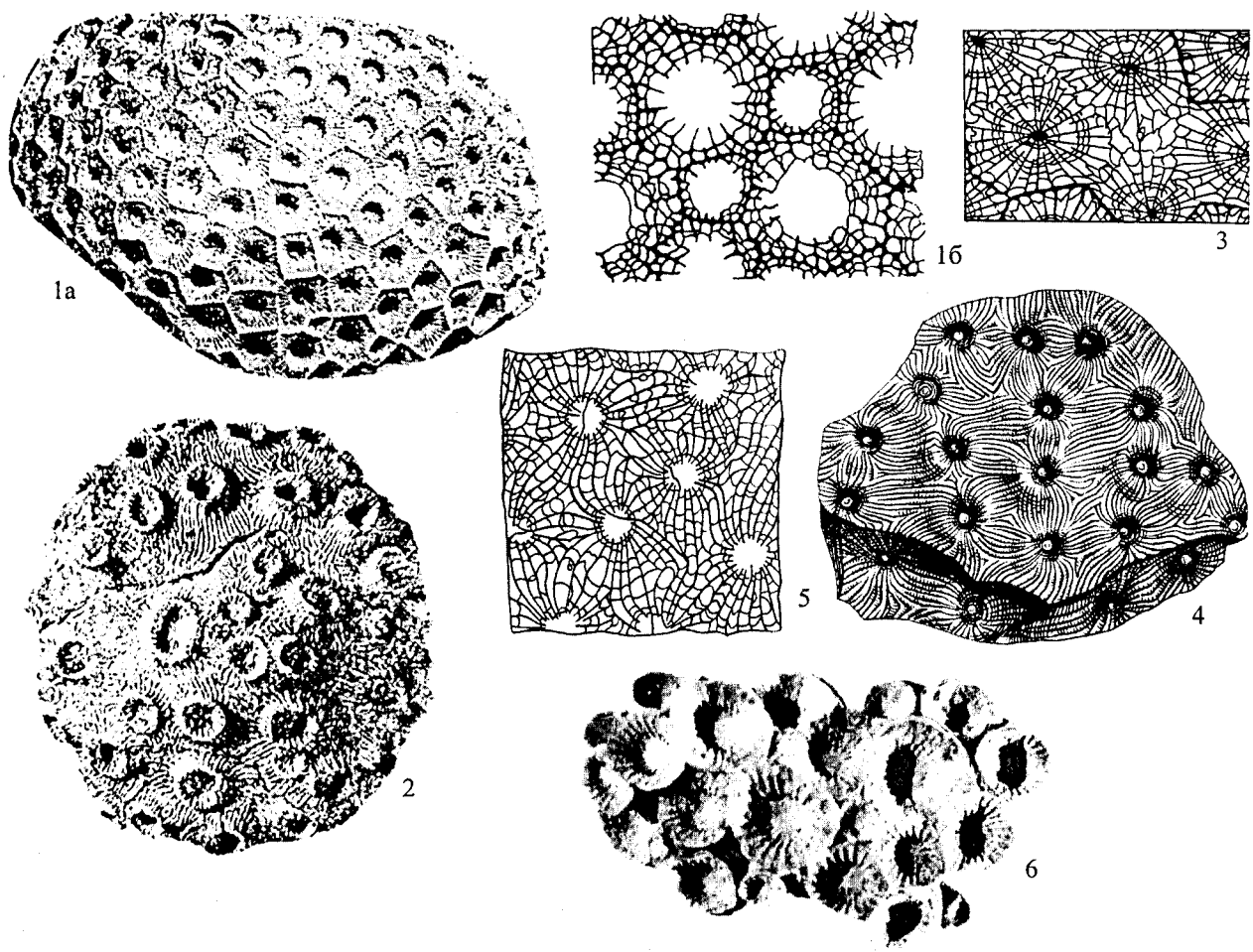


Рис. 91. Типы строения полипняков массивных ругоз. 1—*Hexagonaria percarinata.* Цериоидный тип полипняка: а—внешний вид полипняка; б—поперечное сечение; 2—*Phillipsastraea.* Плокоидный астреевидный полипняк. Внешний вид; 3—*Lithostrotion columnare* Etheridge. Полипняк астреевидный. Поперечное сечение (x1,5); 4—*Billingsastraea.* Плокоидный тамнастероидный полипняк. Внешний вид; 5—*Orionastraea garwoodi* Hudson. Полипняк тамнастероидный. Поперечное сечение (x2); 6—*Donia Soshkina.* Рамозный полипняк. 1–6 **[89,130].**

Во внутреннем строении кораллитов принимают участие септы, днища, диссепименты, пузырчатая ткань, а также различного типа и строения осевые структуры. По соотношению внутренних элементов выделяют три типа кораллитов: однозонные, двузонные и трехзонные **(рис. 92)**. У однозонных форм, кроме септ, имеются только днища. В строении двухзонных, кроме септ и днищ, принимает участие пузыревидная ткань. Трехзонные имеют септы, днища, пузыревидные образования и осевые структуры (столбик, колонна). Иногда вся внутренняя полость кораллита заполнена пузыревидной тканью. Усложнение строения внутренней полости кораллитов происходит в направлении от более древних форм к молодым; именно поэтому однозонные, наиболее просто устроенные кораллиты, характерны для древних форм.

http://jurassic.ru/

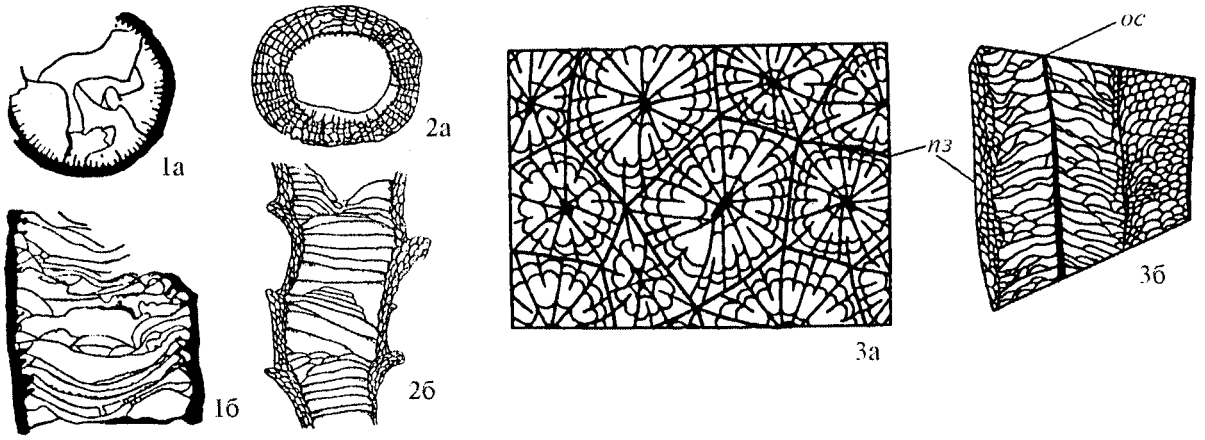


Рис. 92. Типы кораллитов ругоз по соотношению внутренних элементов. 1—*Stortophyllum concavum* Wedekind. Однозонная форма кораллита—внутренние элементы представлены септальными шипами и полными, чаще горизонтальными днищами; а—поперечный разрез (х2); б—продольный разрез (х2); 2—*Breviphyllum cliftonense*. Двухзонная форма кораллита с септами, днищами и зоной пузырей: а—поперечный разрез; б—продольный разрез; 3—*Lithostrotion arachnoideum* (McCoy). Трехзонные кораллиты с септами, днищами, пузыревидными образованиями и осевыми структурами: а—поперечный разрез, б—продольный разрез: ос—осевой столбик; пз—пузыревидные образования. 1–3 **[63,756,89].**

Септы в кораллитах бывают пластинчатые, шиповидные и пластинчато–шиповидные; для некоторых форм характерны плойчатые разновидности **(рис. 93)**. Септы бывают толстые, тонкие, нитевидные, клиновидные, веретеновидные, булавовидные; иногда на боковых поверхностях септ образуются особые выросты, называемые каринами. В некоторых случаях толщина септ увеличивается за счет вторичного отложения известкового вещества—стереоплазмы на их боковых частях в области внутренней и внешней стенок. Внутренний и верхний края септ могут быть зазубрены.

Септы закладываются, как правило, закономерно **(рис. 94)**. Сначала возникает единая перегородка, которая делит полость кораллита на две равные части. Затем ее рост в центральной части замедляется и она, вследствие этого, распадается на две септы—главную (короткую) и противоположную (более длинную). Затем появляются четыре боковые септы, в результате чего образуется шесть секторов. На следующем этапе только в четырех из них образуются новые септы; в секторах, расположенных около противоположной септы, дополнительные септы не появляются. Септы, которые появляются одновременно, относятся к одному порядку, а септы одной длины—к одному циклу. Обычно у ругоз прослеживается два порядка септ различного цикла; реже септы имеют почти одинаковую длину.

По расположению они бывают радиальные, субрадиальные, а также перистые—двусторонне-симметричные; большие септы иногда располагаются пучками **(рис. 95)**. Кроме того, септы в одних случаях отходят от наружной стенки, а в других—от внутренней или от примыкающих к теке диссепиментов, которые образовались раньше септ. Такие септы так же, как и диссепименты, называют лонсдалеоидными. В некоторых случаях внутри кораллита наблюдается фоссула. Она образуется благодаря некоторому расширению промежутка между септами, что сопровождается прогибанием днищ.

Днища чрезвычайно разнообразны по форме **(рис. 96)**. Они могут быть прямолинейными и горизонтальными на всем их протяжении или только в осевой части, между тем как периферические участки наклонены к оси или изогнуты. Не менее часто встречаются вогнутые, выпуклые и расщепленные формы. Кроме этого, днища бывают полные и неполные. Первые прослеживаются по всему поперечнику кораллита, а вторые, имеющие специальное название—табеллы, примыкают к нижележащим днищам.

Диссепименты представляют собой сильно изогнутые пластинки той же природы, что и днища **(рис. 97)**. Одни из них—обычные, называемые интерсептальными, находятся в промежутках между септами;они делятся на концентрические и колосовидные. Другие, которые называются лонсдалеоидными диссепиментами, располагаются по всему периметру теки, прерывая рост септ. Пузыревидная ткань, которая состоит из диссепиментов, обычно располагается по периферии, но может заполнять всю полость кораллита.

http://paleo.ru/

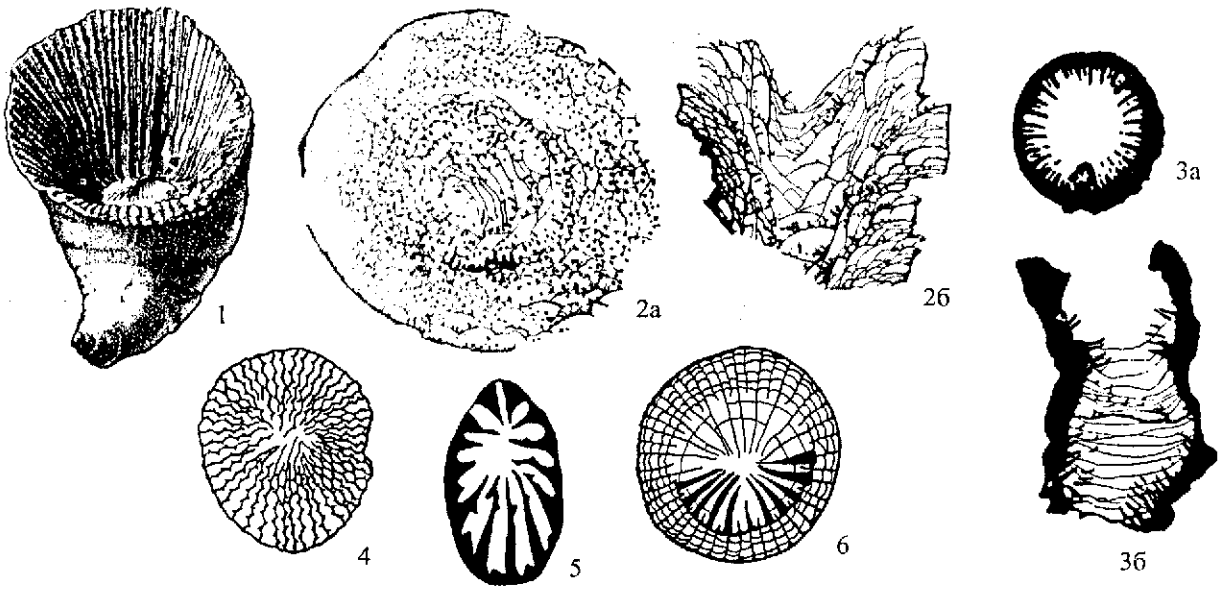


Рис. 93. Морфологические типы септ кораллитов ругоз. 1—*Dibunophyllum sp.* Септы пластинчатые, непрерывные. Внешний вид коралла (x0,75); 2—*Cystiphyllum siluriense* Lonsdale. Коралл с шиповидными септами: а—поперечный разрез (x1,5), б—продольный разрез (x1,5); 3—Tryplasma hedstrumi (Wedekind). Коралл с пластинчато-шиповидными септами: а—поперечный разрез (x2,5); б—продольный разрез (x2,5); 4—Xistriphyllum spinulosum (Soshkina). Плойчато-изогнутые септы. Поперечный разрез (x1,5); 5—Metriophyllum carinatum (Simpson). Септы с шиповидными выростами-каринами. Поперечный разрез (x3); 6—схема поперечного разреза коралла с септами, толщина которых увеличивается за счет отложения стереоплазмы. 1-6 **[75б]**.

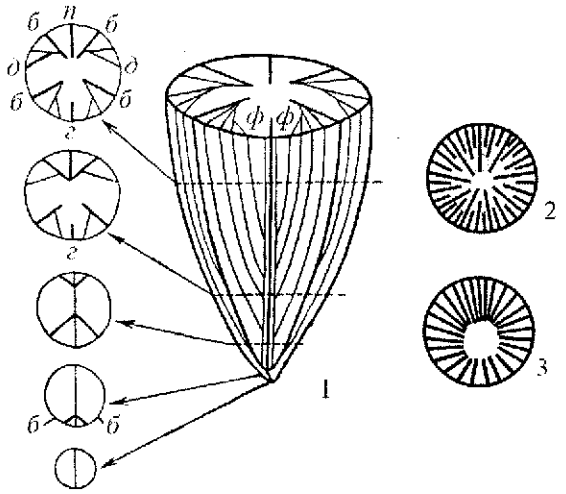


Рис. 94. Закономерности расположения септ в кораллитах ругоз. 1—подкласс *Tetracoralla*: г—главная септа; п—противоположная септа; б—боковые септы; д—добавочные септы; 2—схема поперечного сечения кораллита с двумя порядками септ различного цикла; 3—схема поперечного сечения кораллита с септами одной длины. 1–3 **[75б]**.

http://jurassic.ru/

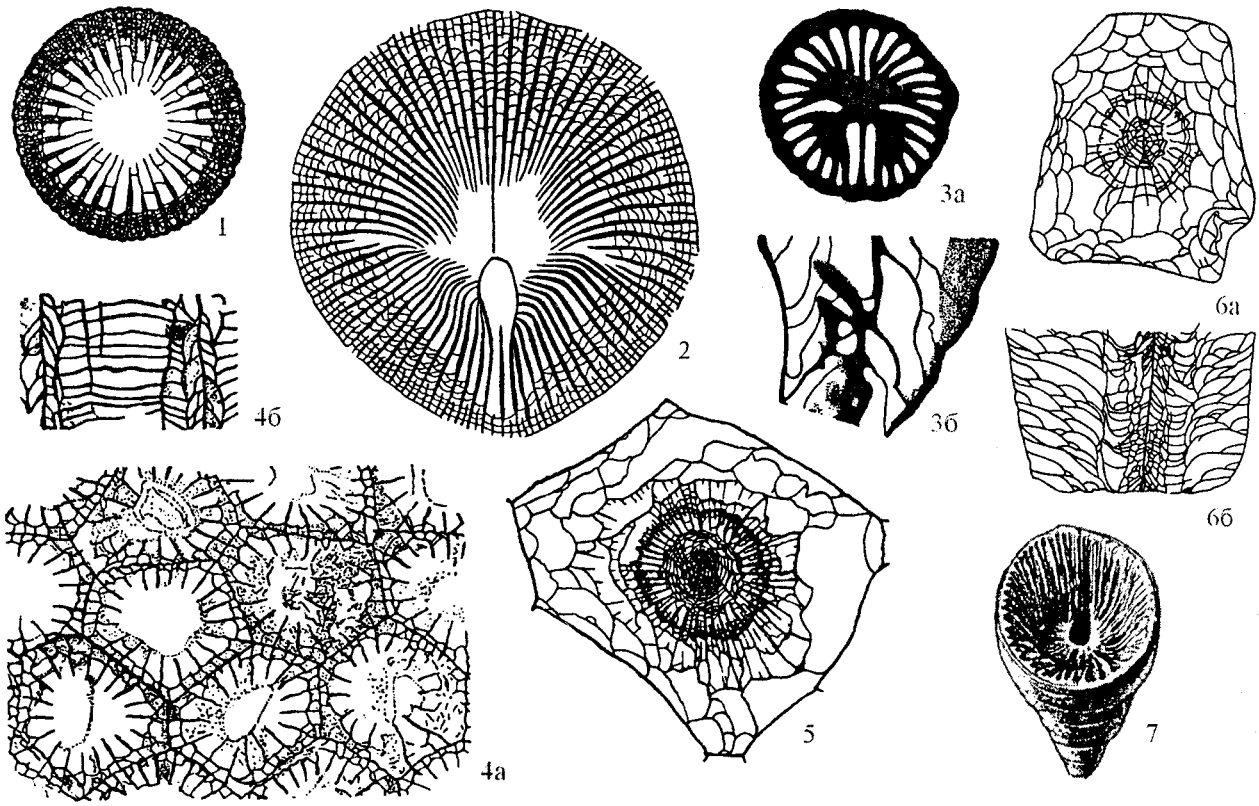


Рис. 95. Расположение септ в кораллитах ругоз. 1—радиальное двусторонне-симметричное (перистое) расположение септ у взрослых четырехлучевых кораллов; 2—*Timania schmidti* M.Carb. Перистое расположение септ (x1); 3—*Fasciculophyllum omaliusi* (Edwards et Haime). Большие септы располагаются в кораллите пучками: а—поперечный разрез (x3); б—продольный разрез (x3); 4—*Diphystrotion noinskyi* Porfiriev G. S. Септы отходят от наружной стенки: а—поперечный разрез (x3); б—продольный разрез (x3); 5—*Lonsdaleia sarytschevae* Dobrolyubova. Септы отходят от внутренней стенки кораллита. Поперечный разрез (x1,5); 6—*Lonsdaleia laticlavia* Smith. Септы отходят от примыкающих к теке диссепиментов: а—поперечный разрез (x1,5); б—продольный разрез (x1,5); 7—*Sychnoelasma konincki* (Edwards et Haime). В чашке коралла видна главная фоссула. Внешний вид коралла (x2,25). 1–7 **[39,75б,130].**

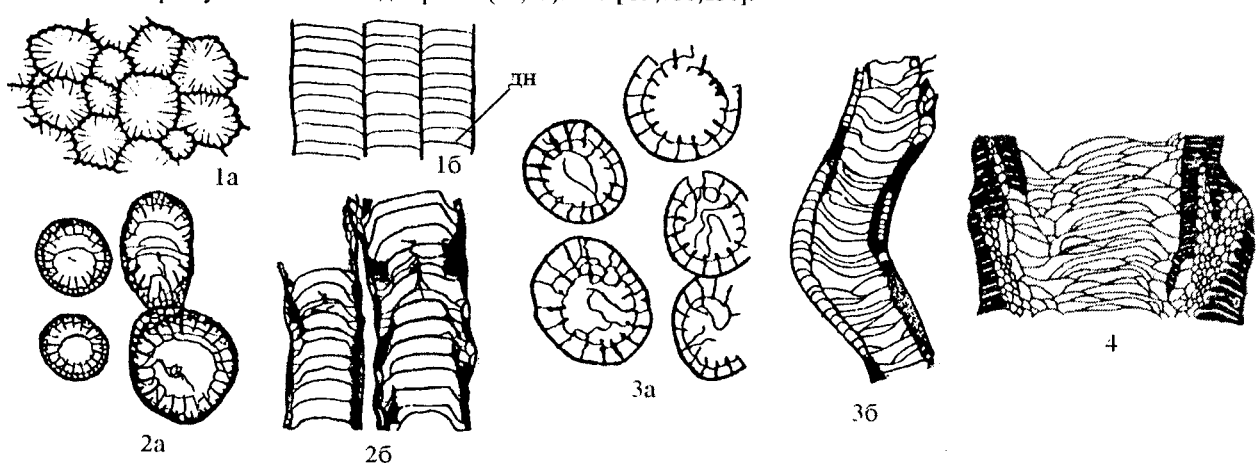


Рис. 96. Типы и расположение днищ в кораллитах ругоз. 1—*Favistella*. Днища (дн) горизонтальные, расположены параллельно друг другу: а—поперечный разрез; б—продольный разрез; 2—*Tschussovskenia captiosa* Dobrolyobova. В осевой части днища расположены горизонтально. Их периферические участки наклонены: а—поперечный разрез (x1,5); б—продольный разрез (x1,5); 3—*Peneckiella nalivkini* Soshkina. Днища расщепленные: а—поперечный разрез (x3,75); б—продольный разрез (x3,75); 4—*Neostringophyllum modicum* (Smith). Днища неполные, примыкающие к нижележащим днищам. Продольный разрез (x3). 1–4 **[27,75б].**

http://jurassic.ru/

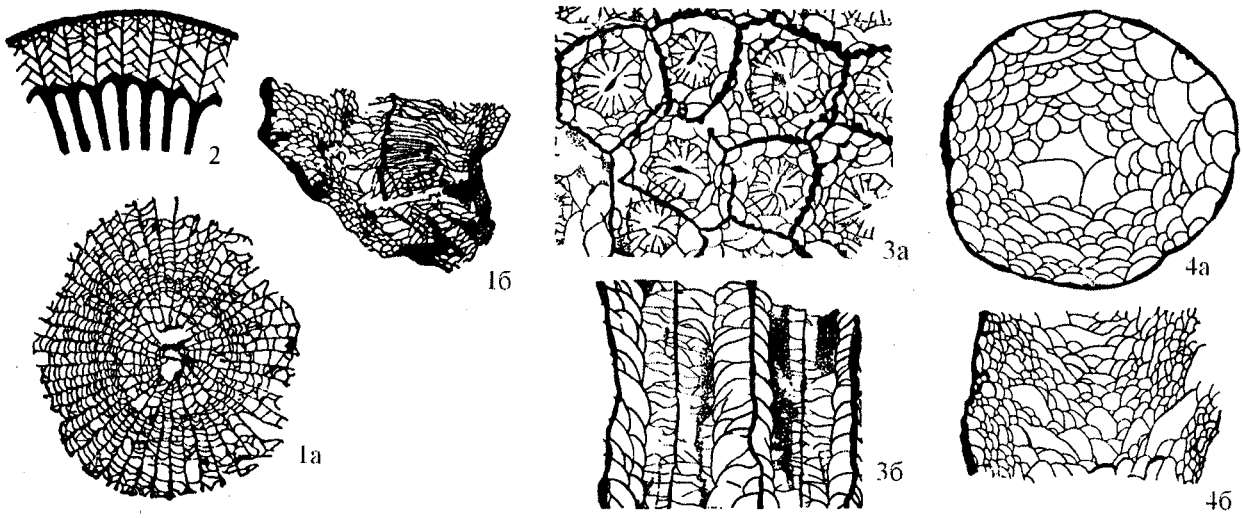


Рис. 97. Морфологические типы диссепиментов в кораллитах ругоз. 1—*Bethanyphyllum soetenicum* (Schluter). Интерсептальные концентрические диссепименты: а—поперечный разрез (х1,75); б—продольный разрез (х1,75); 2—колосовидное расположение диссепиментов. Схема неполного поперечного разреза коралла; 3—*Petalaxis stylaxis* Trautschold. Лонсдалеоидные диссепименты прерывающие рост септ: а—поперечный разрез; б—продольный разрез; 4—*Pseudomicroplasma fongi* (Yoh). Вся полость коралла заполнена пузырями (септы не развиты): а—поперечный разрез (х2,5); б—продольный разрез (х2,5). 1–4 **[75б]**.

Осевые структуры, нередко развивающиеся у ругоз, представлены простыми столбиками и осевыми колоннами **(рис. 98)**. Обычно простой столбик образуется в результате утолщения одной (главной или противоположной) септы или схождения осевых частей всех септ. Он может быть пластинчатый тонкий или толстый, сплошной или прерывистый. В формировании осевой колонны принимают участие как вертикальные, так и горизонтальные элементы, в том числе пузырчатая ткань. К числу сложных осевых структур относятся вортексы, образованные спиральным закручиванием осевых частей септ в центре кораллита.

У ругоз тека может подразделяться на внешнюю и внутреннюю **(рис. 99)**. Внутренняя тека является продуктом срастания внутренних элементов скелета, расположенных по периферии. Выделяются три типа внутренней теки: 1) стереотека, которая появляется в результате утолщения средних частей септ, 2) склеротека, образованная сближенными диссепиментами; 3) септотека, представляющая собой продукт расширения периферических участков септ.

Склеренхима тек имеет ламеллярное и фиброзное сложение **(рис. 100)**. Для скелетной ткани септ характерны более разнообразные типы микроструктур: трабекулярная (преобладает), фиброзная, ламеллярная, а также фибро–ламеллярная; предполагается, что разновидностью фиброзного типа является так называемая шевронная микроструктура. Трабекулы в септах могут быть ориентированы горизонтально, вертикально, наклонно, веерообразно и т.д. Среди трабекул встречаются следующие виды: монаканты, рипидаканты, а также рабдаканты и голаканты. У большинства четырехлучевых кораллов септы построены из простых трабекул, но у девонских родов встречаются как сложные трабекулы, так и сочетание тех и других. Если трабекулы отлагались в пластинке септы непрерывно от основания коралла до его чашки, то происходило образование пластинчатых септ. В том случае, когда каждая трабекула обособлена от предыдущей, она приобретала вид шипика, отходящего от стенки коралла или от поверхности днищ и пузырей. Иногда слои трабекул разделены прослойками пузырчатой ткани или волокнистой тканью нетрабекулярного строения. Днища и диссепименты имеют такуюже микроструктуру, как эпитека—они сложены мельчайшими фибрами, ориентированными перпендикулярно поверхностному слою полипа, который их продуцирует.

http://jurassic.ru/

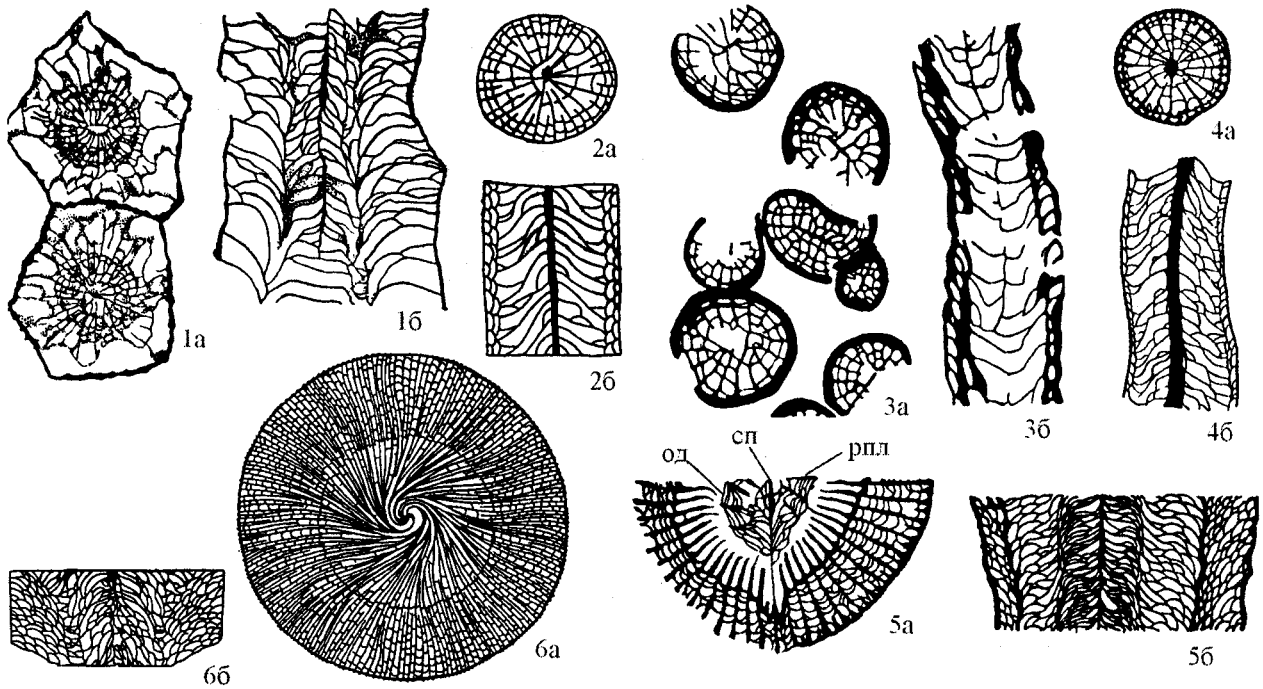


Рис. 98. Осевые структуры кораллитов ругоз. 1—*Stelechophyllum megalum* Tolmatchev. Простой пластинчатый столбик, образованный двумя септами: а—поперечный разрез (х2,5); б—продольный разрез (х2,5); 2—*Lithostrotion sp.* Простой толстый столбик, образованный схождением осевых частей всех септ: а—поперечный разрез; б—продольный разрез; 3—*Paralithostrotion jermolaevi* Gorsky. Прерывистый столбик: а—поперечный разрез (х3,25); б—продольный разрез (х3,25); 4—*Lithostrotion rossicum* Stuckenberg. Простой толстый столбик: а—поперечный разрез (х3); б—продольный разрез (х3); 5—*Dibunophyllum turbinatum* McCoy. Осевая колонна, в строении которой принимают участие срединная пластинка (сп), радиальные пластинки (рпл) и осевые днища (од): а— половина поперечного разреза (х1,5); б—продольный разрез (х1,5); 6—*Ptychophyllum stokesi* Edw.-H. Сложная осевая колонна—вортекс, образованная спиральным закручиванием осевых частей септ: а—поперечное сечение; б—продольное сечение. 1–6 **[75б].**

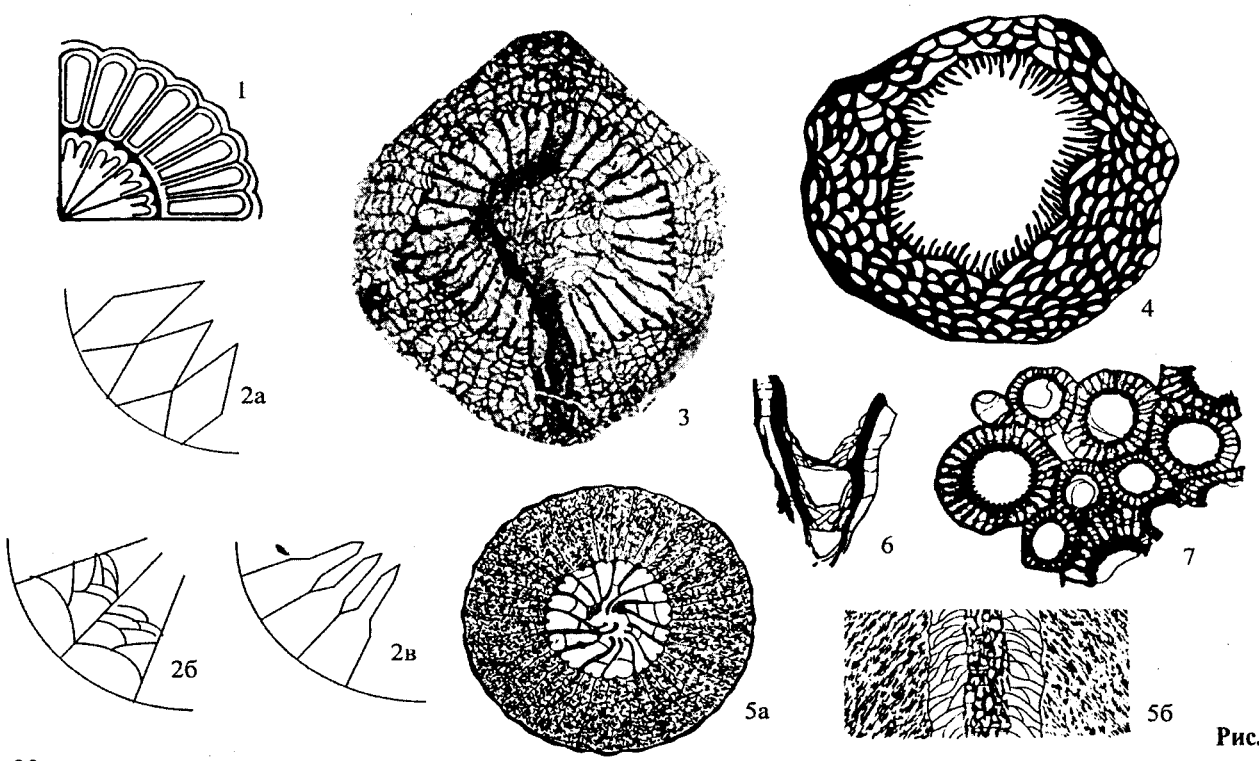


Рис. 99.

http://jurassic.ru/

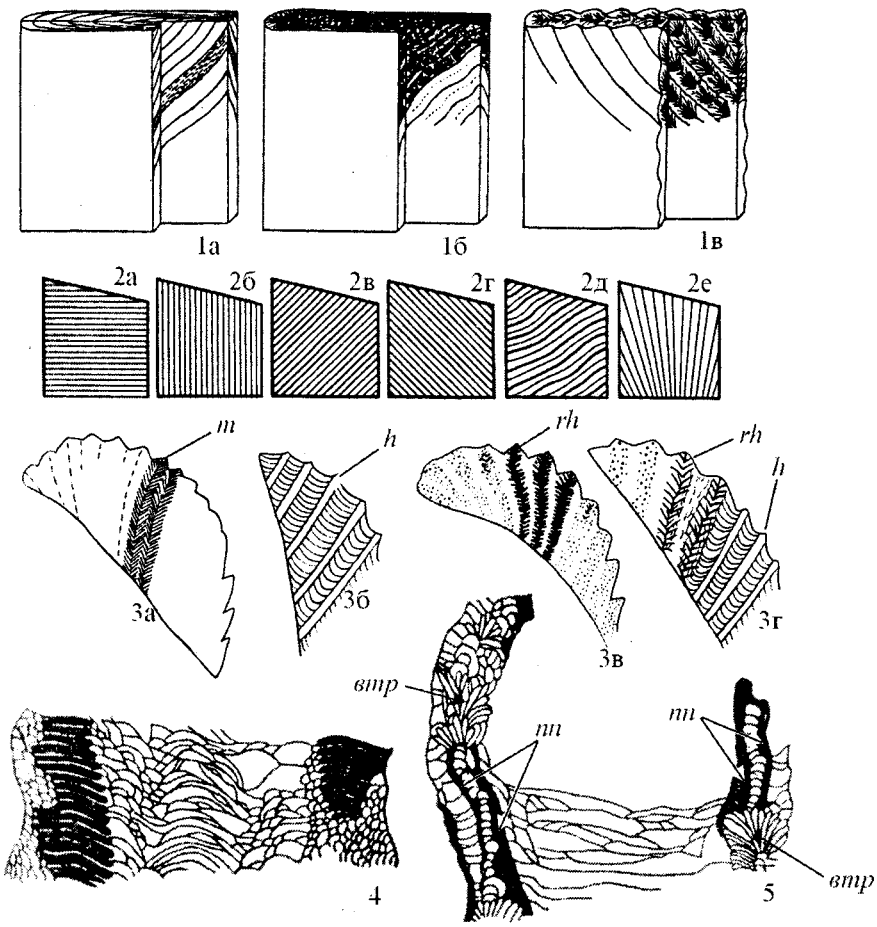


Рис. 100. Микроструктура склеренхимы скелета ругоз. 1—схематическое изображение микроструктуры септ: а—фиброзная; б—ламеллярная; в—трабекулярная; 2—схематическое изображение расположения трабекул в септах: а—горизонтальное; б—вертикальное; в—наклонное вверх к оси; г—наклонное вниз к оси; д—волнистое; е—веерообразное; 3—схематическое изображение основных типов трабекул в септах: а—монакантные трабекулы (m); б—голакантные трабекулы (h); в—рабдакантные трабекулы (rh); г—в строении септы принимают участие рабдакантные и голакантные трабекулы; 4—*Neostringophyllum isetense* Soshkina. Септы состоят из толстых трабекул, перпендикулярных к отвесным стенкам чашки. Продольный разрез (х3); 5—*Macgeea multizonata* (Reed). Септы из веерообразных трабекул (втр), расходящихся от подковообразных пузырьков (пп). Продольный разрез корал-ла с чашкой (х3). 1–5 **[2,75б,88,130].**

В процессе фоссилизации арагонит скелетной ткани обычно замещается кальцитом. Замещение может происходить без нарушения первичной структуры или с нарушением, при котором образуется тонкозернистый агрегат.

Характерные особенности четырехлучевых кораллов определяются строением внутренних горизонтальных и вертикальных элементов. Изучают его с помощью серий продольных и поперечных шлифов и пришлифовок.

3. Шестилучевые кораллы, или склерактинии [1, 2, 12, 14, 27, 39, 75б, 88].

Одиночные кораллы чаще всего имеют коническую форму **(рис. 101)**. Поперечное сечение может быть округлой, овальной, квадратной, многоугольной и др. формы. Среди кораллов конической формы выделяются четыре разновидности, определяющиеся величиной угла схождения у вершины (проксимальный угол): цератоидная—угол 20°, трохоидная—угол 40 °, турбинатная с углом 60–80°

Рис. 99. Строение стенки скелета ругоз. 1—внешняя и внутренняя стенки на схеме поперечного сечения *Acervularia*; 2–7—внутренняя стенка кораллитов-аулос; 2—схематическое изображение различных типов внутренней стенки ругоз: а—стереотека; б—склеротека; в—септотека; 3—*Staurophyllum thomsoni* Gorsky. Периферическая зона кораллита образована склеротекой, состоящей из прямоугольно расположенных и угловатых (во внешней части) диссепиментов. Поперечный разрез (х1,75); 4—*Uralinia multiplex* (Ludwig). Внутренняя стенка—склеротека; 5—*Kodonophyllum truncatum* (Linneyi). Внутренняя стенка образована септальной стереозоной (септотекой): а—поперечное сечение (х2); б—продольное сечение (х2); 6—*Acervularia excavata* (Wedekind). Внутренняя стенка (аулос) в виде полой трубки проходит внутри зоны днищ, разделяя их на внешние горизонтальные и внутренние, часто глубоко вогнутые и расщепленные. Продольный разрез (х1,8); 7—*Acervularia conglomerata* (Wedekind). Внутренняя стенка в кораллитах полипняка в виде полой трубки. Поперечный разрез (х2,25). 1,3–7 **[75б,130]**, 2 **[по И.Л.Сорока].**

https://rama.ru/

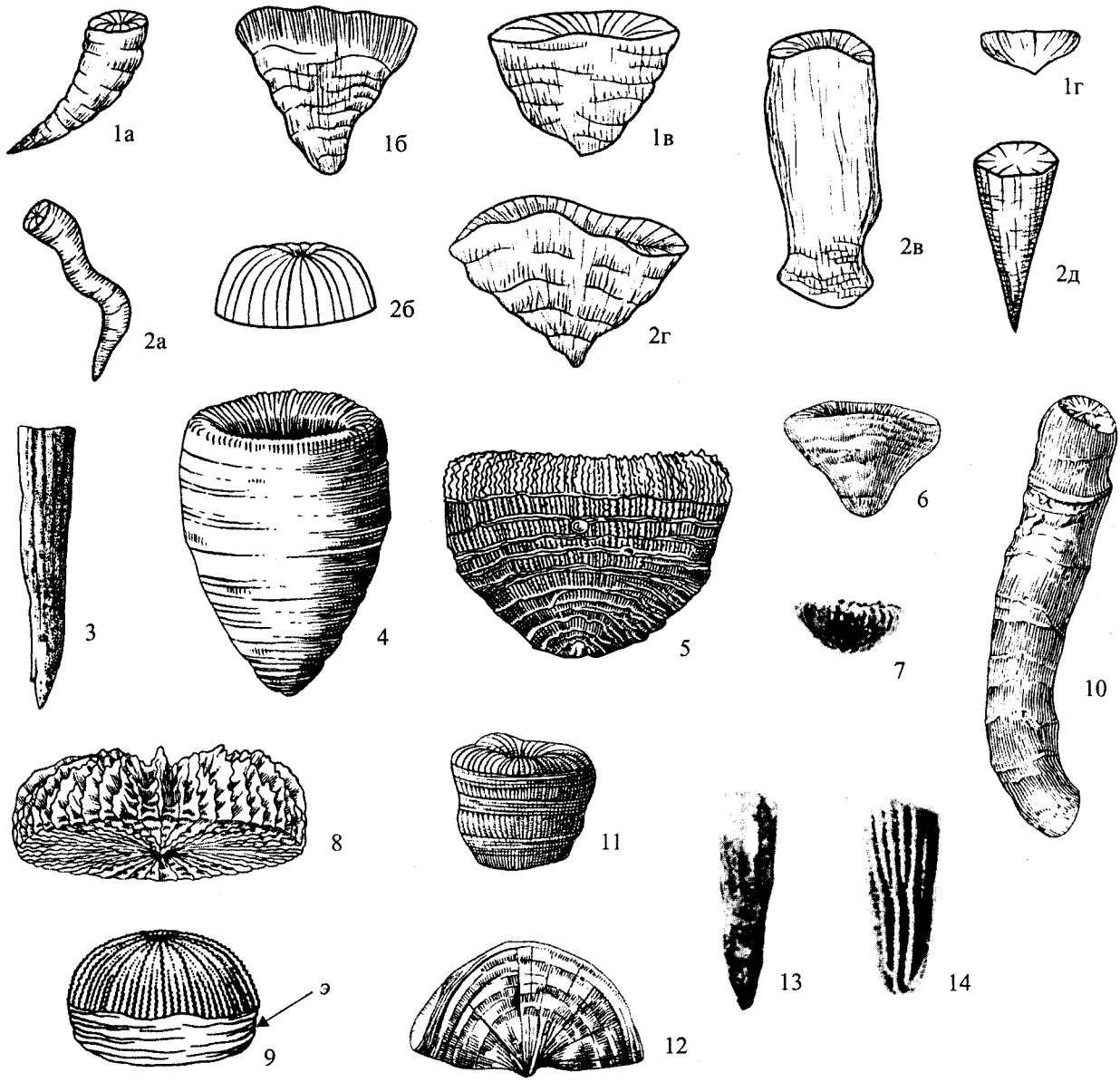


Рис. 101. Форма кораллов одиночных склерактиний. 1–2—схематическое изображение кораллитов различной формы: 1—форма кораллитов коническая: а—цератоидная (проксимальный угол 20°); б—трохоидная (проксимальный угол 40°); в—турбинатная (проксимальный угол 70°); г—пателоидная (проксимальный угол 120°); 2—некоторые другие формы кораллитов; а—сколекоидная (червеобразная); б—куполовидная с плоским основанием; в—цилиндрическая; г—флабелоидная (веерообразная); д—клиновидная (призмо-коническая); 3–13—кораллы различной формы: 3—*Fragilocyatus matricidum* (Saville-Kent). Цератоидная форма (х0,67); 4—*Antillia*. Форма кораллита трохоидная (х0,7); 5—*Acanthophyllia ampla* Reuss. Турбинатная форма (х1); 6—*Procyclolites triadicus* Frech. Кораллит субтурбинатной формы (х1); 7—*Discocyathus radiatus* Kot. Форма кораллита пателоидная; 8—*Fungiacyathus symmetrica*. Дисковидная форма (х2); 9—*Cyclolites*. Куполовидная форма с плоским основанием: э—эпитека; 10—*Epistreptophyllum typum* Koby. Форма цилиндрическая (х1); 11—*Margarophyllia crenata* (Munster). Форма кораллита субцилиндрическая (х1); 12—*Flabellum pavoninum* (Lesson). Флабелоидная (веерообразная) форма (х0,5); 13—*Onchotrochus carteri* Duncan. Клиновидный кораллит. Вид сбоку (х5); 14—*Turbinolia attenuata* Kefer. Клиновидный кораллит с резко выраженными ребрами. Вид сбоку (х45). 1–14 **[63,88,130].**

http://jurassic.ru/

и пателоидная—угол 120°. Нередко встречаются кораллы и другой формы: сколекоидные (червеобразные), дисковидные с почти горизонтально располагающейся стенкой, куполовидные с плоским основанием, цилиндрические, флобелоидные (веерообразные) и некоторые другие, образованные комбинацией указанных выше простых форм, например, коническо-цилиндрические. У многих одиночных форм развит тонкий морщинистый наружный покров скелета, называемый эпитекой. Рубец прирастания обычно невелик, но может достигать крупных размеров. Он, как правило, находится в основании кораллита, а на боковых поверхностях нередко образуются дополнительные выросты **(рис. 102)**.

Для полипняков склерактиний характерны желваковидный, сферический, линзовидный, корковидный, древовидный, сноповидный, пучковидный, клубневидный и другие облики **(рис. 103)**. Полипняки бывают массивные, кустистые и кустисто–массивные **(рис. 104)**. Среди них по характеру агрегации кораллитов и прилегающей к ним общеколониальной скелетной ткани—перитеки или ценехимы (разновидность перитеки, состоящая из вертикальных трабекул, соединенных синаптикулярными образованиями)—выделяются различные морфологические типы.

Массивные скелеты представлены четырьмя морфологическими типами: 1) цериоидным (сотовидным); 2) астреевидным; 3) тамнастероидным; 4) меандроидным; последняя форма склерактиний образуется, как было отмечено ранее, вследствие того, что кораллиты в значительной степени утратили свою индивидуальность, а чашечки образуют серии вытянутых изгибающих рядов, напоминающих речные меандры.

Кустистые полипняки представлены тремя основными типами: 1) рептоидным (стелющимся)—кораллиты слабо возвышаются над скелетом стелющегося лентовидного или мембрановидного материнского организма (ценосарка); 2) фацелоидным (сноповидным); 3) дендроидным. Элементы, расположенные между кораллитами, у одних представителей склерактиний представлены только ребрами, у других ребрами, внестенными днищами и диссепиментами, а у третьих—только диссепиментами.

Во внутреннем строении кораллитов склерактиний принимают участие вертикальные и горизонтальные элементы скелета. К вертикальным элементам относятся септы, свайки или пали и столбик.

Септы представлены сплошными или прерывистыми (лонсдалеоидными), как у ругоз, пластинами, шиповидными или игловидными образованиями **(рис. 105)**. Пластины бывают прямолинейными и изогнутыми: дугообразными, волнистыми и зигзагообразными. Осевые концы септ могут быть заостренными, булавовидными или вильчато расщепленными. Края септ в одних случаях выглядят ровными, а в других зазубренными. Зубцы имеют округлую, острую, фестончатую и др. форму. Иногда внутренний край осложнен крупными гранулированными зубцами, а на перегибе дистального и внутреннего краев образуется так называемый «палиморфный» зубец.

Боковые поверхности септ обычно орнаментированы различными образованиями, к числу которых относятся: 1) карины в виде небольших округлых выступов, расположенных веерообразно или параллельно дистальному краю; 2) пеннулы, образующие симметрично расположенные горизонтальные выступы; 3) менианы, которые представляют собой ряды связанных между собой пеннул.

Характерным элементом скелета склерактиний являются пали (свайки), представляющие собой вертикальные столбики или пластины, расположенные вдоль внутреннего края септ. От верхней части этого края они отделены более или менее глубокой расщелиной.

Септы бывают плотные и пористые; иногда внешняя часть септ может быть плотной, а внутренняя—пористой.

Септы могут быть расположены различным образом: свободно, по закону Пуртале, со срастающимися внутренними концами или в виде бисептальных пластинок, чередующихся с грифелевидной колумеллой (в виде точек) **(рис. 106)**. Септальный аппарат так же, как и у ругоз, образуется закономерно. Сначала появляются шесть септ. Затем в каждом из секторов возникает новая септа, что приводит к образованию двенадцати новых секторов. После этого появляются двенадцать

https://jurassic.ru/

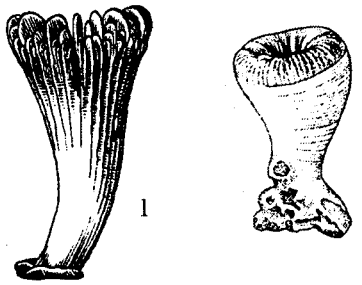


Рис. 102. Формы прикрепления одиночных склерактиний к субстрату. 1—*Desmophyllum cristagalli* Ehrenberg. Конусовидный коралл, прикрепляющийся широким основанием (x0,5); 2—*Thecopsammia socialis* Pourtales. Волчкообразный коралл со следами корневых отростков стенки, направленных кнаружи и способствующих устойчивости коралла (x1); 3—*Dasmosmilia lymani* Pourtales. Рогообразный коралл, прикрепляющийся широким основанием (x1); 4—*Trochopsammia infundibulum* Pourtales. В основании одиночного конусовидного коралла находится рубец прирастания (x2). 1–4 **[130].**

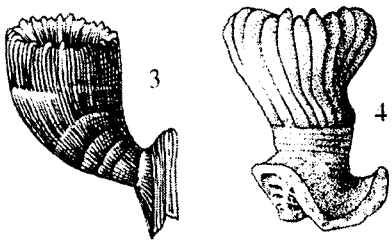


Рис. 103. Форма полипняков склерактиний. 1—*Agathelia*. Полипняк выпуклый желваковидный (x1); 2—*Duncanopsammia axifuga Edwards* et Haime. Сферическая колония, ветвящаяся (x0,67); 3—*Astreopora listeri* Bernard. Колония сферическая, массивная (x0,4); 4—древовидная форма полипняка; 5—полипняк сноповидный; 6—*Stylosmilia suerica* Becker. Полипняк пучковидный (x1); 7—*Stylosmilia michelini*. Фрагмент пучковидного полипняка (x2); 8—*Acropora formosa* (Dana). Ветвистый полипняк (x0,2); 9—*Dermosmilia crassa* (Etallon). Полипняк ветвистый с раздваивающимися верхушками веток (x0,3); 10—*Actinastraea colliculosa* (Trautschold). Колония с бугристой поверхностью. 1–10 **[63,756,88,130].**

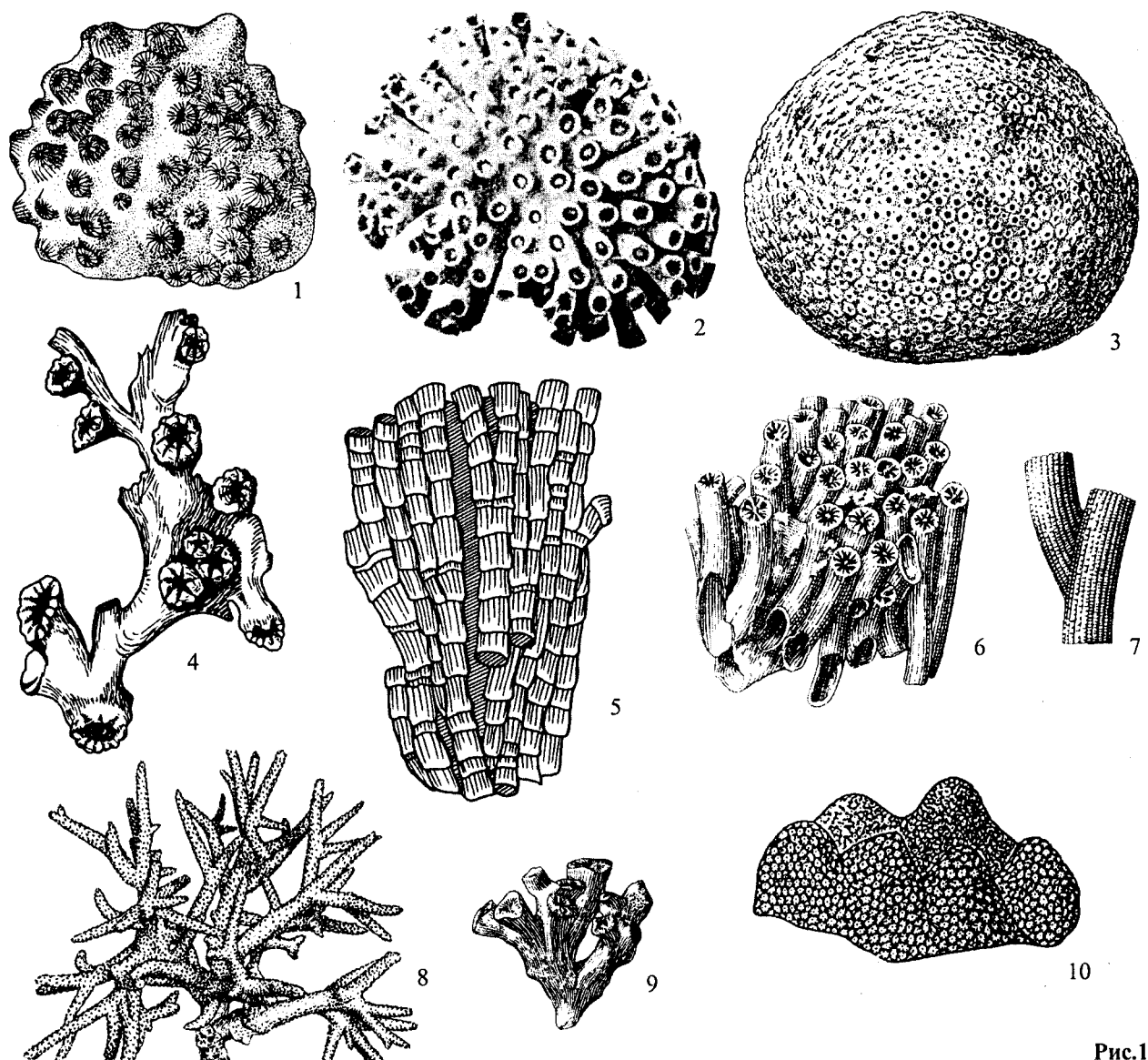


Рис.103

https://jurassic.ru/

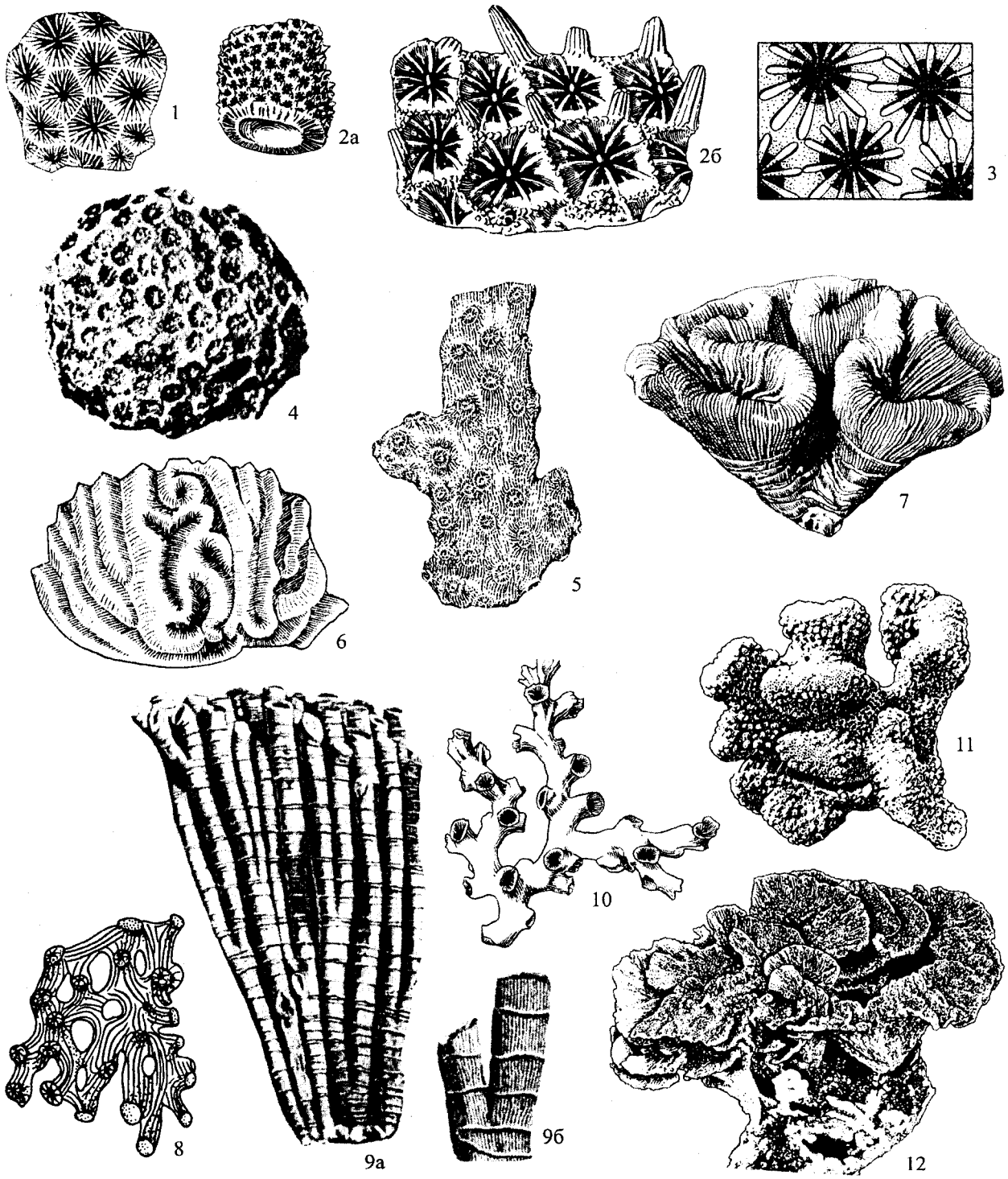
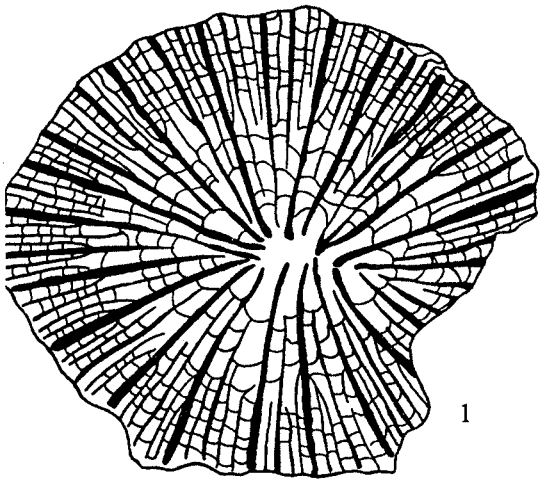
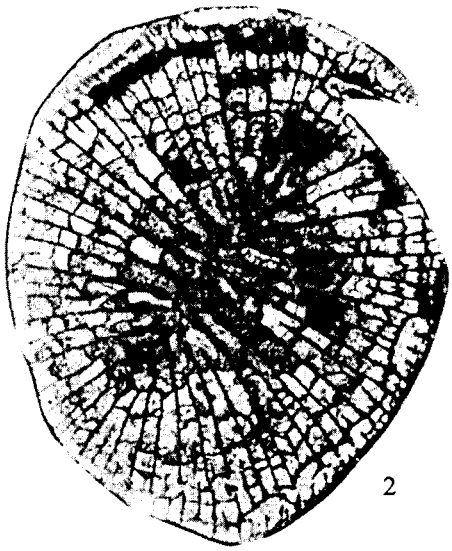


Рис. 104. Типы массивных и кустистых полипняков склерактиний. 1–7—массивные полипняки: 1—*Isastrea limitata* (Lamx.). Полипняк цериоидный или сотовидный (схема) (х2); 2—*Stylocoenia emarciata* (Lam.). Цериоидный полипняк: а—внешний вид (х1); б—фрагмент колонии (х5); 3—полипняк плокоидный астреевидный (схема); 4—*Stylina sablensis* Trautsch. Плокоидный астреевидный полипняк (х1); 5—*Archohelia vicksburgensis*. Плокоидный тамнастероидный полипняк; 6—полипняк меандроидный (схема); 7—*Trachyphyllia geoffroyi*. Меандроидный полипняк веерообразной формы (х0,5); 8–12—кустистые полипняки: 8—*Rhizangia michelini* Reuss. Полипняк рептоидный (стелющийся) (х0,7); 9—*Calamophyllia stokesi* Edwards et Haime. Фацелоидный полипняк: а—внешний вид (х0,5); б—фрагмент полипняка (х1); 10—*Solenosmilia jeffreyi* Alcock. Полипняк дендроидный (х0,5); 11—*Pocilopora elegans* Dana. Рамозный (массивно-ветвистый) полипняк (х10); 12—*Montipora foliosa* (Pallas). Рамозный полипняк с ветвями, похожими на лист (х0,1). 1–11 **[75б,88,130].**

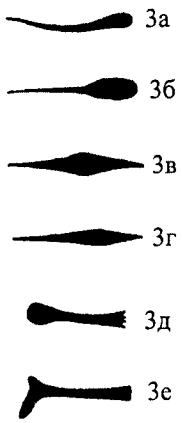
https://jurassic.ru/

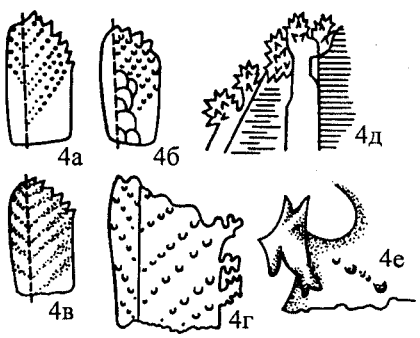


1



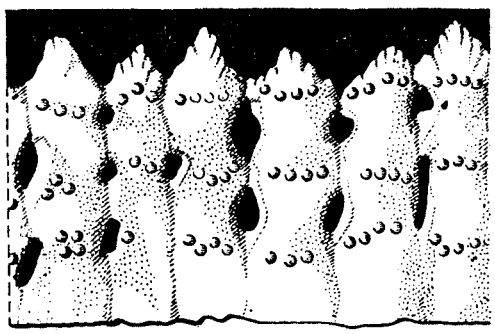
2



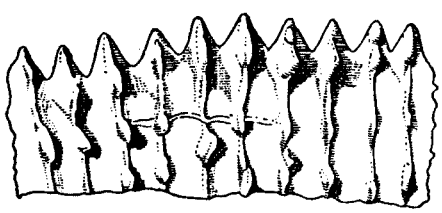




6



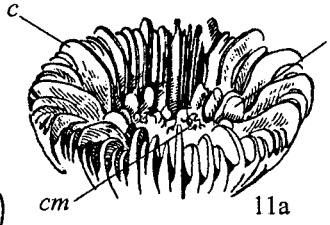
5



7



8



11а



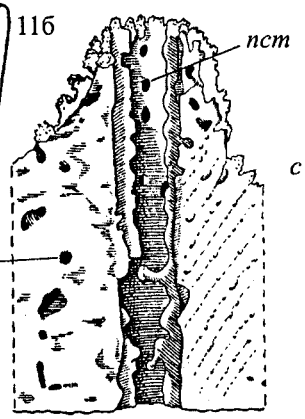
11б



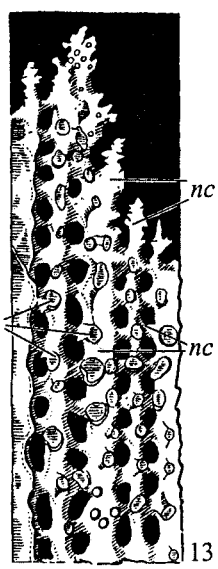
10



9



12



13

Рис. 105

https://jurassic.ru/

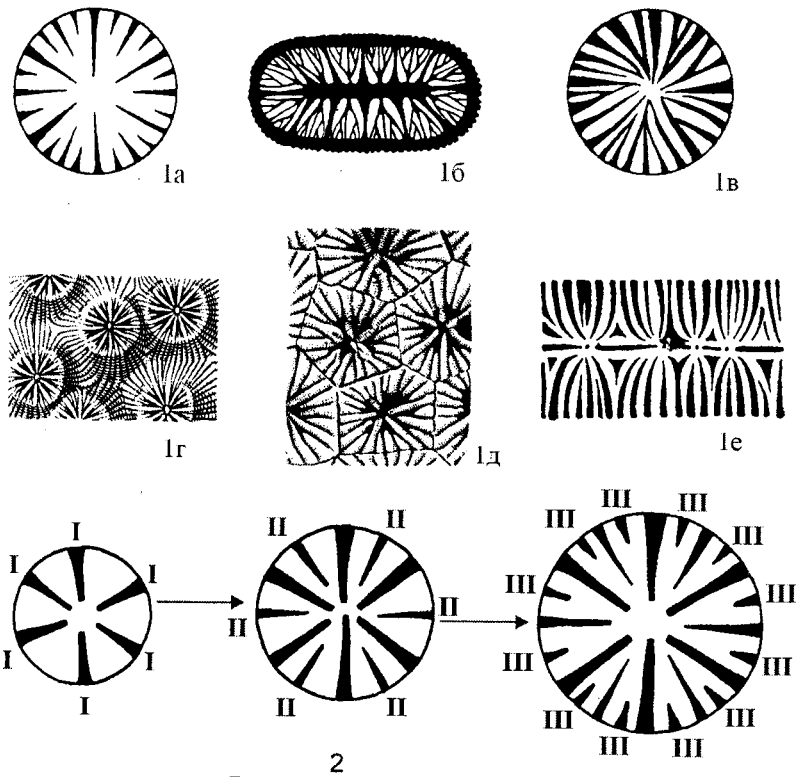


Рис. 106. Пространственные взаимоотношения и закономерности образования септ кораллитов склерактиний. 1—взаимоотношение расположения септ: а—свободное; б—по схеме Пуртале; в—со срастающимися в осевой части кораллита внутренними концами; г—тамнастероидное; д—астреевидное; е—бисимметрично срастающиеся концы септ чередуются с грифелевидной колумеллой (в виде точек); 2—схема заложения и порядок септ: I—септы первого порядка; II—септы второго порядка; III—септы третьего порядка. 1,2 **[39,756].**

новых септ и т.д. В течение роста кораллита септы, удлиняясь, образуют от двух до шести циклов. Поздние септы по длине всегда короче более ранних. Расположение септ обычно радиальное, в некоторых случаях наблюдаются отклонения, приводящие к нарушению симметрии кораллитов.

Среди осевых структур различают простые столбики и колонну **(рис. 107)**. Простые столбики могут быть различного вида: 1) пластинчатого (вертикальная осевая пластина, являющаяся продолжением внутренней части одной из септ первого порядка в осевую полость кораллита); 2) грифелевидного (стержневая структура, которая не обнаруживает связи с септами или соединена с одной из них);3) губчатого (образуется в результате сплетения внутренних краев септ); 4) пучковидного (появляется при закручивании палиморфных краев септ). Колонна возникает в результате срастания внутренних концов септ с горизонтальными элементами скелета.

Рис. 105. Септы и свайки (пали) кораллитов склерактиний. 1—*Montlivaultia crimea* Kusmicheva. Пластинчатые септы. Поперечное сечение кораллита с несколькими циклами пластинчатых септ (увеличено); 2—*Paramontlivaltia valanginensis* Kusm. Лонсдалеоидные септы. Поперечное сечение кораллита (х2); 3—форма септ в поперечном сечении; а—утоненная к внутреннему краю; б—расширенная к внешнему краю; в, г—двухклиновидная с различным расположением максимума толщины; д—булавовидная; е—«т»-образная с расширением у внутреннего края; 4—орнаментация дистального края и боковой поверхности септ: а—дистальный край с ровными одинаковыми зубчиками; б—фестончатый; в—с острыми зубчиками; г—с неодинаковыми зубчиками; д—с крупными гранулированными зубчиками; е—палиморфный зубец на перегибе дистального и внутреннего края септы; 5—*Plesiocunnolites subcircularis* Opp. Верхняя часть септальной поверхности с зубцами дистального края (х13); 6—*Montlivaltia perornata* From. Верхняя часть боковой поверхности и дистальный край септы; выше, влево—концы двух карин в зубцах; вправо—три зубца, вид сверху (х2,7); 7—*Cyclastraea spinosa* From. Фрагмент верхней части септы с каринами, заканчивающимися мощными и острыми зубцами (х25); 8–10—септы с пеннулами: 8—продольное сечение септы *Craspedophyllia alpina* (Loretz) с пеннулами, образованными боковыми ответвлениями трабекул; 9—пеннулоподобные образования на боковых поверхностях септ у *Tiarasmilia casteri* Wells; 10—*Isastraea guembeli* Laube. На поперечном сечении полипняка видны пеннулы (х25); 11—*Caryophylla*. Свайки или пали: а—внешний краевой ободок чашки, образуемой септами, выходящими за её пределы; б—одна септа, связанная с пали; п— пали (свайка); ст—столбик; с—септы; 12–13—пористые септы: 12—*Acropora sp*. Боковая поверхность и дистальный край септ с порами (х20); пс—поры септ; пст—поры стенные; 13—*Porites alveolata* Edw. Верхняя часть септальной поверхности с шиповидными зубцами, синаптикулами (септальными перемычками в виде прутиков или брусочков) и септальными порами (х 25): пс—поры септ; сн—синаптикулы. 1–13 **[15,756,130].**

http://jurassic.ru/

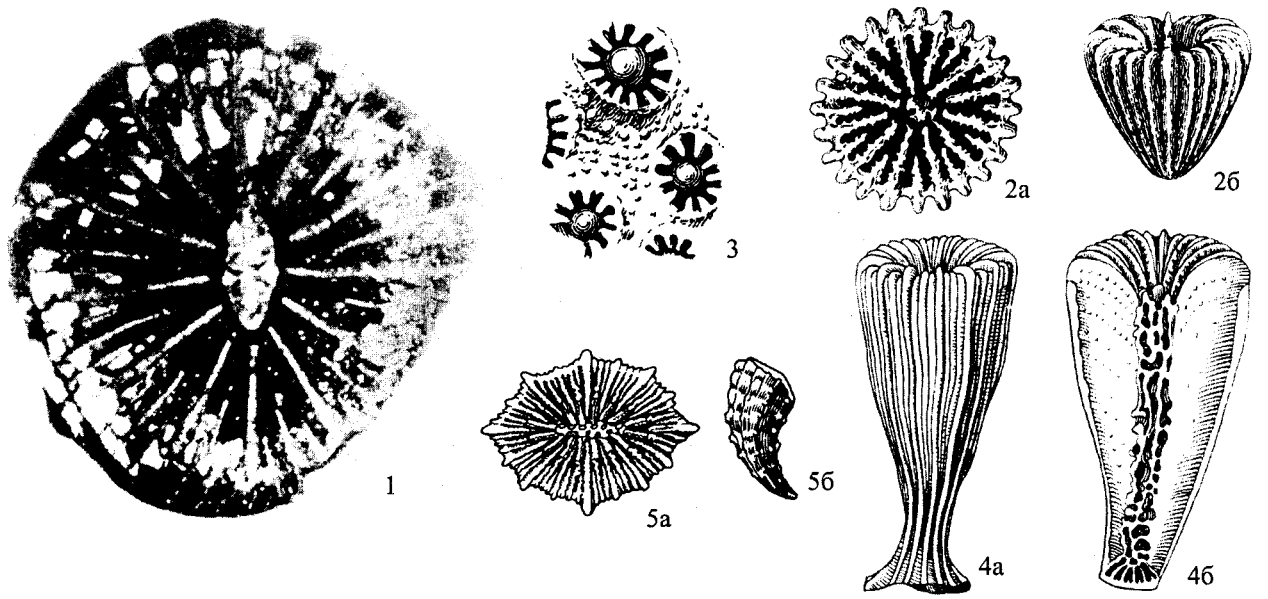


Рис. 107. Осевые структуры кораллитов склерактиний. 1—пластинчатый столбик; 2—*Kionotrochus* Suteri. Плотно слившийся выступающий грифелевидный столбик: а—поперечное сечение кораллита (х5); б—общий вид кораллита (х5); 3— *Madracis asperula*. Плотный грифелевидный столбик в осевой части кораллита (х10); 4—*Parasmilia centralis*. Губчатый столбик: а—общий вид кораллита (х2); б—продольное сечение (х2); 5—*Caryophyllia* (*Acanthocyathus*) *transylvanica* Reuss. Пучковидный столбик, состоящий из скопления игольчатых кристалло:.а—поперечное сечение (х2); б—общий вид кораллита (х1). 1-5 **[15,88,130].**

Горизонтальные элементы скелета представлены днищами, диссепиментами и синаптикулами **(рис. 108)**. Днища образованы более или менее горизонтально ориентированными листообразными пластинками, которые могут занимать всю полость кораллита или только его осевую часть. В отличие от тетракораллов, днища присутствуют не у всех представителей склерактиний. Диссепименты также представляют собой тонкие пластинки, но располагающиеся в промежутках между септами. Форма, количество и расположение диссепиментов значительно вариируют. Они бывают прямолинейными и почти прямолинейными или дугообразными. Диссепименты обычно располагаются под косым углом к вертикальной оси, и их положние изменяется от почти горизонтального до приближающегося к вертикальному. Они могут быть расположены равномерно или группируются преимущественно по периферии полости кораллита, образуя пористую ткань.Если диссепименты представлены субгоризонтальными элементами, то их совокупность (диссепиментариум) имеет вид решетки. В том случае, когда они образованы дугообразными пластинками, возникает пузырчатая ткань. При срастании верхушек двух смежных септ образуются своеобразные горизонтальные структурные элементы в виде межсептальных балочек-стержней и брусков, называемых синаптикулами.

Тека, ограничивающая внутреннюю полость кораллита, бывает плотной и пористой. Существуют различные типы строения теки **(рис. 109)**: 1) септотека—образована периферическими краями септ; 2) синаптикулотека—представлена сочетанием периферических краев септ и синаптикул; 3) паратека—образована периферическими концами септ и диссепиметами; 4) табулотека—состоит из сочетания краев септ и днищ. Собственно стенка (тека) покрыта эпитекой.

Склеренхима склерактиний может быть фиброзной, фиброзно–ламеллярной, трабекулярно-ламеллярной и трабекулярной. Микроструктура септ у склерактиний обычно трабекулярная и значительно реже фиброзная. Форма трабекул в соответствии с формой элементов, из которых они состоят (склеродермитов), может быть почти цилиндрической или призматической, с квадратным, прямоугольным и многоугольным сечениями. Трабекулы склерактиний так же, как у ругоз, могут быть простыми и сложными. На поперечном разрезе последних наблюдаются пучки сходящихся в одной плоскости склеродермитов. Септы коралла в одних случаях образованы простыми

http://jurassic.ru/

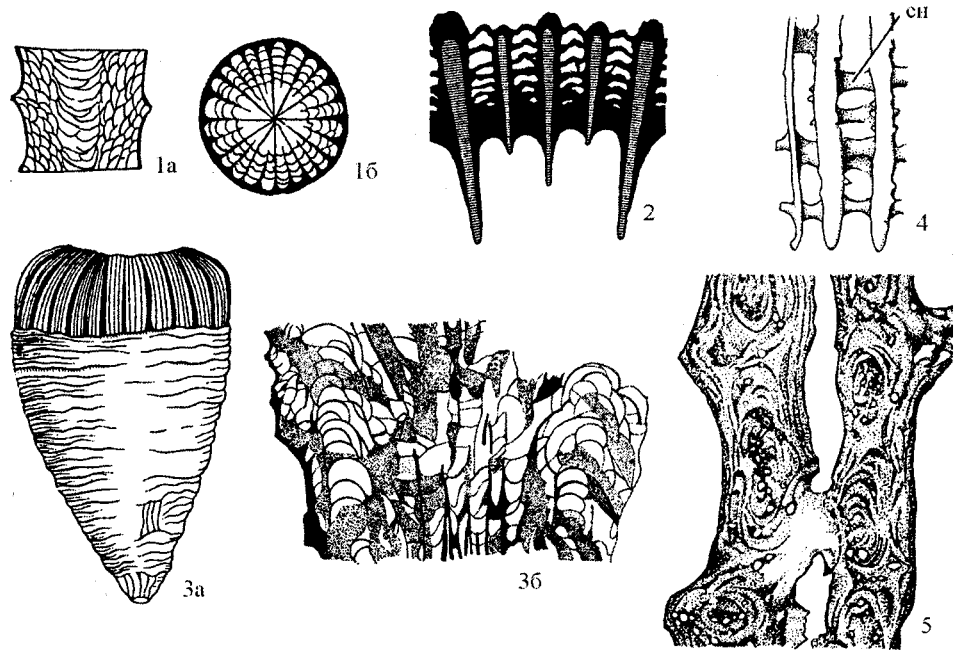


Рис. 108. Днища, диссепименты и синаптикулы кораллитов склерактиний. 1—*Blothrocyathys harrisi*. Днища и две зоны эндотекальных диссепиментов: а—продольный разрез (х0,35); б—поперечный разрез (х0,35); 2—диссепиментальная стереозона у *Flabellum avicula*; 3—*Montlivaultia crimea* Kusmicheva. Днища примыкают к пузырчатой ткани, развитой по периферии: а—внешний вид кораллита с периферическими краями септ (х0,75); б—продольное сечение (неск. увел.); 4—простые синаптикулы между септами у *Micrabacia*: сн—синаптикула; 5—*Corbariastraea rennensis* All. Синаптикула в виде широкой перемычки между двумя септами (х32). 1–5 **[75б,130].**

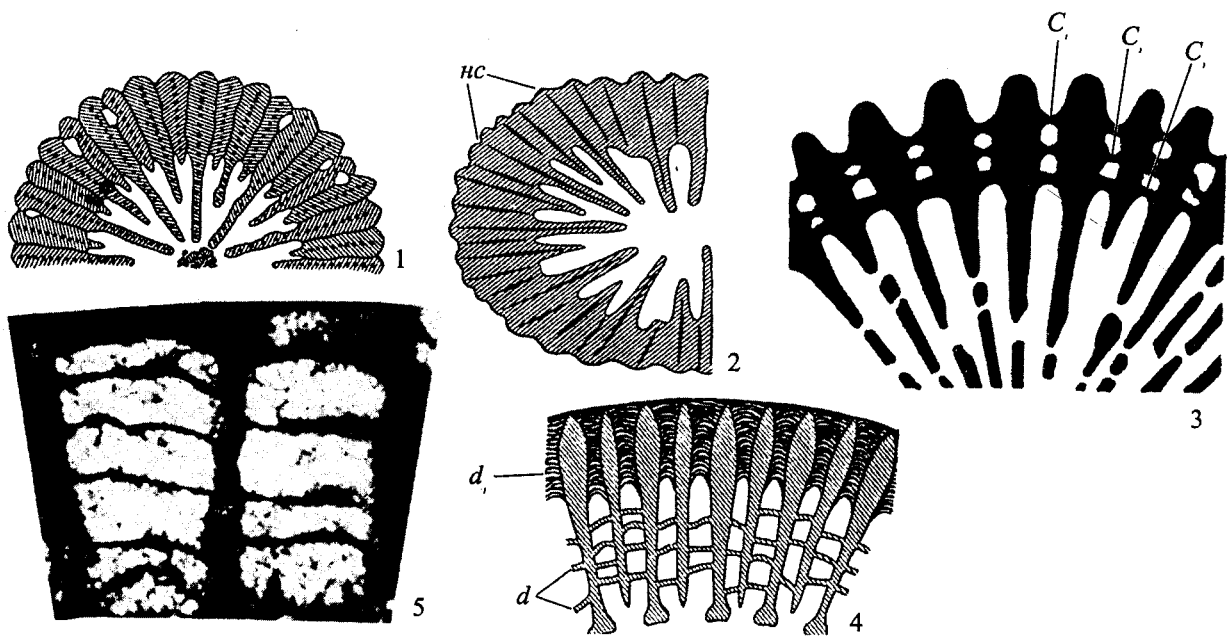


Рис. 109. Типы строения внутренней стенки кораллитов склерактиний. 1—септотекальная стенка (периферическая стереозона), образованная расширением внешней области септ; 2—септотекальная стенка, образованная утолщением внешней области септ и недоразвитыми септами (нс) между ними; 3—синаптикулотекальная стенка, состоящая из трех рядов синаптикул у Siderastraea: C_1, C_2, C_3—синаптикулы; 4—паратекальная стенка, образованная утолщением (стереозоной) периферической области диссепиментов у *Placosmilia cymbula*: д —диссепименты внутренней зоны, $д_1$—диссепименты, составляющие стереозону; 5—стенка табулотека у *Cyathophora excavata* From. Продольное сечение (х10). 1–5 **[75б, 88].**

http://jurassic.ru/

трабекулами, в других—сложными трабекулами, а в-третьих—закономерным чередованием или неупорядоченным сочетанием тех и других. Трабекулы образуют ряды, из которых состоят параллельные системы двух типов. Первая из них имеет вид полос, ограниченных прямыми параллельными линиями, а во второй полосы, из которых состоит система, ограничены ломанными под одним и тем же углом линиями. Вершина углов расположена на линии, называемой осью дивергенции. В септах может быть не одна, а две или несколько систем второго типа. Линия дивергенции бывает различно ориентированапо отношению к стенке кораллита—она может совпадать или не совпадать со стенкой.

Микроструктура септ влияет на их морфологическое разнообразие **(рис. 110, 111)**. Простые трабекулы, спаянные у основания ламеллярной склеренхимы, образуют шиповидные и игловидные септы. Если трабекулы соприкасаются тесно и по всей длине, септы бывают сплошными, а в тех случаях, когда между ними остаются промежутки, возникают пористые септы.

Особенности трабекуллярного строения влияют на конфигурацию осевых концов и краев септ, форму их поперечного сечения и орнаментацию боковых поверхностей. Так, например, простым трабекулам отвечают маленькие округлые зубцы, а сложным—расщепленные. Выступы концов склеродермитов на поверхности трабекул образуют гранулы. Если трабекулы имеют вееровидное расположение, то и гранулы расположены таким же образом.

Трабекулярные ответвления от основания осевой линии септы приводит к образованию пеннул. Вертикально ориентировнные трабекулярные выросты внутренних краев септ образуют свайки или пали. Вееровидное расположение трабекул при разрастании внутренних краев септ обусловливает возникновение палиформных долей. При срастании трабекулярных выростов боковых поверхностей септ появляются синаптикулы.

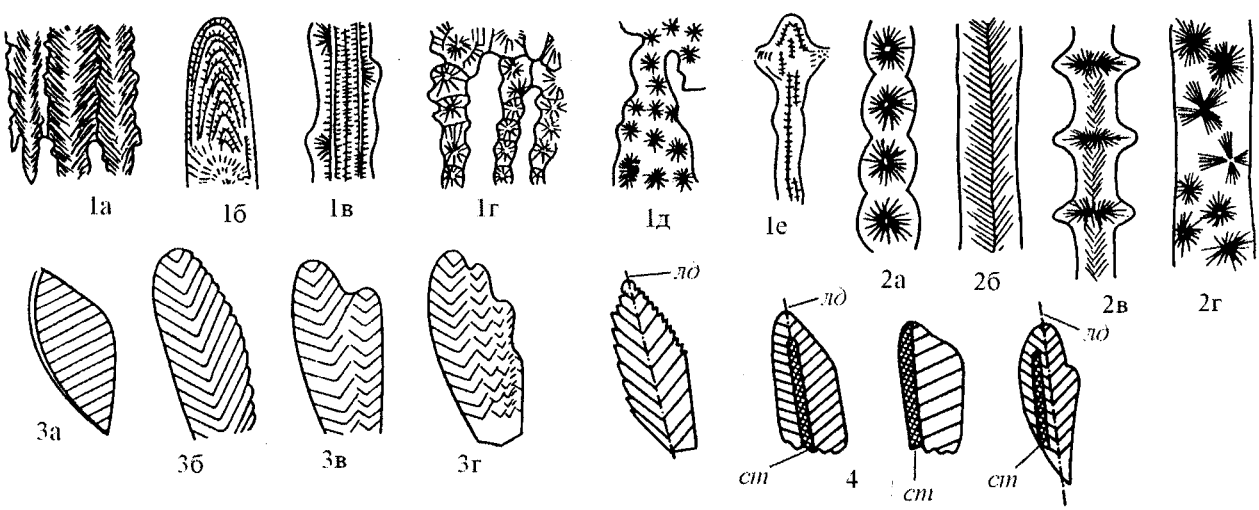


Рис. 110. Схема типов микроструктуры склеренхимы склерактиний (по Е.И. Кузьмичевой [88]). 1—микроструктура септ склерактиний: а—фиброзная; б—фиброзно-ламеллярная; в—трабекулярно-ламеллярная; г, д, е—трабекулярная; 2—поперечное сечение септ с трабекулярным строением: а—простые трабекулы ориентированы вертикально: б—простые трабекулы ориентированы наклонно; в—закономерное расположение простых и сложных трабекул; г—незакономерное расположение простых и сложных трабекул; 3—расположение трабекул в септах: а—трабекулы расположены в одну серию; б, в, г—вееровидно располагающиеся системы; 4—соотношение линии дивергенции трабекулы и стенки коралла: лд—линия дивергенции трабекул; ст—стенка.

http://jurassic.ru/

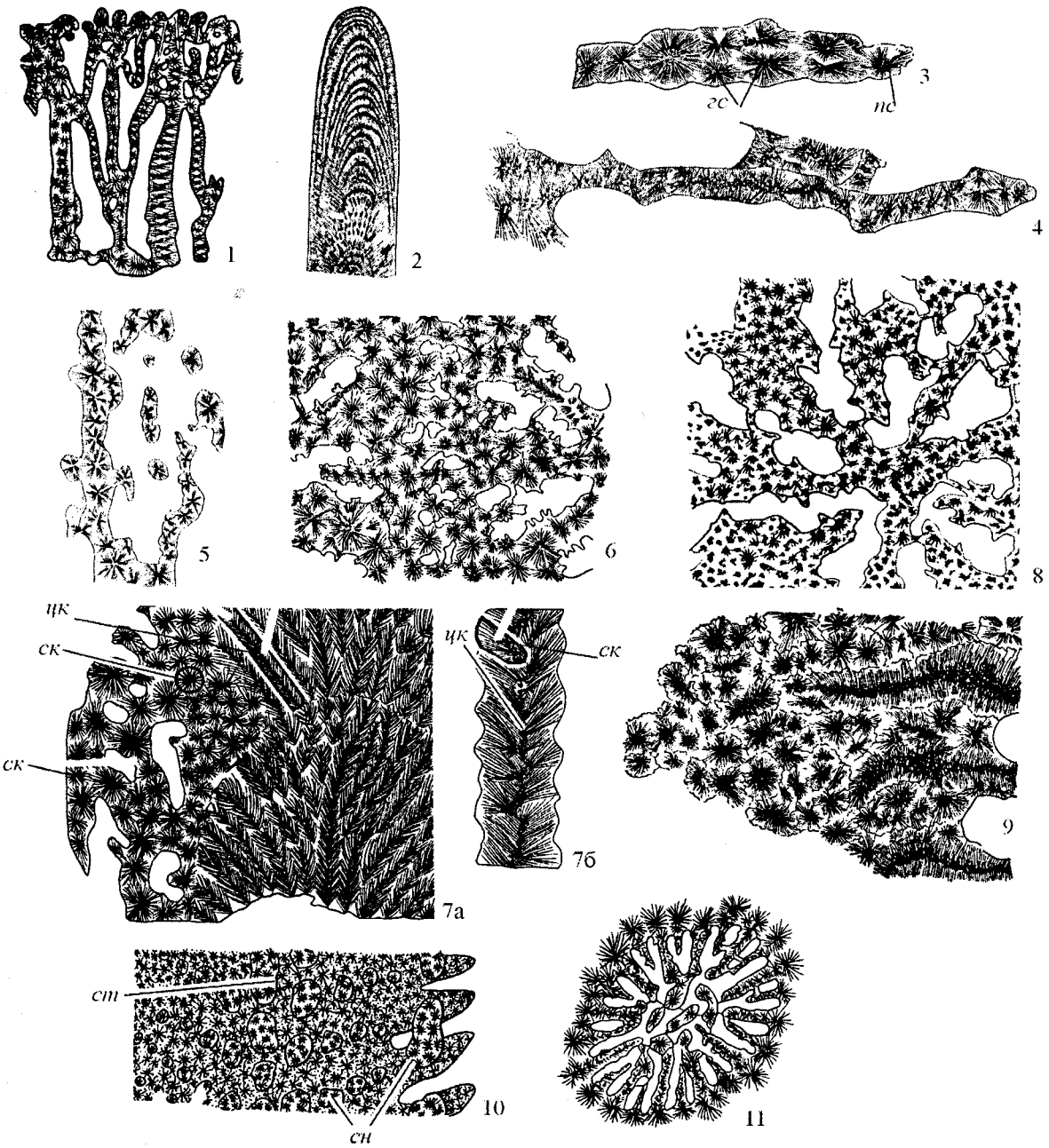


Рис. 111. Микроструктура склеренхимы различных элементов скелета склерактиний. 1–6—микроструктура септ: 1—трабекулярная микроструктура у *Balanophyllia* (*Eupsammia*). Поперечный разрез (х5); 2—*Placosmilia cuneiformis* Edw. et H. Поперечный разрез септы в периферической части; видна волокнисто-пластинчатая микроструктура (х20); 3—*Isastraea cf. bernardina*. Поперечный разрез септы в осевой области (х48): пс—простые склеродермиты; гс—группа склеродермитов; 4—*Cladocora arbuscula* Lesueur. Поперечный разрез септы (х50); 5—*Latomeandra ramosa* Orb. Трабекулярная микроструктура (х30); сс—сложный склеродермит; пс—простой склеродермит; пс—поры септы; сн—синаптикула; 6—*Actinastraea decaphylla* Michelin. Верхняя часть боковой поверхности и дистального края септ (направо стенка, налево столбик) (х16); 7–8—микроструктура септы и столбика: 7—трабекулярная микроструктура септы и столбика у *Galaxea*: а—радиальное сечение септы и столбика (х40); б—тангентальное сечение септы (х40): ст—столбик; ск—склеродермит; тр—трабекула; цк—центр кристаллизации; 8—септы и столбик у *Stereocaenia* состоят из неправильной сложной серии крупных трабекул; 9–11—микроструктура стенки: 9—*Oculina diffusa* Lam. Поперечный разрез через стенку (х40); 10—микроструктура синаптикулотеки у *Siderastrea*. Продольный разрез параллельный септальной плоскости: ст—синаптикулотека; сн—синаптикула; 11—трабекулярная микроструктура септотекальной стенки, септ и грифелевидного столбика у *Columastrea*. Поперечный разрез кораллита (х12). 1–11 **[756,130]**.

http://jurassic.ru/

Столбик образуется в результате сплетения трабекул, выступающих в осевую полость от внутренних краев септ. В тех случаях, когда они тесно свиваются, происходит формирование плотного грифелевидного отростка. Если же соприкасающиеся трабекулы не образуют компактной ткани, а их концы занимают положение, близкое к вертикальному, образуется пучковидная осевая структура.

Диссепименты имеют фиброзную микроструктуру. Они состоят из кристаллических волокон—фибр, которые расположены перпендикулярно их нижней и верхней поверхностям и взаимно параллельны.

Рассмотренные выше типы теки (септотека, синаптикулотека, табулотека и др.) имеют трабекулярную микроструктуру. Однако у некоторых древних скерактиний развита фиброзная или фиброзно–ламеллярная стенка, образованная фибрами, которые располагаются радиально-центростремительно в направлении роста. Перитека некоторых склероктиний может отличаться присутствием вертикальных трабекулярных элементов, соединенных диссепиментами и пеннулами. Такая перитека характеризуется каналовидной структурой и называется цепенхимой.

К числу характерных особенностей склерактиний можно отнести: 1) отсутствие роговидной формы (подобно тетракораллам) у одиночных гексакораллов; 2) осевое прикрепление одиночных форм, позволяющее отличить их от ругоз, для которых свойственно боковое прикрепление; 3) образование септами внешней краевой оболочки (у тетракораллов они не выходят за пределы чашки); 4) развитие у колониальных форм внестенных структур, совокупность которых называется перитекой (для сравнения—у табулят развиты соединительные образования—поры, соединительные трубки и пластины); 5) более сложная микроструктура склеренхимы (так же, как и у ругоз), в отличие от строения скелетной ткани табулят.

4. Хететоидеи, или хететиды [1, 2, 12, 14, 27, 39, 75б, 88, 94].

Одной из важных особенностей скелета хететид является тесное расположение кораллитов (зооидов), что обусловливает образование массивных по строению полипняков **(рис. 112)**. Кораллиты имеют вид тонких (до 1,5 мм в поперечнике) трубочек. Срединный шов между кораллитами во многих случаях отсутствует. Зооиды не имеют сообщения между собой. Поперечный срез зооидных трубок может быть изометричным (округлым и многоугольным), слабо или значительно вытянутым (в одних случаях с прямолинейной, а в других с искривленной осью), а также звездчатой формы **(рис. 113)**.

Среди полипняков выделяются пять морфологических типов, отличающихся, главным образом, формой полипняка и зооидных трубок и расположением последних **(рис. 114, 115)**.

Первый тип—филиформный. Полипняк этого типа имеет пластинчатую форму. Проксимальная часть колонии по площади равна дистальной. Ячейки, как правило, мелкие, изометричные, расположены перпендикулярно и к проксимальной и к дистальной поверхностям колоний.

Второй тип—хететипороидный. Полипняк имеет выпуклую форму (лепешковидную, караваеобразную и др.); проксимальная часть его несколько меньше дистальной. Форма ячеек у разных родов хететид этого морфологического типа может быть различной, например, меандрической, но в основании они почти всегда изометричные. Ячейки веерообразно расходятся от основания колонии.

Третий тип—хететосептоидный. Полипняки по форме близки к сферическим и отличаются от предудыщего типа совсем небольшой площадью проксимальной поверхности. Форма ячеек в основном изометричная.

Четвертый тип—птихохетоидный. Полипняки данного типа имеют башенковидную форму. В процессе роста колонии площадь дистальной поверхности полипняка быстро достигает максимальной величины, после чего происходит увеличение высоты, а ширина скелета колонии изменяется незначительно.

Пятый тип—пиннатоидный. Это сложный морфологический тип, элементами строения которого являются пинны—полипняки, имеющие более простое строение в сравнении с тем, который они образуют. В процессе формирования полипняка изменяются форма, размер и направление роста ячеек. На раннем этапе молодые зооиды, имеющие изометричную форму, располагаются гнездами; они отходят под косым углом к оси пинна и при этом быстро увеличиваются в размерах. Это постепенно приводит

https://jurassic.ru/

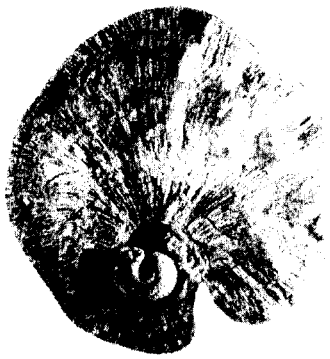


Рис. 112. Общий вид колонии хететид. *Chaetetes septotus* Fleming. Колония обрастает раковину гастроподы *Bellerophon sp.* (x0,5). **[75б].**

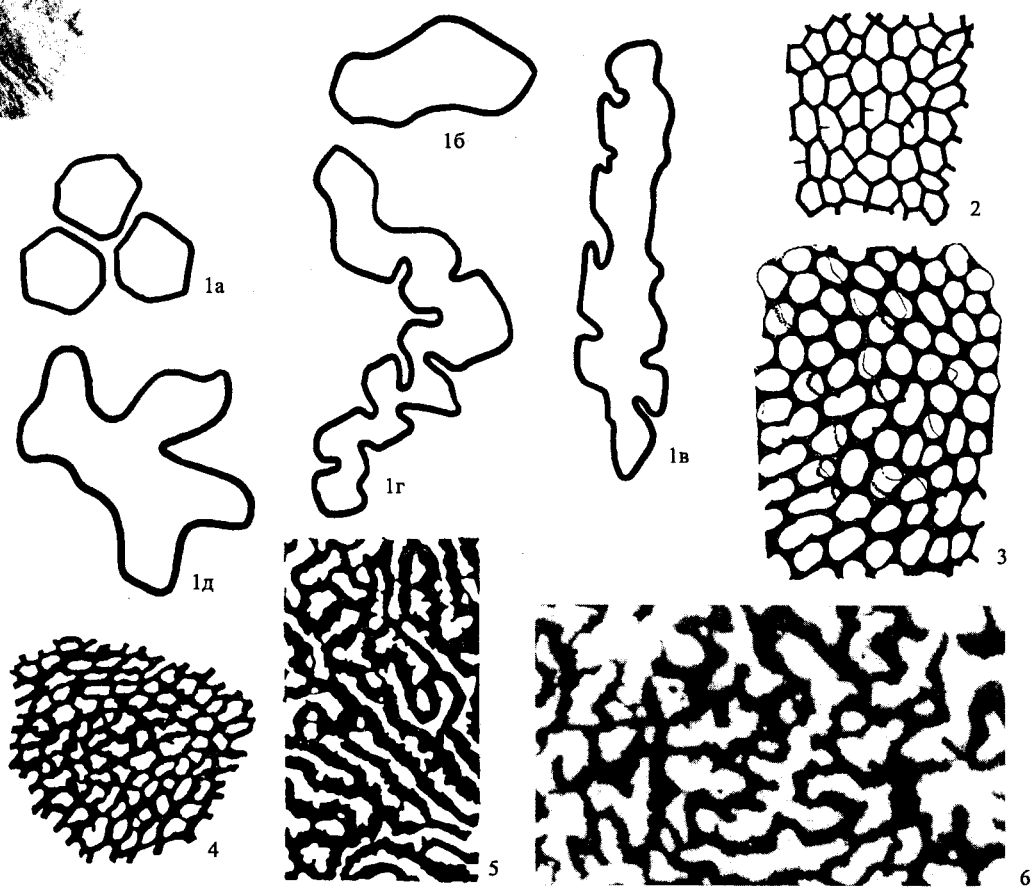


Рис. 113. Форма зооидных трубок хететид. 1—схема поперечного разреза зооидных трубок различной формы: а—изометричная; б—слабо вытянутая; в, г—значительно вытянутая; д—звездчатая **[по В.В. Соловьевой, 1987];** 2—*Chaetetes rossicus* Sokolov. Форма поперечного сечения зооидных трубок многоугольная (x10); 3—*Cyclochaetetes grandis* Sokolov. Полости ячеек имеют округлое сечение. Поперечный разрез (x5); 4—*Chaetetes* (*Boswellia*) *boswelli* Heritch. Неправильная форма сечения полости ячеек. Поперечный разрез (x10); 5—*Chaetetipora eleganta* Struve. Вытянутая форма поперечного сечения ячеек (x5); 6—*Chaetetipora arbustiformis* Sokolov. Поперечное сечение звездчатых ячеек (x10). 1–5 **[75б,88].**

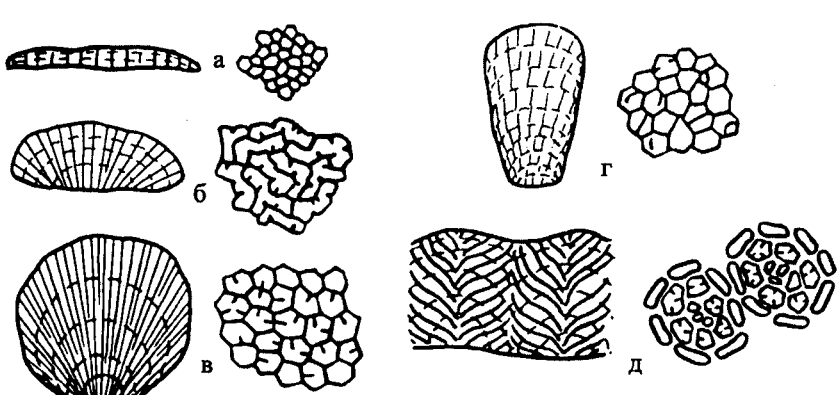
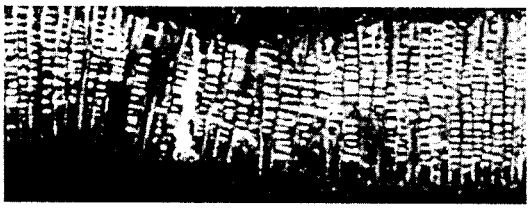


Рис. 114. Схематическое изображение продольного среза полипняка и его участка в поперечном срезе (по В.В.Соловьевой [88]). Обозначение: а—филиформный тип полипняка; б—хететитопороидный; в—хететосептоидный; г—птихохетоидный; д—пиннатоидный.

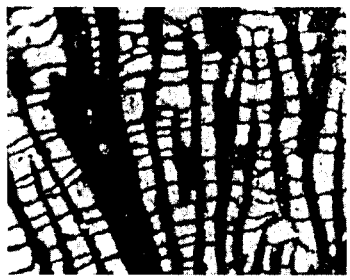
https://jurassic.ru/



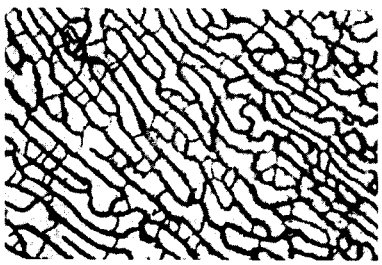
1



2а



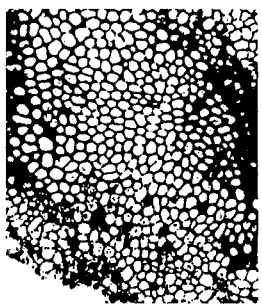
2б



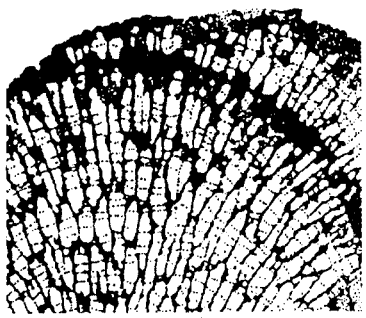
3а



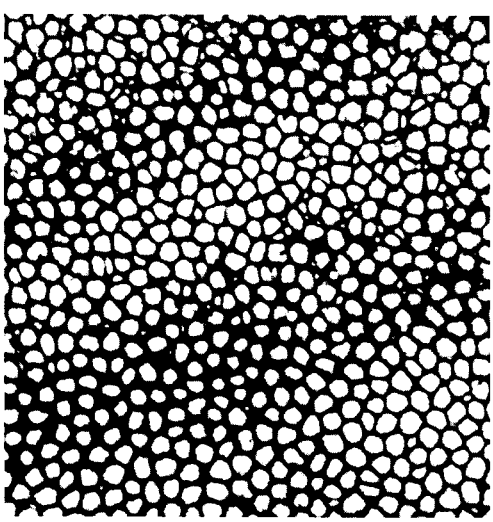
3б



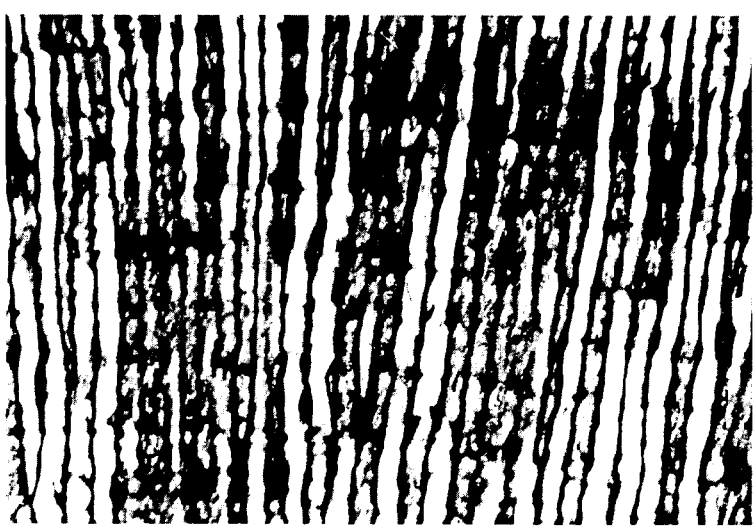
4а



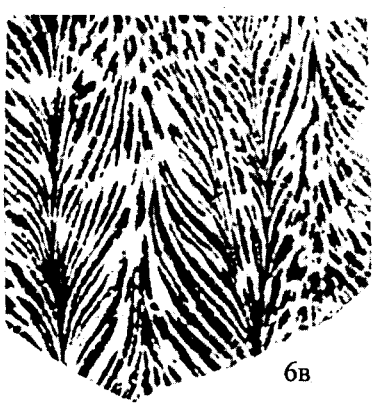
4б



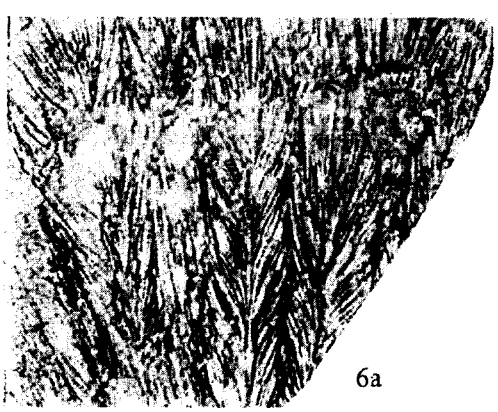
5а



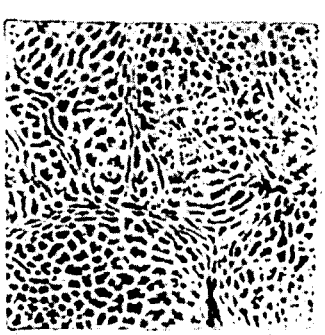
5б



6в



6а



6б

Рис. 115.

https://jurassic.ru/

Рис. 115. Типы строения полипняков хететид. 1—*Chaetetella Sp.* Филиформный полипняк пластинчатой формы; ячейки мелкие прометричные, псевдосепты отсутствуют. Продольный разрез (х4); 2—*Chaetetipora arbustiformis* Sokolov. Полипняк хететитопороидный полусферической формы; ячейки изометричные, меандрические, расходятся от основания колонии веерообразно: а—поперечный разрез (х10); б—продольный разрез (х4); 3—*Chaetetipora textilis* Sokolov. Хететитопороидный полипняк караваеобразной формы; ячейки вытянутые, меандрирующие, днища пузырчатые: а—поперечный разрез (х3); б—продольный разрез (х3); 4—*Chaetetus septosus*. Полипняк хететосептоидный сферической формы, ячейки изометричные, часто присутствуют псевдосептальные выступы в виде тонких пластинок: а—поперечное сечение (х4); б—продольное сечение (х4); 5—*Ptychochaetetes* (*Taurochaetetes*) *michailovae* Subgen. *et sp. nov.* Птихохетоидный полипняк башенковидной формы. Ячейки мелкие, удлиненные; псевдосепты длинные, на продольном срезе имеют вид шипов: а, б—поперечный и продольный срезы (х25); 6—*Chaetetes pinnatus* Sokolov. Сложное строение полипняка (колония состоит из системы мелких колоний): а—внешний вид полипняка (х1); б, в—поперечный и продольный разрезы (х2). 1–6 **[756,88]**.

к сближению с зооидами соседних пиннов, вследствие чего направление роста изменяется на близкое к вертикальному, а форма ячеек становится вытянутой. На более позднем этапе зооиды соседних пиннов сначала сливаются, образуя единый зооид, а в конце концов замыкаются. Для полипняков хететид характерны отчетливо выраженные поверхности, разделяющие светлые и темные концентрические зоны (зоны роста), по которым полипняки могут легко расслаиваться.Проксимальная поверхность колонии покрыта базальной эпитекой. Последняя бывает, как правило, морщинистой **(рис. 116)**.

Во внутреннем строении зооидов принимают участие псевдосептальные выступы и днища **(рис. 117)**. Псевдосепты представляют собой бугорки, валики или гребни, бессистемно отходящие от стенок зооидов к центру ячейки. Длинные и тонкие псевдосепты характерны для изометричных ячеек, короткие шиповидные (в плане)—для сильно вытянутых и меандрических форм, булавовидные—для ячеек неправильной формы, серповидные—для слабовытянутых форм.

Если в процессе роста колонии форма ячеек изменяется, например, изометричные ячейки приобретают вытянутую форму, то псевдосепты могут выклиниваться. В длинных, сильно вытянутых ячейках псевдосепты обычно имеют форму коротких шипов (в поперечнике) или отсутствуют. Возникновение псевдосептальных выступов четко связано с размерами ячеек. В мелких ячейках (менее 0,5 мм в поперечнике) они, как правило, отсутствуют, а в более крупных—их существование бывает закономерным. При этом чем крупнее ячейки, тем многочисленней псевдосептальные выступы.

Днища могут быть тонкие, полные, перпендикулярные к стенкам, равномерно расположенные или в различной степени изогнутые, образующие пузырчатую ткань.

Стенки хететид тонкие, но значительно толще, чем у ругоз и склерактиний. Обычно они сплошные, реже губчатые—поры в том и другом случае отсутствуют. Иногда отмечается изменение толщины стенки на различных ее участках.

Микроструктура стенок и псевдосепт может быть трех типов: фиброзной, ламеллярной и гранулярной **(рис. 118)**. Наиболее характерен фиброзный тип, который делится в зависимости от расположения фибр на подтипы:

1) фибро–радиальная микроструктура. Фибры располагаются в направлении дистального конца, но не вертикально, а под косым углом к оси. Фибро–осевой угол по мере роста колоний не меняется;

2) вееро–фиброзная микроструктура. В осевой части стенки фибры имеют дистальное направление. Они субпараллельны; фибро–осевой угол равен 0°. В краевой части стенки фибры отклоняются; величина фибро–осевого угла увеличивается (данная структура может быть отнесена к неясно трабекулярной);

3) эврифиброзная микроструктура. При данной микроструктуре фибры представляют собой крупные цилиндрические образования, сложенные тонким игольчатым кальцитом—фибриллами. Последние расположены перпендикулярно оси цилиндра, которая наблюдается в продольном шлифе в виде тонкой полоски. Фибриллы наращивают длину фибр путем навивания по спирали тонких игольчатых волокон. Отличительной особенностью эврифиброзной микроструктуры является непостоянство фибро–осевого угла, который может изменяться от 90 до 0°. Изменения направления роста фибр отражаются на толщине стенок: при минимальных фибро-осевых углах они утолщаются, а при увеличении углов становятся тоньше;

http://jurassic.ru/

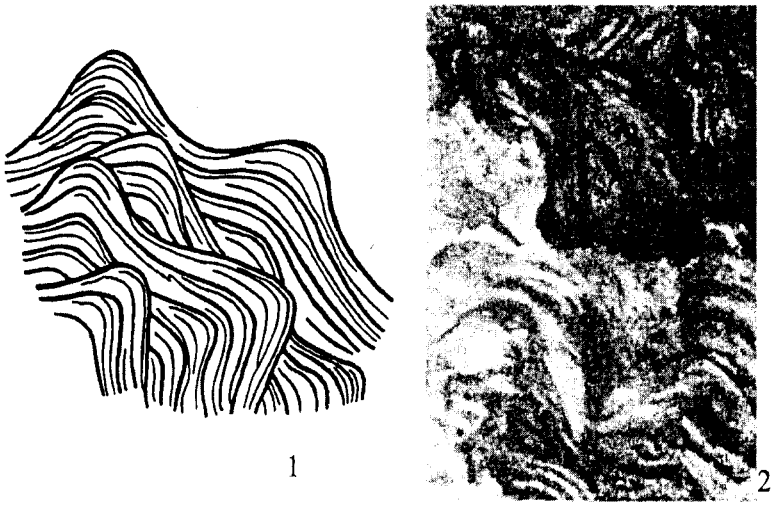


Рис. 116. Базальная эпитека полипняка хететид. 1—схематическое изображение базальной эпитеки; 2—*Fistulimurina compacta* Sokolov. Базальная эпитека колонии (x1); 1—по **В.В.Соловьевой [88]**, 2—**по [75б].**

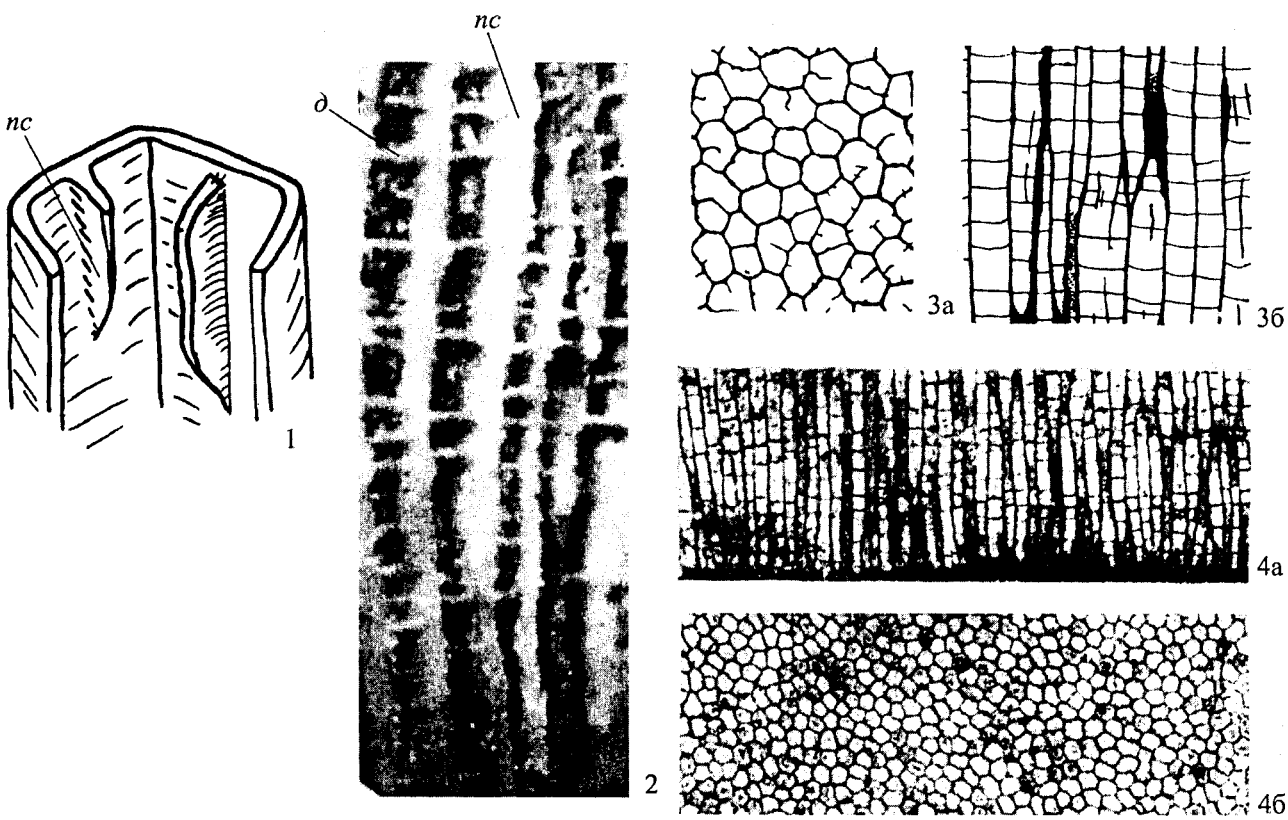


Рис. 117. Внутреннее строение полипняков хететид. 1—схема внутреннего строения ячейки с псевдосептальными выступами: пс— псевдосепта; 2—*Chaetetes pinnatus* Sokolov. Псевдосепты (пс) и днища (д). Продольный скол (x10); 3—*Chaetetus giganteus* Sokolov. Очень резко выраженные псевдосептальные выступы и тонкие горизонтальные днища: а—поперечное сечение (x5); б—продольное сечение (x5); 4—*Chaetetella filiformis* Sokolov. Частые горизонтальные днища. В филиформном полипняке с мелкими изометричными ячейками псевдосепты отсутствуют: а—продольный разрез (x10); б—поперечный разрез (x10). 1–4 **[75б,88].**

https://paleo.ru/

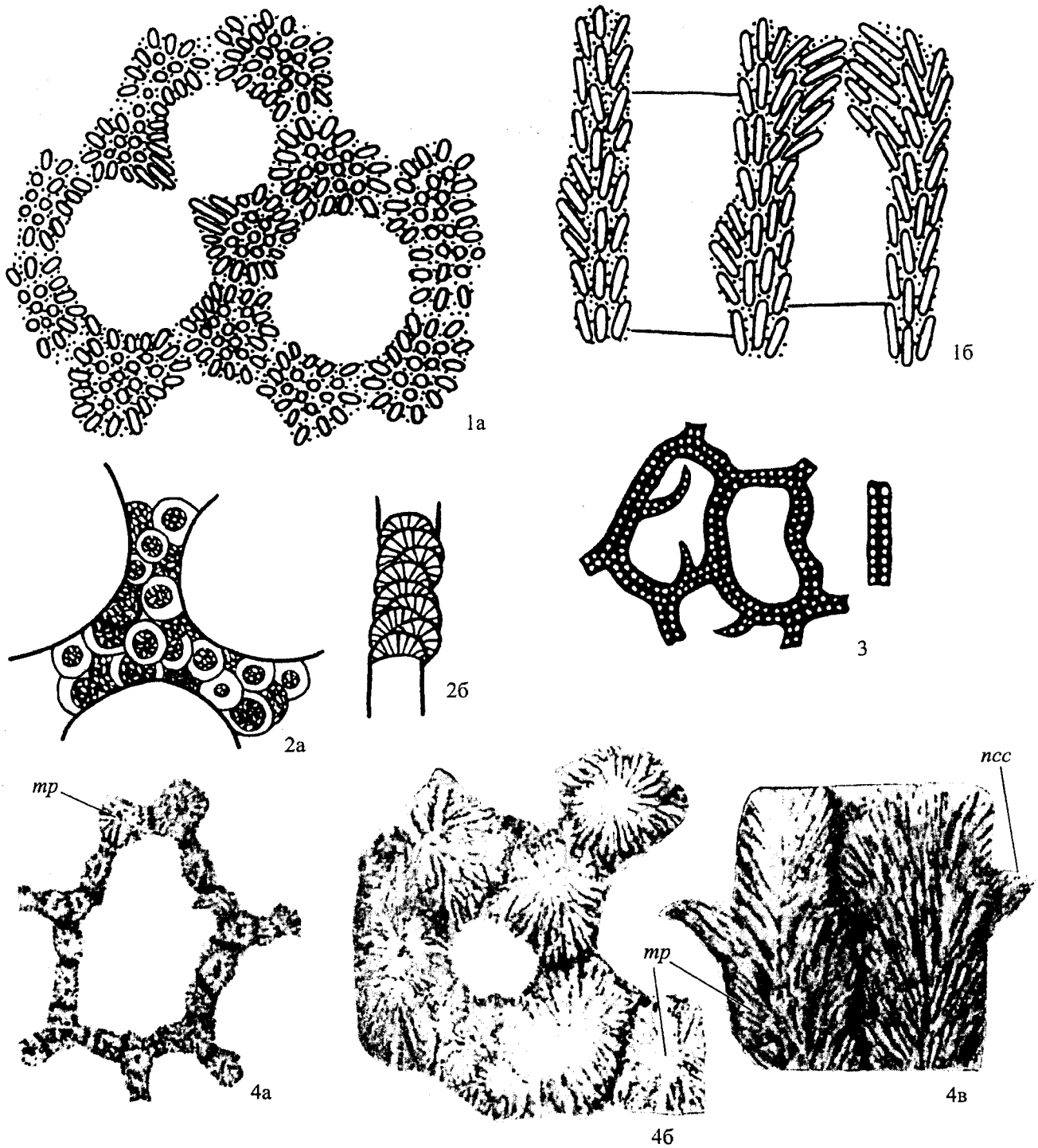


Рис. 118. Микроструктура склеренхимы полипняка хететид. 1—фиброзная микроструктура у рода *Banneia*. Рисунки с поперечного и продольного шлифов (х60): а—поперечное сечение; б—продольное сечение; 2—фибро-блочная микроструктура у рода *Masschaetetes*. Рисунки со шлифов: а, б—продольное и поперечное сечения стенок (х40); 3—полисфероидальная микроструктура у рода *Blastochaetetes*. Рисунки со шлифов, продольное и поперечное сечения (х15); 4—*Chaetetes sp.* Трабекулярная микроструктура стенок и псевдосепт: а, б—поперечное; в—продольное сечения (все сильно увеличено): псс—псевдосептальные выступы; тр—трабекулы. 1–3—рисунки со шлифа—по **В.В.Соловьевой [88]**, 4—по **[75б]**.

https://paleo.ru/

4) фибро-блочная микроструктура. Фибры представляют собой «блоки», в продольном сечении имеющие форму серпа или полумесяца, а в поперечном—круга. Они построены фибриллами, радиально расходящимися от вогнутого основания блока. В шлифах на продольном срезе, проходящем вдоль волокон, блоки имеют вид светлых полумесяцев. На поперечном срезе, в зависимости от места пересечения блока, может быть виден темный кружок или такой же кружок со светлой каймой. Эти отличия связаны с неодинаковым преломлением света при различной ориентировке кристаллических волокон кальцита (темные участки соответствуют перпендикулярному, а светлые—параллельному расположению относительно среза);

5) полисфероидная микроструктура. Фибры представляют собой мелкие, тесно уложенные кальцитовые сферки, которые образованы лучисто расходящимися кальцитовыми волокнами. У видов с очень тонкой стенкой сферки уложены в один ряд, а при более толстой стенке они могут быть уложены в два ряда. Если толщина стенки возрастает значительно, то сферки бывают уложены беспорядочно и имеют различные размеры, при этом более мелкие сферки заполняют промежутки между более крупными.

Если микроструктура стенок трабекулярная, то они могут распадаться на вертикальные элементы, соответствующие трабекулам, вытянутым вдоль стенок; в трабекулах может присутствовать осевой канал.

Для скелетных образований хететид характерны следующие признаки: 1) полипняки хететид отличаются тесным расположением зооидов и всегда относятся к массивному типу (кустистый тип среди них не встречается); 2) у хететид роль септ выполняют псевдосептальные выступы—деление кораллитов (зооидов) псевдосептальными выступами—это явление, которое характерно исключительно для хететид, благодаря которому они были выделены в отдельную группу; 3) осевые структуры у хететид, так же, как у табулят, отсутствуют; 4) стенки хететид всегда плотные (поры отсутствуют) и более толстые в сравнении со стенками четырех– и шестилучевых кораллов.

Ценостеумы гидроидных и строматопороидей

Ценостеум представляет собой совокупность основных и дополнительных элементов скелета колоний гидроидных полипов и организмов неясного систематического происхождения, называемых строматопороидеями [76, 88].

1. Гидроидные—класс в типе стрекающих, одиночные (медузы) и колониальные животные; колониальные ведут прикрепленный образ жизни. Венд—настоящее время (скелетные формы появились с ордовика) [2, 14, 39, 75б, 88, 89].

Среди гидроидов выделяются гидрокораллы, имеющие массивный или разветвленный пористый известковый скелет—ценостеум **(рис. 119)**.

На поверхности микропористого ценостеума гидрокораллов выделяются углубления двух видов: большего диаметра—гастропоры и меньшего диаметра—дактилопоры, а также округлые возвышения—ампулы **(рис. 120)**. В первых находились полипы, которые выполняли питающую функцию (гастрозооиды), во вторых—измененные полипы, выполнявшие защитную функцию (дактилозооиды). Гастрозооид, окруженный несколькими дактилозооидами, расположенными определенным образом, образует циклосистему. У массивных гидрокораллов гастропоры и дактилопоры представляют собой полости, которые проникают далеко вглубь скелета; они содержат поперечные перегородки—днища или табулы. У гидрокораллов с разветвленным скелетом гастропоры и дактилопоры—это неглубокие полости, со дна которых поднимаются шиповидные выросты—соответственно гастростили и дактилостили. У некоторых представителей гидрокораллов этого типа образуются специальные скелетные выросты—крышечки, которые прикрывают циклосистему сверху. Ампулы на внешней поверхности выглядят как возвышения, но на срезе видно, что внутри они полые. В них при жизни гидрокоралла шло формирование медуз.

В ископаемом состоянии, согласно Н.М. Маслову [2], встречаются остатки гидроидных полипов, в систематическом отношении неопределимые даже до семейства. Они представляют

https://jurassic.ru/

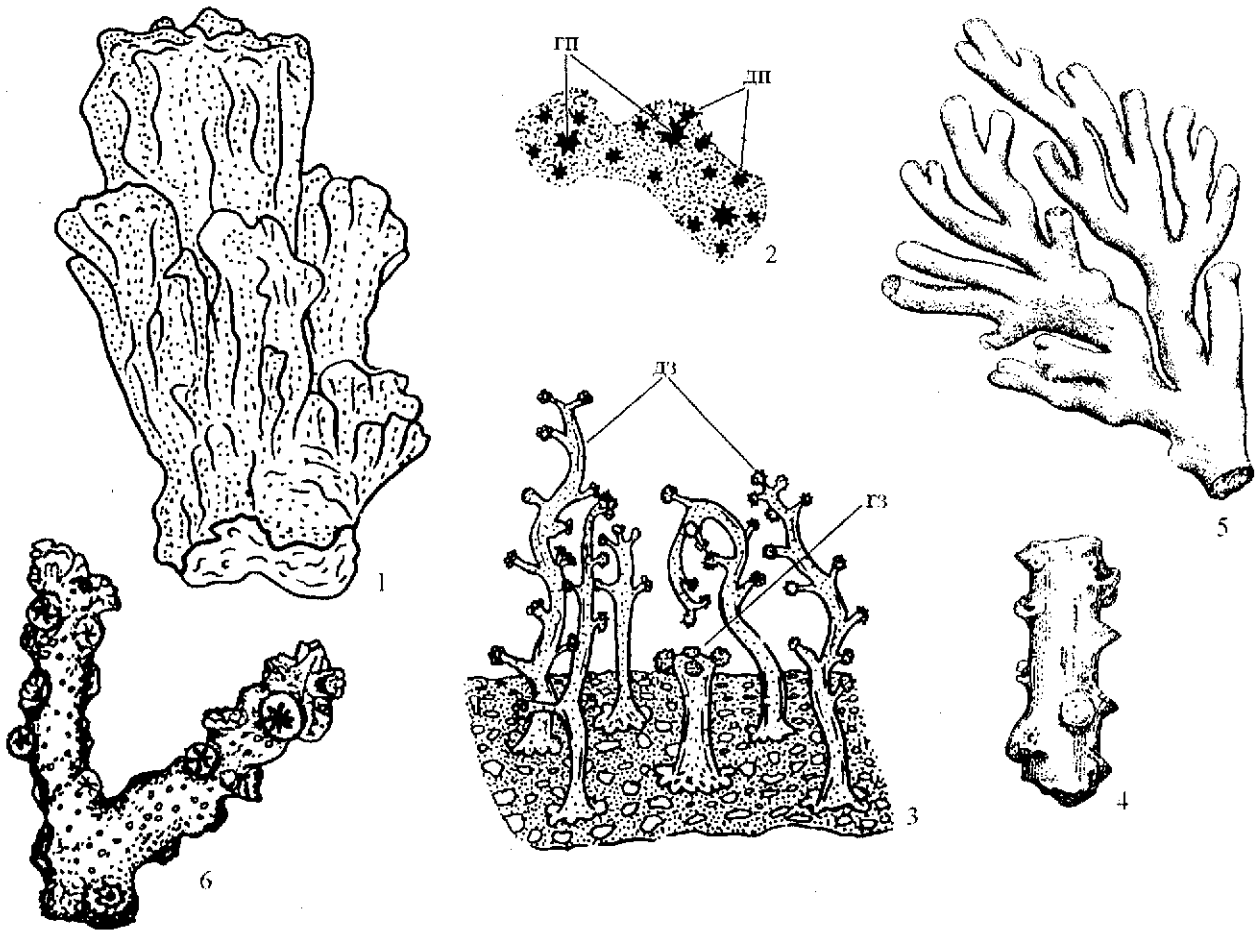


Рис. 119. Типы колоний гидрокораллов и внешний вид их поверхности. 1—*Millepora*. Массивная колония. Внешний вид части колонии; 2—поверхность массивной колонии с порами (увеличено): гп—гастропора;дп—дактилопора; 3—фрагмент поверхности колонии *Millepora* с гастрозооидом, окруженном дактилозооидами: дз—дактилозооид; гз—гастрозооид; 4—*Deontopora mooraboolensis* Hall. Древовидная колония (х5,5); 5—*Congregopora nasiviformis Brunnich*-Nielsen. Ветвистая колония (х1); 6—*Allopora*. Разветвленная колония. Внешний вид веточки. 1–6 **[88,89]**.

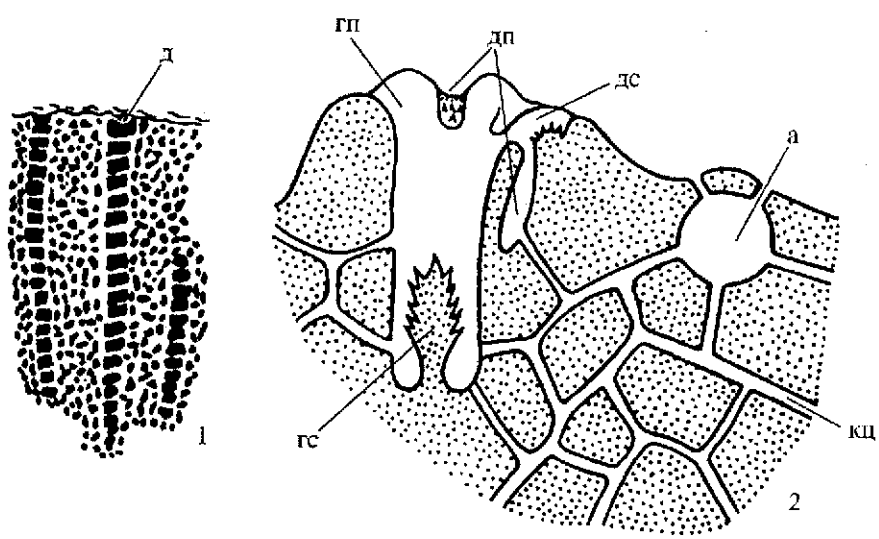


Рис. 120. Строение скелета гидрокораллов. 1—массивная колония. Глубокие полости (поры) пересечены днищами или табулами: д—днища (табулы); 2—разветвленная колония (сечение через поверхностную часть): гп—гастропора; дп—дактилопоры; гс—гастростиль; дс—дактилостиль; а—ампула; кц канал ценостеума. 1,2 **[по 88]**.

http://jurassic.ru/

собой грубые пластины неправильной формы, имеющие толщину от нескольких миллиметров до 3–4 см, а длину до нескольких сантиметров **(рис. 121, 122)**. Благодаря тому, что пластины перекристаллизованы и замещены вторичным кальцитом, они сливаются между собой и обычно неразличимы в шлифах. Под микроскопом, при малых увеличениях, наблюдается система ветвящихся полостей. Внизу или в середине пластин эти полости широкие, а к поверхности сужаются, ветвятся и образуют систему каналов. Все полости соединяются в центральной части пластины. При хорошей сохранности остатков организма между каналами может наблюдаться тонкая крупноячеистая сетка.

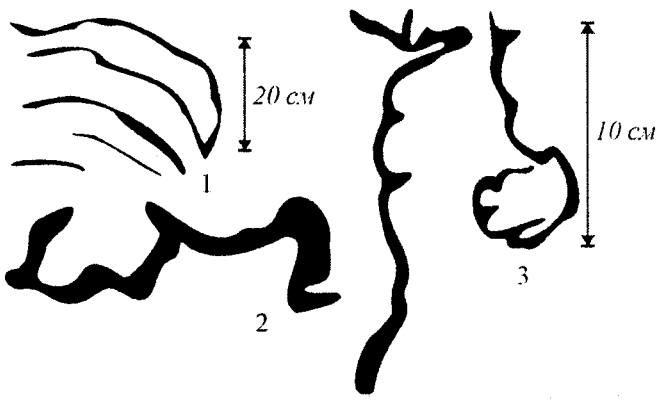


Рис. 121. Сечения через пластины уралотиманий в обнажениях нижнепермских известняков Уфимского плато. 1, 2—горизонтальный рост пластин; 3—вертикальный рост пластин. Зарисовки **В.П. Маслова [2].**



Рис. 122. Строение скелета уралотиманий Uralotimania reticulata Riab (x5). 1—горизонтальное сечение; 2—вертикальное сечение. **[2].**

2. Строматопороидеи, или строматопораты—вымершие животные, выделенные в отдельную группу из-за неясности систематического положения: губковые или книдарии, близкие гидрокораллам. Предлагается рассматривать эту группу в качестве самостоятельного подкласса в составе класса Hydrozoa. Это колониальные вымершие организмы, которые вели прикрепленный и свободнолежащий образ жизни. *Средний ордовик-палеоген* [1, 2, 7-12, 14, 16, 62-64, 69, 75б, 88, 119-123].

Ценостеумы строматопороидей бывают двух морфологических типов: массивные и ветвисто–массивные **(рис. 123)**. Среди массивных встречаются различные формы: пластинчатые, полусфероидальные, сфероидальные, желвакообразные и коркообразные. Последние нередко участвуют во взаимном обрастании с другими организмами: табулятами, ругозами и пр. К ветвисто–массивным относятся дендроидальные формы, в том числе с удлиненными выростами на внешней поверхности, и цилиндрические, нередко имеющие боковые выросты.Нижняя, а иногда и верхняя поверхность пластинчатых ценостеумов обычно повторяет форму рельефа субстрата; поверхность ценостеумов других морфологических разновидностей обычно не связана с рельефом субстрата. Верхняя поверхность в одних случаях бывает сглаженной, а в других—волнисто–бугристой.

https://jurassic.ru/

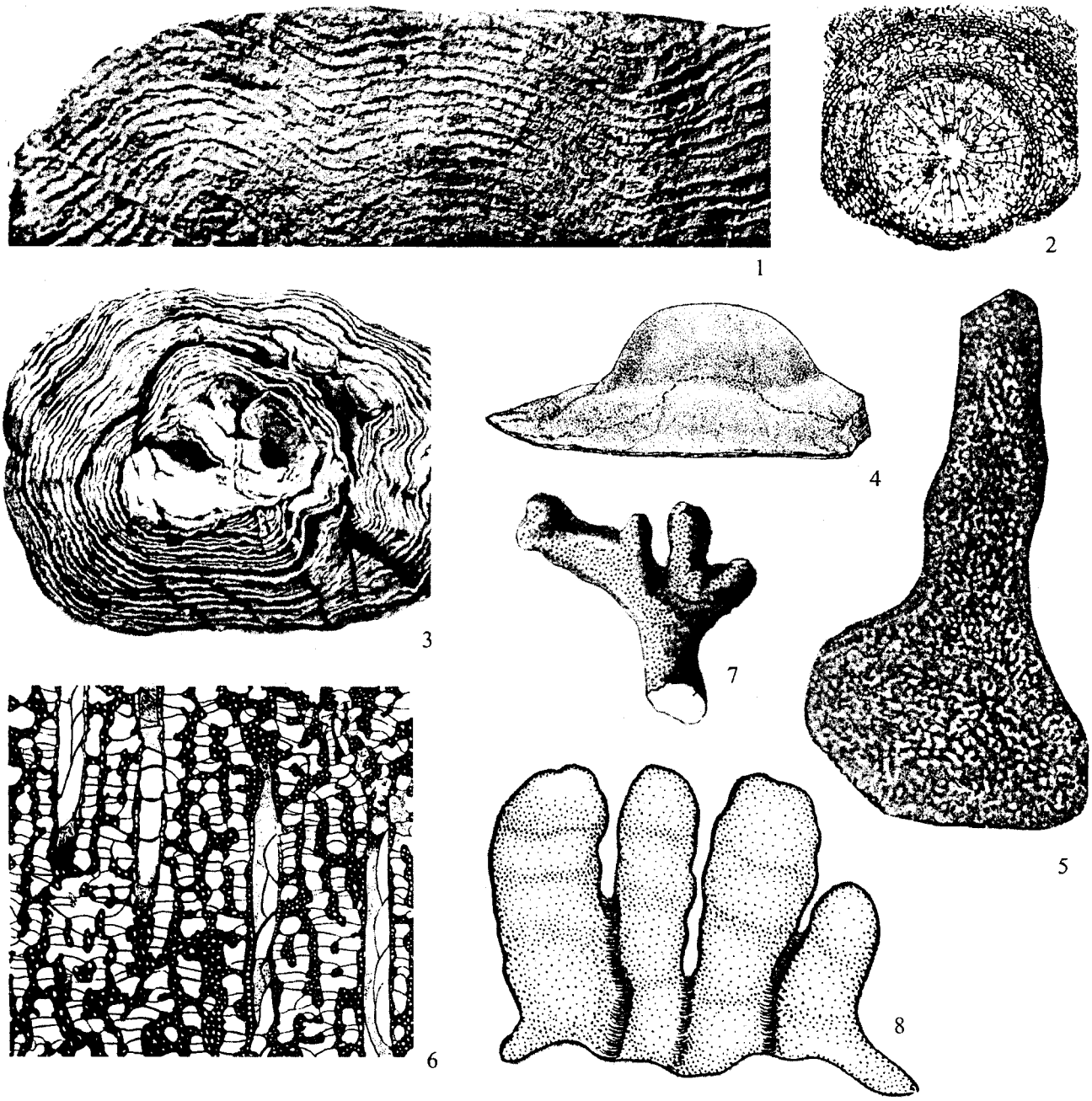


Рис. 123. Строматопороидеи. Внешнее строение ценостеумов и формы роста. 1—*Actinostroma ignotum* Yavorsky. Пластинчатый ценостеум (x1); 2—коркообразные строматопороидеи. Взаимное обрастание организмов: на коралле *Rugosa* в три слоя располагаются *Stromatoporella*, *Alveolites* и вновь *Stromatoporella* (x2); 3—*Actinostroma clathratum* Nich. Желвакообразный ценостеум (x0,4); 4—*Labechia elegestica Riabinin var. kirgizica* Yavorsky Полусфероидальная форма ценостеума (x0,2); 5—*Vicinostachyodes cucurbitina* Yavorsky. Форма ценостеума похожа на колбу. Продольный разрез (x5); 6—*Stromatopora hьpschii* и *Syringopora*—пример комменсализма (x12); 7—*Stachyodes verticillata* (McCoy) с длинными выростами на внешней поверхности (x1,5); 8—*Parallelostroma kudrinzyensis* (Riab). Дендроидный ценостеум (x5). 1–8 **[756,119,121,122,130].**

https://jurassic.ru/

Среди строматопороидей дендроидной формы выделяются две группы, отличающиеся характером верхней поверхности ценостеума. У одних форм она представляет собой последний слой горизонтальных элементов скелета, а у других—является настоящей стенкой, облекающей ценостеум с боков.

Скульптурными элементами верхней поверхности могут служить различные бугорки, гранулы или возвышения конической формы—сосочки и борозды **(рис. 124)**. Кроме того, на боковой поверхности ценостеумов могут быть развиты опоясывающие выступы. Они являются продолжением некоторых горизонтальных элементов скелета, по плоскостям которых ценостеум легко разделяется на корки. Нередко на поверхности скелета и в шлифах наблюдаются пустоты звездчатой формы—астроризы. Очень часто астроризы располагаются на поверхности сосочков. На нижней поверхности строматопороидей может присутствовать базальная эпитека в виде концентрических морщин в подошве ценостеума **(рис. 125)**. У многих форм в основании скелетной постройки имеется ножка для прикрепления к субстрату.

Размер колонии строматопороидей обычно изменяется от 0,5 до 1 м. Некоторые из них образуют пластинчатые тела площадью до 3 $м^2$, при толщине 20 см. В ископаемом состоянии обычно встречаются пластинчатые и корковые формы ценостеумов.

Скелет строматопороидей состоит из тонких параллельных прямых и в различной степени волнистых горизонтальных пластин—ламин, которые соединены вертикальными столбиками, одни из которых могут проходить через множество пластин, а протяженность других не выходит за пределы двух–трех пластин **(рис. 126)**.Такая структура представляется в продольном и поперечном сечениях в виде решетки. Промежутки, ограниченные по вертикали соседними ламинами, а по горизонтали—столбиками, называются ячейками. Иногда эти промежутки образуют пустотное пространство в виде системы извилистых каналов.Ламины растут последовательно друг за другом, образуя многослойные корки **(рис. 127)**. Они бывают нескольких вариантов: пузыревидные, инфлексионные, сплошные и связочные.

Пузыревидные (петельчатые) ламины образуются при соединении отростков, отходящих от столбиков под прямым или косым углом. Они могут быть правильными, если отростки отходят от всех столбиков на одном уровне, или неправильными, когда отростки отходят на различных уровнях. Образуемые при этом петли бывают сильно выпуклые, расположенные вершинами вверх или вниз, и уплощенные с различной формой поперечного сечения: полигональной, меандрообразной и сотообразной.

Инфлексионные ламины представляют собой видоизмененные пузыревидные ламины, у которых верхние поверхности постепенно выполаживаются, а боковые редуцируются до коротких столбиков.

Сплошные ламины представляют собой горизонтальные или волнисто изогнутые параллельные пластины.Связочные ламины образуются от вертикального столбика, который разрастается сначала нитевидно, а затем появляются боковые отростки. Последние соединяются друг с другом таким образом, что в тангенциальном сечении образуется сетка, ячейки которой имеют различные очертания. Впоследствии ячейки могут зарастать тканью, отличающейся от ткани скелетных остатков более светлой окраской и рыхлой структурой.

К числу горизонтальных скелетных элементов относятся также ценостромы, являющиеся разновидностью ламин, латиламины и параламины.

Ценостромы—утолщенные горизонтальные части инфлекционных ламин; они напоминают губчатую ткань. Присутствие латиламин устанавливается по периодическому сгущению (через 1–2 мм) горизонтальных элементов, среди которых находятся более толстые пластины (латиламины), и изменению окраски слоев. Латиламины служат причиной образования опоясывающих выступов на боковой поверхности ценостеума. Параламины формируются в виде горизонтальных пластин на границе, отвечающей двум различным периодам роста ценостеума. В редких случаях (характерных для представителей рода *Lophiostroma*) вертикальные скелетные элементы полностью отсутствуют, а ценостеум образован волнисто-изогнутыми, перекрывающими друг друга слоями карбонатного вещества. Подобные слои называют семиламинами.

http://geo.ru/

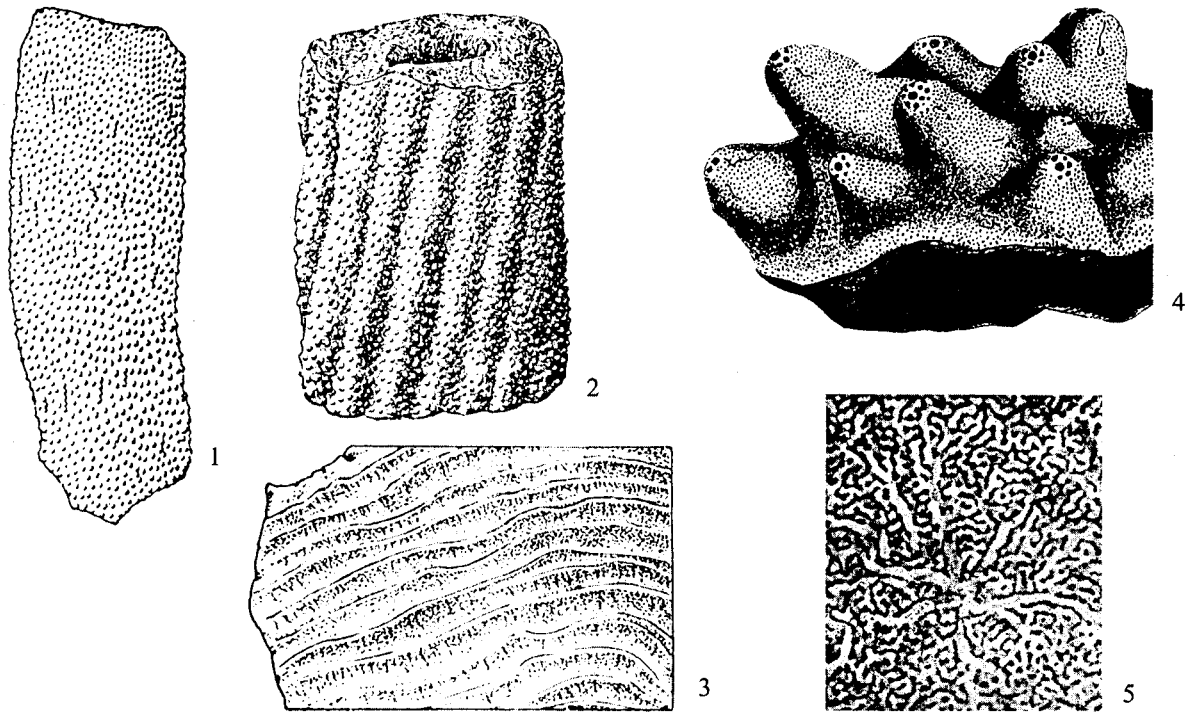


Рис. 124. Скульптура поверхности ценостеумов строматопороидей. 1—мельчайшие бугорки на поверхности стебля *Beatricea tenuipuncata* (x1); 2—*Beatricea undalta*. Бороздчатость на поверхности ценостеума (x1); 3—*Stromatopora concentrica*. Опоясывающие выступы на поверхности ценостеума (x1); 4—*Stromatopora polyostriolata*. Астроризальные каналы на сосочках (x1,5); 5—*Stromatopora menbrosa sp. nov*. Внешняя поверхность ценостеума с астроризами. Вертикальный разрез (x5). 1–5 **[756, 130]**.

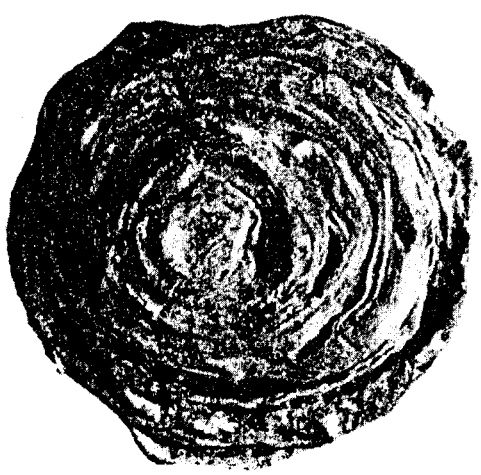


Рис. 125. Базальная эпитека на нижней поверхности строматопороидей. *Clathrodictyon variolare* Rosen. Концентрическая морщинистая эпитека (x1).**[123]**.

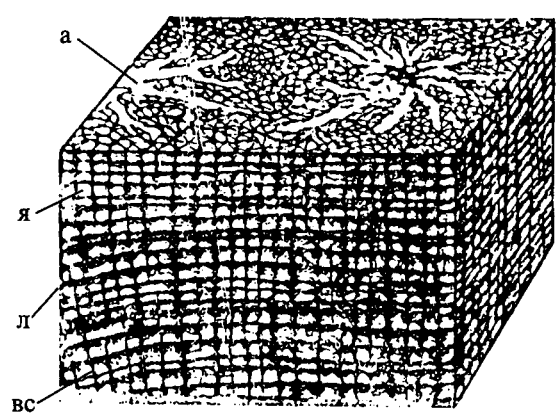


Рис. 126. Общий вид внутреннего строения скелета строматопороидей. *Actinostroma mamontovi* Yavorsky. Решетчатое строение ценостеума (x10): вс—вертикальный столбик; л—ламина; я—ячейка; а—астрориза. **[756]**.

http://jurassic.ru/

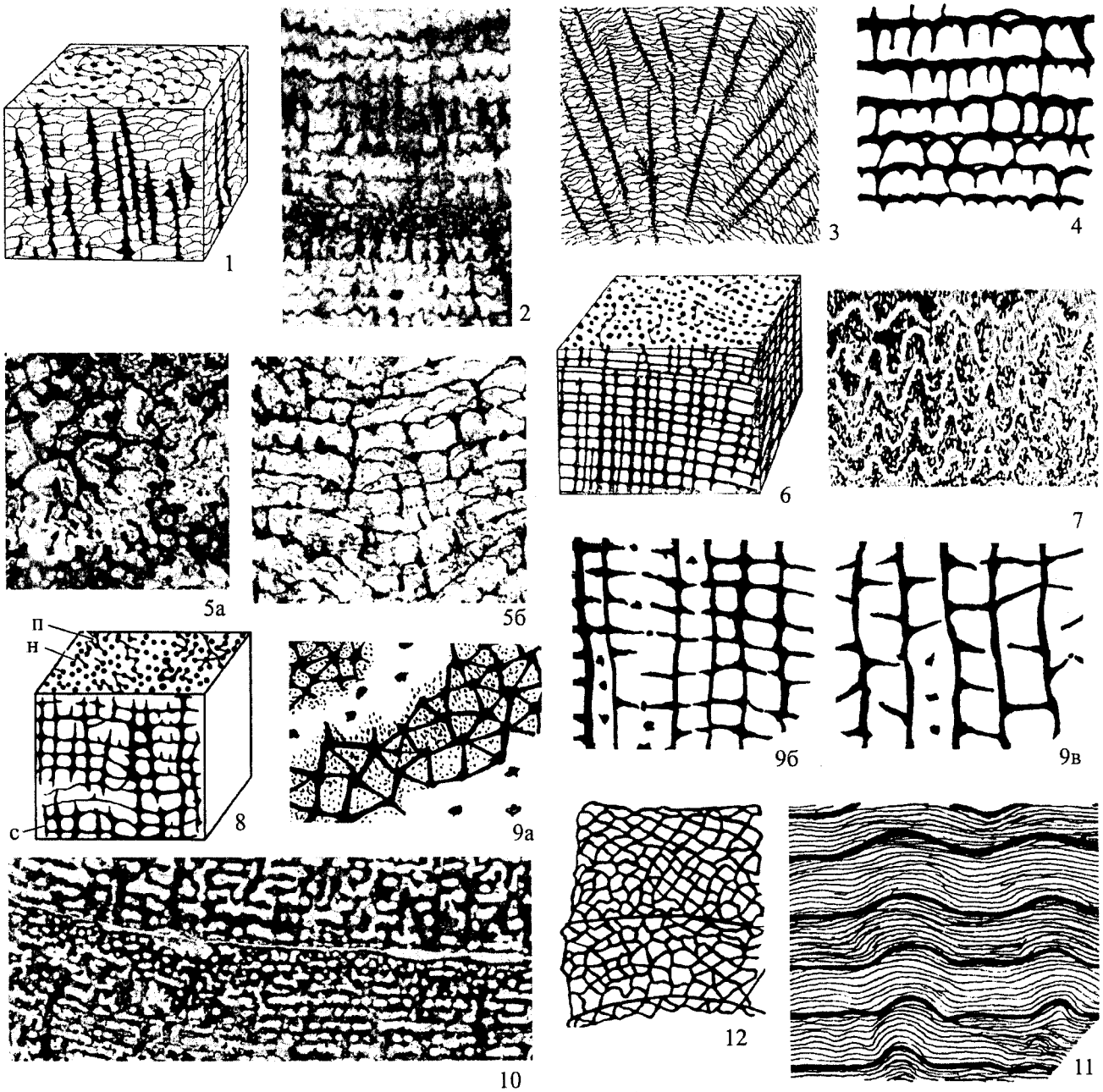


Рис. 127. Горизонтальные элементы скелета строматопороидей. Типы ламин. 1–3—пузыревидные ламины: 1—Labechia sibirica Yavorsky. Ламины пузыревидные сильно выпуклые, вершины петель обращены вверх. Вертикальный разрез (х5); 2—*Chalazodes sibiricum* Yavorsky. Ламины пузырчатые сильно выпуклые, вершины петель находятся внизу. Вертикальный разрез (х8); 3—*Stromatocerium eximium* Gorsky. Ламины пузырчатые, уплощенные. Вертикальный разрез (х1,5); 4–5–инфлексионные ламины: 4—*Clathrodiction striatellum* Orb. Ламины инфлексионные (х20); 5—*Stelodiction iniquum* Bogoyavlenskaya. Инфлексионные ламины: а—поперечное сечение; б—продольное сечение; 6–7—сплошные ламины: 6— *Gerronostroma elegans* Yavorsky. Сплошные прямоугольные ламины (х5): 7—*Lophiostroma sp.* Riab. Сплошные извилистые ламины. Вертикальный разрез (х5); 8–9. Связочные ламины: 8—*Actinostroma clathratum* Nicholson. Сочетание поперечного и продольного сечений: с—столбик; н—нитевидные стростки; п—петли треугольной формы; 9—схема образования связочных (колликулятных) ламин: а—связочная ламина в поперечном сечении; б, в—типы связочных ламин в продольном сечении; 10–12—особый тип ламин: 10—*Stromatopora lamellosa* Yavorsky. Ценостромы и ценостеллы. Продольный разрез (х7); 11—*Lophistroma schmidti* Nich. Семиламины; 12—*Plexodictyon ludlowicum* Bolsh. Продольное сечению (х10). 1–12 **[8, 11, 75б, 130].**

https://paleo.ru/

Среди столбиков существует несколько разновидностей **(рис. 128)**: 1) шипики—не доходят до соседних ламин; 2) сепаратные (короткие) столбики—их протяженность ограничена промежутком между двумя соседними ламинами; 3) инфлексионные столбики—вертикальные отростки инфлексионных ламин; 4) связочные столбики, от вертикальных элементов которых в противоположные стороны отходят горизонтальные отростки (колликулы); 5) пролонгированные (длинные) столбики—после образования новой ламины они продолжают расти, строго совпадая по направлению со столбиками нижележащих межламинарных промежутков; эти столбики могут пересекать несколько таких промежутков или весь ценостеум; 6) консосиарные (совмещенные) столбики, для них характерно незначительное смещение друг относительно друга в двух соседних межламинарных промежутках; 7) ценостеллы—утолщенные вертикальные элементы—их образование связано с тесным слиянием соседних столбиков, при котором границы между последними не видны; в поперечном сечении ценостеллы имеют неправильную, изогнутую форму. Для некоторых форм характерна концентрация вертикальных элементов в виде групп столбиков, называемых колонками.

В строении скелета строматопороидей, кроме различного типа ламин и столбиков, могут принимать участие так называемые инфлексионные элементы скелета **(рис. 129)**. По своему строению они не могут быть отнесены ни к одному из двух типов—горизонтальному или вертикальному. К их числу относятся шевронно изогнутые элементы скелета, имеющие V-образный облик. Для ценостеумов, в строении которых принимают участие инфлексионные элементы, характерны параламины.

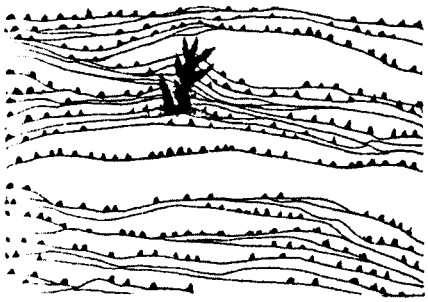
Внутреннее строение ценостеума строматопороидей, относящихся к родам *Stromatopora* и *Amphipora*, отличается некоторыми особенностями, выделяющими их среди других скелетов этой группы организмов **(рис. 130)**. У многих строматопор горизонтальные и вертикальные элементы трудно различимы из-за сильного утолщения; ценостеум подобных форм имеет губчатый облик.У амфипор в скелете отсутствуют ламины и столбики, а ценостеум имеет сетчатую структуру.

Морфологическое разнообразие извилистых каналов в скелете строматопороидей связано с многочисленными особенностями строения горизонтальных и вертикальных скелетных элементов, в промежутках между которыми они существуют. Основными типами являются следующие: 1) автотубы—обособленные вертикальные каналы, имеющие округлое или овальное поперечное сечение; 2) ценотубы—вертикальные каналы с удлиненным или меандрическим поперечным сечением; 3) галереи—пустоты в ценостеуме между ламинами и столбиками округлой, овальной, прямоугольно-округлой, сильно вытянутой в горизонтальном направлении формы; в продольном сечении они более расширены, чем все остальные.

Особым типом пустотного пространства, характерного для строматопороидей, являются астроризы **(рис. 131)**. Они имеют звездчатую форму и представляют собой систему прямых или ветвящихся каналов, протягивающихся в горизонтальном и вертикальном направлениях. Астроризальные каналы не имеют собственных стенок и ограничиваются горизонтальными и вертикальными элементами скелета. В астроризальных каналах развиты тонкие горизонтальные или слегка выпуклые днища; последние могут быть наклонены по отношению к ламинам. Астроризы располагаются в ценостеуме в определенном порядке. Они могут быть обособленными от смежных межламеллярных промежутков или объединенными в систему с общим вертикальным каналом.

По данным О.В. Богоявленской [10, 12], устанавливаются следующие типы астрориз: 1) фистулярный—вертикальный канал прямой, горизонтальные каналы короткие, коленообразно изогнутые, иногда редуцированные; 2) фасцикулярный—астроризальные каналы собраны в пучок, в осевой части пучка располагаются несколько почти вертикальных каналов, которые по мере роста ценостеума изменяют направление на горизонтальное; 3) декуссантный—горизонтальные каналы отходят от единственного вертикального канала под прямым углом и образуют в радиальном сечении крестообразную фигуру; 4) конгруэнтный—горизонтальные дихотомически ветвящиеся каналы образуют астроризы, объединенные в системы. Характерная особенность этих систем состоит в том, что астроризы точно расположены одна над другой, вследствие чего пространственно совпадают не только центры астрориз, но и горизонтальные каналы.

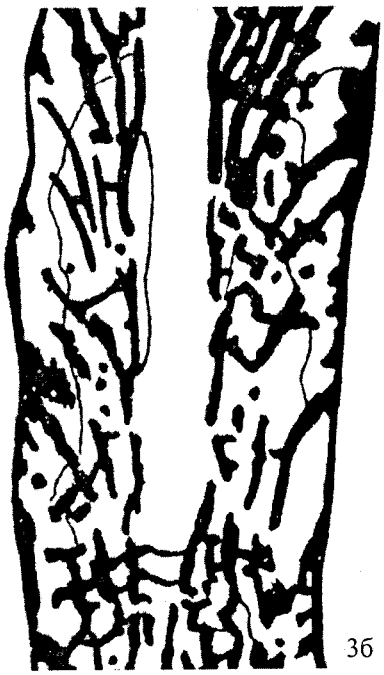
https://rarbic.ru/



1



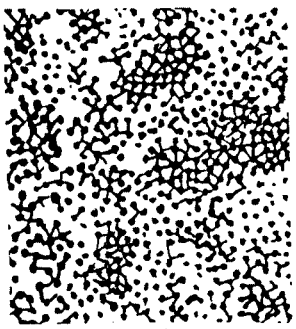
2



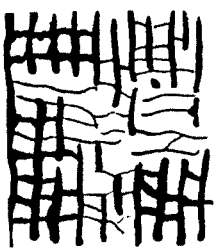
3б



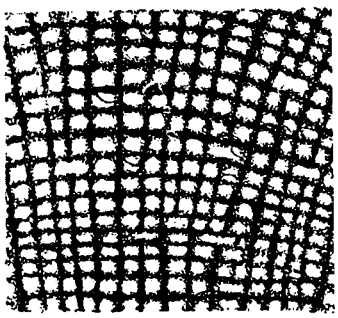
3а



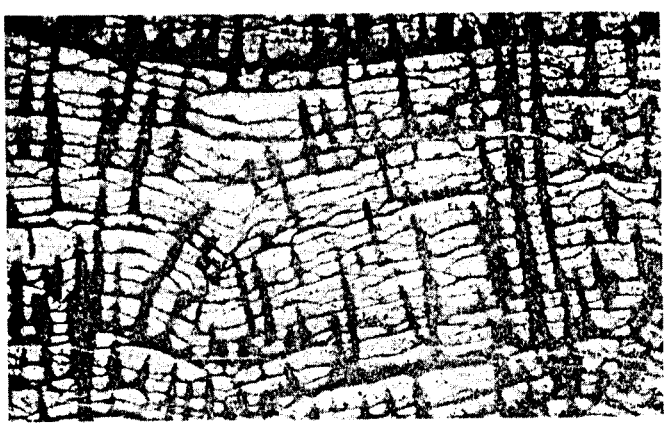
4а



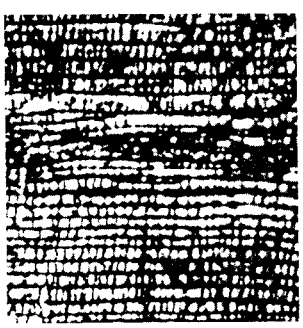
4б



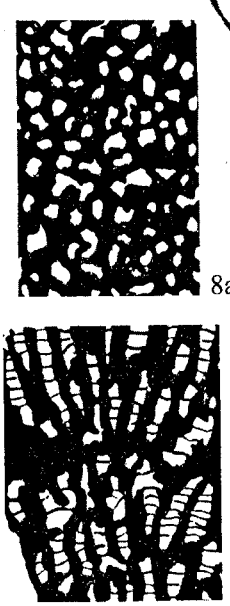
5



6

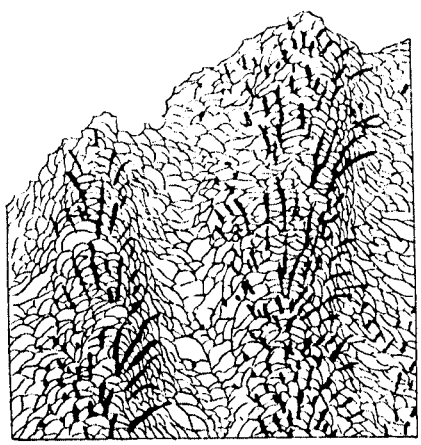


7

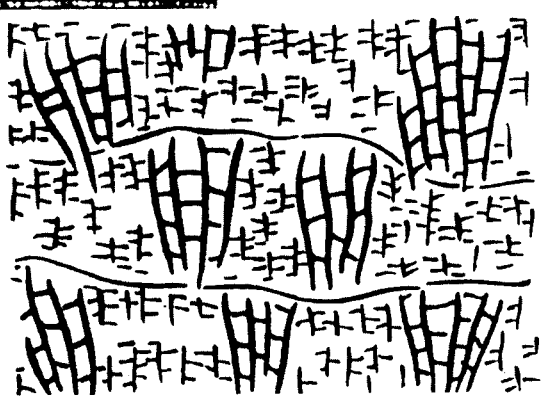


8а

8б



9



10

Рис. 128

https://ceramic.ru/

Рис. 128. Вертикальные элементы скелета строматопороидей. Типы столбиков. 1—*Rosenella labechioides* Gorsky. Столбики в виде шипиков. Вертикальный разрез (x4); 2—*Stromatoporella ivdeliensis* Yavorsky. Столбики короткие (сепаратные). Вертикальный разрез (x8); 3—*Columnoporella gloriosa*. В ценостеуме отчетливо устанавливаются пролонгированные и связочные (колликулы) столбики: а—поперечное сечение; б—продольное сечение; 4—*Actinostroma clathratum* Nicholson. Длинные (пролонгированные) столбики, пронизывающие несколько ламин: а—тангенциальное сечение (x8); б—радиальное сечение (x8); 5—*Hermatostroma bonum* Yavorsky. Длинные столбики, пронизывающие всю толщу ценостеума. Вертикальный разрез (x8); 6—*Labechia kurganensis* Yavorsky. Длинные довольно толстые столбики, пронизывающие пузырчатую ткань ценостеума; 7—*Atelodiction fallax* Lecompte. Совмещенные (консосиарные) столбики. Продольное сечение (x10); 8—*Trupetostroma porosum* Lecompte. Пролонгированные ценостеллы: а—тангенциальное сечение; б—радиальное сечение; 9—*Pseudolabechia tuberculata* Yavorsky. Колонны, сложенные веерообразно сгруппированными радиальными столбиками. Вертикальный разрез (x2,5); 10—*Pseudolabechia gorskyi* Riabinin. Колонны, образованные пролонгированными столбиками, соединяющимися колликулами. Продольное сечение (x60). 1–10 **[7, 9, 75б, 88, 123, 130].**



Рис. 129. Инфлексионные элементы скелета строматопороидей. 1—*Clathrodictyon zonatum* Nestor. Инфлексоны. Продольное сечение (x20); 2—*Clathrodictyella turkestanica*. Ценостеум образован инфлексионными элементами: а—поперечное сечение; б—продольное сечение. 1,2 **[9,88].**

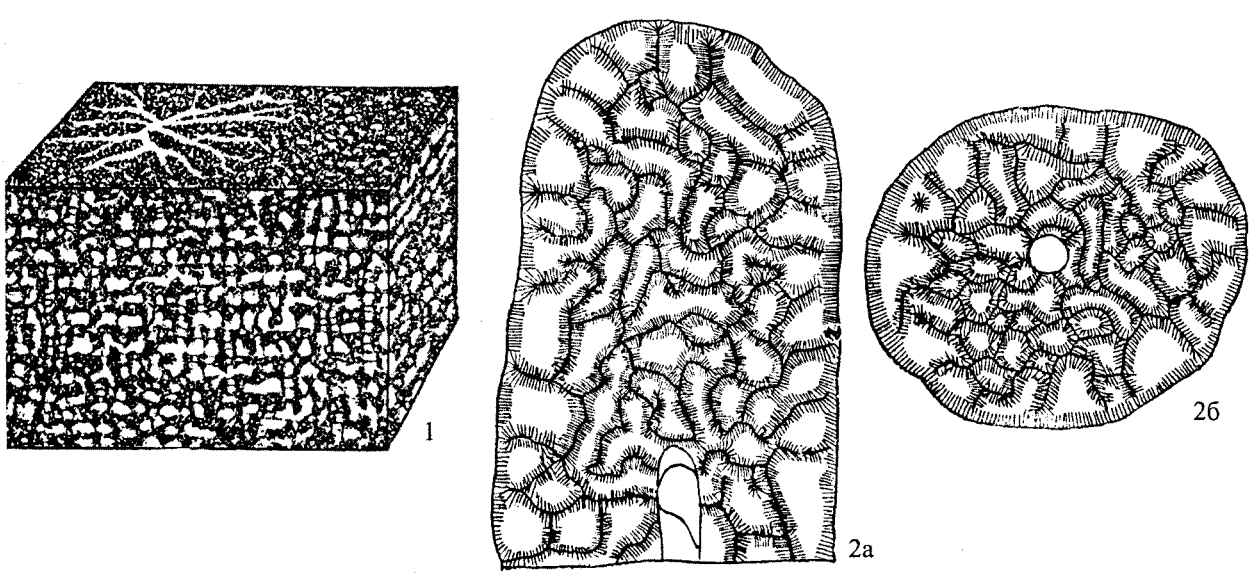


Рис. 130. Ценостеумы (строматопороидей) особого строения. 1—*Stromatopora typica* Rosen (x10); 2—*Amphipora ramosa* Phillips: а—продольный разрез (x10); б—поперечный разрез (x10). 1,2 **[75б].**

https://jurassic.ru/

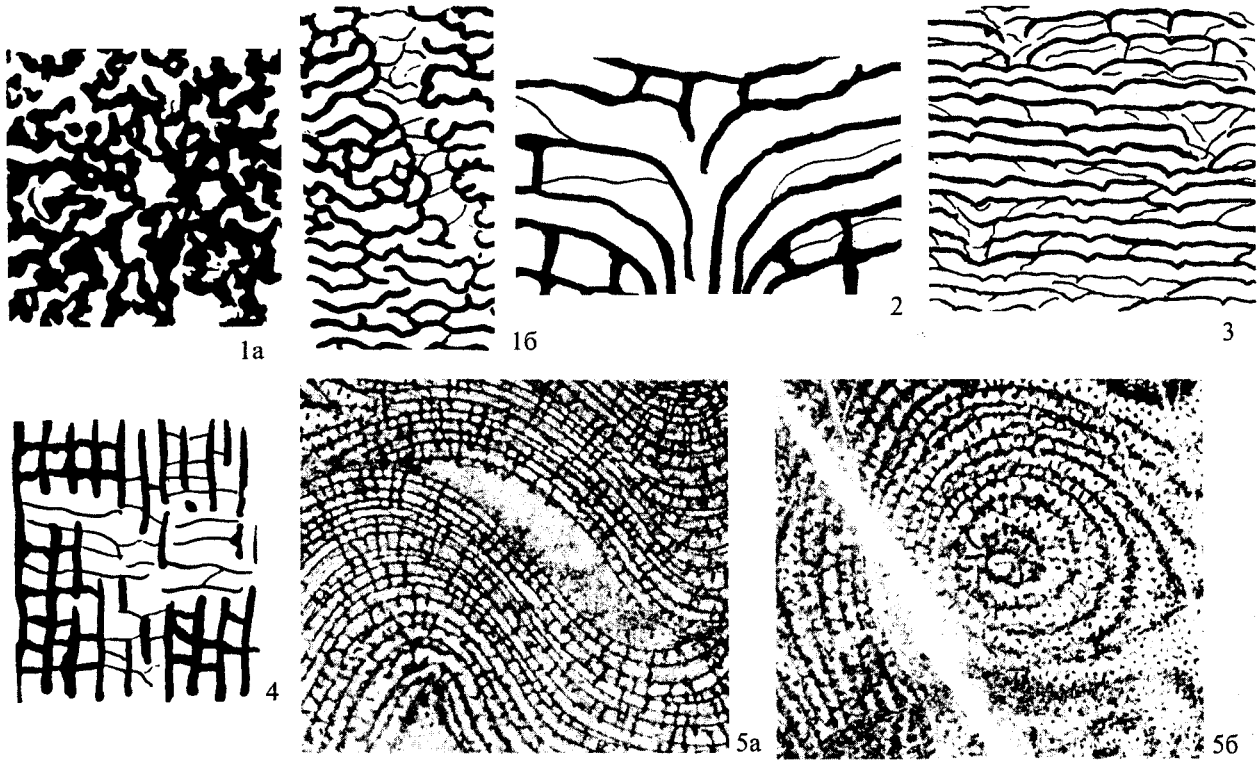


Рис. 131. Типы астроризальных каналов ценостеума строматопороидей. 1—*Eccilimadictyon kirgisicum* (Riabinin). Фистулярные астроризы: а—тангенциальное сечение; б—радиальное сечение (х10); 2—*Parallelostroma sp.* Фасцикулярные астроризы. Радиальное сечение (х8); 3—*Clathrodictyon kudriavcevi* (Riab.). Астроризальные каналы собраны в пучок (фасцикулярный тип); 4—*Actinostroma sp.* Декуссантные астроризы. Радиальное сечение (х10); 5—*Hermatostroma undulatum* Yavorsky. Конгруэнтные (наложенные) астроризы: а—вертикальный разрез (х5): б—тангенциальный разрез (х10). 1–5 **[9,123].**

Некоторые формы строматопороидей имеют осевой канал в ценостеумах, являющийся своеобразно развитым астроризальным каналом, внутри которого располагаются днища. У отдельных видов от осевого канала отходят короткие отростки. Вместе с тем, наряду с осевыми астроризальными каналами могут существовать системы астрориз, расположенных перпендикулярно боковой поверхности (периферическая система астрориз). Астроризы по некоторым причинам бывают плохо различимы, в особенности в шлифах; в таких случаях на их присутствие указывает наличие астроризальных днищ.

У некоторых представителей строматопороидей отмечается зональность ценостеума, которая обычно проявляется в виде ритмичного чередования участков с различным строением **(рис. 132)**. Например, широкие межламинарные промежутки могут многократно сменяться узкими промежутками, или зоны, имеющие отчетливое ламинарное строение, чередуются с зонами неясной ламинарности.

Скелетная ткань строматопороидей может быть плотной или пористой **(рис. 133)**. Поры тонкие круглые или овальные, реже нитевидные. При хорошей сохранности ценностеума видно, что скелетная ткань состоит из тончайших поперечных волокон, образующих два типа микроструктур: 1) перисто–волокнистую—волокна отходят в противоположные стороны от разделяющей их темной полосы; 2) поперечно-волокнистую—темная разделяющая волокна полоса отсутствует.

Ценостеумы строматопороидей наиболее близки по строению со скелетами гидрокораллов и хететид. С первыми их особенно сближает сходство астрориз—типичного признака строматопороидей, с циклосистемами гидрокораллов. Однако скелет последних не имеет решетчатого строения, что является отличительным признаком скелета строматопороидей.

https://paleo.ru/

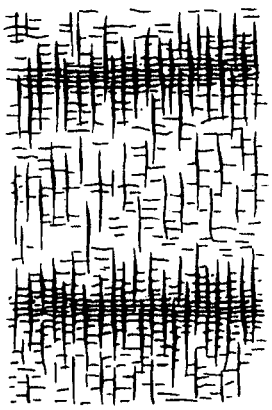


Рис. 132. Зональность ценостеума строматопороидей. *Plectostroma podolicum* Yavorsky. Продольное сечение (х30). **[88].**

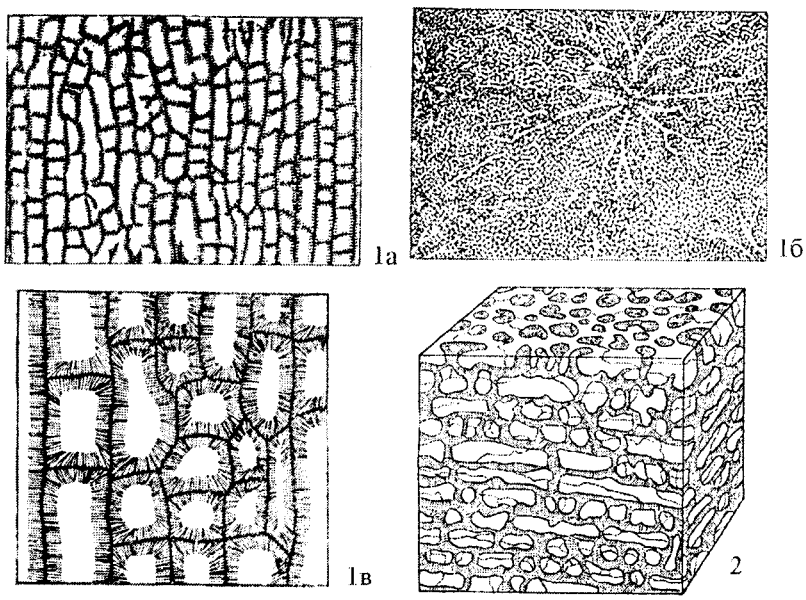


Рис. 133. Микроструктура скелетной ткани строматопороидей. 1—*Actinostromaria yvonneae* Yavorsky. Перисто-волокнистое строение скелетной ткани: а—вертикальный разрез (х8); б—тангенциальный разрез (х8); в—структура волокон ткани (х16); 2—*Stromatoporella schelgutaniensis* Yavorsky. Поперечно-волокнистое строение скелетной ткани (х6). 1,2 **[756,119].**

Скелет строматопороидей построен таким образом, что при жизни колонии зооиды не были обособлены друг от друга. Это служит основанием для отличия строматопороидей от хететид, зооиды которых вследствие плотности стенок кораллитов не имели сообщения между собой.

В.П. Маслов [2] указывает, что мелкие обломки строматопороидей, встречаемые в породах, можно определить по «загрязненному» облику кальцита, заполняющего петли грубой сетки, желтоватому или буроватому цвету и облаковидной внутренней структуре стенок сетки.

Зоарии мшанок

Мшанки (тип Bryozoa)—исключительно колониальные ископаемые и современные животные, ведущие донный, преимущественно прикрепленный образ жизни. Некоторые из них относятся к сверлильщикам.

Для колоний мшанок характерен полиморфизм, то есть существование в одной колонии нескольких вариантов особей (зооидов), отличающихся по строению и функциональному назначению. *Ордовик—настоящее время* [1, 2, 16, 39, 62-64, 75ж, 77].

Зоарии мшанок относятся к нескольким морфологическим типам: ветвистому, массивному, сетчатому, свободному пластинчатому и инкрустирующему (обрастающему). При этом ветвистые и пластинчатые мшанки могут быть образованы как прямо растущими, так и стелющимися колониями. Для каждого из этих типов, связанных с определенным способом роста колонии, характерна разнообразная форма скелетов. Некоторые из форм повторяются в различных типах.

Среди ветвистых зоариев встречаются древовидные, дихотомически ветвящиеся, розетковидные и другие разновидности **(рис. 134)**. Некоторые ветвистые колонии состоят из основного прута с перисто отходящими от него более тонкими свободными боковыми прутьями.

https://rucont.ru/

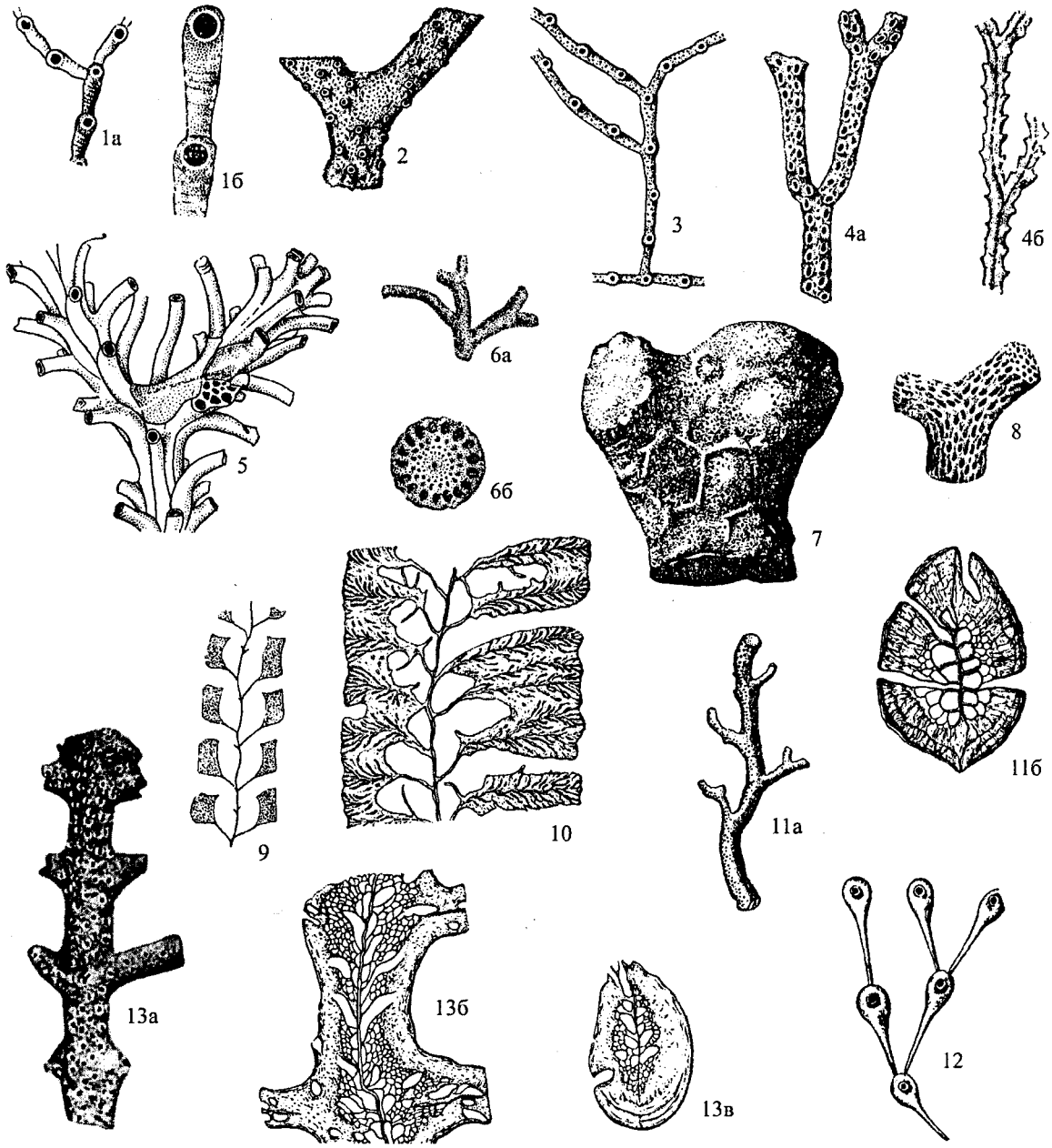


Рис. 134. Мшанки ветвистые. 1—*Corynotrypa dissimilis* (Vine). Колонии тонкие ветвящиеся, состоящие из однорядно расположенных коротких или длинных ячеек, сильно суженных в проксимальном участке: а—фрагмент колонии (х9); б—устья ячеек (х20); 2—*Mitoclema boreale* Bassler. Колония ветвистая (х9); 3—*Stomatopora arachnoidea* Hall. Колония плоская, дихотомически ветвящаяся (х20); 4—*Enallopora ulrichi* Bassler. Колония тонкая ветвистая: а—ячеистая и б—неячеистая стороны колонии (х18); 5—*Entalophora proboscidea* Milne-Edwards. Схематическое изображение ветвистой колонии, ветви которой состоят из цилиндрических прутьев (х9); 6—Ceriopora micropora *Goldfuss*. Древовидная колония: а—общий вид колонии; б—поперечное сечение прута (сильно увеличено); 7—*Kasakhstanella ramosa* Nekhoroshev. Ветвистая колония (х3); 8—*Eridotrypa adilis* (Eichwald). Ветвистая колония. Общий вид (х5); 9—*Arthropora simplex* Ulrich. Колония кустистая, состоящая из многочисленных сегментов, расположенных в одной плоскости. Продольное сечение (х17); 10—*Virgatell bifoliata* Astrova. Колония ветвистая двуслойно-симметричная со срединной пластиной. Продольное сечение (х30); 11—*Ramiporella asimmetrica* Schulga-Nesterenko. Ветвистая колония, состоящая из прута 1-го порядка, от которого через большие интервалы отходят более тонкие, непарные, чередующиеся прутья 2-го порядка, с непарными еще более тонкими прутьями 3-го порядка: а—наружный вид колонии (х1); б—поперечное сечение (х12); 12—*Corynotrypa delicatula*. Стелющаяся кустистая колония. Общий вид (х25); 13—*Ramiporidra uralica* (Stuckenberg). Колонии ветвистые, состоящие из прута 1-го порядка, с парными противоположными прутьями 2-го порядка, которые обычно несут парные противоположные прутья 3-го порядка, слепо заканчивающиеся или сливающиеся с соседними прутьями: а—внешний вид, б—тангенциальное сечение (х8); в—поперечное сечение (х8). 1–13 **[по 75б].**

http://jurassic.ru/

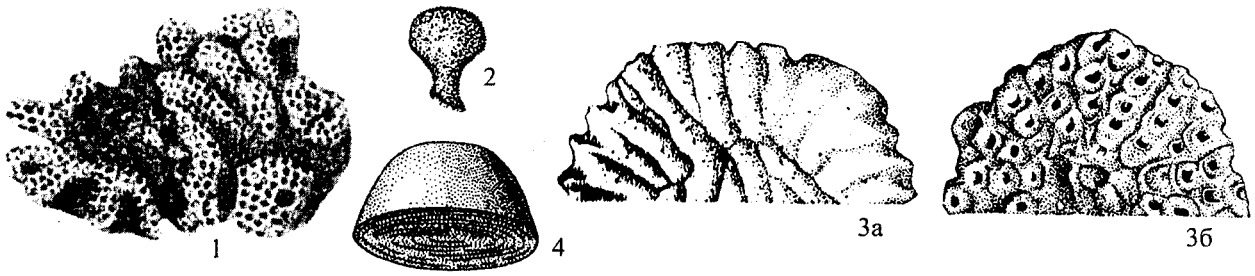


Рис. 135. Мшанки массивные. 1—*Aspendesia cristata* Lamouroux. Верхняя часть массивной колонии (x8); 2—*Fungella dujardini* Hagenow. Массивная грибовидная колония (x1); 3—*Lunulites radiata* Lamarck. Розетковидная колония: а—верхняя сторона; б—нижняя сторона (x0,75); 4—массивная полусферическая колония с морщинистой эпитекой в основании. Схематический рисунок. 1–4 **[по 63,75ж].**

Массивные скелеты могут иметь лепешковидный, полусферический, желваковидный, цилиндрический, грибовидный и др. облик **(рис. 135)**.

Сетчатые зоарии состоят из прутьев, соединенных перекладинами, или из основного прута с перисто отходящими более тонкими боковыми прутьями, сединенными перекладинами **(рис. 136)**.

Иногда в результате изгибания и срастания прутьев образуется особая разновидность соединительных образований, называемых анастомозами. Вдоль прута может протягиваться узкое валикообразное возвышение—киль, в области которого развиваются килевые бугорки, играющие, по-видимому, защитную функцию [76]. Среди зоарий данного типа распространены веерообразные, спиральные, бокаловидные и прочие формы. У некоторых представителей фенестеллид кроме основной сетки имеется дополнительная защитная, располагающаяся над первой. Она укреплена на столбиках, выросших из бугорков основной сетки.

Свободный пластинчатый тип колонии имеет плоский скелет листовидной, лентовидной, дисковидной и неправильной конфигураций **(рис. 137)**.

Облик некоторых скелетных форм определяется сложным способом роста колонии, благодаря чему они не всегда могут быть отнесены к какому–либо одному из указанных выше типов (например, сотовидные зоарии) **(рис. 138)** Инкрустирующие колонии покрывают пленкой или корочкой различные объекты, в том числескелетные остатки. В отличие от форм предыдущего (свободного) типа они плотно прилегают к субстрату **(рис. 139)**.

Размеры ископаемых скелетов колоний могут достигать 60 см.

Скелет мшанки состоит из ячеек—цистид, или зоэций, внутри которых при жизни находились отдельные особи—зооиды (полипиды), выполнявшие в организме различные функции **(рис. 140)**. В колониях выделяют скелеты нормальных особей—автозоэции и скелеты измененных особей—гетерозоэции.

Автозоэции имеют вид цилиндрических и призматических трубочек (циклостоматы, цистопориды и трепостоматы) или грушевидных образований с расширенным основанием и вытянутым трубчатым вестибюлем (криптостоматы и фенестеллиды) **(рис. 141)**. В каждой ячейке имеется устье для выхода передней части тела зооида наружу.

Форма устья может быть округлой, овальной, в виде звездочки или многоугольника **(рис. 142)**. В области устья часто развита перистома—валик, который может быть гладким или несущим бугорки и шипы, и лунарий—полулунный выступ. Для некоторых форм характерны петалоидные устья, у которых отдельные участки перистомы через определенные правильные промежутки вдаются внутрь ячейки (устья). У других мшанок устье прикрыто крышечкой.

Устья ячеек могут находиться на дне пониженной площадки ромбической, шестиугольной или прямоугольной формы. Они бывают расположены беспорядочно или закономерно—рядами, разделенными гребнями **(рис. 143)**. В некоторых случаях тонкие гладкие гребни образуют многоугольные площадки (фасетки), в центре которых находятся бугорки, окруженные устьями ячеек.

http://jurassic.ru/

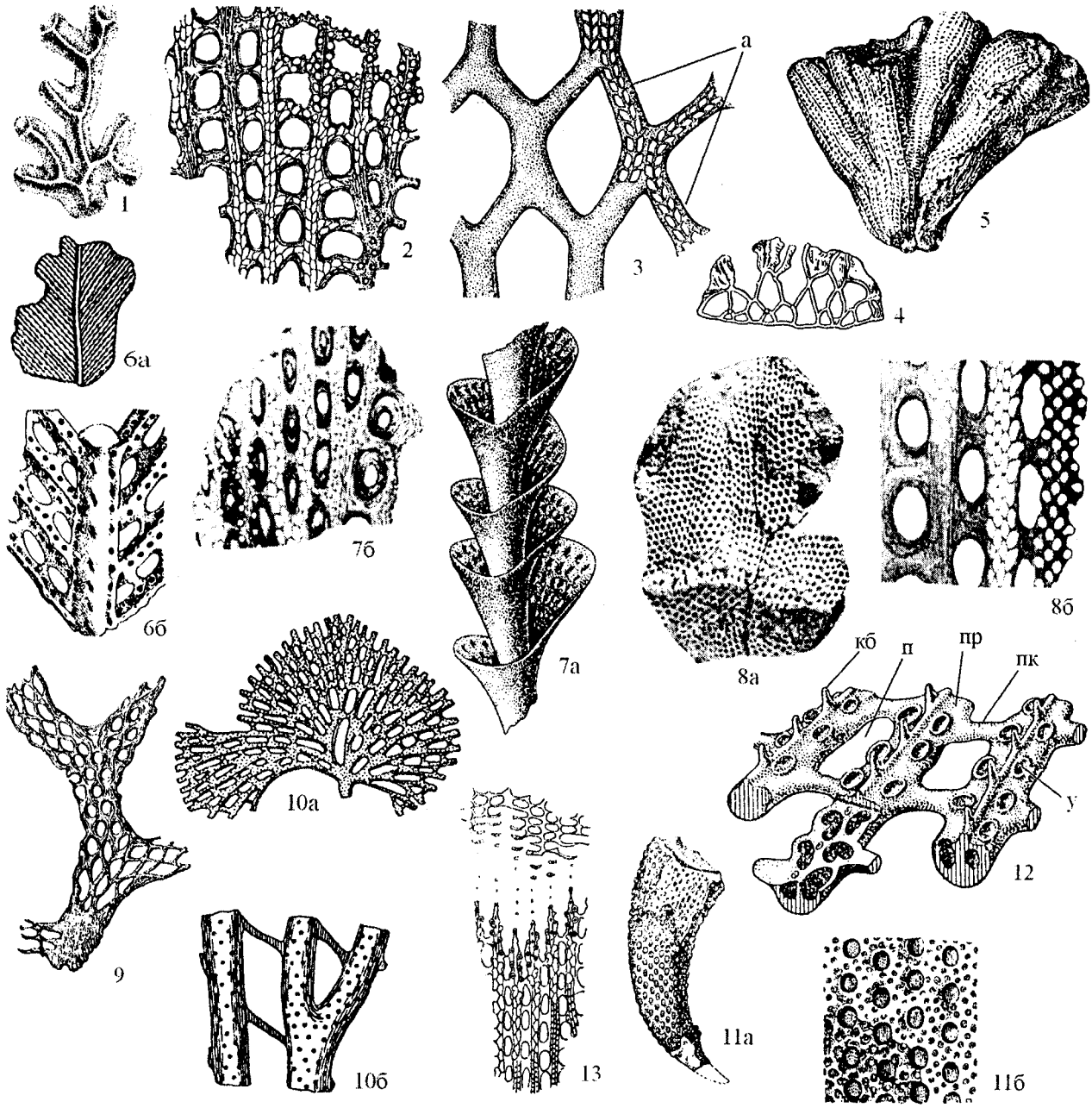


Рис. 136. Мшанки сетчатые. 1—*Retecava clathrata* Goldfuss. Колония сетчатая ветвистого облика (сильно увеличено); 2—*Septopora cestriensis* Prout. Сетчатая колония. Тангенциальное сечение (х10); 3—*Reteporina*. Схема тангенциального сечения сетчатой колонии: а—анастомозы; 4—*Chainodictyon kasayakensis* Nikiforova. Колония состоит из анастомизирующих прутьев, несущих по несколько рядов ячеек. Поперечное сечение— короновидное (х25); 5—*Hemitrypella altaica* Nekhoroshev. Колония в виде тонких, сетчатых ветвящихся трубок. Наружный вид колонии (х3); 6—*Ptylopora pluma* McCoy. Колония состоит из срединного прута и перисто отходящих от него более тонких прутьев: а—обломок сетки (х10); б—участок ячеистой поверхности (х20); 7—*Archimedes bolkhovitinovae* Schulga-Nesterenko. Сетка свернута в виде винта с прочным неячеистым стержнем: а—внешний вид колонии; б—тангенциальное сечение (х8); 8—*Polypora subbiarmica* Schulga-Nesterenko. Сетчатая массивная колония: а—внешний вид колонии (х1); б—тангенциальное сечение (х15); 9—Acanthocladia rhombocellata Schulga-Nesterenko. Сетчатая колония. Основной прут прямой или изогнутый, с боковыми свободными прутьями. Тангенциальное сечение (х8); 10—*Polypora dendroides* McCoy. Колония образует веерообразную конструкцию: а—внешний вид колонии; б—фрагмент колонии; 11—*Phyllopora ehrenbergi* Geinitz. Колония сетчатая, воронкообразная; а—внешний вид колонии (х10); б—участок ячеистой поверхности (х25); 12—фрагмент сетчатой колонии мшанки отряда *Cryptostomata*: кб—килевые бугорки; п—петля; пр—прут; пк—перекладина; у—устье; 13—*Pseudounitrypa sibirica* Nekhoroshev. Колония состоит из двух сеток: основной и расположенной над ней защитной сетки, при этом гребешки защитной сетки находятся между прутьями основной сетки. Тангенциальное сечение (х13). 1–13 **[75ж,76]**.

https://jurassic.ru/

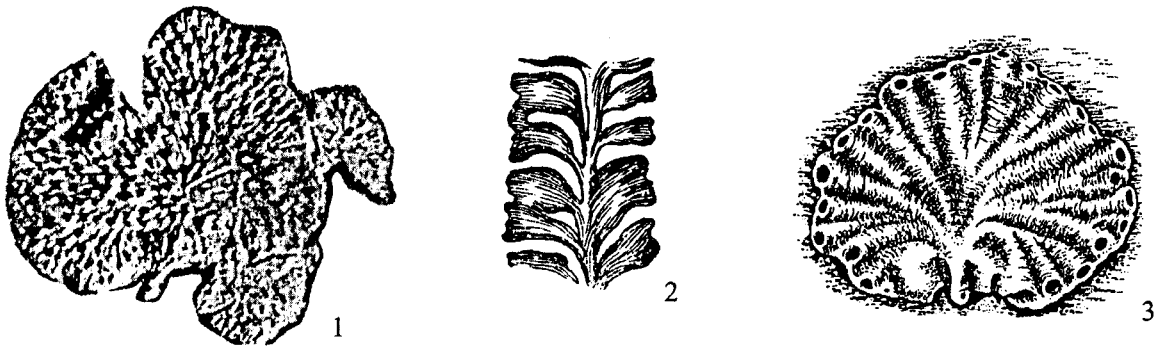


Рис. 137. Мшанки пластинчатые. 1—*Rosacilla diluviana* (Lamouroux). Колония плоская, стелющаяся, неправильных очертаний; 2—*Meekopora eximia* Ulrich. Листовидная колония. Продольное сечение (x10); 3—*Flabellotrypa rugulosa*. Стелющаяся листовидная колония (x15). 1–3 **[75ж]**.

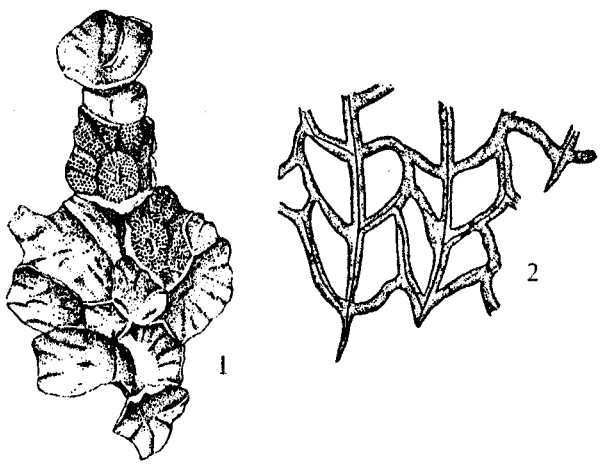


Рис. 138. Мшанки сложного морфологического типа. 1—*Glyptopora sagenellalata* Ulrich. Колония состоит из однослойного основания, от верхней поверхности которого отходят двухслойно-симметричные пластины; последние срастаются между собой под разными углами, образуя сотовидной формы колонию. Наружный вид колонии (x1); 2—*Ramipora hochstetteri* Toula. Колония состоит из одного главного прута с боковыми отростками первого и второго порядка, направленными вверх по росту колонии и сливающимися друг с другом под углом. Тангенциальное сечение (x2). 1,2 **[75ж]**.

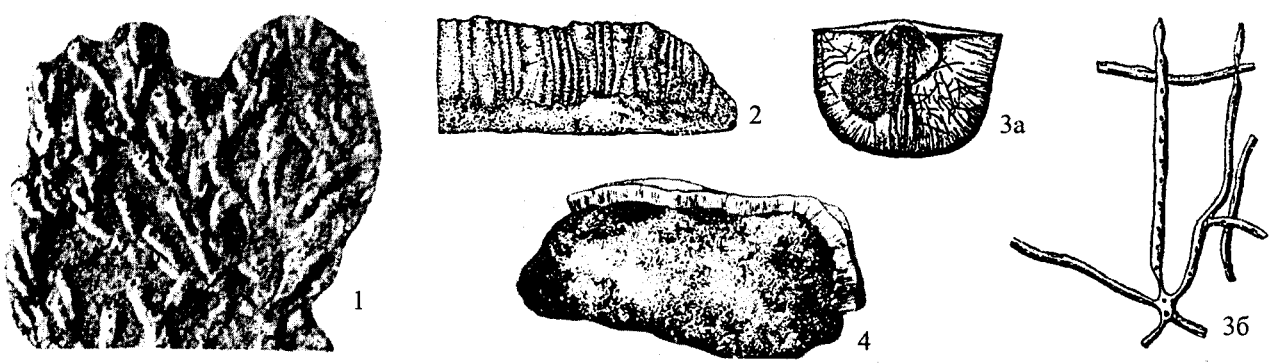


Рис. 139. Мшанки обрастающие (инкрустирующие). 1—*Hederella minusinensis* Morozova. Обрастающая колония в форме трубчатой оси, составленной следующими одна за другой ячейками, от боковых сторон которых, чередуясь направо и налево, почкуются молодые ячейки; 2—*Metelipora monsirata* Trizna. Пластинчатая нарастающая колония. Продольное сечение (x10); 3—*Vinella repens* Ulrich: а—две колонии, прикрепившиеся к внутренней стороне створки *Strophomena* (x0,75); б—участок колонии (x14); 4—*Spatiopora*. Пластинчатая колония, обрастающая гальку. 1–4 **[по 2,75ж]**.

https://jurassic.ru/

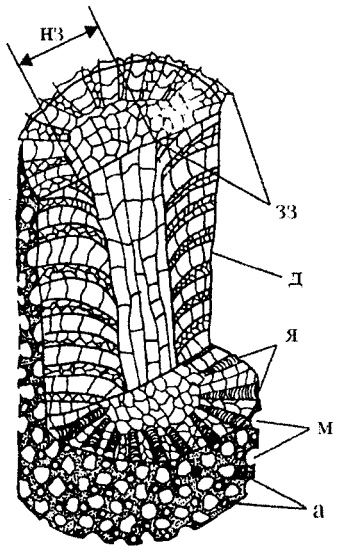


Рис. 140. Строение скелета мшанки. Схематическое изображение ветвистой колонии отряда *Trepostomata*: нз—незрелая зона; зз—зрелаяона; д—диафрагма; я - ячейки; м—мезопоры; а—акантопоры. **[75ж].**

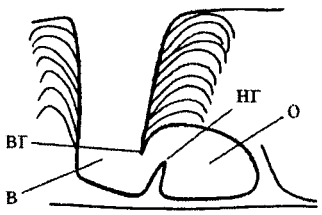


Рис. 141. Форма автозоэций скелета мшанок. Схема продольного сечения ячейки зооида: в—вестибюль; вг, нг—полуперегородки (верхняя и нижняя гемисепты);о—основание. **[12].**

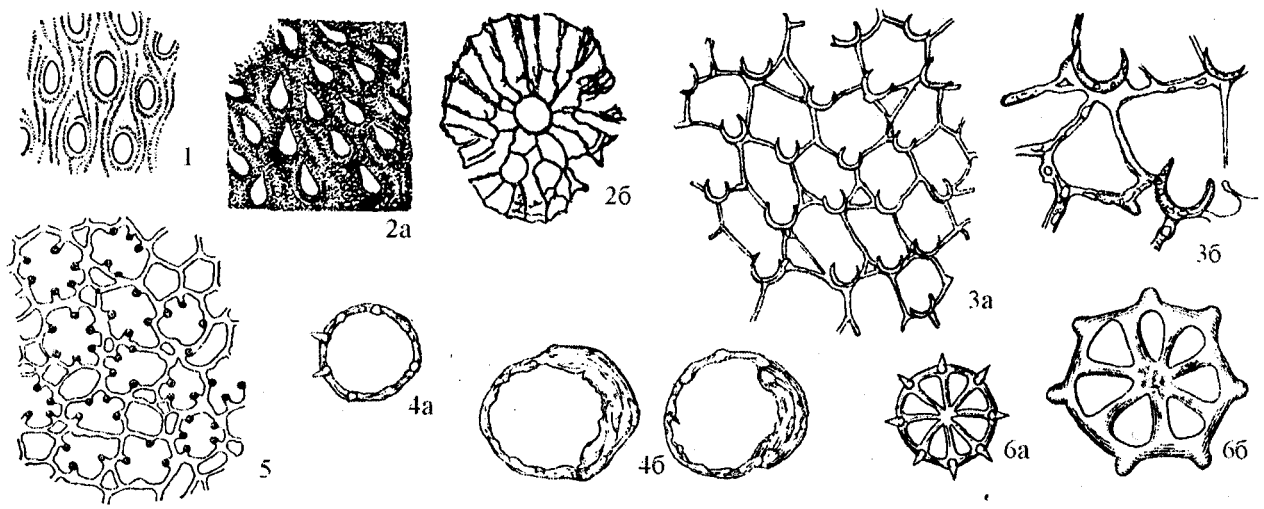


Рис. 142. Форма устьев ячеек мшанок. 1—*Graptodictya proava* (Eichwald). Устья округлой или овальной формы. Тангенциальное сечение (х20); 2—*Cheilotrypa immature* Bassler. Устья яйцевидной формы: а—тангенциальное сечение (х20); б—поперечное сечение (х20); 3—*Crepipora lunatifera* Bassler. Устья многоугольные с перистомой и лунарием: а—тангенциальное сечение (х20); б—тангенциальное сечение (х35) 4—форма устьев с перистомой и устьевыми бугорками у *Fenestella*: а—устье с перистомой и устьевыми бугорками у *F. rarispinata* Sch.-Nest. (х150); б—устье с перистомой, бугорками и лунарием у *F. subspecifica* Sch.-Nest. (х120); 5—*Stigmatella foordii* (Nicholson). Петалоидные устья с отдельными участками перистомы, через правильные промежутки вдающиеся внутрь ячейки (устья). Тангенциальное сечение (х30); 6—крышечка в устьях у *Fenestella*: а—F. *rarispirinata* Sch.-Nest. (х150); б—*F. quadrato-poraeformis* Sch.-Nest. (х165). 1–6 **[75ж].**

https://jurassic.ru/

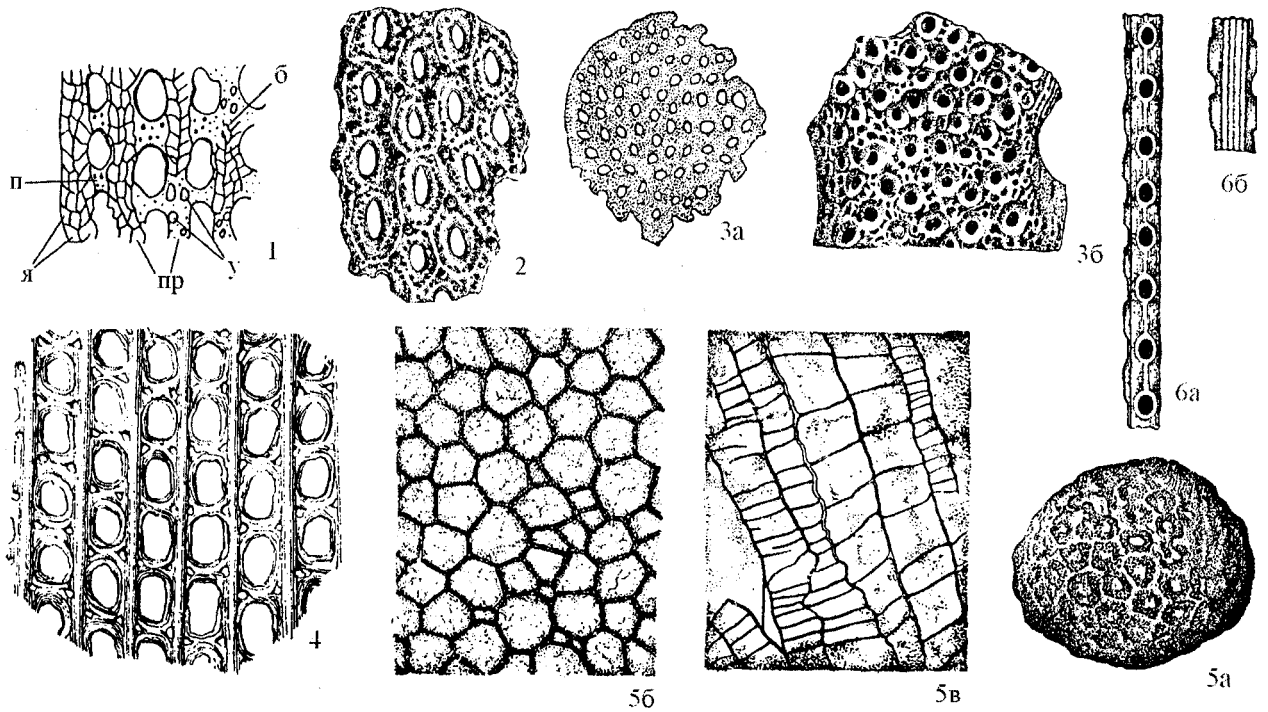


Рис. 143. Расположение устьев ячеек мшанок. 1—*Fenestella*. Фрагмент колонии. Устья смещены относительно ячеек: я—ячейки; п—перекладины; б—бугорки; у—устья; пр—прутья; 2—*Nicklesopora diaphragmata* Schulga-Nesterenko. Устья ячеек погружены в углубления около устьевых площадок, оконтуренных высокими килевыми ребрами. Тангенциальное сечение (х20); 3—*Stictoporellina cribrosa* Ulrich. Ячейки, находящиеся в углублениях широких площадок, расположены беспорядочно: а—обломок колонии (х0,75); б—поверхность колонии (х14); 4—*Phaenopora bajangolica* Astrova. Устья ячеек расположены рядами, часто разделенными гребнями. Тангенциальное сечение (х30); 5—*Hexaporites hexaporites* Pander. Поверхность колонии тонкими гребнями разделена на шестиугольные участки (фасетки) с бугорками в центре. Ячейки окружают бугорки в пределах фасетки: а—общий вид колонии (х1); б—тангенциальное сечение (х15); в—продольное сечение (х15); 6—*Arthrostylus conjunctus* Ulrich. Одна сторона колонии ячеистая, а другая—неячеистая, продольно-струйчатая: а—ячеистая сторона (х25); б—неячеистая сторона (х25). 1–6 **[12,75ж]**.

Внутри скелета в ячейках развиты многочисленные или сравнительно редкие горизонтальные перегородки (диафрагмы), вертикальные и горизонтальные полуперегородки (гемисепты), а между ячейками пузыревидные образования (цистифрагмы) **(рис. 144).** Пузырчатая ткань между ячейками вблизи поверхности колонии может зарастать плотным известковым веществом, пронизанным мелкими гранулами.Гетерозоэции очень разнообразны. Среди них наиболее распространены мезозоэции, акантозоэции, цистозоэции и кенозоэции, расположенные среди автозоэций **(рис. 145)**.

Мезозоэции—это трубчатые образования с многоугольным поперечным сечением полости, диаметр которых меньше, чем у автозоэций; обычно они отличаются от нормальных ячеек утолщенными стенками и большим числом диафрагм.

Акантозоэции—толстостенные трубчатые образования; они располагаются в стенках автозоэций и между ними, возвышаясь над поверхностью колоний в виде шипов.Цистозоэции представлены вертикальными рядами пузыревидных образований.Кенозооиды являются опорными и механическими элементами колонии. К этой же группе ячеек относятся так называемые овицеллы или оэции—видоизмененные цистиды, приспособленные для развития зародышей.

Гетерозоэции приводят к полиморфизму колоний. Они влияют на морфологическое разнообразие скелетов, а также—на сложность их внутреннего строения. Так, в скелете трепостомат, многих представителей криптостомат и некоторых циклостомат различают зрелую и незрелую зоны (см.рис. 140, **146**). Незрелая зона составляет осевую часть ветвистых и нижнюю часть массивных или пластинчатых колоний. В этой зоне развиты только трубки нормальных ячеек, которые расположены вертикально. Они имеют тонкие стенки и редкие диафрагмы или совсем лишены диафрагм.

https://jurassic.ru/

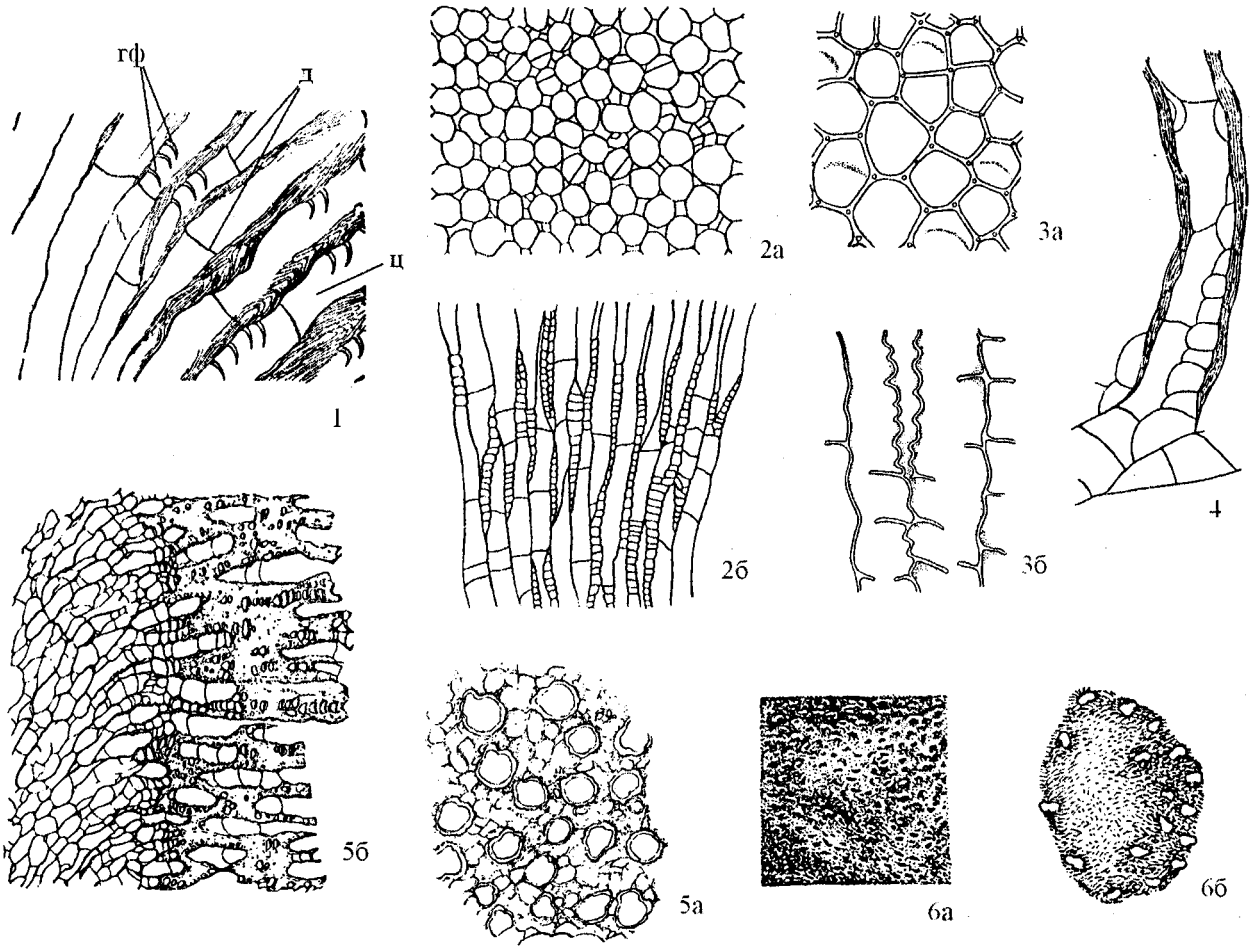


Рис. 144. Разделительные и некоторые другие образования скелета мшанок. 1—схематическое изображение участка продольного сечения ветвистой колонии мшанки рода *Eridocampylus* (сильно увеличено): гф—гемифрагмы; д—диафрагма; ц—цистид; 2—*Diplotrypa petropolitana* (Nicholson). Ячейки с многочисленными прямыми и искривленными диафрагмами: а—тангенциальное сечение (х12); б—продольное сечение (х12); 3—*Esthonioporella crassimuralis* Modzalevskaya. Диафрагмы неполные, иногда изогнутые наподобие цистифрагм: а—тангенциальное сечение (х15); б—продольное сечение (х15); 4—продольный разрез ячейки у *Peronopora* (*Trepostomata*) с цистифрагмами (х45); 5—*Fistuliramus sinensis* Astrova. В центральной части пузыри крупные, почти неотличимые от ячеек. В периферической части пузыри мелкие, частично или полностью закрытые известковым веществом: а—тангенциальное сечение (х25); б—продольное сечение (х20); 6—*Meekopora eximia* Ulrich. На поверхности колонии через правильные промежутки располагаются пятна, состоящие из отложений известкового вещества, окруженные более крупными, редко расставленными устьями: а—поверхность колонии (х4); б—тангенциальное сечение (х10). 1–6 **[75ж,76].**

Рис. 145. Гетерозоэции скелета мшанок. 1—схема продольного сечения двухслойно симметричной колонии *Phaenopora*: вг—верхняя гемисепта; нг—нижняя гемисепта; сп—срединная пластина; уя—удлененная ячейка; м—мезопора; 2—*Hyphasmopora mukhini* Nikiforova. Устья образуют продольные ряды, разделенные скоплениями многочисленных мезопор; а—скошенное тангенциальное сечение (х30); б—поперечное сечение (х25); 3—*Stictoporella asiatica* Astrova. Мезопоры толстостенные, беспорядочно расположенные между ячейками, скопления их иногда образуют пятна. Тангенциальное сечение (х25); 4—*Erydotrypa adilis* (Eichwald). Мезопоры расположены между скошенными сечениями устьев ячеек. У периферии мезопоры зарастают: а—тангенциальное сечение (х25); б—продольное сечение (х25); 5—*Leptotrypa tabuliformis* Schoenmann. Акантопоры мелкие находятся в угловых соединениях тонкостенных ячеек с многочисленными устьями: а—тангенциальное сечение (х30); б—продольное сечение (х20); 6—*Orbipora distincta* (Eichwald). Акантопоры многочисленные, крупные, расположены вокруг многочисленных устьев ячеек: а—тангенциальное сечение (х15); б—продольное сечение (х7); 7—*Rhabdomeson rhombiferum* Phillips. Акантопоры развиты в углах скрещения килеватых ребер, образующих угловатые площадки (фасетки), на дне которых находятся устья ячеек: а—тангенциальное сечение (х20); б—поперечное сечение (х20); 8—*Fistulipora djeskazganica* Nekhoroshev. Пузырьки пузырчатой ткани образуют несколько рядов: а—тангенциальное сечение (х10); б—продольное сечение (х10); 9—*Homoeosolen ramulosus* Lonsdale. Овицелла на передней стороне колонии: а— передняя сторона (х10); б—задняя сторона (х10). 1–9 **[75ж].**

https://jurassic.ru/

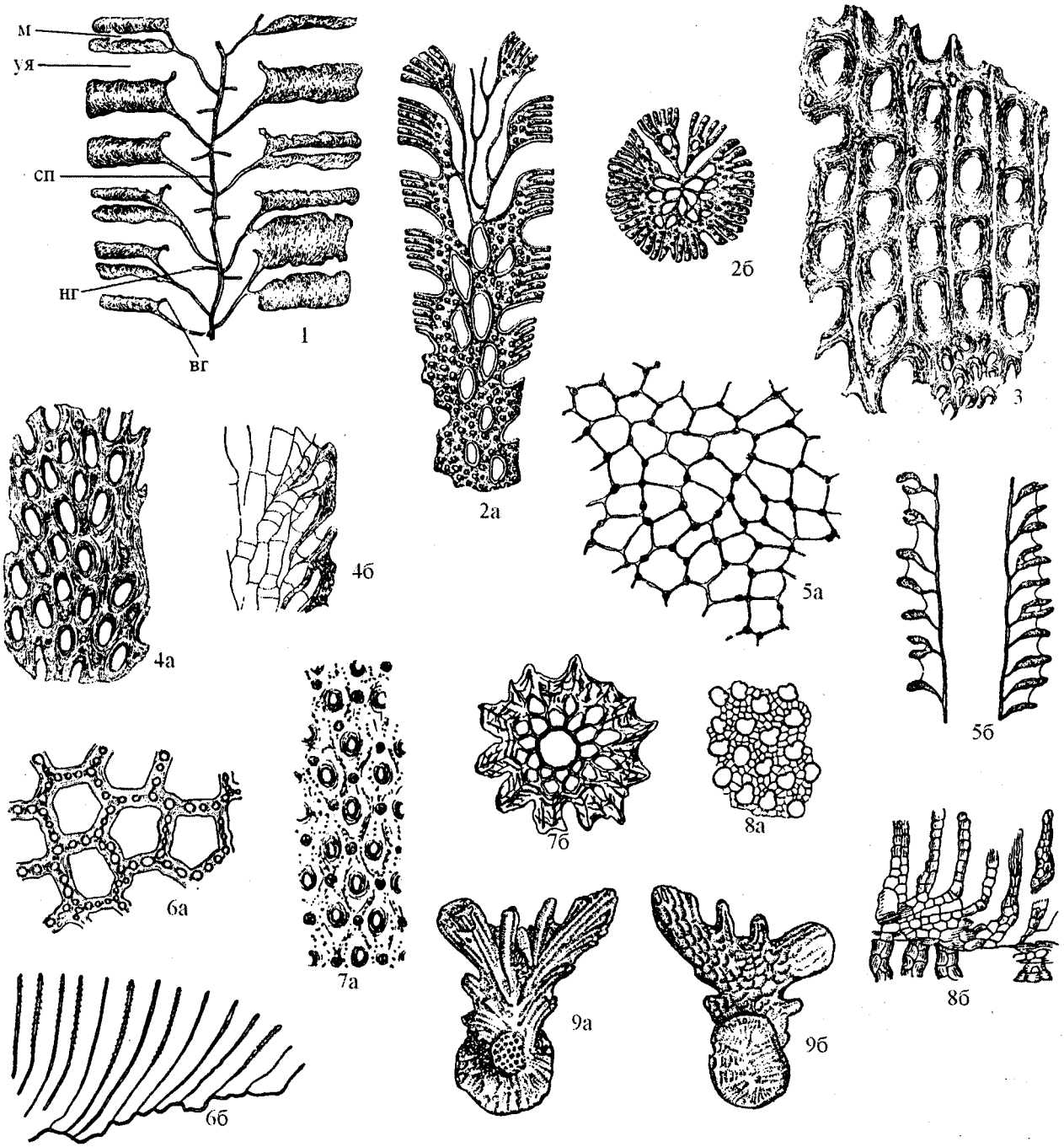


Рис. 145

https://jurassic.ru/

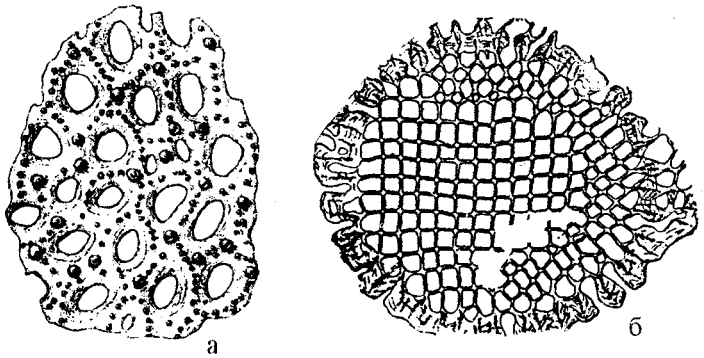


Рис. 146. Зрелая и незрелая зоны скелета мшанок. *Rhombotrypella dvinensis* Schulga-Nesterenko. В осевой части незрелой зоны ячейки в сечении квадратные. Устья ячеек (овальные или округлые) расположены дугообразными линиями вверх по росту колонии; а—тангенциальное сечение (х25); б—поперечное сечение (х12). **[75ж].**

Зрелая зона составляет периферическую часть. Расположение трубочек ячеек при переходе от незрелой к зрелой части резко изменяется на субгоризонтальное. Стенки ячеек утолщаются, число диафрагм увеличивается. Этот поворот обычно сопровождается изменением поперечного сечения ячеек, толщины стенок и числа диафрагм. Так, например, до поворота сечение может иметь отчетливую пяти- или шестиугольную форму, тогда как после него оно становится округлым; толщина стенок, как правило, возрастает, а внутренняя полость ячеек сужается; число диафрагм увеличивается. Между автозоэциями развиваются гетерозоэции.

Стенки ячеек у одних представителей мшанок бывают тонкие, а у других—утолщенные. У большинства трепостомат в узкой незрелой зоне они тонкие, а в широкой—зрелой—равномерно или четковидно утолщенные **(рис. 147)**. На стенках ячеек близ внутренней полости часто наблюдается цингулюм—вторичное утолщение, которое на тангенциальных срезах имеет вид хорошо различимых концентрических колец. Эти вторичные отложения тесно связаны с диафрагмами, являющимися как бы продолжением последних.

Связь между соседними зооидами осуществляется с помощью соединительных пор, которых много у циклостомат и хейлостомат **(рис. 148)**. У последних отмечаются особые поры—септулы. Они представляют собой круглую или овальную пластину в стенке, похожую на часовое стекло; эта пластинка пронизана одной или несколькими порами. У некоторых хейлостомат вместо септул имеются поровые каналы—диэтеллы. Для циклостомат характерны псевдопоры, осуществляющие функцию газообмена. Они находятся в наружных стенках ячеек и прикрыты тонкой кутикулой. Кроме этого, широко распространены капилляры—тонкие волосовидные трубочки, которые сосредоточиваются в утолщенных частях скелета. У криптостомат имеются соединительные поры и капилляры. Соединительные поры

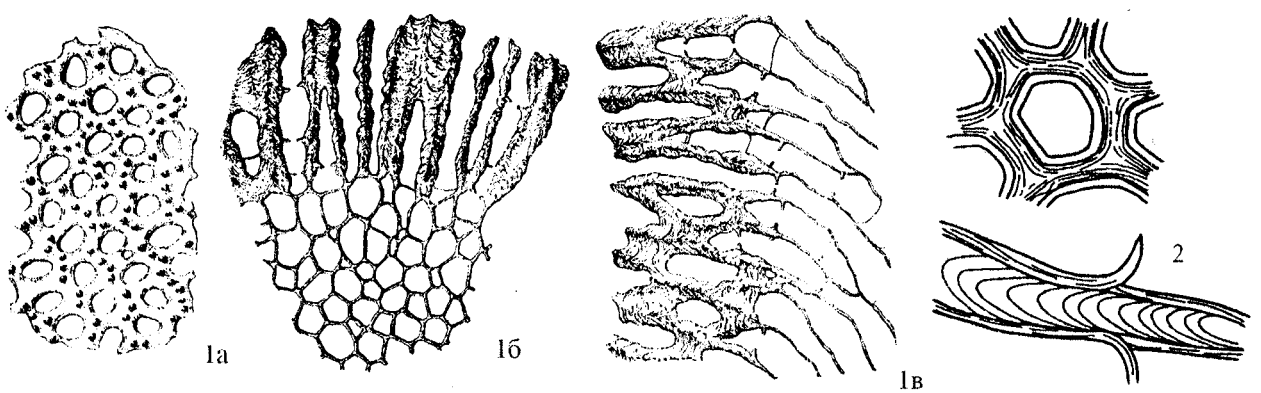


Рис. 147. Толщина стенок скелета мшанок. 1—*Tabulipora maculosa* Nikiforova. Стенки ячеек в незрелой зоне тонкие, а в зрелой—четковидно-утолщенные: а—тангенциальное сечение (х22); б—поперечное сечение (х20); в—продольное сечение (х20); 2—вторичные известковые отложения в области стенок ячеек у мшанок отряда *Trepostomata*; . 1–3 **[2,75ж].**

https://jurassic.ru/

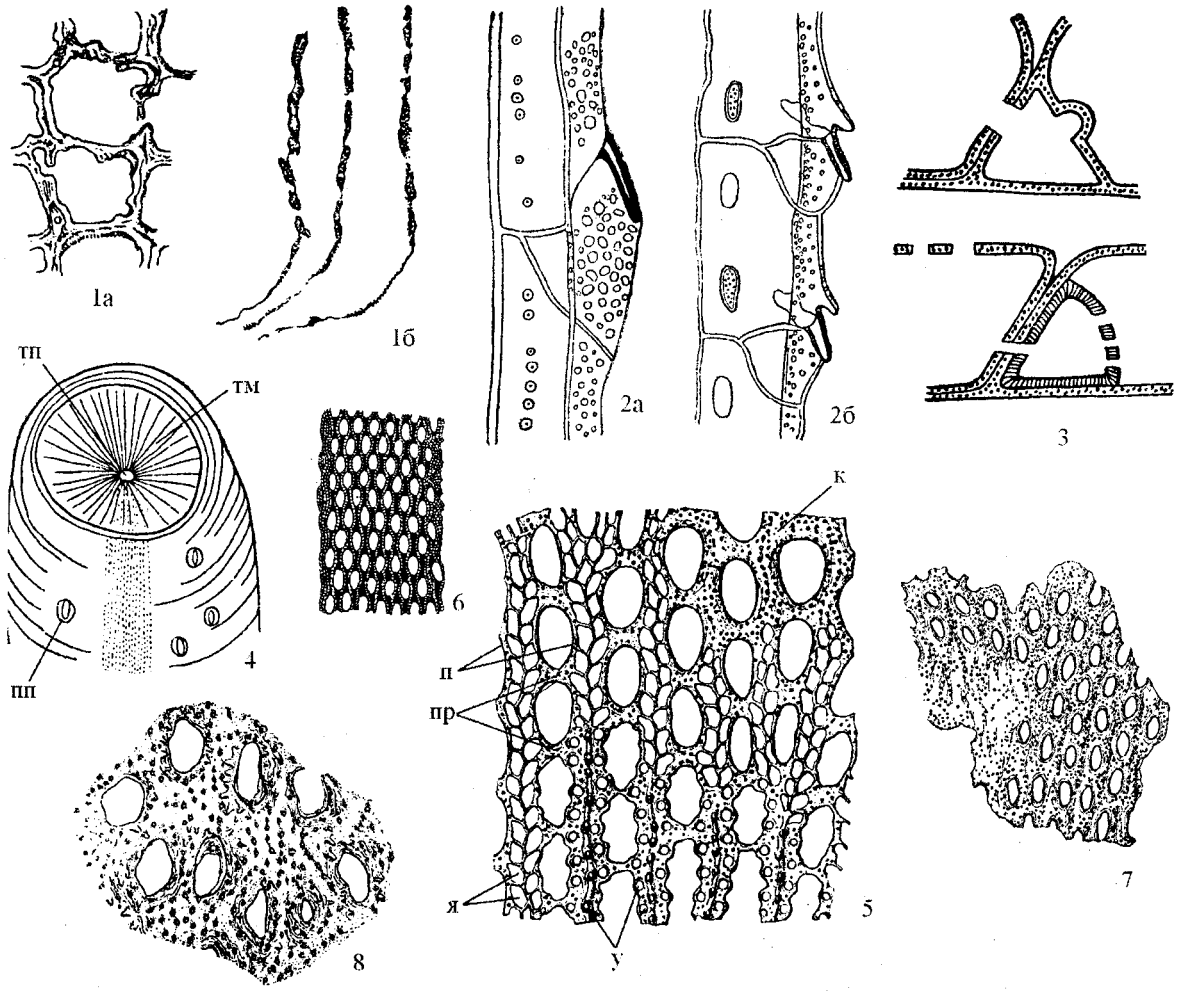


Рис. 148. Пористость стенок скелета мшанок. 1—*Ceramopora spongiosa* Bassler. Крупные соединительные поры в стенках ячеек и мезопор: а—тангенциальное сечение (х20); б—продольное сечение (х20); 2—строение септул у *Cheilostomata*: а—однопоровые септулы у *Hippopodina fegeensis* (х50); б—многопоровые септулы у *Cheilopora sincera* (х20); 3—схема строения диэтелл; 4—схема строения устья с терминальной порой, находящейся в центре тонкой необызвествленной терминальной мембраны, затягивающей устье, и псевдопорами у *Cyclostomata*: п—псевдопора; тп—терминальная пора; тм—терминальная мембрана; 5—схема тангенциального сечения сетчатой колонии рода *Fenestella*, стенки которой пронизаны капиллярами: к—капилляры; у—устья, я—ячейки; пр—перекладины; п—прутья; 6—*Arthropora simplex* Ulrich. Межустьевые промежутки с изгибающимися узкими гребнями, пронизанными капиллярами. Тангенциальное сечение (х12); 7—*Pachydictya multicapillaris* Astrova. Стенки ячеек и межячеистые пространства пронизаны многочисленными капиллярами, располагающимися рядами или беспорядочными сериями. Тангенциальное сечение (х20); 8—*Virgatella bifoliata* Astrova. В промежутках между ячейками многочисленные ветвящиеся капилляры. Тангенциальное сечение (х18). 1–8 **[75ж].**

выглядят в прозрачных шлифах тончайшими образованиями, которые пронизывают стенки ячеек темными поперечными линиями.

Стенки ячеек отличаются сложным строением и могут состоять из нескольких слоев. У каждого отряда известковые слои имеют свои особенности микроструктуры и пористости.

У циклостомат и криптостомат известковые стенки ячеек разделяются на внутренние и наружные. У криптостомат внутренние стенки, прилегающие к полости ячейки, сложены темно окрашенным плотным известковым веществом. Наружные стенки единым чехлом покрывают все элементы колонии и, кроме того, строят перекладины и анастомозы. Они имеют пластинчатое строение. Между внутренней и наружной стенками располагается светлый зернистый или бесструктурный слой. У трепостомат в зрелой зоне стенки соседних ячеек могут быть совершенно слитными, тогда как в незрелой зоне они

https://jurassic.ru/

обособлены и разделены темной линией. Микроструктура стенок трепостомат обычно бывает трех типов: продольно-волокнистая, поперечно-пластинчатая и косо-пластинчатая **(рис. 149)**. Это строение наблюдается и в ткани диафрагм, но только имеющих однослойное строение. Как среди циклостомат, так и среди трепостомат, существуют формы с гранулированным типом строения стенок. У хейлостомат и стеностомат отмечается частичное обызвествление стенок ячеек, вследствие чего такие формы не сохраняются в ископаемом состоянии или встречаются в виде отдельных фрагментов.

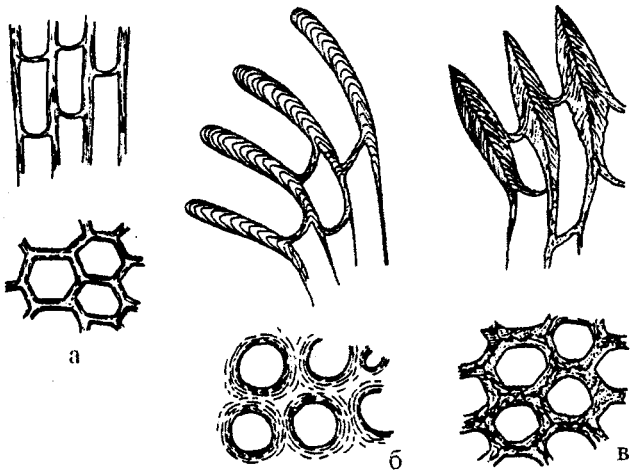


Рис. 149. Микроструктура скелетной ткани мшанок (по В.П.Маслову [2]). Типы структуры стенок ячеек у мшанок отряда *Trepostomata*: а—продольно-волокнистые стенки (род *Diplotrypa*); б—поперечно-пластинчатые стенки (род *Lioclema*); в—косо-пластинчатые стенки (род *Hallopora*).

Трубки полихет

Полихеты или многощетинковые черви—класс в типе кольчатых червей—свободноживущие, но есть и прикрепляющиеся формы. Трубки, челюсти (сколекодонты) и следы жизнедеятельности полихет встречаются в ископаемом состоянии чаще, чем остатки и следы жизни других червей. Среди полихет наиболее хорошо сохраняются Serpulidae. Крупные представители этого семейства могут образовывать прочные заросли из сросшихся трубок, спаянных перемычками. Причем нередко прочно соединены друг с другом трубки различных видов **(рис. 150)**. В известковых и мергелистых осадках нередко встречаются остатки серпулид, прикрепленных к раковинам моллюсков. Известны и другие разнообразные формы постоянного сожительства (комменсализма) многощетинковых червей с различными животными.Состав скелета прикрепленных организмов обычно известковый, у малоподвижных форм встречаются иловые трубки, состоящие из глинистых и мелких песчаных частиц. Наиболее широкое распространение серпулиды получили *в мезозойских и третичных отложениях* [1, 2, 16, 39, 75б].

Форма трубок может быть цилиндрической, конусовидной, слегка изогнутой, зигзагообразной в одной плоскости, неправильно изогнутой и закрученной в спираль (см. рис. 150). Трубки серпулид бывают гладкие или со скульптурными элементами: продольными гребнями, килями и поперечными складками.

Наружное отверстие трубки может плотно закрываться особой крышечной (operculum). Крупные (более 10 см) неправильно изогнутые и цилиндрические, слегка морщинистые трубки с крышечкой в виде воронки, плотно закрывающей входное отверстие, относятся к роду *Serpula*.

Мелкие (не более 5 мм) улиткообразно закрученные (вправо и влево) в спираль трубки с разнообразными крышечками и скульптурой в виде концентрических струек или колец, редко бугорков и шипов, характерны для представителей рода *Spirorbis*.

У ископаемых полихет диаметр трубок измеряется долями миллиметра, а длина продольного сечения обычно не превышает 10 см. Размеры современных полихет изменяются в пределах 2–3 мм.Построению скелетной ткани в литературе [2] описаны три типа известковых и один тип иловых трубок **(рис. 151)**. У известковых трубок первого типа стенки состоят из двух или четырех концентрических слоев. Первый и третий слои сложены яснокристаллическим кальцитом, а второй

https://jurassic.ru/

и четвертый—микрозернистым. Известковые трубки второго типа, найденные в мезозойских и третичных отложениях, имеют два слоя. Внутренний слой—светлый яснокристаллический—слагается грубыми волокнами или пластинками, расположенными под небольшим углом к поверхности трубки. Наружный слой—темный волокнистый, волокна полого или круто изогнуты в виде парабол.В некоторых срезах косых сечений стенка может выглядеть косоволнистой. В сростках полихет отдельные трубки этого типа соединены пузырчатой тканью. Известковые трубки третьего типа также двухслойные, но более толстостенные; внутренний слой у них темный, сложенный пелитоморфным кальцитом, а наружный—светлый, состоящий из тонких неотчетливо заметных волокон, расположенных перпендикулярно поверхности трубки.

Большинство иловых трубок имеет тонкий внутренний пергаментообразный слой и толстый внешний, состоящий из илистых или мелких песчаных частиц; иногда агглютинатом служат раковинки фораминифер, обломки раковин моллюсков, спикулы губок и другие органогенные частицы.

Иловые трубки полихет, найденные в каменноугольных отложениях различных районов, сложены агглютинатом, состоящим из темного пелитоморфного кальцита.

В шлифах чаще всего наблюдаются поперечные и продольные сечения трубок круглой, овальной, цилиндрической и конической форм.

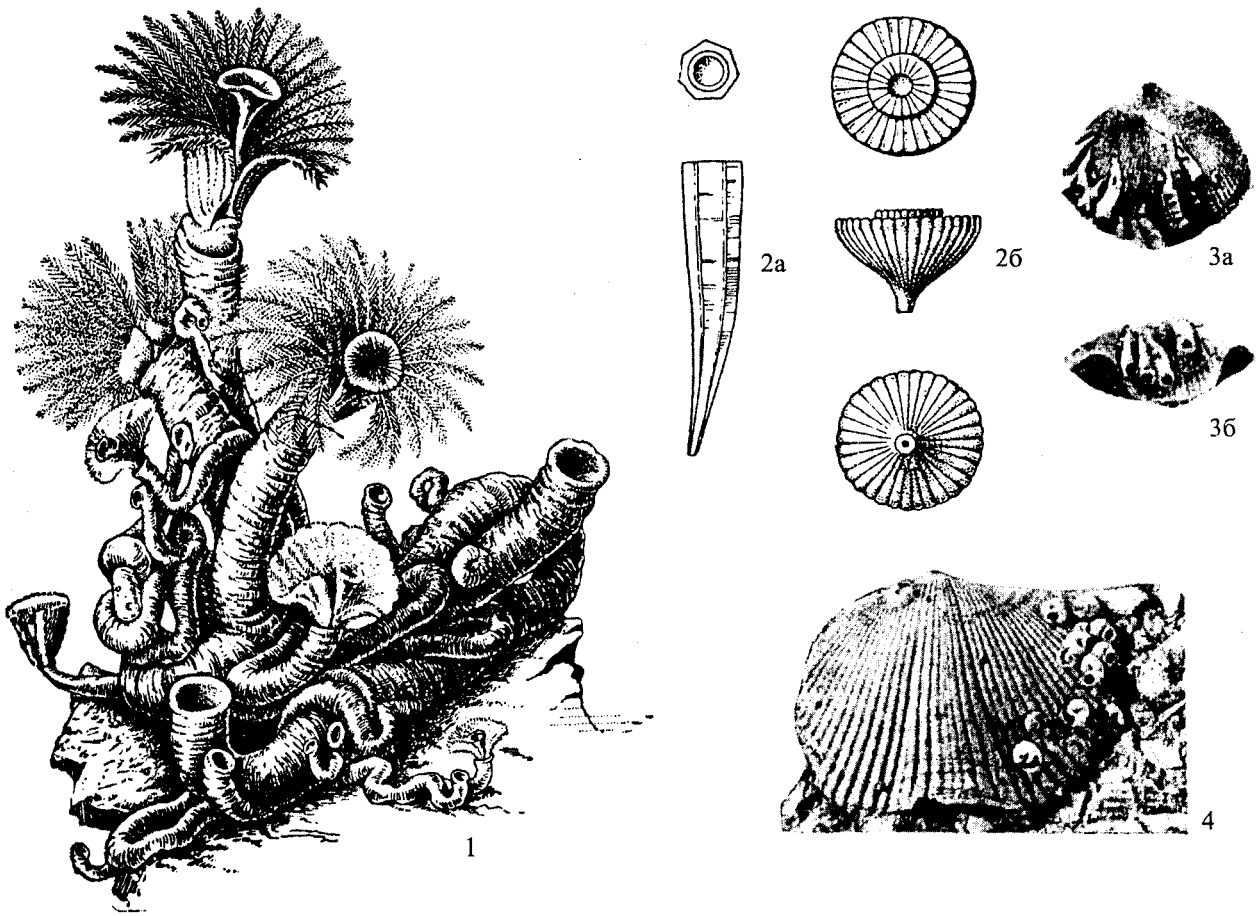
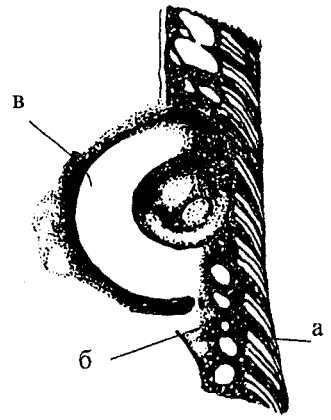


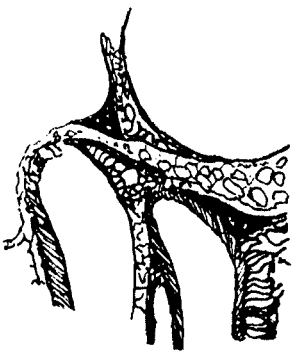
Рис. 150. Строение и формы роста полихет. 1—сросток трубок *Serpula vermicularis* L. с высунувшимися концами червей (x1); 2—*Turbinia abbreviata* (Deshayes): а—трубка сверху и сбоку (x0,8); б—крышечка сверху, сбоку и снизу (x13); 3—ориентированный рост трубок *Serpula dervonica* Pacht на раковине *Camarotoechia bifida* (Phillips) по направлению к лобному краю: а—на брюшной створке; б—вид со стороны лобного края (x15); 4—*Spirorbis amphalodes* Goldfuss на раковине *Cyrtospirifer schelonicus* Nalivkin (x1). 1–4 **[756]**.

https://jurassic.ru/





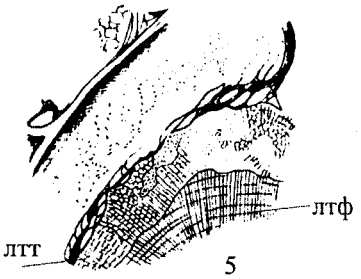
3



4



2

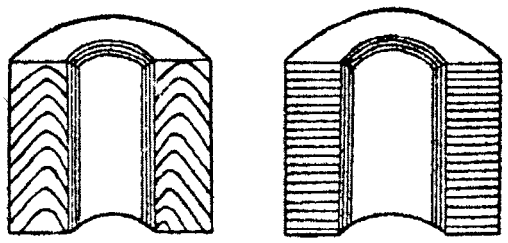


5

Рис. 151. Строение стенок полихет. 1—известковые трубки серпулид первого типа—двухслойные, с одним темным и одним светлым слоем, сечение, приближающиеся к поперечным; рисунок шлифа, без анализатора (х70); 2—сросток известковых трубок серпулид второго типа. Хорошо видна сетчатая или пузырчатая ткань срастания, образующаяся между трубками; рисунок шлифа, без анализатора (х15); 3—сечение стенки третичной серпулы: а—пластинчатый внутренний слой; б—неправильно пузырчатый слой, в который переходит первый слой; в—внутренняя полость червя. На данном рисунке маленькая трубка червя захвачена внешним слоем другой более крупной трубки; 4—сечение через трубки третичных серпул , состоящих из двух слоев: внутреннего и внешнего; 5—сечение стенки червя наросшего на багряные водоросли—литотамнии и литофиллум: лтт—литотамния; лтф—литофиллум. 1–5 **[2].**

Трубки полихет иногда трудноотличимы от гастропод **(рис. 152)**. Так, например, трубки третьего типа имеют большое сходство с вермитидами, которые имеют неправильно закрученную трубчатую раковину, состоящую из двух слоев.

Отличительным признаком в данном случае является микроструктура наружного слоя, которая у вермитид имеет отчетливо выраженный призматический характер. У мезо–кайнозойских серпул более существенным отличием от гастропод является присутствие пузырчатой ткани в местах срастания.



а б

Рис. 152. Строение трубок серпулид и верметид. Обозначение: а—*Ditrupula*; б—*Vermetus.* **[75б].**

https://jurassic.ru/

Внутренние скелеты

Скелет данного типа имеют губки, иглокожие и некоторые представители радиолярий. Наиболее характерным примером в этом отношении являются губки—основой их скелета служат спикулы, расположенные в мезоглее—бесструктурном студенистом веществе, составляющем тело губки. У иглокожих скелет, обычно называемый панцирем, покрыт одной лишь кожной оболочкой, из которой наружу выступают иглы различной формы и размера. Однако скелетные образования строятся специальными клетками—склеробластами, находящимися в соединительной ткани. Из этого следует, что скелет иглокожих по своему происхождению является внутренним. Скелеты радиолярий, которые встречаются в ископаемом состоянии, обычно называют раковинами. Среди них существуют типы, одни из которых, по соотношению с мягким телом, ближе к наружным скелетам, а другие—к внутренним. Принципиальных отличий между устройством тех и других скелетов нет, вместе с тем есть важное сходство с губками, так как основой скелета радиолярий также служит игла или спикула. На этом основании характеристика раковин радиолярий приведена в настоящем разделе [2, 16, 27, 75а, 75б].

Скелетные образования губок

Губки образуют класс в типе пороносцы, или спонгиата (губковые). Это одиночные и колониальные бентосные организмы. По составу скелета выделяются две группы губок, сохраняющихся в ископаемом состоянии: известковые губки, относящиеся к отряду Calcarea, и кремневые губки, которые объединяются в четыре отряда: Triaxonida—трехосные губки, Heteractinellida—разнолучевые губки, Tetraxonida—четырехосные губки и Cornacuspongiida—кремнероговые губки **(рис. 153)**. Согласно В.П. Маслову [2], все губки, имеющие опаловый скелет, подразделяются на два класса: стеклянные губки (Hyalospongia) и обыкновенные губки (Domospongia). К последним относят четырехлучевые и кремнероговые губки. *Кембрий—настоящее время* [1, 2, 14, 16, 26, 27, 39, 62, 63, 75б].

Общая характеристика скелета

Спикулы, являющиеся основой скелета губок, отличаются формой, размером, числом лучей и осей. Среди них выделяют одноосные, трехосные, четырехосные и многоосные с различными модификациями внутри каждого из типов **(рис. 154)**. Одноосные имеют вид палочек, иногда с различно построенными концами. Трехосные имеют три луча или шесть лучей, расположенных в трех взаимно перпендикулярных плоскостях. Четырехосные спикулы состоят из четырех лучей, расходящихся под разными углами. Среди многоосных встречаются спикулы звездчатой формы с 8–10 лучами и более. Спикулы могут быть рассеяны в теле губок или срастаются между собой, образуя внутренний каркас (решетку) трех типов **(рис. 155)**. Первый тип—фаретронный. Образуется в результате спаивания концов трехосных спикул известковых губок. Второй тип—диктиональный—представляет собой пространственную решетку, возникающую при срастании трехосных (шестилучевых) кремневых спикул. Существуют две разновидности этого скелета: с косыми перекладинами—лихнисками, соединяющими основание лучей в месте пересечения, и без них. Третий тип—листидный, также в виде пространственной решетки, но неправильной формы, образующейся в результате срастания четырехосных кремневых спикул с утолщенными корневидными окончаниями; последний характерен для кремнероговых губок.

1. Известковые губки. В составе скелета известковых губок принимают участие трехосные, четырехосные и одноосные спикулы **(рис. 156)**. Основной формой спикул известковых губок являются трирадиаты, имеющие три луча, не лежащие в одной плоскости. В одних случаях лучи бывают одинаковой длины и располагаются под равными углами. В других—выделяется один главный луч, а оба боковых луча симметричны относительно главного и составляют с ним равные углы, величина

https://jurassic.ru/

которых может изменяться. Если два луча сближаются относительно третьего, то образуются диапозонные спикулы. С триадиатами сходны по строению тетрарадиаты, но у них, в отличие от первых, имеется четвертый луч, который изогнут. Одноосные спикулы как прямые, так и изогнутые, называются рабдами.Размер трех– и четырехосных спикул составляет 60-120 мк, а одноосных спикул может достигать 1 см.

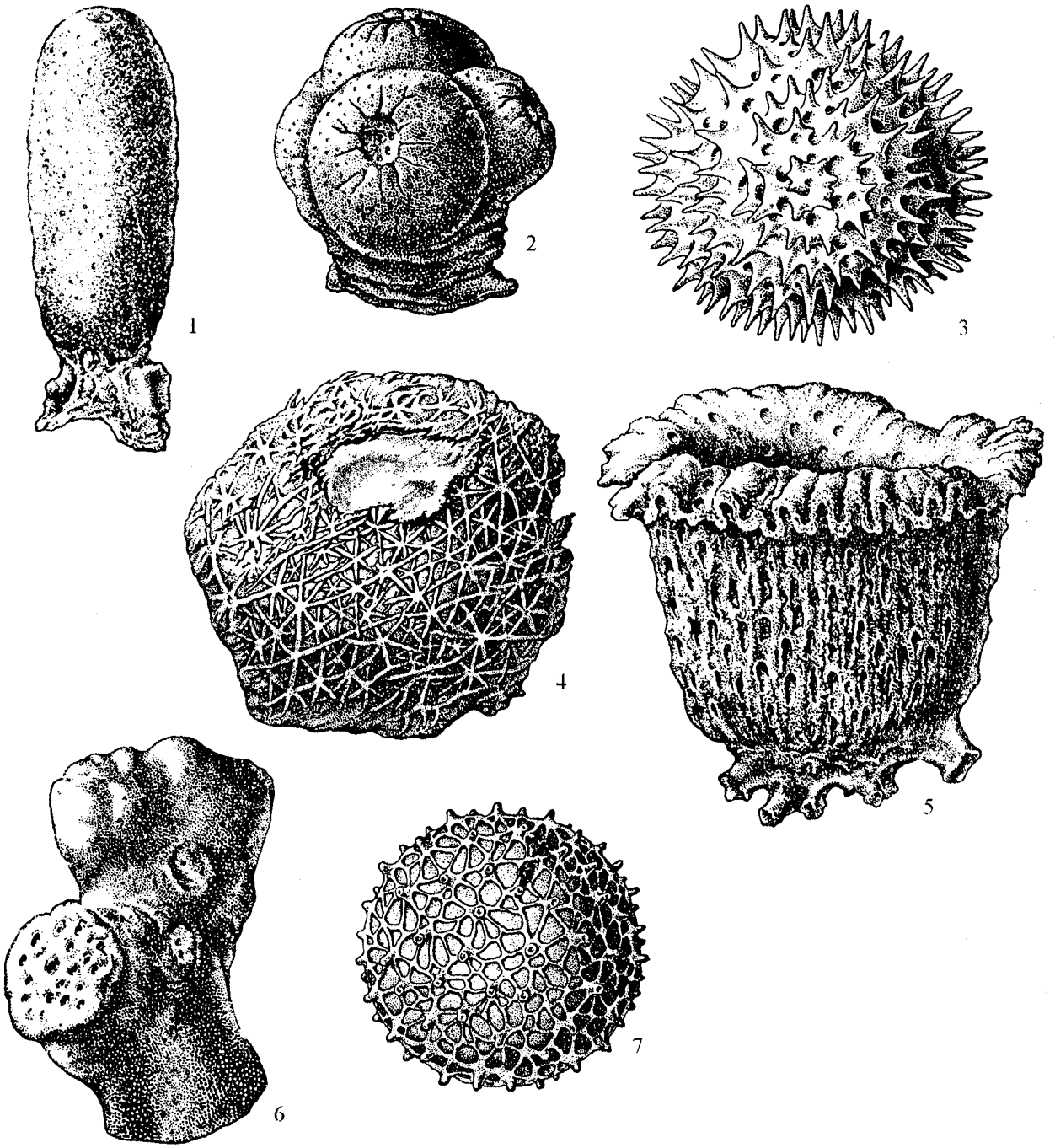


Рис. 153. Известковые и кремневые губки. 1–3—известковые губки: 1—*Peronidella sp.* (x3). Н. мел Крыма; 2—*Stellispongia glomerata* Quenstedt. В. юра Натгейма, Германия; 3—*Porosphaera globularis* Phillips (x50). Мел, Чехословакия; 4–7—кремневые губки: 4—*Eiffelia globosa* Walcott (x3). Средний кембрий Британской Колумбии, Канада; 5—*Ventriculites pedester* Eichwald (x1). Сантон Поволжья; 6—Doryderma *dichotoma* Roemer (x1). В. мел Германии; 7—*Pemmatites macroporus* Dunikovski (x66). Н. пермь, р. Аша, Урал. 1–7 **[75б].**

https://jurassic.ru/

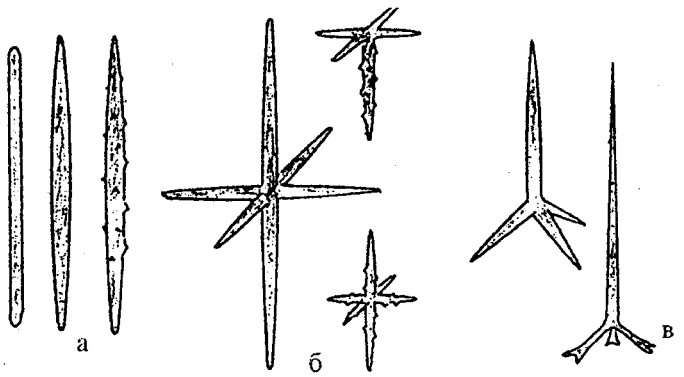


Рис. 154. Спикулы губок (по В.П.Маслову [2]). Виды спикул: а—одноосные; б—трехосные; в—четырехосные.

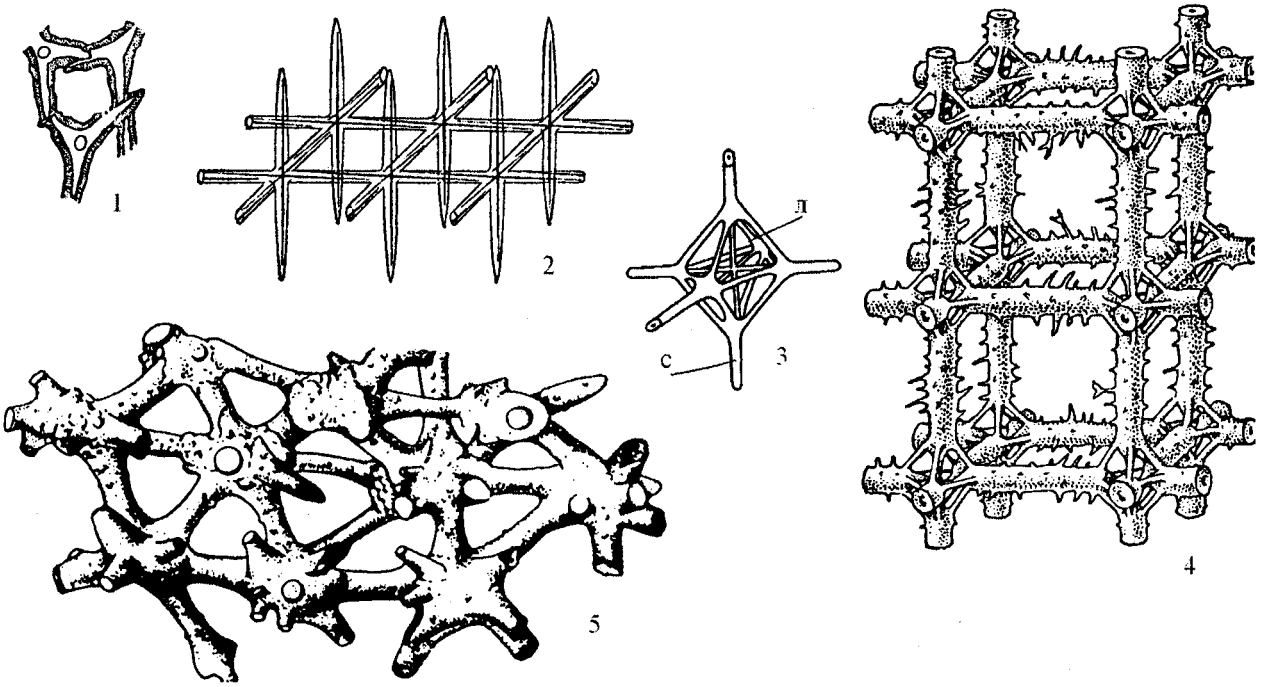


Рис. 155. Типы строения скелета губок. 1—связный скелет современных фаретронных губок под микроскопом; 2—диктиональный скелет без лихнисков; 3—фонарная структура диктиональной решетки, состоящей из спикул (с) и лихнисков (л). Сильно увеличено; 4—диктиональная решетка с лихнисками у *Becksia* soekelandi Schluter (x70); 5—кремневый литистидный скелет губок. 1–4 **[63,756,77].**

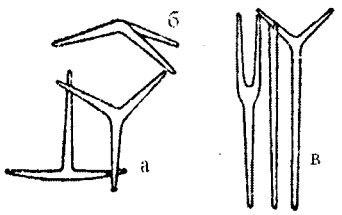


Рис. 156. Спикулы известковых губок. Виды спикул: а—трирадиата, б—тетрадиата, в—диапазонная спикула **[2].**

В ископаемом состоянии скелетные образования известковых губок нередко представлены формами, имеющими фаретронный скелет.У некоторых губок со спаянным скелетом покровные слои укреплены обильными разрозненными трехлучевыми и одноосными спикулами.

Каждая известковая спикула построена одним кристаллом кальцита; главная ось кристалла не совпадает ни с одним из лучей спикулы. В фаретронном скелете спаянные между собой спикулы образуют волокна (фибры).

https://jurassic.ru/

2. Кремневые губки. Спикулы кремневых губок по величине и устройству распадаются на два типа: макросклеры и микросклеры; большинство тех и других имеют специальные названия. Основу скелета составляют макросклеры, а микросклеры обычно рассеяны в теле губки. Последние редко сохраняются в ископаемом состоянии. Макросклеры подразделяются на одноосные, трехосные, четырехосные и многоосные.

Одноосные макросклеры встречаются во всех отрядах, а у кремнероговых губок имеются только одноосные формы **(рис. 157)**. Одноосные макросклеры могут быть с одинаковыми или с различно построенными концами. У первых из них концы бывают заостренными или со вздутиями. У вторых—один конец, как правило, заострен, а другой—закруглен. У кремнероговых губок спикулы прямые или слегка прогнутые, гладкие или шиповатые. Их величина измеряется десятками микронов или десятыми долями миллиметра. Микросклеры этих губок очень разнообразны: одни из них S–образные, С–образные, шпилькообразные и т.д, а другие—напоминают якорьки. Для кремнероговых губок характерен скелет, состоящий из пучков макросклер, склеенных спонгином. Поперечные пучки образуют перекладины, соединяющие главные пучки, благодаря которым скелет приобретает пространственную решетку неправильной формы.

Трехосные макросклеры (триактины) свойственны триаксонидам **(рис. 158)**. Они состоят из лучей, расположенных в трех взаимно перпендикулярных направлениях. Наиболее распространенным типом трехосных спикул являются формы с шестью лучами, характерные для так называемых стеклянных губок. Отдельные из лучей этих спикул могут быть редуцированы. Длина лучей трехосных макросклер измеряется десятками и сотнями микрон. Микросклеры у триаксонид тоже построены по трехосному типу и обычно имеют причудливый вид. Шестилучевые макросклеры могут быть спаянными кремнеземом, в результате чего образуется сетчатый диктиональный тип скелета.

Четырехлучевые макросклеры встречаются только у тетраксонид. Они состоят из четырех равных лучей, расходящихся под равными углами, но чаще один луч бывает длиннее или короче остальных **(рис. 159)**. Это главный или основной луч, который иногда может быть редуцирован. Четырехлучевые спикулы достигают значительной длины. Так, длина главного луча бывает равна 1500–2000 мк и более. Микросклеры четырехлучевых губок распадаются на две группы: S–образные и звездообразные, многочисленные лучи которых могут сливаться, образуя кремневые шиповатые шарики и другие неправильные формы. У четырехлучевых губок спикулы нередко представлены так называемыми десмами—неправильной формы ветвистыми образованиями, покрытыми неровностями и буграми **(рис. 160)**. Они могут быть плотно соединены, вследствие чего образуется литистидный скелет в виде пространственной решетки неправильной формы. Этот скелет называется также каменистым.

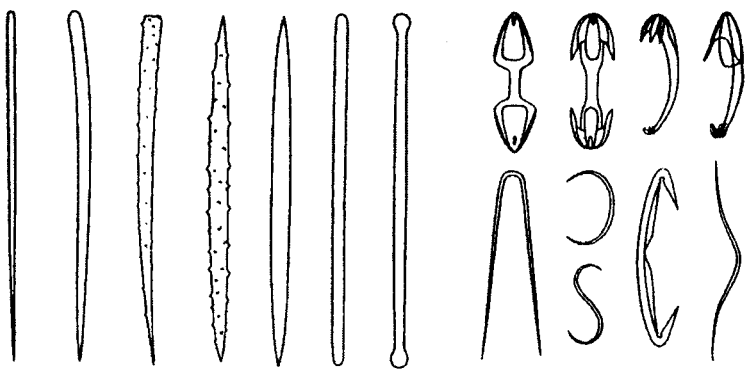


Рис. 157. Различные виды одноосных спикул кремнероговых губок (по В.П.Маслову [2]). Слева—макросклеры; справа—микросклеры (хелы, якорьки, шпильки, сигмы, лужки).

https://zaraisc.ru/

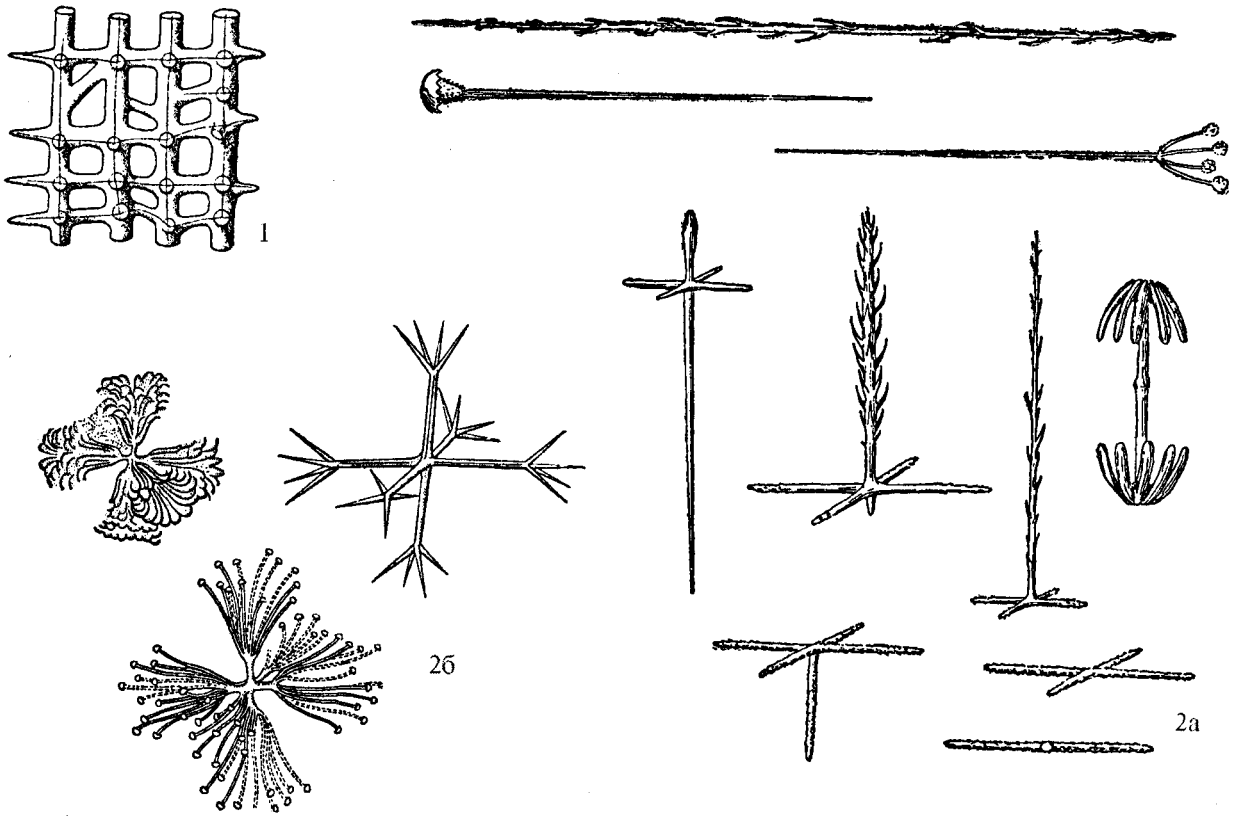


Рис. 158. Трехосные спикулы кремневых губок (по В.П.Маслову [2]). 1—сетчатый диктиональный скелет *Farrea*, состоящий из шестилучевых макросклер (х40); 2—различные виды трехосных спикул: а—макросклеры; б—микросклеры (х300).

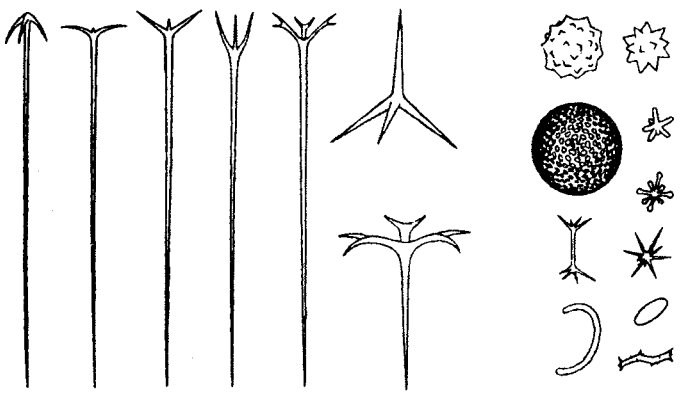


Рис. 159. Различные виды четырехлучевых спикул (по В.П.Маслову [2]). Слева—макросклеры; справа—микросклеры (звездчатые иглы и сигмы).

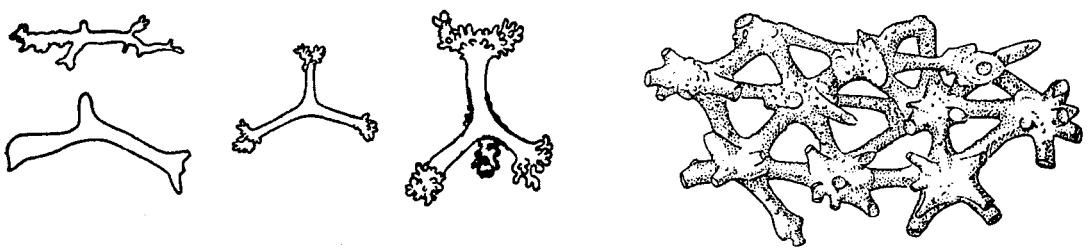


Рис. 160. Видоизмененные спикулы четырехлучевых губок—десмы. Слева—десмы, образующие литистидный скелет; справа—литистидный скелет. **[39,75б].**

https://jurassic.ru/

Многолучевые макросклеры характерны для гетероктинеллид. Они представляют собой многолучевые звездчатые формы **(рис. 161)**. В одних случаях спикула состоит из плоской правильной шестилучевой звезды с двумя перпендикулярными к ней осевыми лучами. В других случаях число лучей может быть значительно большим, а расположение их—менее правильным. Кроме того, спикула может представлять звездчатое образование с искривленными лучами различной длины. Микросклеры гетерактинеллид и некоторых тетраксонид также многоосны. По форме они похожи на цветки астр.

Кремневые спикулы, состоящие из опала, халцедона и кварца с халцедоном, в отличие от многих известковых, имеют ось, состоящую из спонгина, которая сохраняется в ископаемом состоянии. Спонгин, который связывает между собой спикулы в мягком теле губок, как правило, разрушается. Поэтому в шлифах обычно встречаются разрозненные одноосные, четырехосные и другие спикулы. Опал, слагающий спикулы в мезозойских отложениях, легко превращается в халцедон. Нередко при вторичных изменениях кремневые спикулы бывают замещены кальцитом.

Наличие канала позволяет отличить кремневые спикулы от спикул известковых губок и других образований, например, пепловых частиц, не имеющих внутренней структуры.

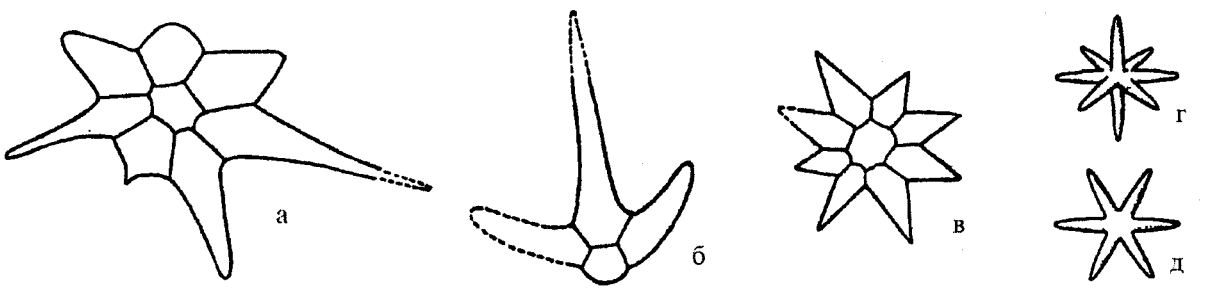


Рис. 161. Спикулы разнолучевых губок (по В.П.Маслову [2]).Обозначение: а–в—спикулы *Chancelloria* (x75); г–д—спикулы *Astra-eospongium*.

Раковины радиолярий

Радиолярии составляют класс одноклеточных планктонных организмов типа саркодовых, большей частью одиночных, реже колониальных. У большинства радиолярий скелет находится внутри цитоплазмы. В ископаемом состоянии в основном сохраняются сфереллярии и насселярии—представители двух (из четырех) отрядов полицистин (Policystinae—многодырчатые), имеющие кремневый скелет. Скелет не сплошной, а сетчатый, как правило, с многочисленными просветами (порами) и иглами и благодаря этому легкий, приспособленный к парению в воде. *Кембрий—настоящее время* [2, 3, 16, 58, 59, 75а].

Для сфереллярий типична шарообразная форма, многоосный, характеризующийся радиально-лучистой симметрией, скелет **(рис. 162)**. Шарообразная форма обычно наблюдается в сочетании со сплошными радиальными иглами. Многоосность у одних сфереллярий имеет неопределенный характер, а у других—число осей (игл) ограничено постоянным числом. Многие насселярии имеют облик башенки или колокола. В их скелете отмечается преобладающее развитие одной оси в сочетании с радиальной симметрией. В раковинах сфереллярий и насселярий имеется устье (пилома), обычно вытянутое в виде трубочки или воронки и заканчивающееся валиком, зубцами или иглами. У насселярий устье может быть открытым и закрытым. Кроме указанных форм, встречаются радиолярии, имеющие облик эллипсоидов, цилиндров, дисков, треугольников, пропеллеров, звезд, спиралей и пр. Для некоторых из них характерна радиальная или двусторонняя симметрии. К скульптурным элементам на поверхности раковин относятся межкамерные пережимы, ребра, бугорчатые выступы, шипы и др.Величина раковин обычно изменяется в пределах 0,01-0,1 мкм, но встречаются формы размером до 1 мм и более.

http://jurassic.ru/

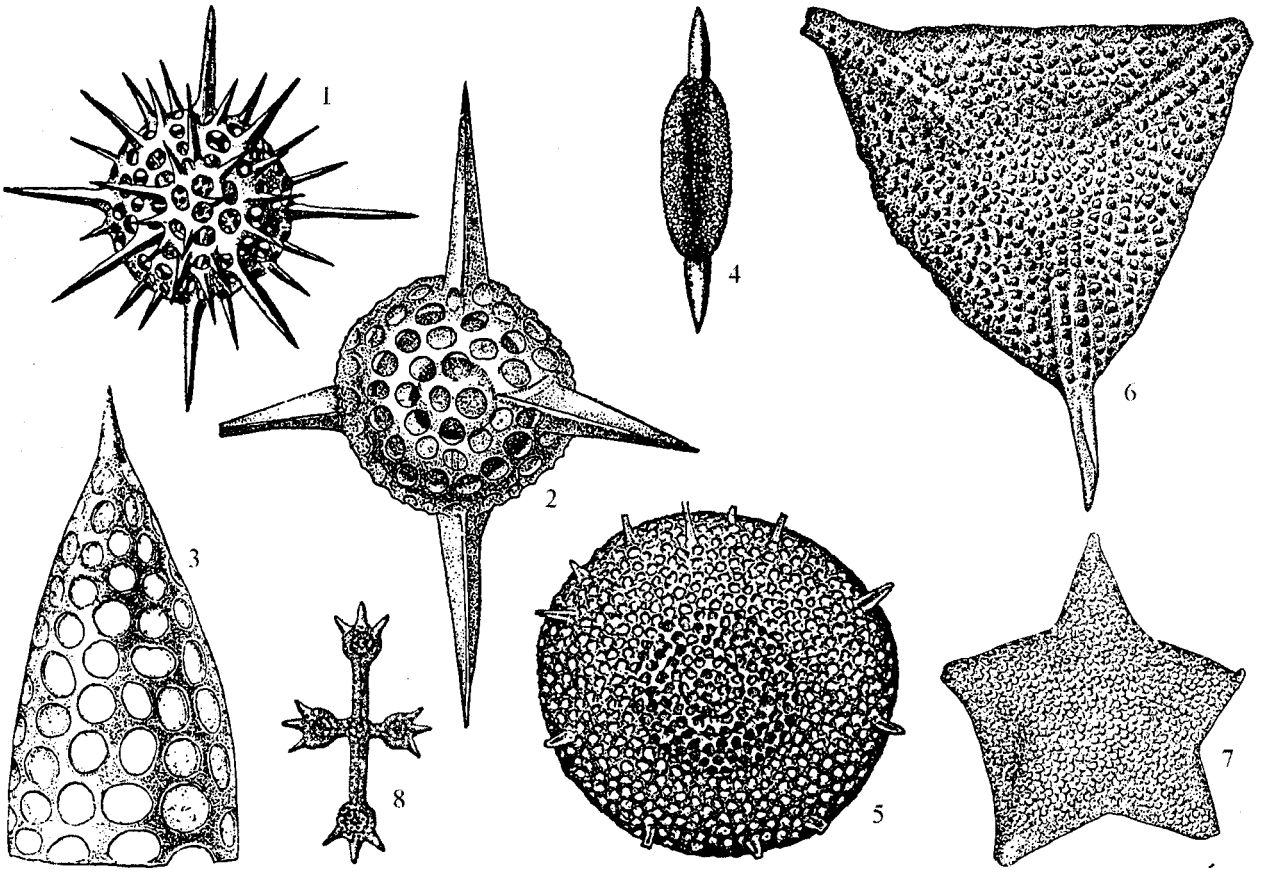


Рис. 162. Элементы симметрии и форма раковин *Polycystina*. 1—*Echinomma trinacrium* Haeckel (совр.). Многоосный шарообразный скелет с многочисленными радиальными простыми иглами двух различных сортов: большие главные иглы и мелкие побочные (x300); 2—*Staurocontium tetracanthum* Ehrenberg. Шарообразный скелет, с четырьмя пересекающимися равными простыми иглами (x300); 3—*Cornutella mitra* Ehrenberg. Одноосный радиально-симметричный скелет в виде башенки или колокола (x300); 4—*Spongoprunum amphilonche* Haeckel (совр.). Эллипсоидальный скелет, на полюсах главной оси которого находятся две противоположные большие массивные иглы (x125); 5—*Astrophacus annularius* Lipman. Двояковыпуклый скелет с многочисленными простыми радиальными иглами на краю диска (обычно с различным числом и неправильно расположенными) (x200); 6—*Euchitonia triradiata* Lipman. Двусторонне симметричный плоский треугольный скелет с тремя простыми неразветвленными отростками, соединенными сетчатой скелетной перепонкой; один непарный отросток расположен противоположно к непарному углу между двумя парными отростками (x150); 7—*Pentinastrum subbotinae* Lipman. Звездообразный плоский скелет с пятью простыми неразветвленными камерными отростками, соединенными сетчатой скелетной тканью (x150); 8—*Hagiastrum buddhae* Haeckel. Двусторонне симметричный плоский четырехугольный скелет с четырьмя простыми камерными отростками; два противоположных отростка по главной оси (главные отростки) отличаются по величине от двух остальных (вторичные отростки) (x50). 1–8 **[75a]**.

В строении скелета полицистин принимают участие радиальные и тангенциальные элементы **(рис. 163)**. Их сочетание обусловливает большое разнообразие строения раковин. В центре многих раковин находится многолучевая спикула, сфера, реже решетчатый многогранник или изогнутая пластина. Лучи спикулы в одних случаях сходятся в один узел, а в других разделены срединной балкой. Число лучей у спикул палеозойских полицистин изменяется от 4 до 6, иногда бывает и больше. У мезо-кайнозойских форм часто одна игла противопоставлена 3–4 другим. Тангенциальными элементами, представляющими собой пористые и цельные пластины, образованы внешние и внутренние оболочки раковин, а также отдельные перекрадины и иглы. К радиальным элементам относятся торчащие наружу основные и дополнительные иглы, перекладины внутри скелета и некоторые другие образования. При этом основные иглы отходят от внутреннего каркаса, а дополнительные или второстепенные—

https://jurassic.ru/

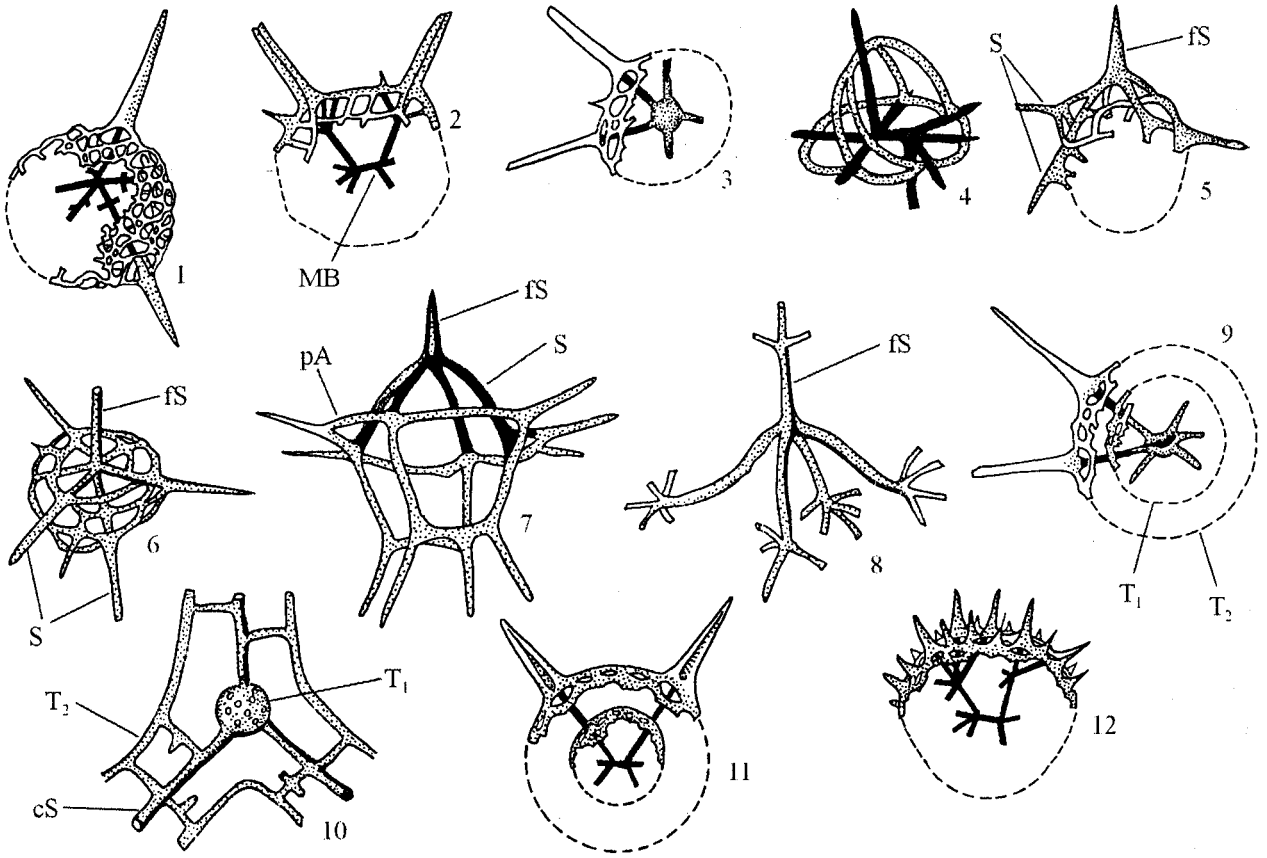


Рис. 163. Схема внутреннего строения раковин Polycystina (по Петрушевской [59]). 1—*Haplentactinia armillata* Nazarov. Лучи спикулы сходятся в один узел; 2—*Polyentactinia* Foreman. Лучи спикулы разделены срединной балкой (MB); 3—*Jnanigutta* Nazarov. Внутренний каркас в виде полой сферы с 6 лучами; 4—шестилучевая спикула скрепляет основные дуги у *Nassellaria*; 5—*Pentactinocarpus fusiformis*. Шесть игл (S), включенных в сферическую раковину, противопоставлены одной игле (fS); 6—то же у *Secuicollacta cassa*; 7—*Pentactinocorbus kozuri*. Четыре иглы (S), расходящиеся от одного узла и соединенные дугами (pA), противопоставлены одной игле; 8—*Palacantholiythus verticillatus*. Четыре ветвящиеся иглы противопоставлены одной игле; 9—*Jnanibigutta* Nazarov. Две пористые оболочки (T_1 и T_2), внутри которых находится изогнутая пластинка с шестью иглами; 10—*Triactofenestrella nicolica*. Внутри трехлопастной раковины (T_2) находится субсферическая оболочка (T_1), от которой расходятся три иглы (cS); 11—*Entactinosphaera* Foreman. Две основные радиальные иглы, отходящие от внутреннего каркаса (многолучевой спикулы); 12—*Astroentactinia* Nazarov. Основные иглы, отходящие от внутреннего каркаса, и дополнительные иглы, отходящие от наружной поверхности раковины.

от наружной поверхности раковины. Радиальные иглы бывают полые (трубки) и сплошные без канала **(рис. 164)**. По форме они могут быть коническими, пирамидальными, цилиндрическими, уплощенными; на конце одни из них заостренные, другие булавовидно утолщенные, а третьи разветвленные.

Поверхность игл различная: гладкая, зазубренная, бугристая, граненая с бороздами и гребнями, с продольными щелями и со спиральной нарезкой. Радиальные иглы часто беспорядочно или дихотомически ветвятся. Основание игл может быть укреплено дополнительными перекладинами. Несмотря на отмеченное выше разнообразие форм раковин и их внутреннего строения основой скелета почти всегда служит игла или спикула, что видно на примерах различных сферелларий и насселярий.

У сферелларий боковые отростки, отходящие от радиальных игл, соединяются, образуя замкнутую оболочку, что обусловливает формирование раковины шаровидной формы. У многих представителей этого отряда внутри шаровидного панциря находится несколько сфер (оболочек),

https://jurassic.ru/

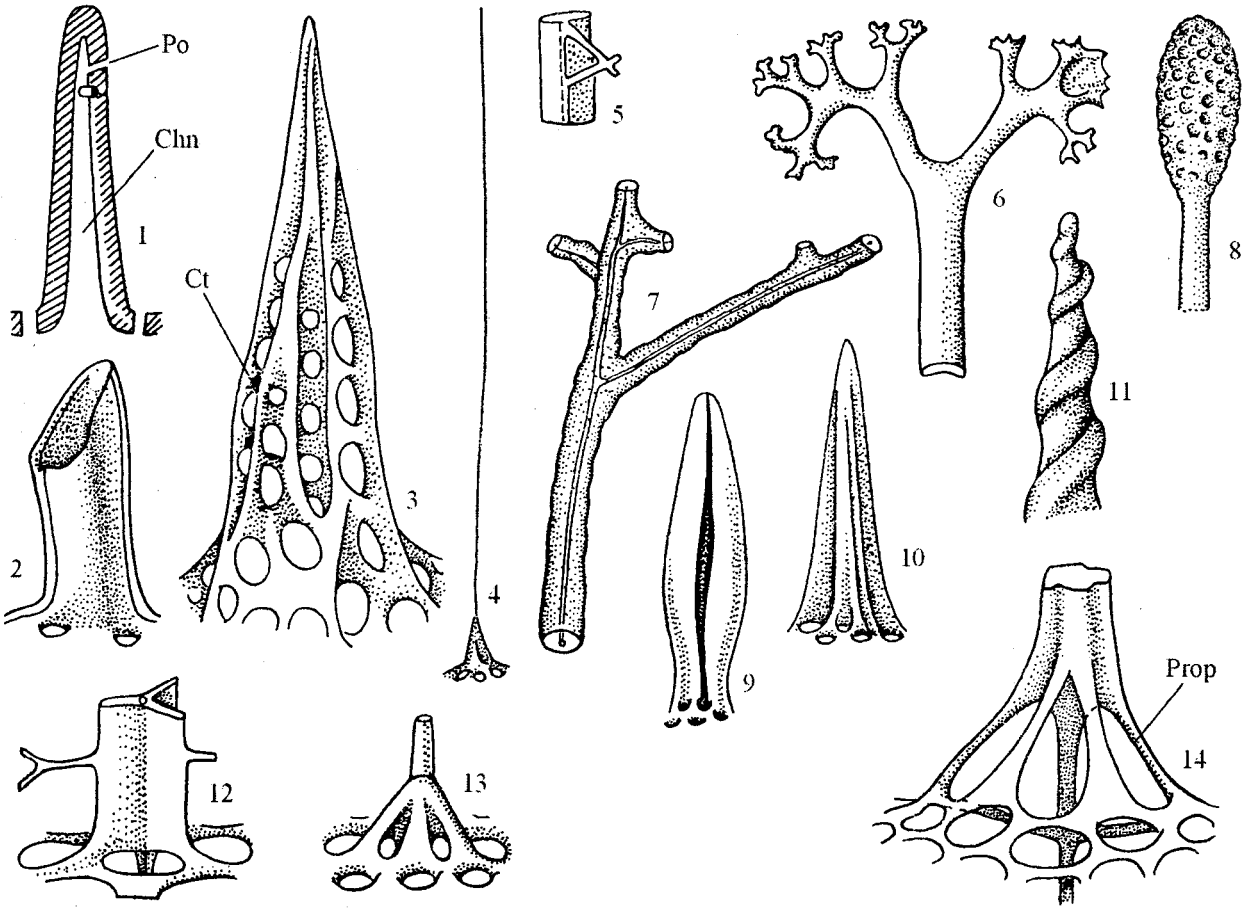


Рис. 164. Радиальные иглы, их форма, строение, ветвление и соединение с остальным скелетом у *Polycystina* (по Петрушевской [59]). 1—игла полая, с внутренним каналом (Chn) и порами (Po) на дистальном конце; 2—трубка неправильной формы, не пронизанная порами; 3—игла полая в проксимальной и сплошная в дистальной части полая часть прободена порами; поверхность иглы с бороздами и гребнями (Ct); 4—коническая игла с волосовидным кончиком; 5—плоская игла)с апофизами, соединяющимися друг с другом; 6—цилиндрическая игла, ветвящаяся дихотомически, но не совсем; 7—субцилиндрическая, бугристая, неупорядоченно ветвящаяся игла; 8—булавовидно-вздутая игла; 9—гладкая, вздутая в средней части игла со щелевидными каналами, проходящими по поверхности вдоль оси иглы; 10—сплошная граненая игла; 11—игла со спиральной нарезкой на поверхности; 12—трехгранная игла с боковыми апофизами, непосредственно включенная в пористую стенку раковины; 13—игла укреплена пираминадальным утолщением стенки, пронизанным порами; 14—неправильная в сечении игла, основание которой укреплено растяжками (Prop).

вложенных одна в другую **(рис. 165)**. Таких сфер может насчитываться до десяти и более. Подобные скелеты формируются при наличии нескольких ярусов ответвлений. При этом если радиальных игл нет, то сферы соединены друг с другом с помощью вторичных радиальных балок—перекладин.

Правильная сферическая форма раковины (панциря) может превратиться в шестигранник, внутри которого находятся одна или две правильных сферы.

У некоторых сфереллярий одноосный радиально симметричный панцирь эллипсоидальной или цилиндрической формы, от которого отходят полярно расположенные иглы, может заключать в себе несколько сфер. Внутренние сферы скреплены друг с другом пронизывающими скелет иглами, трубками или дополнительными радиальными перекладинами.

Дискоидальный скелет образуется в результате сильного сплющивания цилиндрической формы вдоль главной оси. Поверхность диска бывает покрыта особым продырявленным слоем вторичного

https://jurassic.ru/

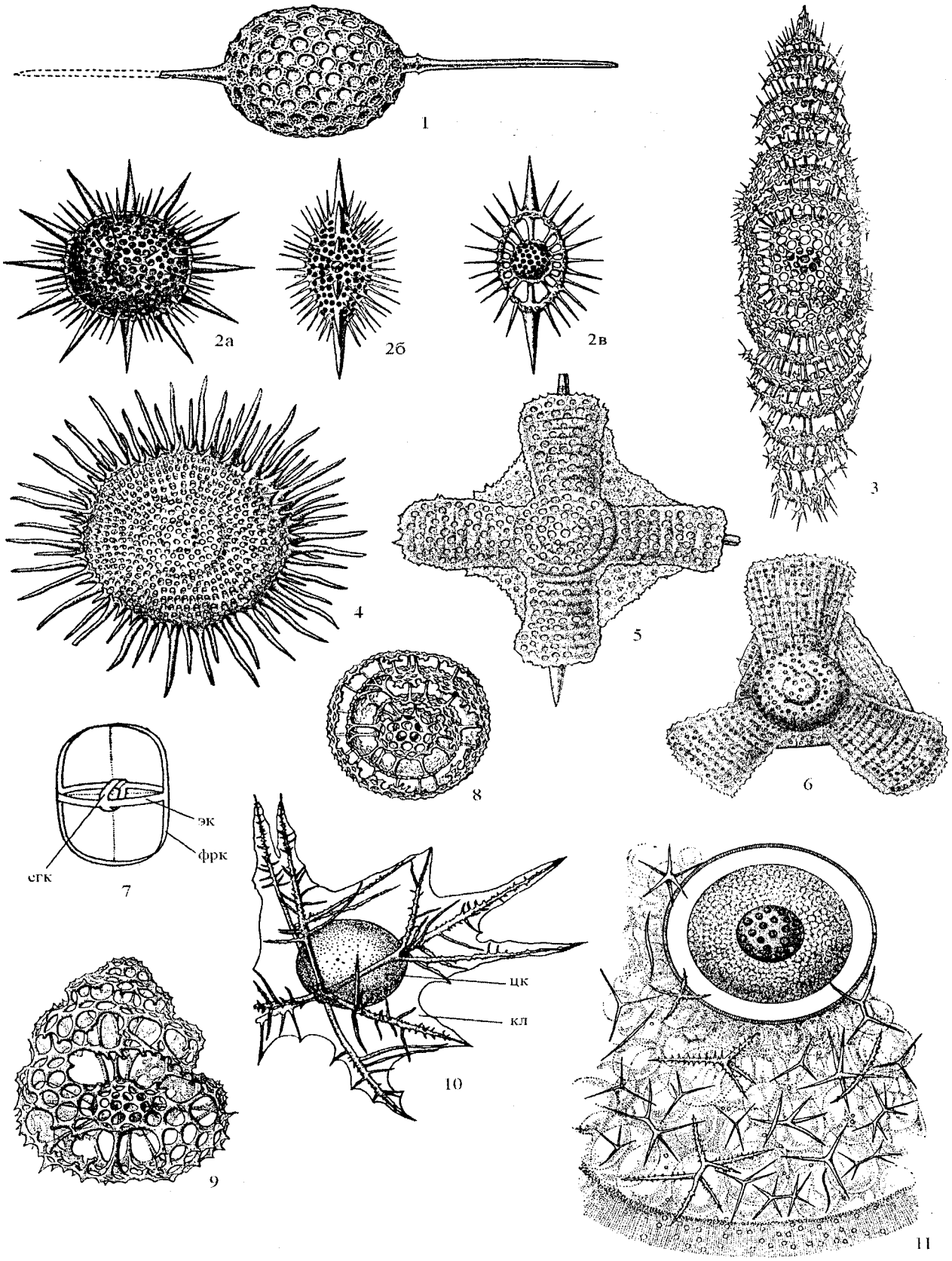


Рис.165

https://jurassic.ru/

Рис. 165. Типы строения скелетов сфереллярий. 1—*Ellipsoxiphus chabakovi* Lipman. Одноосный радиально-симметричный эллипсоидальный скелет, простой, полый, без осевых стержней, на обоих полюсах главной оси располагаются две (по одной на каждом полюсе) основные иглы, равной величины и сходной формы (х180); 2—*Heliodiscus phacodiscus* Haeckel (совр.). Эллипсоидальный скелет из двух оболочек (простая внутренняя и простая внешняя), с многочисленными простыми радиальными иглами на краю, расположенном в экваториальной плоскости: а—общий вид (х200); б—вид сбоку (х200); в—сечение скелета (х200); 3—*Zygartus chrysalis* Haeckel (совр.). Вытянутая форма скелета, у которого сплошными сохраняются только внутренние оболочки, а внешние имеют вид колпачков, располагающихся многорусно между полюсами панциря (х180); 4—*Astrophacus solaris* Haeckel (совр.). Дискоидальный скелет с двойной внутренней оболочкой и простой внешней, с многочисленными простыми радиальными иглами на краю диска (х150); 5—*Histriastrum quaternarium* Ehrenberg. Панцирь имеет облик пропеллера. Он состоит из четырех звездообразно и взаимно перпендикулярно расположенных сетчатых отростков (рук) одинакового размера; между руками протягивается патагий (х 200); 6—*Hymeniastrum pyphagorae* Ehrenberg. Пропеллерообразный панцирь состоит из трех простых неразветвленных камерных отростков равной величины с тремя равными углами между ними, соединенных патагием (х150); 7—схема эллипсоидального скелета у *Larcoidea* с тремя осями неодинакового размера, состоящего из трех сплющенных колец, которые пересекают друг друга в трех взаимно перпендикулярных плоскостях; внутри этих колец находится сферическая или такая же трехзональная камера: эк—экваториальное кольцо; сгк—сагиттальное кольцо; фрк—фронтальное кольцо; 8—*Spirema melonia* Haeckel. Скелет, в котором внутренняя камера завернута в плоскую инволютную спираль, образующую наружную решетку (х200); 9—*Streblopyle helicina* Haeckel. Скелет, в котором внутренняя камера находится в центре панциря, представляющего собой решетку в виде спиральной башенки (турбоспирали) (х200); 10—*Thalassothamnus pinetum* Popofsky. Скелет с одной крупной иглой, вдоль которой от одного узла отходят мелкие разветвленные иглы (х15): цк—центральная капсула; кл—калимма; 11—*Lamproxanthium pandora* Haeckel (совр.). Скелетные иглы рассеяны в среднем слое протоплазмы (х70). 1–11 **[75а].**

скелета—факоидом. По периферии диска факоид может быть оторочен гладкой или фестончатой пластинкой, шипами и иглами.Внутри факоида скелет представлен обычными для сфереллярий одной или несколькими сферами, соединенными друг с другом и с наружным факоидом многочисленными балками, перекладинами.

Панцирь, состоящий из звездообразно расположенных сетчатых рук, число которых изменяется от двух до шести, образуется в результате неравномерного роста. Руки бывают одинакового или различного размера; последнее нарушает правильную радиальность. Между руками нередко протягивается сетчатая скелетная перепонка—патагий.Потеря радиальности наблюдается в сложных скелетах эллипсоидальной формы с тремя осями различного размера.

Панцирь состоит их трех неодинаковых сплющенных лентообразных скелетных колец, которые пересекают друг друга в трех взаимно перпендикулярных плоскостях. Эти ленты—кольца—поддерживают простую шаровидную или такую же трехзональную внутреннюю камеру. В данной конструкции кольца заменяют радиальные балки, свойственные большинству сфереллярий.

Особый тип среди сфереллярий представляет собой скелет с одной крупной иглой, вдоль которой от центра тела расходятся мелкие иглы. У низших форм сфереллярий иглы могут быть рассеяны в среднем слое протоплазмы—калимме.

У насселярий исходным типом скелета является спикула в виде треножника **(рис. 166, 167)**. Если спикула состоит из четырех лучей, то три из них могут образовывать треножник, а четвертый луч в таком случае отходит от него кверху. Распространенным видоизменением спикулы служит появление срединной балки, разъединяющей два центра схождения лучей. Лучи могут давать отростки в стороны; нередко каждый луч заканчивается пучком ответвлений. Разветвления лучей нередко повторяются, а между ними развиваются дугообразные соединения.

Более сложный тип скелета представляет собой кольцо или полукольцо в сочетании с треножником. Формирование колец происходит в результате соединения отростков на лучах и образования массивных дуг, составляющих вместе с основанием лучей сагиттальное кольцо (от лат. sagitta—стрела). Дальнейшее усложнение может привести к возникновению скелета, состоящего из нескольких колец, разделенных перегородками и расположенных в разных плоскостях. В редких случаях благодаря такому развитию образуется скелет в виде шара. Соединение боковых ответвлений лучей приводит к образованию решетчатых раковин, в основе построения которых также лежит скелетный треножник. При этом, если лучи треножника и их боковые ответвления формируют стенку

https://jurassic.ru/

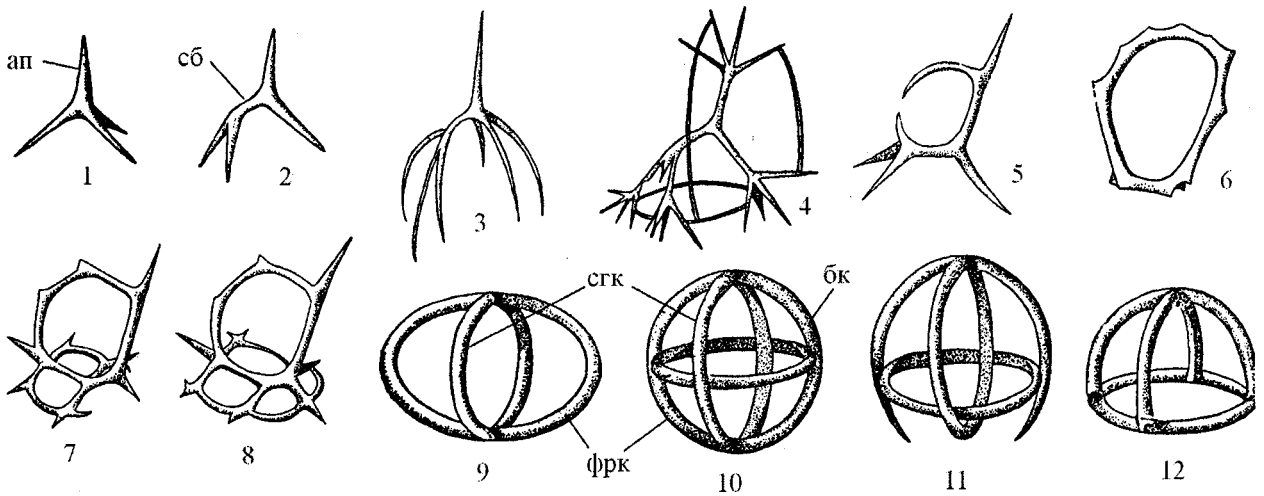


Рис. 166. Схематическое изображение основных типов скелета насселлярий. 1–4—скелет представляет собой спикулу: 1—четырехлучевая спикула, три луча которой образуют треножник, а четвертый—апикальный (ап) направлен от него кверху у *Plagoniscus*; 2—четырехлучевая спикула со срединной балкой (сб) у *Periplecta*; 3—спикула, лучи которой дают отростки у *Campylacantha*; 4—разветвление лучей спикулы повторяется, а между ними находятся дугообразные соединения у *Phormacanta*; 5–8—скелет состоит из сочетания кольца с лучами треножника: 5—дугообразные отростки на лучах спикулы у *Cortina*; 6—дугообразные отростки замкнуты и образуют сагиттальное кольцо, лучи редуцированы у *Zygocircus*; 7—в основании сагиттального кольца находится базальное горизонтальное кольцо у *Semantis*; 8—базальное кольцо разделено перегородками на вторичные мелкие кольца у *Senantrum*; 9–12—скелет состоит из колец и дуг: 9—два кольца, одно из которых сагиттальное (сгк), а другое фронтальное (фрк) у *Zygostephanus*; 10—три кольца: сагиттальное (сгк), базальное (бк) и фронтальное (фрк) у *Trissocircus*; 11—кольчатый скелет, образованный в результате редукции дуг у *Podocoronis*; 12—кольчатый скелет у *Coronidium*. 1–12 **[75а].**

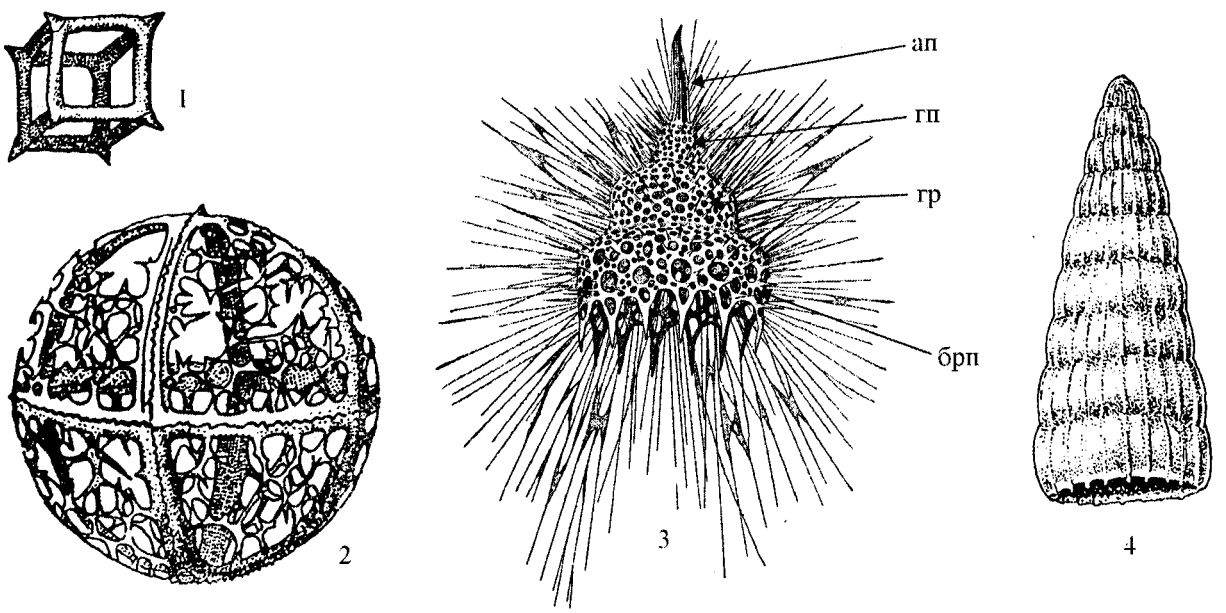


Рис. 167. Скелеты насселлярий различного типа. 1—*Lithocubus geometricus* Haeckel (совр.). Скелет кубической формы (х200); 2—*Trissocyclus sphaeridium* Haeckel. Скелет в виде шара (х300); 3—*Calocyclas monumentum* Haeckel (совр.). Трехкамерная раковина в виде колокола с пережимами (х150): ап—апикальный шип; гп—головной отдел панциря; гр—грудной отдел; брп—брюшной отдел панциря; 4—*Dictyomitra striata* Lipman. Многокамерная раковина с пережимами (х180). 1–4 **[75а].**

https://jurassic.ru/

раковины, то она становится граненой. В том случае, когда лучи остаются свободными, раковина приобретает цилиндрическую форму. Верхний луч треножника обычно имеет вид шипа.

Поперечные пережимы приводят к образованию многокамерных раковин. У трехкамерных раковин, имеющих форму башенки или колокола, выше основания лучей обособляется головной отдел—цефалум, в средней части располагается грудной отдел, который может быть отделен от головного пористой диафрагмой, а в нижней части—брюшной отдел. В основе форм с двусторонне–симметричным скелетом находятся два луча (редуцированный треножник), поверх которого развивается решетчатый цефалум. В его стенках закладывается сагиттальное кольцо. Оба луча отходят от головного отдела фронтально, что подчеркивает двусторонне–симметричный характер скелета. Апикальный шип часто бывает развит очень сильно, и рядом с ним могут находиться добавочные шипы.

Стенки радиолярий бывают однослойные и многослойные **(рис. 168)**.Скелетная ткань однослойных стенок может быть пористой, сетчатой, решетчатой, реже сплошной с редкими порами.Пористая ткань состоит из пор округлой, эллипсоидальной, полигональной, иногда фестончатой с изрезанными краями формы. Размер пор изменяется от 3 до 20 мкм, но может быть значительно меньше. Поры находятся в пластинке, которая бывает одинаковой толщины или с утолщениями посредине, создающими рамку вокруг пор. На пересечении упомянутых утолщений часто возникают бугорки. Крупные поры, так же как просветы другого типа, и устье могут быть затянуты пористыми пластинчатыми или ажурными сеточками. Иногда первоначально пористая стенка равномерно утолщается, а поры в ней зарастают; на их месте остаются углубления—псевдопоры. Расположение пор бывает беспорядочным и упорядоченным. Поры могут быть расположены продольными и поперечными рядами, разделенными перегородками.

Сетчатая и решетчатая ткани состоят из закономерно переплетенных перекладин, образованных стержневыми отростками. Промежутки между перекладинами называют ячейками. У сетчатой ткани перекладины не шире, чем ячейки между ними, а решетчатой называют скелетную ткань, состоящую из редких толстых перекладин. У некоторых радиолярий полость скелетов оказывается заполненной сплошной объемной решеткой. Встречаются раковинки, имеющие массивные стенки, пронизанные сложными каналами.

Многослойные стенки имеют различное строение. Одна из разновидностей подобных стенок является следствием развития тонких пластинок с мелкими порами и их расположения вплотную к более грубой пористой пластинке. Во многих случаях многослойное строение стенок определяют концентрические пористые пластинки, соединенные перекладинами.

В зависимости от формы и расположения скелетных перекладин и просветов между ними различают два характерных типа микроструктуры скелетной ткани.В первом из них—поридисцидном—присутствуют радиальные перекладины, длина которых составляет 10–20 мкм. Во втором—псевдоаулофаковом—радиальные и тангенциальные перекладины, примерно одинаковой длины и толщины, соединяются между собой на расстоянии около 10 мкм. В местах соединения перекладин обычно имеются утолщения в виде бугорков.

Увеличение просветов пор и каналов и нарушение упорядоченности их расположения приводит к образованию губчатой структуры ткани. Отличительными признаками этого типа скелетной ткани являются неодинаковый диаметр (3–20 мкм) и форма ячей и их расположение в различных плоскостях. Разновидностями губчатой ткани являются кладогенная и псевдогубчатая.Кладогенная ткань образуется за счет ветвления боковых отростков хорошо выраженных основных радиальных игл.

Псевдогубчатая ткань возникает на некотором расстоянии от основной пористой стенки и поддерживается за счет ветвления дополнительных иголочек. В некоторых случаях прямые нити, сплетенные в виде тончайшей сети, натянутой на дополнительные иголки, создают паутинную ткань.

Многослойность стенки не следует отождествлять с множеством оболочек раковин, для которых характерны удаленность одна от другой на расстояние, составляющее 20–30 мкм, сравнительно небольшое число соединяющих их радиальных перекладин, а также целостность и правильная сферическая форма каждой оболочки.

https://jurassic.ru/

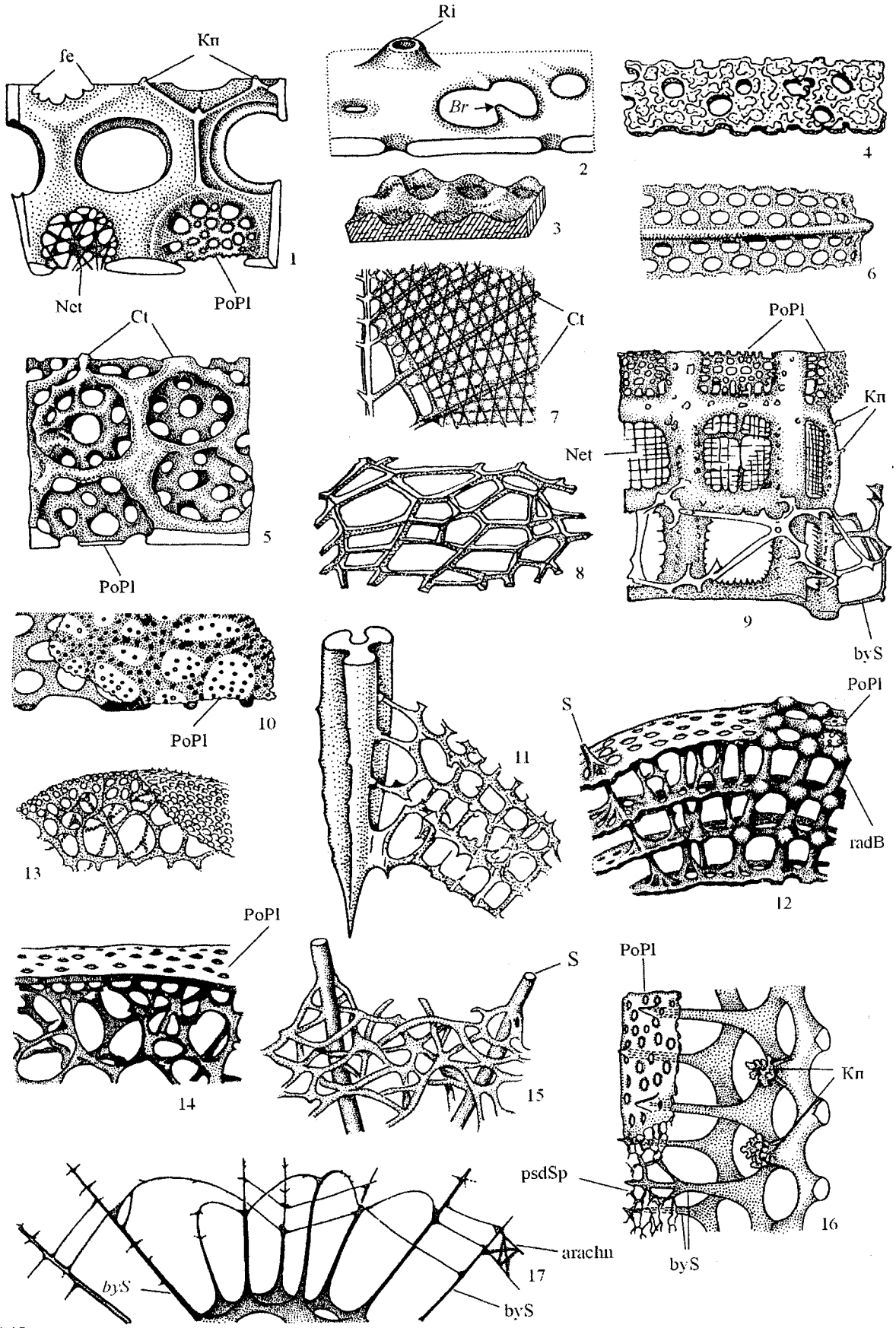


Рис.168

https://zaraisc.ru/

Рис. 168. Строение скелетной ткани полицистин (по М.Г.Петрушевской [59]). 1—пористая стенка. Справа видны утолщения стенок в виде гребней; в местах их пересечений находятся бугорки (Кп). Вверху фестончатая пора (fe); внизу крупные поры, затянутые пористыми пластинками (PoPl) или ажурными сетками (Net); 2—стенка одинаковой толщины с редкими округлыми порами,с зарастающими по типу мостика (Br) или ободка (Ri); 3—стенка не пронизана порами, имеются лишь псевдопоры; 4—рыхлая пластинка с отдельными порами различной формы и размера, расположенными беспорядочно; 5—пористая стенка, поделенная сетью утолщений (Ct) на почти равные ячейки, в которые вставлены пористые тонкие пластинки (PoPl). Строение стенки напоминает пчелиные соты; 6—стенка с порами, расположенными рядами, отделяющимися гребнями или ребрами; 7—сеть из упорядоченно расположенных пересекающихся перекладин (Ct), являющихся отростками основной иглы; 8—стенка в виде однослойной полигональной сети; 9—ортогональная решетка из продольных ребер и поперечных колец, с бугорками (Кп) и дополнительными иголочками (byS) на поверхности; просветы решетки затянуты или тонкой сеточкой из прямых тончайших перекладин (Net), или тонкими пористыми пластинками (PoPl) с бугорками на поверхности; 10—пластина с крупными порами, покрытая другой более тонкой пластинкой (PoPl); 11—трехлопастная игла с отростками, включенными в породисцидную ткань; 12—стенка многослойная, слева породисцидная, справа псевдоаулофаковая ткань; отверстия могут быть затянуты тонкими поровыми пластинками (PoPl): S—радиальные иглы; radB—радиальные перекладины; 13—губчатая ткань с уменьшающимися к поверхности ячеями; 14—губчатая ткань, покрытая сверху пористой пластинкой (PoPl); 15—кладогенная ткань, соединяющая цилиндрические радиальные иглы (S); 16—пористая стенка с округлыми одинаковыми порами: Кп—бугорки; byS—дополнительные иголочки; PoPl—пористая пластинка; PsdSp—псевдогубчатая оболочка; 17—паутинная ткань (arachn) на основе длинных тонких дополнительных иголок (byS).

Панцири иглокожих

Иглокожие—тип одиночных вымерших и ныне живущих придонных (свободноподвижных и прикрепленных), реже планктонных животных. Среди различных подтипов (классов) подвижных иглокожих наибольшее породообразующее значение имеют скелетные остатки морских ежей (эхиноидей) и морских звезд (астероидей), а среди прикрепленных (стебельчатых)—остатки морских лилий (криноидей) **(рис. 169)**. Криноидеи бывают не только неподвижно прикрепленными (стебельчатые формы), но и свободно лежащими на грунте и даже подвижными (бесстебельчатые формы) животными. *Кембрий—настоящее время* [2, 16, 27, 39, 64, 75и].

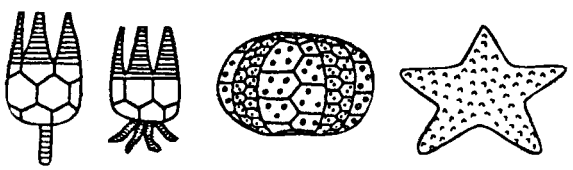


Рис. 169. Форма скелета основных классов ископаемых иглокожих (по О.Б.Бондаренко и И.АМихайловой), 1986. 1—*Crinoidea*; 2—*Echinoidea*; 3—*Asteroidea*.

Общая характеристика скелета

Морфология скелета иглокожих отражает строение тела, для которого характерна радиальная пятилучевая симметрия; последняя связана с особой амбулакральной (воднососудистой) системой, свойственной только иглокожим. Наряду с этим, существуют иглокожие, тело и скелет которых отличаются двусторонней симметрией. В подавляющем большинстве случаев иглокожие имеют форму шара, чашечки и звезды, но встречаются и отличные от этих формы.

Скелет бывает в виде панциря, состоящего из известковых табличек, пластин, или отдельных, рассеянных в теле иглокожего элементов. Снаружи к подкожным выступам табличек могут быть прикреплены иглы различных размеров и формы, а также особые щипцеобразные органы. Внутреннее строение скелета определяется формой, размером, количеством и пространственным соотношением скелетных элементов (табличек), расположенных вдоль радиальных каналов амбулакральной системы. Эти таблички образуют так называемые амбулакральные поля, чередующиеся с межамбулакральными (интерамбулакральными) полями.

Каждый элемент скелета (пластина, членик, игла) состоит из одного монокристалла кальцита, оптическая ось которого проходит параллельно оси шипа, иглы или членика и перпендикулярна плоскости пластинки. Вместе с тем для скелетной ткани иглокожих характерна

https://jurassic.ru/

ячеистая структура. Ячеи заключены между известковыми стенками или решетками; отверстия в стенках решеток называются окнами. В шлифах бывают видны как ячеи, так и окна, но обычно лучше видны решетка и окна, параллельные плоскости шлифа. Решетка темная, а ячеи заполняются ясно-кристаллическим кальцитом или черными рудными минералами. Вторичный кальцит принимает ту же ориентировку, которая свойственна вмещающему кристаллу. При оруденении ячеистая микроструктура может проявляться более отчетливо.

1. Морские ежи. Форма панциря шаровидная, полушаровидная (с плоским основанием), овальная, дисковидная, сердцевидная и коническая **(рис. 170)**. На поверхности панциря имеются иглы длиной 25–30 см. Они прикреплены к крупным бугоркам туберкулам, которые окружены мелкими бугорками или гранулами. Иглы бывают различной формы: цилиндрической, заостренной, булавовидной, кеглевидной, лопатообразной, грибовидной, вееровидной и др. На поперечных разрезах они образуют многосекторный круг, в центральной части может сохраниться осевой канал **(рис. 171)**.

Для большинства форм морских ежей характерна четко выраженная пятилучевая симметрия: это так называемые правильные морские ежи **(рис. 172)**. У них нижняя (оральная) сторона, обращенная к субстрату, как правило, почти плоская; в центре ее находится ротовое поле (перистом). Верхняя (аборальная) сторона может быть уплощенной или в различной степени выпуклой; в центре этой стороны имеется анальное поле (перипрокт). Перистом несколько больше перипрокта; ротовое и анальное отверстия расположены в центре этих полей. Перипрокт опоясывается полем, называемым вершинный щиток. Между нижней стороной и вершинным щитком располагается корональное поле. Экваториальная часть этого поля называется амбитусом.

Наряду с радиально симметричными существуют формы, для которых характерна различно выраженная двусторонняя симметрия; их называют неправильными морскими ежами. У этих последних оба отверстия: анальное и ротовое или только анальное—смещены в сторону от полюсов. Направление смещения перипрокта определяет положение плоскости билатеральной симметрии, которая, развиваясь, постепенно подчиняет себе все элементы панциря.

Панцирь состоит из различных табличек (пластинок), частично перекрывающих друг друга (см. рис. 172). Они могут быть прочно сросшимися или соединенными подвижно и, как правило, распадающимися после смерти животного. Корональная часть образована амбулакральными и интерамбулакральными табличками, собранными в меридианальные ряды, из которых состоят пять амбулакральных и пять межамбулакральных полей. Ряды сужаются в направлении от амбитуса к полюсам.

У правильных морских ежей одноименные поля построены совершенно одинаково (однородно). Амбулакральные поля бывают узкие и почти прямые, изогнутые и лепестковидные (петаллоидные). Они состоят из двух рядов мелких многоугольных простых и сложных табличек **(рис. 173)**. Простые таблички несут на себе небольшие круглые поры, расположенные косыми или горизонтальными парами (по одной на каждой пластинке) у внешнего края пластинки Сложные таблички образуются в результате слияния простых. Среди них выделяют различные типы, основными из которых являются диадемоидный и эхиноидный. Число пар отверстий на сложных пластинках может доходить до 50. Вдоль зигзагообразного шва, разделяющего ряды, располагаются мелкие бугорки. Общее число пластинок в ряду достигает нескольких десятков.

Интерамбулакральные поля—более широкие. Они состоят из крупных пятиугольных пластинок. В центре каждой из этих пластинок обычно имеется крупный бугорок с большой длинной иглой, вокруг них располагаются многочисленные мелкие бугорки. Вершинный щиток состоит из десяти пластинок **(рис. 174)**. Из них пять небольших пластинок являются глазными, а пять других, обычно более крупных, несущих по одной большой поре,—генитальными. Одна из этих крупных пластинок пронизана многочисленными порами—это мадрепоровая пластинка (через нее осуществляется обмен жидкости амбулакральной системы и морской воды). Комплекс глазных и генитальных пластинок окружает перипрокт, образуя однорядное (моноциклический тип щитка) и двурядное (дициклический тип щитка) кольцо. Анальное и ротовое поля обычно прикрыты концентрически расположенными пластинками, которые черепитчато налегают друг на друга.

https://jurassic.ru/

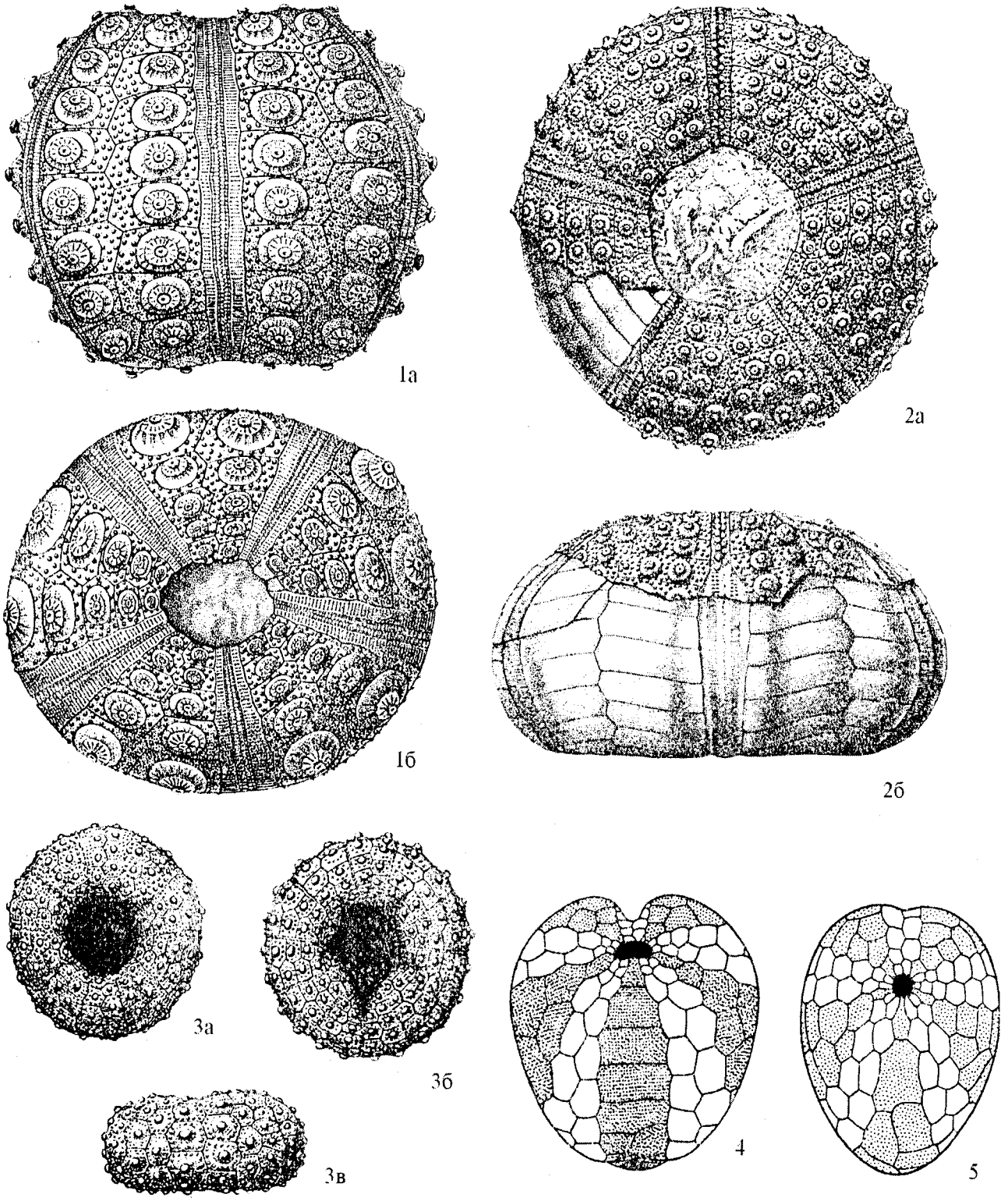


Рис. 170. Форма панциря морских ежей. 1—*Rhabdocidaris caucasica* Papp. Крупный шаровидный, нередко сплющенный на полюсах скелет: а—вид сбоку; б—вид сверху; 2—*Heterocidaris trigeri* Cotteau. Крупный полушаровидный скелет, внизу уплощен: а—вид снизу; б—вид сбоку; (а, б—х0,75); 3—*Gauthieria radiata* (Sorignet). Панцирь уплощенный, колесообразный: а—вид снизу; б—вид сверху; в—вид сбоку; (а, б, в—х1,3); 4—*Cardiaster granulosus* (Goldfuss). Панцирь сердцевидного очертания; 5—*Basseaster rostratus* Lambert. Панцирь яйцевидной формы. 1–4 **[75и].**

https://jurassic.ru/

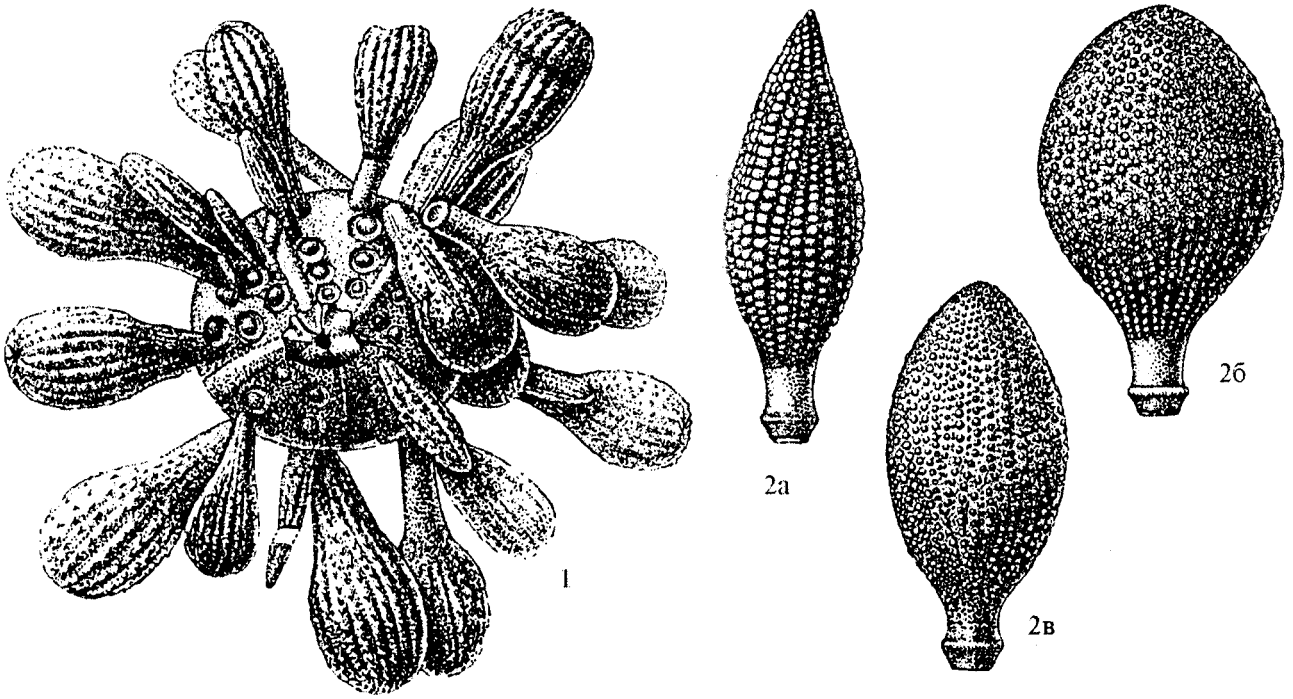


Рис. 171. Форма игл морских ежей. 1—*Tylocidaris clavigera* Konig. Панцирь с иглами. Вид снизу (увеличено); 2—типы первичных игл *Balanocidaris*: а—*Balanocidaris roysii* (Desor); б и в—*Balanocidaris cucumifera* (L. Agassiz). 1,2 **[75и]**.

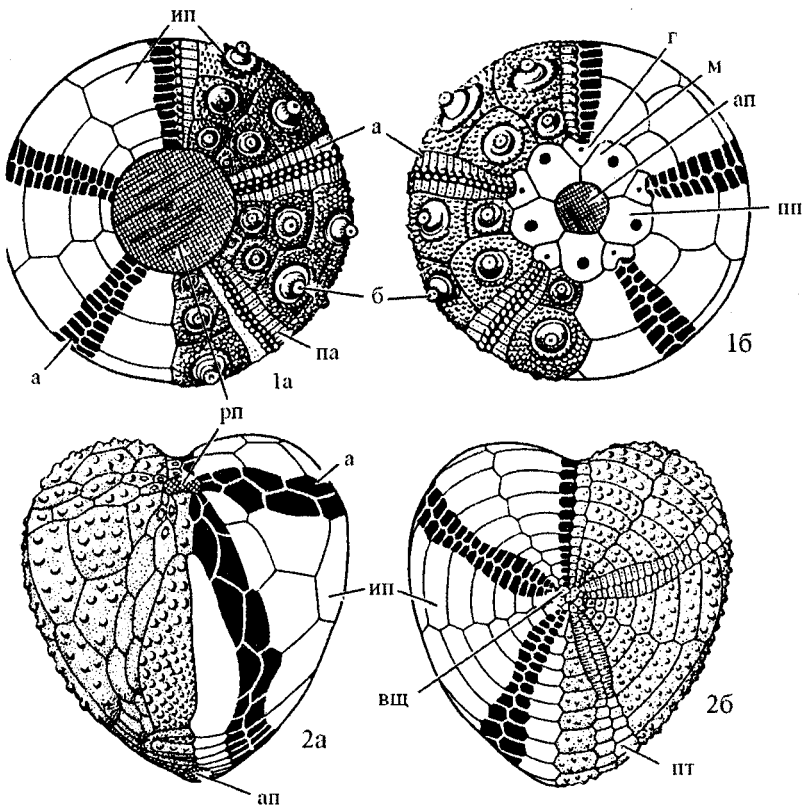


Рис. 172. Схема строения панциря морских ежей (по О.Б.Бондаренко и И.А. Михайловой, [16]). 1—правильного: а—вид снизу со стороны ротового поля: а—амбулакральные поля; ип— интерамбулакральные поля; б—бугорки для игл; па—поры амбулакров; рп—ротовое поле с ротовым отверстием; б—вид сверху со сороны вершинного щитка: г—глазнаяпластинка; м—мадрепорит; ап—анальное поле с анальным отверстием; пп—половая пластинка; 2—неправильного: а—вид снизу; б—вид сверху со стороны вершинного щитка: пт—петалоиды; вщ—вершинный щиток.

https://jurassic.ru/

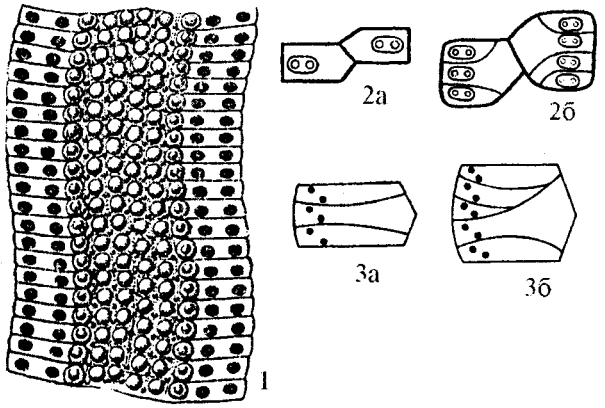


Рис. 173. Строение амбулакральных пластинок морских ежей. 1—*Balanocidaris glandifera* Munster. Часть амбулакра; 2—амбулакральные пластинки: а—простая пластинка; б—сложная пластинка; 3—типы сложных пластинок: а—диадемоидный тип; б—эхиноидный тип. 1–3 **[75и]**.

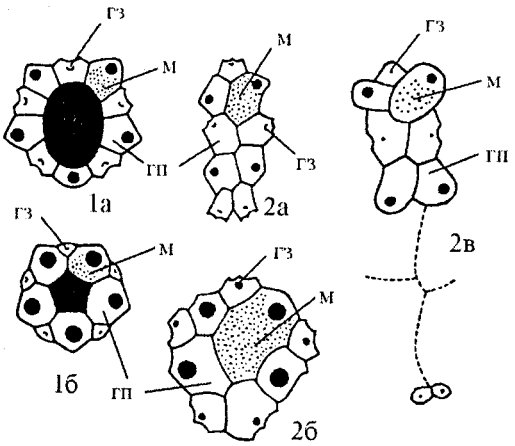


Рис. 174. Типы вершинных щитков морских ежей. 1—вершинные щитки привильных морских ежей: а— моноциклический тип: гз—глазные пластинки; м—мадрепорит; г—генитальные пластинки; б—дициклический тип; 2—вершинные щитки неправильных морских ежей: а—интеркалярный тип; б— компактный тип; в—разорванный тип. 1,2 **[75и]**.

В центре ротового поля расположен челюстной аппарат—аристотелев фонарь **(рис. 175)**. Он представляет собой сложную систему скелетных элементов, в том числе зубов, соединенных связками и мускулами.

У большинства неправильных морских ежей перипрокт всегда находится вне вершинного щитка. В связи с его перемещением в строении панциря обычно наблюдаются незначительные изменения. Для форм с передним положением перистома и двусторонней симметрией эти отличия более значительны.В строении амбулакральных и интерамбулакральных полей они проявляются в утрате как радиальной, так и меридиональной однородности. Вследствие смещения анального отверстия и смыкания на вершине панциря половых и глазных пластинок циклический тип строения щитка сменяется другими типами: компактным, интеркалярным и разорванным.Челюстной аппарат в ротовом поле обычно отсутствует.

Существуют важные различия в строении древних (палеозойских) и новых (мезокайнозойских) морских ежей, позволяющие их различать по общему количеству рядов пластинок панциря: у новых ежей их количество всегда равно 20, а у древних обычно больше, редко меньше 20 (но никогда не равно 20) **(рис. 176)**.

Ячеистая микроструктура, характерная для скелетной ткани морских ежей, часто наблюдается (в шлифах) в сечениях игл, поперечных к оси **(рис. 177)**. Согласно В.П. Маслову [2] она может быть трех типов: 1) равномерно ячеистая без резкого радиального расположения стенок сетки; 2) радиальная сетчатая с ячеями, размер которых увеличивается от центра к периферии; 3) радиальная с септами–радиусами в виде сплошных или пористых утолщенных пластинок, расходящихся от оси иглы. Радиальные септы нередко имеют расширения, сливающиеся в концентрические линии и создающие правильную радиально–концентрическую решетку. Два первых типа микроструктуры характерны для представителей палеозойских ежей.

https://jurassic.ru/

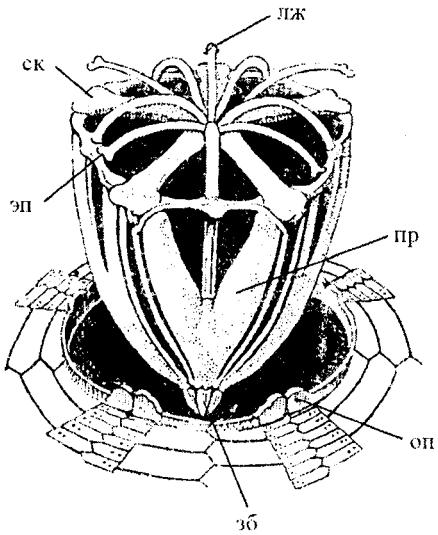


Рис. 175. Аристотелев фонарь. Обозначение: лж—лужки; пр—пирамидки; оп—околочелюстной пояс; зб—зубы; эп—эпифизы; ск—скобки. **[75и].**

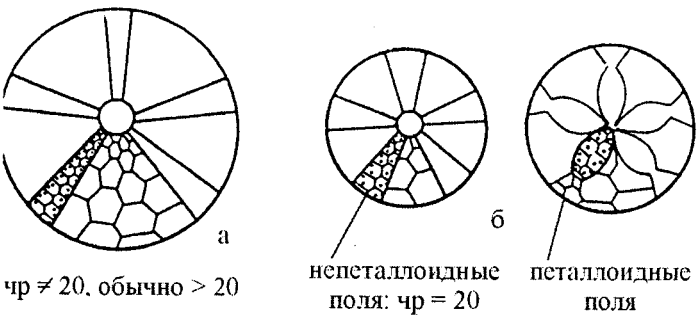


Рис. 176. Отличительные признаки строения панциря древних (палеозойских) и новых (мезокайнозойских) ежей (по О.Б.Бондаренко и И.А. Михайловой [6]). Обозначение: а—древние ежи; б—новые ежи. Вид сверху; чр—число рядов пластинок.

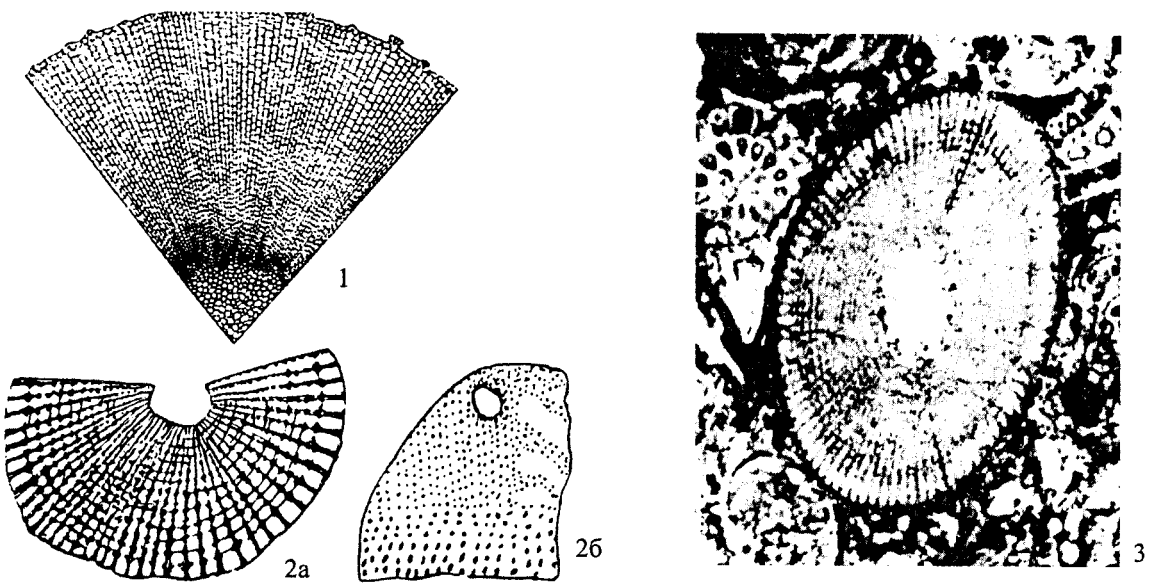


Рис. 177. Микроструктура скелетной ткани морских ежей (по В.П.Маслову [2]). 1—*Phyllocanthus dubia*. Часть поперечного к оси сечения иглы современного морского ежа (2-й тип микроструктуры); 2—сечение через остатки морского ежа: а—поперечное сечение иглы с перфорированными «септами» и темными межсептальными полостями: б—плоское сечение пластинки с разными типами микроструктуры; 3—поперечное сечение через иглу морского ежа. Характерна правильная радиально-концентрическая решетка с увеличением размера окошек к периферии (х40).

https://jurassic.ru/

2. Морские звезды. Панцирь морских звезд (астерозой) характеризуется звездообразной или пятиугольной формой **(рис. 178)**. Он состоит из центрального диска и лучей; последние нерезко обособлены от центрального диска. Лучи могут быть толстые и тонкие, прямые и изогнутые, отдельные из них похожи на лепестки растений. У некоторых форм лучи отсутствуют (Cheiropteraster). Ротовое отверстие находится в центре нижней стороны, а анальное отверстие и крупный мадрепорит—на верхней стороне. Размеры морских звезд обычно составляют около 10 см, но могут быть менее 1 см.

В строении скелета принимают участие пластинки различной формы, подвижно (реже прочно) соединенные друг с другом, а также многочисленные разнообразной формы скелетные придатки в виде шипов и игл. Таблички расположены в панцире в определенном порядке.

У представителей некоторых родов (*Palaeaster* и *Devonagter*), имеющих длинные и тонкие лучи, маленькие таблички заключены между рядами более крупных. При этом крупные таблички расположены закономерно, а мелкие беспорядочно.

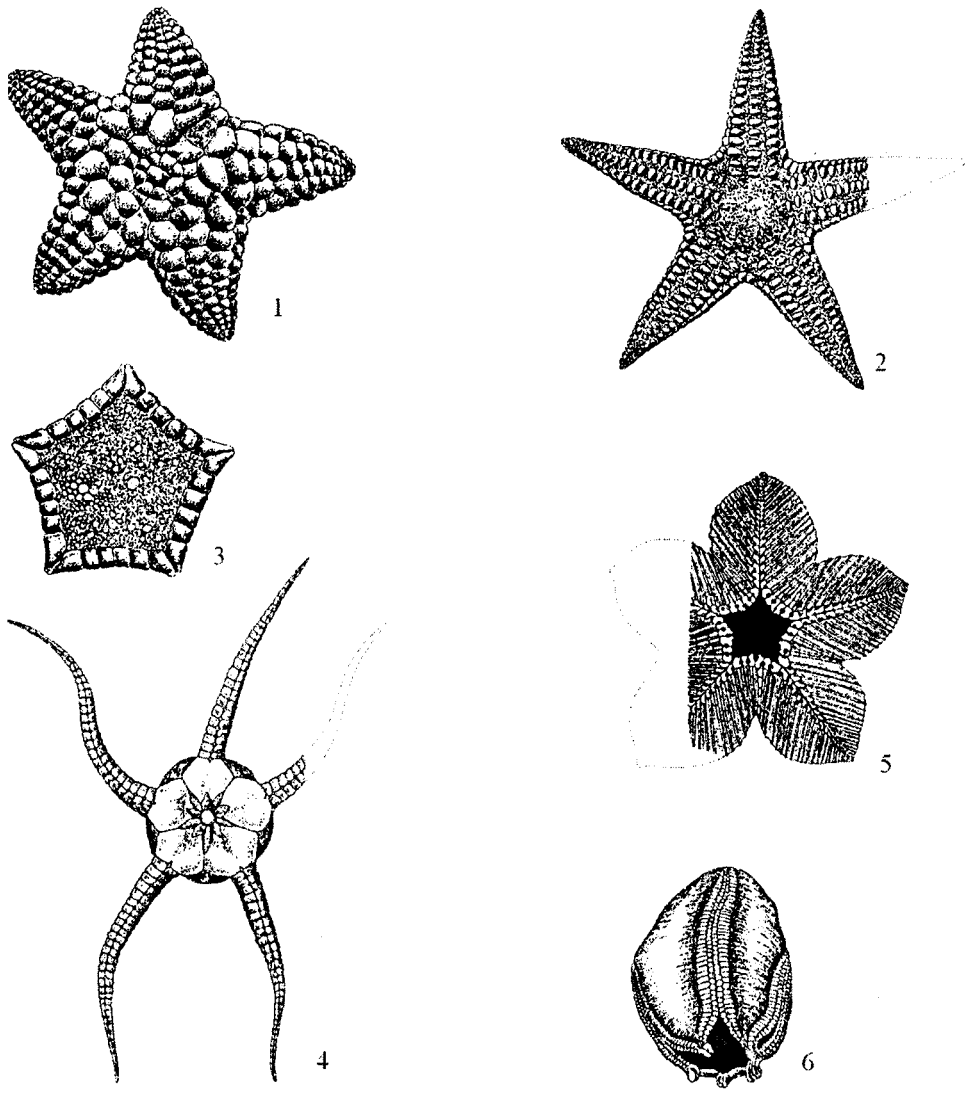


Рис. 178. Морские звезды. 1—*Hudsonaster incomptus*. Панцирь в виде звезды (х2); 2—*Devonaster eucharis*, хрупкая звезда (х0,9); 3—*Metopaster*. Панцирь в виде пятиуголь-ника; 4—*Aganaster gregarius*. Лучи хрупкой звезды изогнуты (х0,9); 5—*Villebrunaster thorali*. Лучи панциря в виде лепестков растений; 6—*Cheiropteraster giganteus*. Лучи отсутствуют; ротовое отверстие очень большое (х0,2). 1–6 **[89]**.

https://jurassic.ru/

*3. **Морские лилии.*** Панцирь состоит из чашечки, стебля и брахиолей (рук) **(рис. 179)**. Скелет характеризуется пятилучевой симметрией, которая подчеркивается радиальным расположением пяти брахиолей. Кроме того, отмечается плоскость двусторонней симметрии, проходящей через рот и центр нижней части чашки, но она менее заметна, чем пятилучевая.

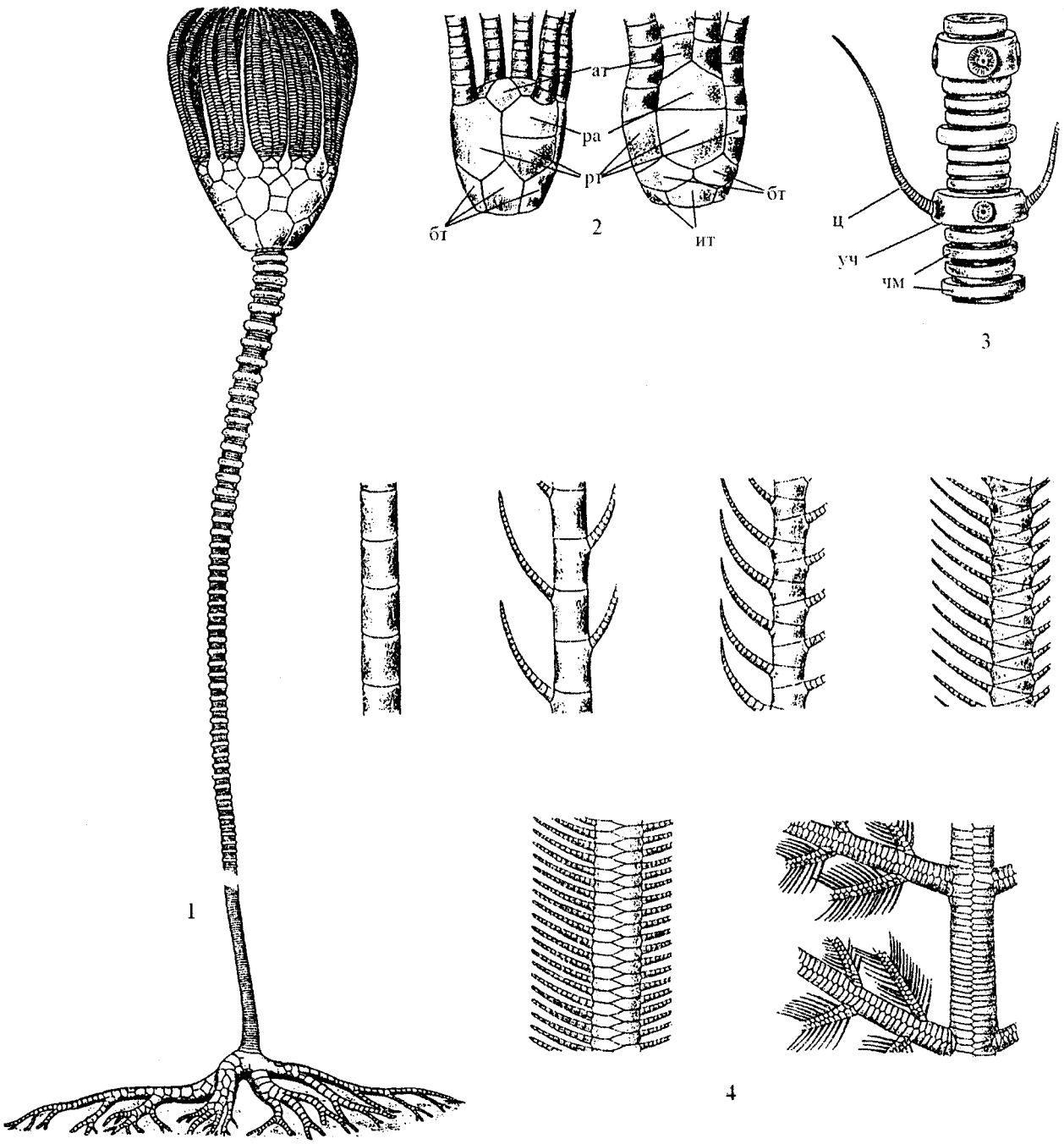


Рис. 179. Строение морских лилий. 1—реконструкция *Eucalyptocrinites crassus*, видны чашечка, руки, стебель и корнеподобные выросты (x0,5); 2—типы строения чашечек: бт—базальные таблички, ит—инфрабазальные таблички; рт—радиальные таблички; ра—радианальные таблички; ат—анальные таблички; 3—строение стебля с центральными узловыми и расположенными между ними междуузловыми члениками: уч—узловой членик; чм—членики междоузлия; ц—цирри; 4—типы строения рук. 1–4 **[89].**

https://jurassic.ru/

Чашечка шаровидная или колпачковидная, расширяющаяся вверх, реже дисковидная. Сверху чашечка иногда покрыта крышкой. В центре крышки располагается ротовое отверстие, а рядом с ним—анальное отверстие, часто находящееся на конце трубки. Чашечка вместе с руками, которые могут быть простыми и сложноветвистыми, и крышечкой составляют крону. Стебель в виде колонны у многих криноидей заканчивается корневыми выростами, которые служат для прикрепления к субстрату. Чашечка состоит из табличек, обычно имеющих пятиугольную форму (см. рис. 178). Они образуют три ряда (венца), в каждом из которых располагается по пять табличек.

Таблички нижнего венца называют инфрабазальными, среднего—базальными, а верхнего—радиальными и радианальными; иногда между радиальными табличками располагаются анальные. У некоторых криноидей имеются и иные дополнительные таблички, в результате чего общее число табличек может резко возрастать и достигать более ста. У других форм нижний венец отсутствует, а число табличек в базальном венце сокращено до двух.

Крышка содержит пять оральных табличек, которые разделены амбулакральными желобками. Одна из табличек, расположенных рядом с ротовым отверстием, является мадрепоритом.

Руки, состоящие из прямых рядов соединенных между собой брахиальных табличек, прикреплены к радиальным табличкам. Они могут иметь однорядное и двухрядное строение. У некоторых криноидей с однорядными руками брахиальные таблички приобрели клиновидную форму. Боковые ответвления как однорядных, так и двурядных рук называют пиннулами.

Стебель также имеет членистое строение: он состоит из уплощенных члеников, форма поперечного сечения которых может быть круглой, овальной, четырехугольной, пятиугольной, звездчатой и др.

В процессе роста криноидей одни членики могли увеличиваться по сравнению с другими. Благодаря этому формировался стебель, состоящий из члеников двух типов: центральных узловых и расположенных между ними межузловых. Боковые ответвления (усики), отходящие от центральных члеников, называют цирри.

В центральной части стебля находится осевой канал, пронизывающий все членики. Сечение осевого канала у каменноугольных и пермских лилий всегда круглое, а у девонских оно может быть не только круглым, но и трехлопастным, пятилопастным, звездчатым, пятиугольным, в виде восьмерки и др. **(рис. 180)**. Осевой канал часто бывает заполнен вмещающим осадком или зацементирован каким-либо вторичным минералом. Обычно он четко выделяется в образцах и шлифах на поперечных и продольных осевых сечениях.

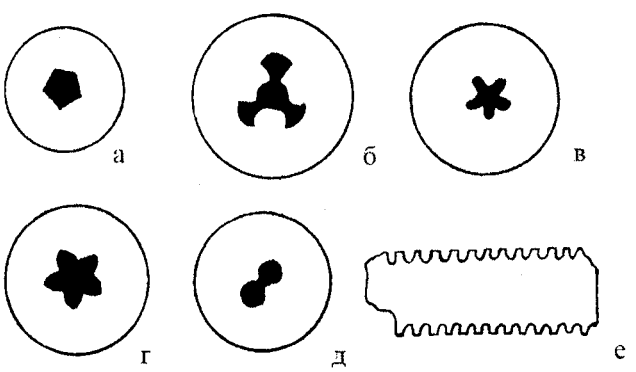


Рис. 180. Схематизированные зарисовки члеников криноидей в шлифах С.В. Максимовой . Обозначение: а–д—поперечное сечение члеников девонских лилий с разной формой центрального канала: а—пятиугольный канал; б—сложный трехлопастной канал; в—звездчатый канал; г—пятилопастной канал; д—канал в виде восьмерки; е—продольное сечение членика морской лилии.

На поверхностях сочленения члеников некоторых криноидей имеются радиальные желобки и входящие в них противоположно расположенные валики (зубчики). Последнее обстоятельство служит препятствием горизонтальному вращению члеников вокруг оси.

Для скелетной ткани криноидей характерна сетчатая микроструктура **(рис. 181)**. Размер ячей в рядах может варьировать. Ячеи обычно залечены кальцитом или черными рудными минералами.

Скелет иглокожих после смерти животного легко рассыпается на отдельные элементы, которые хорошо сохраняются в ископаемом состоянии.

https://jurassic.ru/

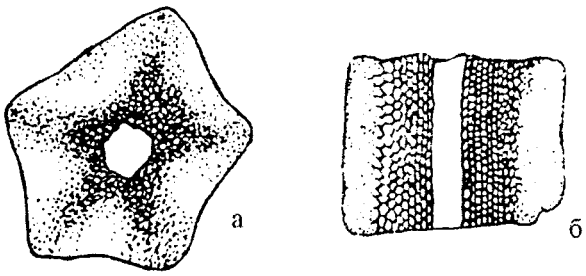


Рис. 181. Схематиченые зарисовки В.П.Маслова микроструктуры скелетной ткани члеников криноидей Обозначение: а—поперечное сечение, членик разделен на десять секторов, образованных двумя различными ячеистыми сетками; б—продольное сечение; видны различные типы микроструктуры по обе стороны от осевого канала.

Остатки криноидей обычно присутствуют в виде разрозненных члеников; значительно реже можно увидеть обломок стебля, состоящий из нескольких члеников, сохранивших связь.

Осевой канал, имеющийся в центре члеников стебля, является важным признаком, который позволяет отличить остатки криноидей от других иглокожих. В продольных сечениях, не проходящих через осевой канал, членики криноидей имеют вид однородных по структуре прямоугольников. Пластинки чашечки криноидей не имеют надежных признаков, отличающих их от пластинок морских ежей и морских звезд.

Остатки ежей часто встречаются в виде игл, имеющих прямые, резко удлиненные формы. На поперечных разрезах они имеют форму многосекторного круга или звезды.

Если в шлифах попадаются целые амбулакральные пластинки или их обломки с сохранившимися отверстиями, их можно уверенно определять как остатки морских ежей. Остатки морских звезд, которые встречаются в шлифах, не имеют отличительных признаков, позволяющих отнести их к определенному подтипу (классу) иглокожих.

Известковые водоросли

Таблицы 1–22

Водоросли, сохраняющиеся в ископаемом состоянии, относятся к четырем группам или отделам: Cyanophyta (Cyanobacteria)—синезеленые водоросли, Chlorophyta—зеленые водоросли, Phaeophyta—багряные водоросли и Charophyta—харовые водоросли. Они принадлежат к одиночным и колониальным бентосным формам. Большинство этих водорослей вели прикрепленный образ жизни, но были среди них такие, которые свободно лежали на дне или перекатывались движением воды [1, 2, 28, 33, 54, 75л].

Общая характеристика

Синезеленые водоросли представлены в основном колониальными формами. Кроме известковых синезеленых водорослей, существуют водоросли той же группы (Cyanobacteria), которые являются сверлильщиками. Углубляясь в твердый известковый субстрат, они распадаются на отдельные клетки, которые не сохраняются в ископаемом состоянии. В известковом субстрате, в результате их жизнедеятельности, образуются просветы и полости неправильной формы, обычно заполненные темным пелитоморфным кальцитом. Способность сверлить известковое основание объясняется выделением этими водорослями кислот.

Среди зеленых водорослей в ископаемом состоянии распространены как одиночные, так и колониальные формы. Они являются представителями класса Siphonophyceae, который подразделяется, по современным данным [28, 33], на три порядка: Siphonales (сифоновые), Dasycladales (дазикладовые) и Siphonocladales (сифонокладовые).

https://jurassic.ru/

Ископаемые багряные водоросли в основном являются колониальными формами, аналогичными по строению современным Corallinaceae.

Скелетные образования водорослей представляют собой продукт минерализации тела водоросли—слоевища (таллома). Характер обызвествления у разных групп водорослей сильно отличается по глубине и полноте отложения минерального вещества [2, 54].

У синезеленых водорослей минерализация происходит физиологическим способом. Процессу обызвествления подвергаются оболочки клеток, клеточных нитей и колоний, состоящих из групп клеток или нитей. Характер обызвествления поверхностный, но полный—поверхность нитей и слоевища обызвествляется полностью или почти полностью. Поэтому к скелетным образованиям водорослей этой группы часто применяют термины «трубка», «чехол», а в отношении всей колонии—«обызвествленное слоевище».

У зеленых сифоновых водорослей минерализация слоевища, осуществляемая тем же способом, отличается, в сравнении с цианобактериями, большей глубиной. Но при этом процесс обызвествления охватывает не все слоевище, а отдельные его части. Поэтому ископаемый остаток сифоновой водоросли никогда не несет всей полноты информации о строении растения. Изучение этих остатков во многих случаях не дает возможности восстановить форму и внутреннее строение всего слоевища или хотя бы основной его части. Большинство исследователей, вслед за В.П. Масловым [2], называют скелетные остатки сифоней водорослевыми «чехлами» или «трубками». В.П. Шуйский [33] предложил ввести для них термин «таллит» и использовать его как обобщающее название для любой обызвествленной части (остатка) таллома.

Багряные водоросли, близкие по строению современным кораллиновым, обызвествляются наиболее полно и глубоко. Минерализация осуществляется не физиологическим способом, как у водорослей предыдущих групп, а органическим, характерным для животных организмов, образующих скелет. При этом процесс обызвествления охватывает не только поверхность таллома, нитей и клеток, но и стенки клеток. Благодаря такому способу минерализации первоначальная (не измененная вторичными процессами) микроструктура скелета отражает строение растения на анатомическом (клеточном) уровне. Кроме того, для слоевищ данных водорослей характерно тесное расположение нитей, вследствие чего промежуточное пространство между ними также полностью обызвествляется. Указанные особенности строения багряных водорослей в сочетании со способом и характером минерализации приводят к образованию слоевищ в виде крепких массивных скелетов.

Обызвествленные части водорослевого слоевища характеризуются разнообразием микроструктур. В них, по данным Б.И. Чувашова [33], различают следующие структурные типы кальцита: 1) темный пелитоморфный, в отраженном свете фарфорово–белый; 2) прозрачный и желтоватый полупрозрачный яснокристаллический; 3) тонковолокнистый радиально–лучистый, близкий к предыдущему, но образованный в результате перекристаллизации многослойных стенок; 4) мелкокристаллический агрегат по-разному ориентированных кристаллов, в проходящем свете серый **(рис. 182)**.

1. Синезеленые водоросли (цианобактерии) [2, 33, 54, 75л]. Водоросли этой группы отличаются от всех других отсутствием оформленного клеточного ядра и относятся к прокариотам. Колония синезеленых водорослей—это объединение разрозненных «клеток» посредством слизи в одно целое. Слоевище может состоять из отдельных нитей или их скоплений. Форма слоевищ бывает округлой и лепешкообразной, в виде клубков, пучков или бесформенно разрастающихся по субстрату дерновников.

Морфология слоевища определяется формой клеток и строением нитей, наличием гетероцист (пограничных клеток), формой и структурой окружающей клетки и нити слизи, ветвлением нитей. Форма клеток бывает сферической, эллиптической, бочковидной, грушевидной, сердцевидной, цилиндрической, трапециевидной, дугообразной, веретенообразной, s–образной и др.

Отдельные клетки и группы клеток в колониях одеты слизистыми оболочками. Совокупность клеток в пределах нити образует трихом **(рис. 183)**. Клетки в нитях отделены перегородками, которые

https://jurassic.ru/

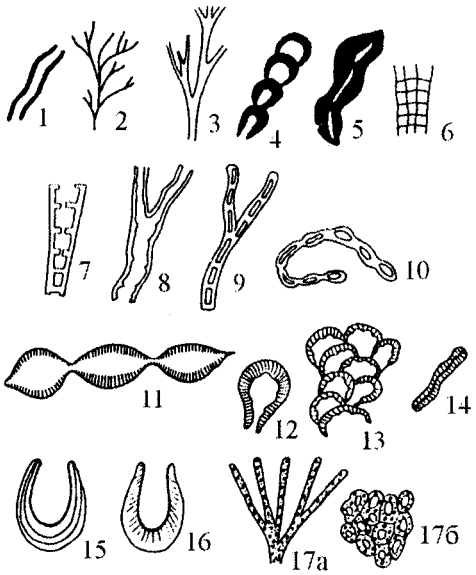


Рис. 182. Основные типы микроструктуры известковых водорослей (по Б.И.Чувашову [33]). 1–6—обызвествленные слоевища сложены темным пелитоморфным карбонатом: 1—*Girvanella*; 2—*Epiphyton*; 3—*Koivaella*; 4—*Renalcis*; 5—*Tubiphytes*; 6—*Parachaetetes*; 7–10—обызвествленные части слоевища состоят из стекловатого прозрачного кальцита: 7—*Devonoscale*; 8—*Kamaena*; 9—*Donezella*; 10—*Claraeporella*; 11–14—двухслойные карбонатные чехлы: 11—*Wetheredella*; 12—*Sphaeroporella*; 13—*Asphaltina*; 14—*Nuia*; 15–16—многослойные чехлы, сложенные чередованием слоев темного пелитоморфного и светлого прозрачного кальцита: 15—первичная структура утрикулов харовых водорослей; 16—вторичная структура; 17—известковые чехлы, сложенные мелкозернистым кальцитом у *Hedstoemia* и др. в продольных (а) и поперечных (б) сечениях.

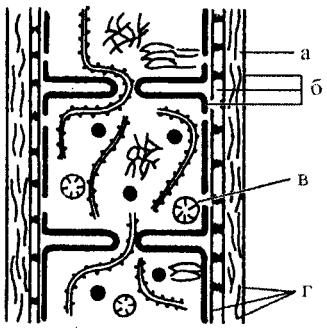


Рис. 183. Схема строения нити современных синезеленых водорослей. Обозначение: а—чехол; б—слои клеточной стенки; в—трихом; г—влагалище. **[33].**

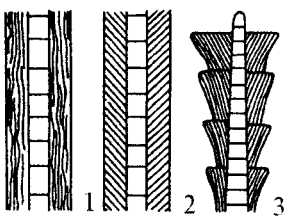


Рис. 184. Схема строения слоистых влагалищ синезеленых водорослей. 1—параллельно-слоистое; 2—косослоистое; 3—воронкообразное (сильно увеличено). 1–3 **[33].**

редко сохраняются в ископаемом состоянии. Трихомы бывают однорядные, реже многорядные. Слизистая оболочка вокруг трихома называется влагалищем; оно может быть толстым и тонким, цилиндрическим и воронковидным, в виде насаженных друг на друга усеченных конусов **(рис. 184)**. Среди влагалищ встречаются однородные по составу и слоистые. Слои располагаются параллельно продольной оси или под некоторым углом.

Трихом вместе с влагалищем носит название нити. Ветвление нитей бывает истинное, когда трихом и влагалище ответвляют новую нить, и ложное, в том случае, если трихом разрывается внутри влагалища, и разорванные концы дают начало новым ветвлениям **(рис. 185)**.

В ископаемом состоянии сохраняются известковые оболочки, образовавшиеся вокруг водорослей при их жизни и повторившие форму нитей и колоний (слоевищ).Появление оболочек связано со способностью водорослей отлагать известь, которая у разных форм синезеленых неодинакова. Одни физиологическим способом отлагают вокруг своих нитей (за пределами клеток и слизистой оболочки) определенной толщины известковый чехол, покрывающий их полностью, а другие биохимическим способом накапливают сгустки карбоната в слизи между нитями. При этом полости в известковом футляре, занятые водорослью при ее жизни, обычно заполняются яснокристаллическим кальцитом.

При выделении водорослевого известкового чехла вокруг нитей определенной толщины образуются известковая «трубка» и «четки» клеток. Известковые трубки характеризуются определенным внешним и внутренним диаметрами. Форма обызвествленных слоевищ зависит от формы нитей, их расположения, плотности колонии, характера ветвления и способа обызвествления. При всем многообразии форм обызвествленных слоевищ они могут быть сведены, по данным В.А Лучининой [33], к четырем морфологическим типам **(рис. 186)**.

https://jurassic.ru/

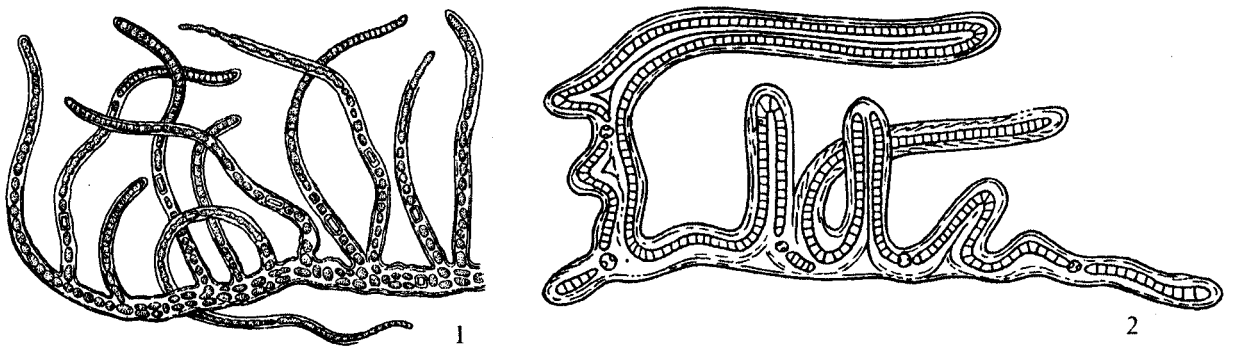


Рис. 185. Ветвление слоевища у синезеленых водорослей (по В.П.Маслову [2]). 1—*Haplosiphon fontunalis*. Настоящее ветвление; 2—*Scytonema crustaceum*. Ложное ветвление, образующее петлю.

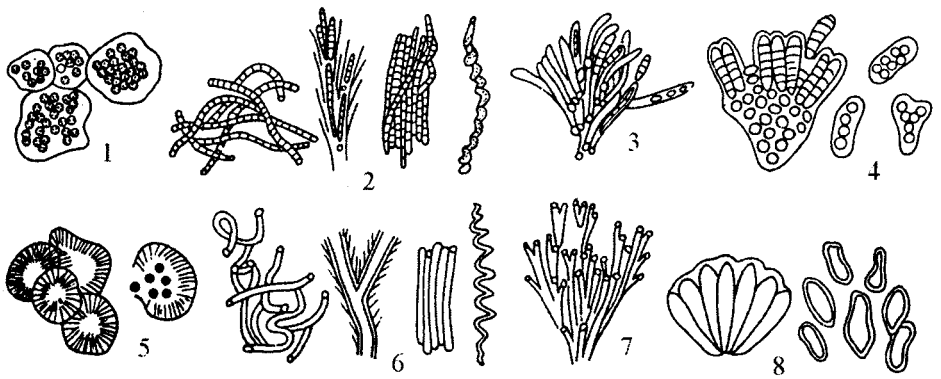


Рис. 186. Форма слоевищ у синезеленых водорослей (по В.А.Лучининой [33]). 1–4— современные формы: 1—капсальная, или пальмеллоидная; 2–4—нитчатая; 5–8—ископаемые известковые формы: 5—шаровидная, 6—трубчатая; 7—кустистая; 8—булавовидная.

1. Шаровидная, не всегда правильная форма слоевища. Она характерна, например, для *Renalcis* Vologd. и *Chabakovia* Vologd. У представителей рода *Renalcis* известковая оболочка покрывает всю колонию, либо значительную ее часть, редко только края, в то время как центральная часть остается необызвествленной **(рис. 187)**. Поверхность оболочки в некоторых случаях испещрена радиальной штриховкой. Очертания полости имеют неправильную или звездчатую форму. Мелкие колонии могут образовывать крупные скопления неправильной формы.

2. Кустистая или ветвящаяся форма слоевища. Подобная форма характерна для *Epiphyton* Born, *Epiphyton durum* Korde, *Ortonella* Garn. и некоторых других. Представители рода *Epiphyton* образуют нежные кустики, состоящие из тонких известковых нитей, сложенных пелитоморфным кальцитом **(рис. 188)**.

Внутренняя структура нитей не различима. Это можно объяснить тем, что просветы в известковых чехлах были изначально очень малы и поэтому стенки чехлов в процессе диагенетических преобразований смыкались. Иногда в структуре нитей заметны горизонтальные щели, залеченные светлым кальцитом. Кустики эпифитон, по мнению В.П. Маслова [2], выступали над осадком на незначительную высоту и очень быстро засыпались им.

3. Нитчатая или цилиндрическая форма слоевища. Типичным представителем данной формы служит *Girvanella* Nich et Ether. **(рис. 189)**.

У этих и других представителей рода *Girvanella* известковые трубки с одинаковым на всем протяжении внутренним диаметром переплетаются в виде войлока. В этом переплетении одно направление трубок изменяется на противоположное, например, горизонтальное направление может смениться вертикальным. Встречаются желваки, внутри которых может быть заключена раковина или какой-либо обломок. Внутри трубок *Girvanella* изредка отмечаются перегородки, которые легко подвергаются перекристаллизации. Вследствие этого клеточное строение указанной водоросли устанавливается с трудом.

https://jurassic.ru/

К данному морфологическому типу можно, вероятно, отнести *Tubiphites obscurus* Maslov. Слоевища представляют собой известковые червеобразные цилиндры, состоящие из темной почти непрозрачной массы. Толщина этих цилиндров может достигать 1 мм, а длина—6 м. При хорошей сохранности видно, что темная масса состоит из тончайших переплетающихся нитей, вокруг которых происходит нарастание пелитоморфного кальцита. Слоевище обычно содержит включение спикул губок, мелкие фрагменты мшанок и других скелетных остатков.

4. Булавовидная форма слоевища. Типичным представителем являются *Bija* Vologd. и *Hedstroemia* Rothpl., у которых нити, разрастаясь, изолируются друг от друга и приобретают четкую булавовидную форму **(рис. 190)**.

Ветвление нитей наблюдается у ископаемых синезеленых водорослей, имеющих кустистую, нитчатую или булавовидную форму слоевищ.

Известковые чехлы синезеленых водорослей характеризуются различными типами микроструктур. Темный пелитоморфный карбонат (первый тип микроструктуры) слагает, например, чехлы *Girvanella*, *Epiphyton*, *Renalcis*, *Chabakovia, Tubiphites.* Агрегат мелких изометричных, по разному ориентированных кристаллов кальцита (четвертый тип микроструктуры), образует чехлы *Garwoodia*, *Hedstroemia* и других водорослей этой группы.

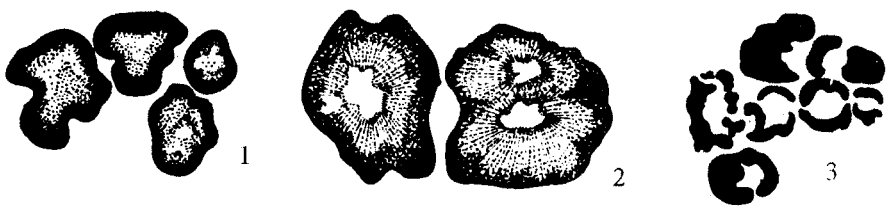


Рис. 187. Схематическое изображение колоний синезеленых водорослей субшаровидной формы (по В.А.Лучининой [33]). 1—*Renalcis gelatinosus* Korde; 2—*R. granosus Vologd*; 3—*R. pectunculus* Korde.



Рис. 188. Схематическое изображение слоевища синезеленой водоросли кустистой формы (по В.А.Лучининой [33]). *Epiphyton durum* Korde.1—толстый известковый чехол со светлыми линзами, образовавшимися, по-видимому, на необызвествлен-ных участках ветвей; 2—отложение извести в виде горизонтальных полосок на ветвях.

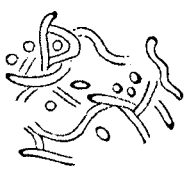


Рис. 189. Схематическое изображение нитчатой формы слоевища синезеленой водоросли. *Girvanella ducii* Wethered (x30) **[75л].**

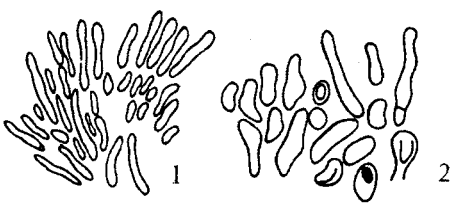


Рис. 190. Схематическое изображение колонии синезеленой водоросли булавовидной формы (по В.А.Лучининой [33]). *Hedstroemia halimedoidea* Rotphl. 1—нити, образующие куст; 2—разобщенные нити.

2. Зеленые сифоновые водоросли [2, 33, 54, 75л]. Слоевище, или таллом, сифоновых водорослей представляет собой одну клетку, которая может иметь сложное, многоярусное строение.

Внутри слоевища находится крупный цилиндр—сифон (моносифонное строение) или переплетение трубчатых нитей—сифонов. Однорядные простые или ветвящиеся нити бывают разделены перегородками на сегменты, что приводит к образованию особого типа псевдоклеточного строения.

От сифонов в большинстве случаев отходят боковые, или периферические, ответвления. Они характеризуются разнообразной формой и расположением. Форма боковых ответвлений может быть цилиндрической, каплевидной, гантелевидной и т.д. Ветви бывают простыми и ветвящимися. В последнем случае различают ветви первого, второго, третьего и т.д. порядков.

https://jurassic.ru/

Периферические ответвления в одних случаях располагаются беспорядочно, а в других—в виде мутовок, т.е. на определенных уровнях; если эти уровни как–то сгруппированы, то образуется поясково-мутовчатое распределение, а в том случае, когда ответвления в мутовках образуют пучки, их расположение приобретает сложно-мутовчатый характер **(рис. 191)**.

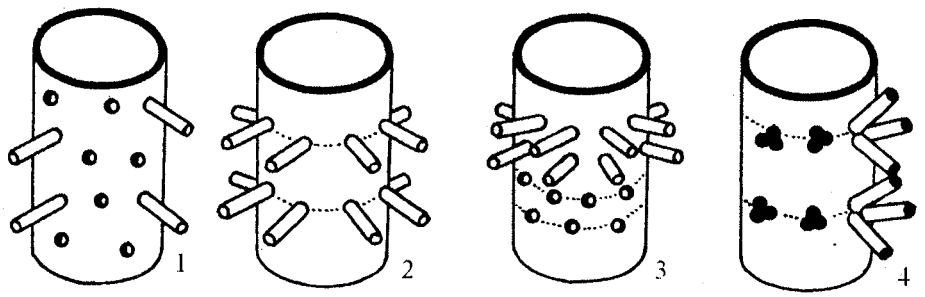


Рис. 191. Типы ветвления зеленых сифоновых водорослей (по В.П.Шуйскому [33]). 1—беспорядочное (аспоидильное).; 2—мутовчатое (эуспоидильное); 3—поясково-мутовчатое; 4—сложно-мутовчатое (метаспондильное).

Форма дистальных окончаний периферических ответвлений также играет важную роль в строении слоевища. Так, у сифоновых и дазикладовых боковые ответвления могут заканчиваться шаровидными вздутиями, называемыми утрикулами. При тесном расположении они образуют коровый (кортикальный) слой.

Вторичная кора, или коровая мантия, возникает в тех случаях, когда от утрикул отходят ответвления второго порядка. У некоторых водорослей боковые ответвления заканчиваются перпендикулярно расположенными к ним многоугольными пористыми пластинками **(рис. 192)**.

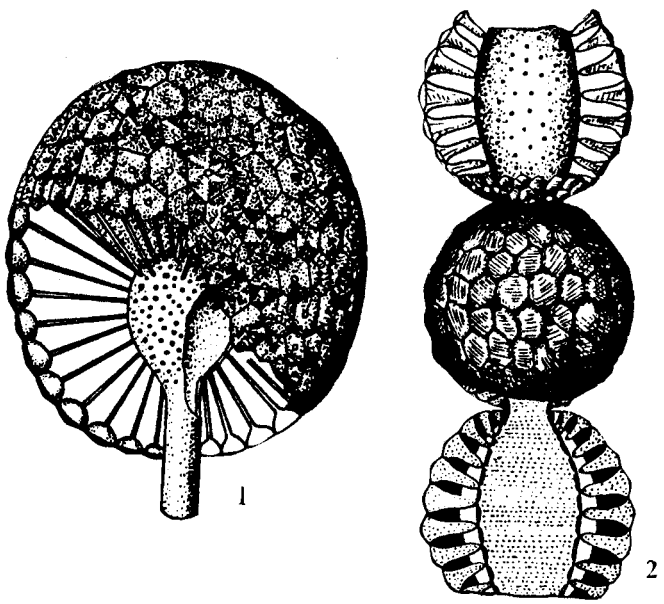


Рис. 192. Коровый слой слоевища зеленой водоросли. Реконструкция. 1—*Cyclocrinus porosus* Stolley; 2—*Mizzia velebitana* Schubert. 1, 2 **[33]**.

Зеленые сифоновые водоросли сохраняются в осадках благодаря прижизненному обызвествлению, которое также происходит, как было отмечено ранее, физиологическим способом.

Степень обызвествления бывает различной, а от этого зависит полнота строения ископаемых остатков. Обычно обызвествляются оболочки сифонов, периферические ответвления и пространство между ними, утрикулы и спорангии.

Морфология таллитов сифоновых водорослей отличается, по данным В.П. Шуйского [33], значительным разнообразием **(рис. 193)**.

https://jurassic.ru/

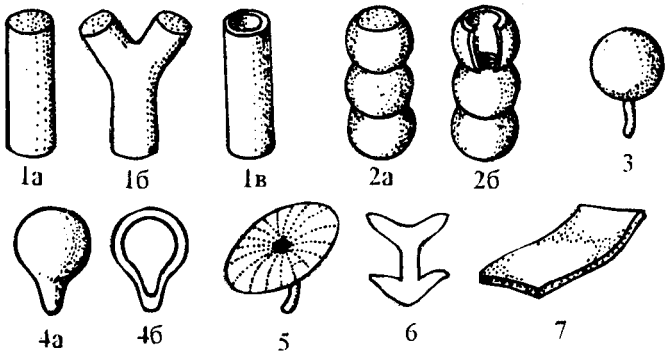


Рис. 193. Основные формы таллитов (по В.П.Шуйскому [33]). 1—цилиндрическая (а—простая стержневидная; б—разветвленная стержневидная; в—трубчатая); 2—монилиформная (а—массивная; б—пустотелая); 3—сферическая; 4—грушевидная, или клавиформная (а—массивная; б—пустотелая); 5—зонтиковидная, или умбеллятная; 6—ланцикулоидная; 7—пластинчатая.

Среди таллитов широко распространены цилиндрические, субцилиндрические и субсферические формы. Цилиндрические таллиты могут быть простыми и разветвленными, трубчатыми и массивными, членистыми и нечленистыми.Субцилиндрические таллиты отличаются сплюснутой формой или наличием внешних пережимов; субсферические—бывают шаровидными, грушевидными, овальной формы, пустотелыми и массивными. Реже встречаются зонтиковидные, или умбелятные, таллиты, образующиеся в результате особого способа обызвествления мутовчатых ответвлений, и пластинчатые, или филлоидные, таллиты. Совсем небольшую группу составляют таллиты ланцикулоидного строения.Они состоят из центрального стержня, вдоль которого закономерно расположены массивные расширения конической формы.Таллиты, имеющие указанную форму, могут быть простыми и дихотомически разветвляющимися.

Поверхность таллита может быть осложнена трубками и сосочковидными возвышениями—папиллами. Они образуются в тех случаях, когда боковая ветвь и утрикул покрываются собственной известковой оболочкой.

Внутреннее строение (таллитов) водорослей, относящихся ко всем трем порядкам, класса сифоновых, определяется, так же, как и у талломов, строением осевой и периферических зон **(рис. 194)**.

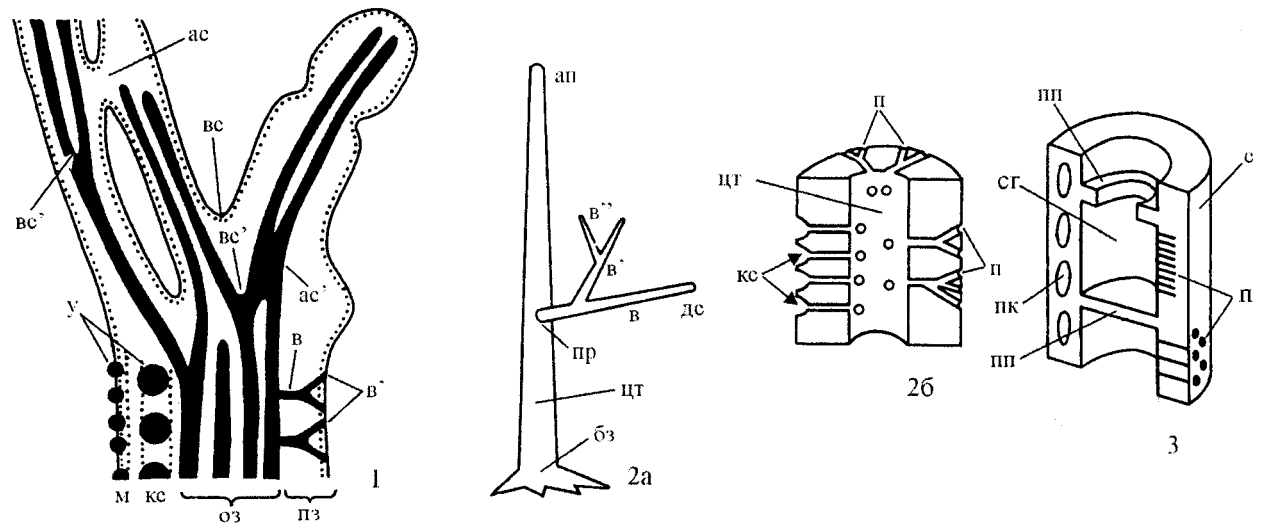


Рис. 194. Внутреннее строение зеленых сифоновых водорослей. 1—строение водорослей порядка *Siphonales*. Схема продольного сечения: ас—анастомоз слоевища; вс—ветвление слоевища; вс'—ветвление сифонов; ас'—анастомоз сифонов; в (в')—ветвление первого (второго) порядка; пз—переферическая зона; оз—осевая (медуллярная) зона; кс—коровый слой; м—вторичная кора (мантия); у—утрикул; 2—строение водорослей порядка *Dasycladales*: а—строение слоевищ: ап—апикальная часть слоевища;в (в', в'')—ветви первого (второго, третьего) порядка; дс—дистальная часть ветви; пр—проксимальная часть ветви; цт—центральная трубка; бз—базальная часть слоевища; б—схема продольного сечения слоевища: цт—центральная трубка;п—периферические ответвления; кс— коровый слой утрикул; 3—строение водорослей порядка *Siphonocladales*. Схема продольного сечения; с—стенка таллита; п—поры в стенках; пп—поперечная перегородка; пк—постенная камера; сг—сегмент. 1–3 **[33]**.

https://jurassic.ru/

У собственно сифоновых осевая зона таллитов состоит из пучка трубчатых сифонов, представляющих собой цилиндрические продольные каналы, обычно заполненные осадком; форма их может быть субцилиндрической, они могут ветвиться и срастаться (анастамизировать).

Дазикладовые водоросли отличаются одноосевым, моносифонным строением; сифон всегда представляет собой одну широкую или узкую трубку.

У сифонокладовых центральная трубка пересечена поперечными перегородками. Они бывают сплошными или с крупным отверстием в центральной части; отверстие появляется, если центральная часть не обызвествляется. Перегородки могут быть расположены беспорядочно или закономерно.

Стенки таллитов пронизаны порами—каналами. Они образуются на месте боковых ответвлений в тех наиболее распространенных случаях, когда минерализации подвергаются промежутки между этими ответвлениями. Поры–каналы могут быть простыми и ветвящимися. Расположение каналов в таллитах соответствует типам распределения боковых ответвлений в слоевищах (см. рис. 191). У многих сифоновых и дазикладовых водорослей обычно наблюдается беспорядочное (аспондиальное) распределение. Для дазикладовых характерно также мутовчатое (эуспондиальное), поясково–мутовчатое и сложно–мутовчатое расположение. Сходное распределение пор–каналов наблюдается в таллитах сифонокладовых водорослей. На месте утрикул нередко образуются сферические пустотки или полукруглые углубления **(рис. 195)**.

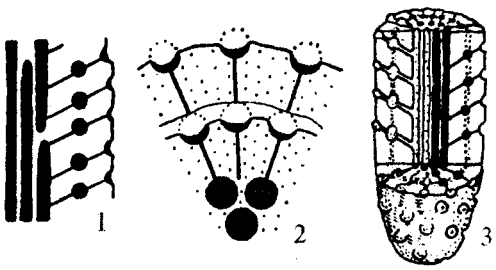


Рис. 195. Строение водорослей рода *Circella duplicata* Schirschova (in press) по В.П.Шуйскому [33]. 1—строение таллита в продольном сечении (деталь); 2—поперечное сечение; 3—реконструкция одного членика таллита.

Таллиты большинства зеленых сифоновых водорослей сложены светлым яснокристаллическим кальцитом, неотличимым от вторичного кальцита неорганического происхождения; при этом каналы могут быть выполнены темным пелитоморфным карбонатным веществом. Так, например, таллиты многих зеленых водорослей, относящихся к роду *Proninella*, семейству Paleoberesellidae, Beresellidae и др., представлены яснокристаллическим кальцитом, соответствующим второму структурному типу. Существуют исключения, к числу которых относятся тонкие известковые оболочки рода *Koninckopora* (карбон), сложенные пелитоморфные кальцитом. Если таллиты многослойные, то различные слои могут быть представлены неодинаковыми структурными типами кальцита. У водорослей *Wetheredella* и *Asphaltina* отдельные слои состоят из тонковолокнистого радиально–лучистого агрегата, относящегося к третьему структурному типу, а у водорослей *Nuia*, при трехслойном таллите, средний слой представлен темным пелитоморфным кальцитом, а внешний и внутренний слои образованы волокнистым желтовато-прозрачным кальцитом [2].

3. Багряные водоросли [2, 33, 54, 75л]. У большинства водорослей этой группы слоевище имеет многоклеточное строение. Форма клеток бывает сферическая, бочковидная, цилиндрическая, брусковидная, многоугольная, серповидная и т.д. Слоевище редко сложено клетками одинаковой формы. Клетки объединены в нити. Морфология нити может изменяться в пределах одного слоевища, что объясняется изменением формы слагающих нити клеток, их делением и т.д.

Известковые багряные водоросли, которые находятся в ископаемом состоянии, благодаря наиболее полному и глубокому, в сравнении с водорослями других групп, обызвествлению, часто представлены целыми скелетами, в строении которых отражается не только морфология растений, но и микроструктура ткани на клеточном уровне.

Для морфологии слоевищ, по данным Б.И. Чувашова [33], характерно значительное разнообразие. По форме слоевища багряные водоросли подразделяются на: 1) нитевидные (простые

https://jurassic.ru/

дихотомически ветвящиеся однорядные и многорядные клеточные нити); 2) пластинчатые (коркообразные наросты на поверхности твердого дна, выступающих предметах, например, раковинах различных организмов и их обломков); 3) субцилиндрические (неветвящиеся, различного типа дихотомически ветвящиеся), прикрепленные в основании таллома; 4) массивные сферические (субсферические, грушевидные, среди которых встречаются прикрепленные и свободно перекатывающиеся по дну) **(рис. 196)**.

В слоевище багряных водорослей выделяются три части: 1) базальная или срединная—так называемый гипоталлий; 2) периферическая, включающая корковый слой, находящийся у поверхности слоевища—перителлий и 3) переходная, располагающаяся между перителлием и гипоталлием—мезоталлий. У одних представителей данной группы водорослей слоевище четко

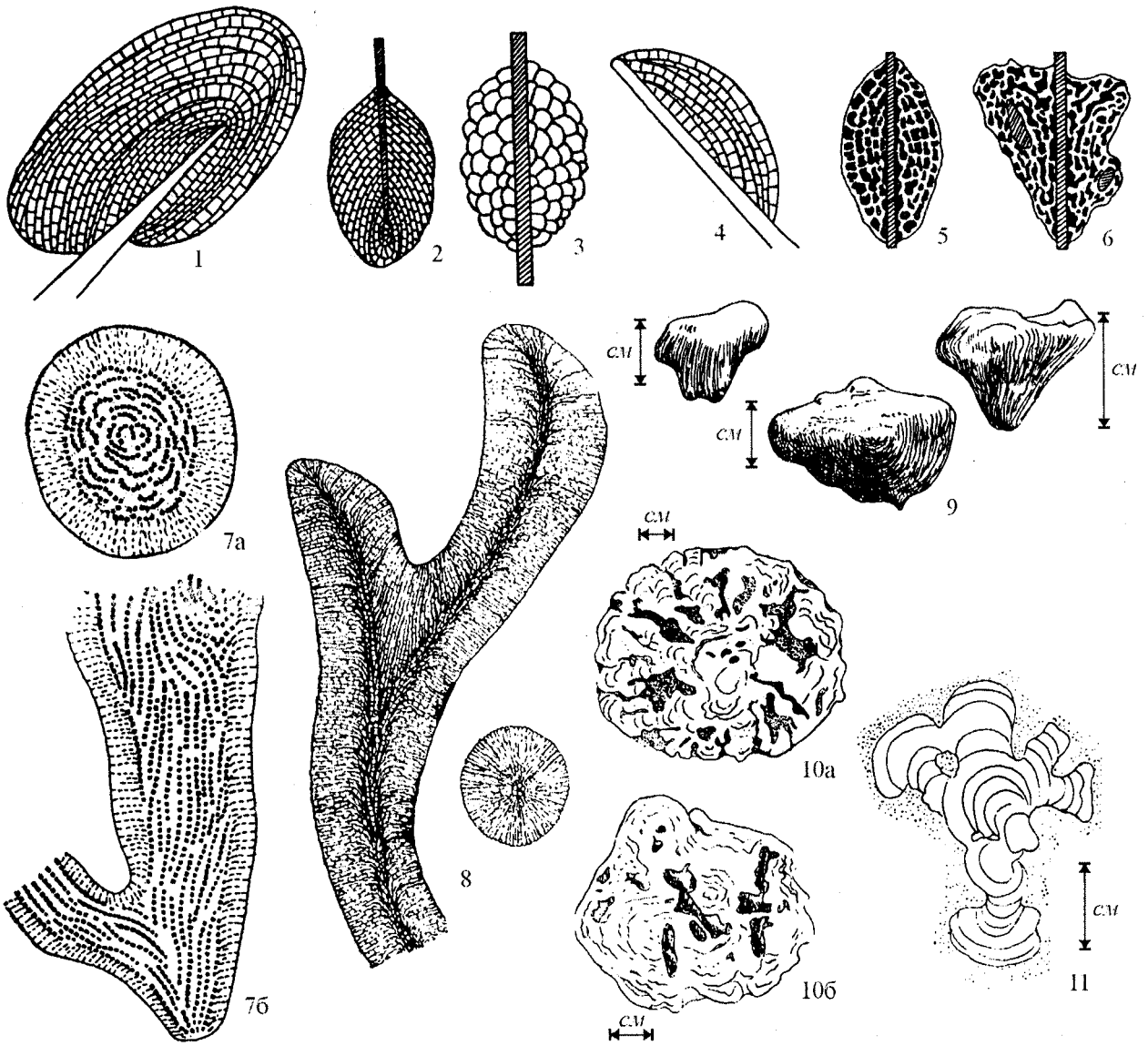


Рис. 196. форма слоевищ багряных водорослей. 1–6—слоевища пластинчатой формы, образующие корковые наросты: 1—*Chuvashovia*; 2—*Fourstonella*; 3—*Parastacheia*; 4—*Eflügelia*; 5—*Aoujgalia*; 6—*Stacheoides*; 7–8—субцилиндрические дихотомически ветвящиеся слоевища: 7—*Petschoria elegans* Korde (реконструкция: а—поперечное сечение; б—продольное сечение); 8—*Komia abundans* Korde (реконструкция: продольное и поперечное сечения); 9–11—массивные субсферические формы (желвачки): 9—внешний вид желвачка *Solenopora spongoides* Dybovsky; 10 а,б—сечение через желвачок багрянки; 11—сечение через желвачок соленопоры. 1–11 **[2, 33, 75л]**.

https://jurassic.ru/

дифференцировано на гипоталлий и перитаплий, а у других такая дифференциация может отсутствовать; мезоталлий вообще характерен только для семейства Melobesioidea. У багряных водорослей с прямостоящим субцилиндрическим слоевищем часто бывает осевой, или срединный, гипоталлий, образованный одиночной нитью или пучком нитей **(рис. 197)**. В периферической части слоевища обычно располагаются овальные, полусферические, яйцевидные полости и полушаровидные тела, представляющие собой органы размножения—спорангии, сорусы и концептакулы **(рис. 198)** [2].

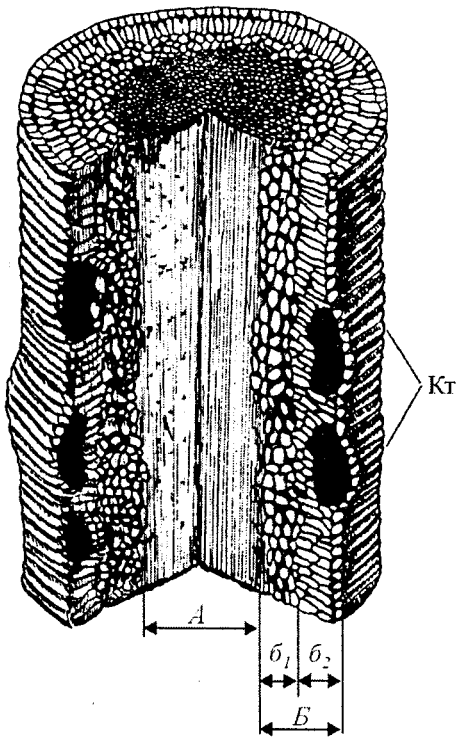


Рис. 197. Схема внутреннего строения багряной водоросли с цилиндрическим слоевищем *Lysvaella partita* Tchuvashov (по Б.И.Чувашову [33]). Обозначение: А—срединный гипоталий; Б—перитаплий, сложенный разными по форме клетками во внутренней ($б_1$) и периферической ($б_2$) зонах; Кт —концептакулы.

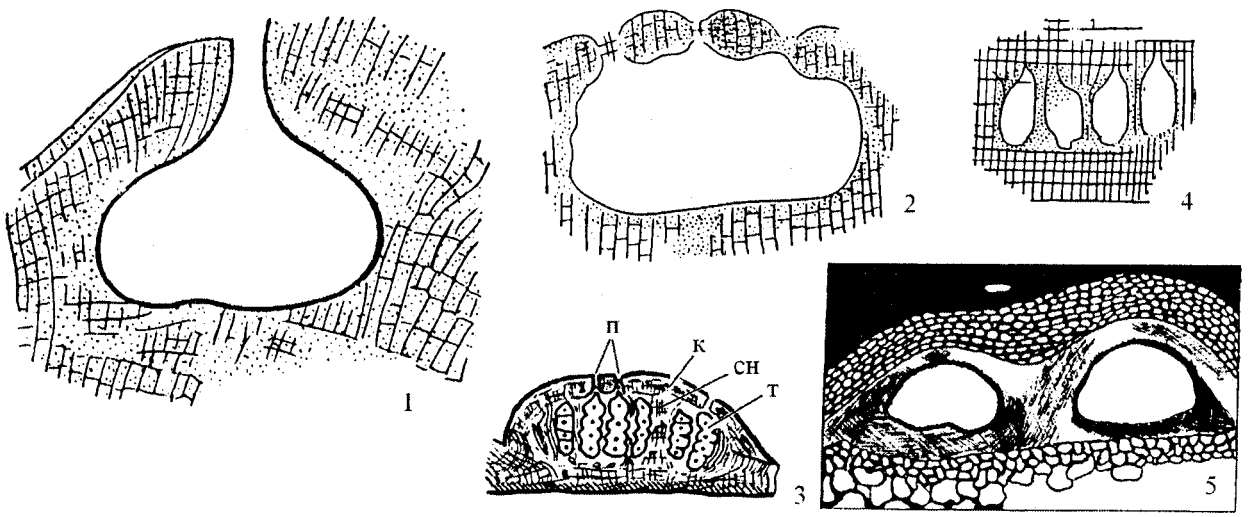


Рис. 198. Органы размножения багряных водорослей. 1—*Lithophyllum albanense* Lemoine. Концептакул в вертикальном сечении (х150); 2—*Lithothamnium saxorum* Lemoine. Сорус в вертикальном сечении (х130); 3—современный *Lithothamnium*. Сорус с тетраспорами в вертикальном сечении: п—поры; к—крыша; сн—стерильные нити; т— тетраспорангии; 4—*Archaeolithothamnium irinae* Maslov. Спорангии в вертикальном сечении (х180); 5—*Archaelithophyllum*. Две концептапуловые камеры, окруженные мелкими клетками перитаплия; внизу крупные клетки гипоталлия (х50). 1–5 **[33, 75л]**.

https://jurassic.ru/

Рассмотренная выше дифференциация слоевищ на три главные части связана с отличиями в анатомическом строении, которое определяется формой клеток, их размерами и расположением.

Существуют два основных типа клеточного строения ткани слоевищ, отличающихся расположением клеток в соседних нитях **(рис.199)** [2]. Для первого из них характерно расположение клеток в нитях на разных уровнях. В вертикальных сечениях получаются не очень правильные сетки из четырехугольных ячеек; при этом нити могут быть выражены более отчетливо, чем перегородки, отделяющие клетки. Второй тип отличается тем, что клетки соседних нитей находятся на одном уровне, а поперечные перегородки нитей как бы сливаются в одну линию.Слоевище кажется состоящим из клеток, расположенных рядами (сериями). В вертикальных сечениях получаются структуры в виде правильной сетки, состоящей из четырехугольных ячеек или веерообразных рядов.

У представителей рода *Litholhamnium* гипоталлий образован ползущими по субстрату нитями; как гипоталлий, так и перигаллий сложены неориентированными в ряды клетками (первый тип микроструктуры).Слоевище всех членистых *Corallinae* состоит из клеток, организованных в ряды (второй тип микроструктуры), причем клетки срединного гипоталлия (базального не бывает) во много раз длиннее клеток перигаллия. У *Mesophyllum* слоевище характеризуется вторым типом микроструктуры; при этом ткань мезоталлия отличается от гипоталлия и перигаллия формой и размером клеток.У представителей вымершего рода *Solenopora* клетки в соседних нитях в одном слоевище могут располагаться на одном или разных уровнях.

Для обызвествленных слоевищ багряных водорослей характерны два структурных типа кальцита, наблюдаемых в шлифах: 1) тонкозернистый прозрачный, часто плеохроирующий в параллельных николях; 2) пелитоморфный темный, слабо прозрачный. Среди скелетов, состоящих из ясно-кристаллического кальцита, встречаются формы с волнообразным затуханием стенок клеток, что, по мнению В.П.Маслова [2], является признаком первичной структуры. Грануляция, которая свойственна многим мезо–кайнозойским формам багряных водорослей, приводит к полному исчезновению клеточной структуры.

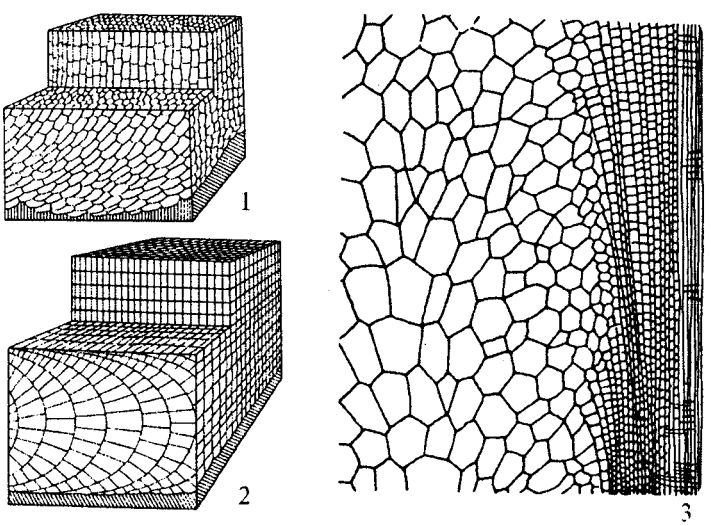


Рис. 199. Микроструктура скелетной ткани у багряных водорослей (по В.П.Маслову [2]). 1—слоевище водоросли типа литотамнии. Клетки в нитях расположены на разных уровнях (первый тип клеточного строения); 2—слоевище водоросли типа литофиллума. Клетки соседних нитей расположены на одном уровне и образуют ряды (второй тип клеточного строения); 3—фрагмент сечения корочки *Archaeolithophyllum missouriense* Johnson с распределением клеток гипоталлия (слева) и перигаллия (справа) (х67,5).

4. *Харовые водоросли* [2, 33, 54, 75л]. Харовые водоросли (харофиты)—это своеобразные по облику многоклеточные растения, у которых обызвествлению подвергается не все растение, а отдельные его органы или фрагменты. В ископаемом состоянии целые слоевища сохраняются редко—обычно встречаются обызвествленные остатки ооспорангий (органы плодоношения) и реже вегетативные части растений. Способы их обызвествления различны. При минерализации вегетативных побегов известь отлагается, так же как у синезеленых и зеленых водорослей, на поверхности клеток. В случае обызвествления ооспорангий процесс захватывает только их поверхностную оболочку, но при этом минерализации, так же как у багряных водорослей, подвергается вся клетка. Обызвествленные ооспорангии называются гирогонитами **(рис. 200)**.

https://jurassic.ru/

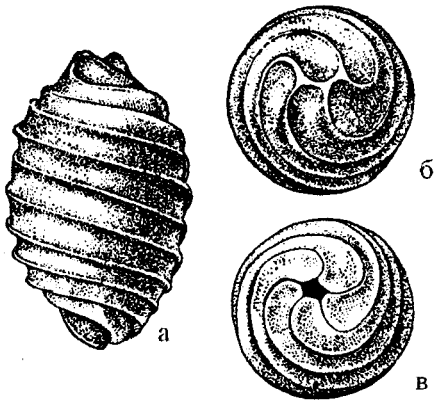


Рис. 200. Гирогонит харовой водоросли *Charites strobilocarpa* (Reid et Groves) Horn af Rantzien. Обозначение: а—вид сбоку (х60); б—вид сверху (х60); в—вид снизу (х 60). **[75л].**

Гирогониты бывают сферической, овальной или грушевидной формы **(рис. 201)**. Они состоят из спирально завернутых полос, называемых партекальцинами. У различных представителей харофитов число, направление завивания (правое или левое) и характер смыкания партекальцин на вершине гирогонита могут быть различными. В основании гирогонита имеется отверстие, закрытое изнутри базальной пластинкой. Иногда базальная пора может зарастать. Часто встречаются гирогониты с двумя базальными отверстиями. У некоторых семейств харофитов, например Clavatoraceae, гирогониты покрыты вторичными известковыми оболочками вегетативного происхождения—утрикулами. Утрикулы состоят из сливающихся между собой обызвествленных трубочек («веточек» и «листьев») таллома. В ряде случаев гирогониты не сохраняются, так как обызвествляются только утрикулы. Это, например, относится к остаткам харофитов из семейства Umbellaceae.

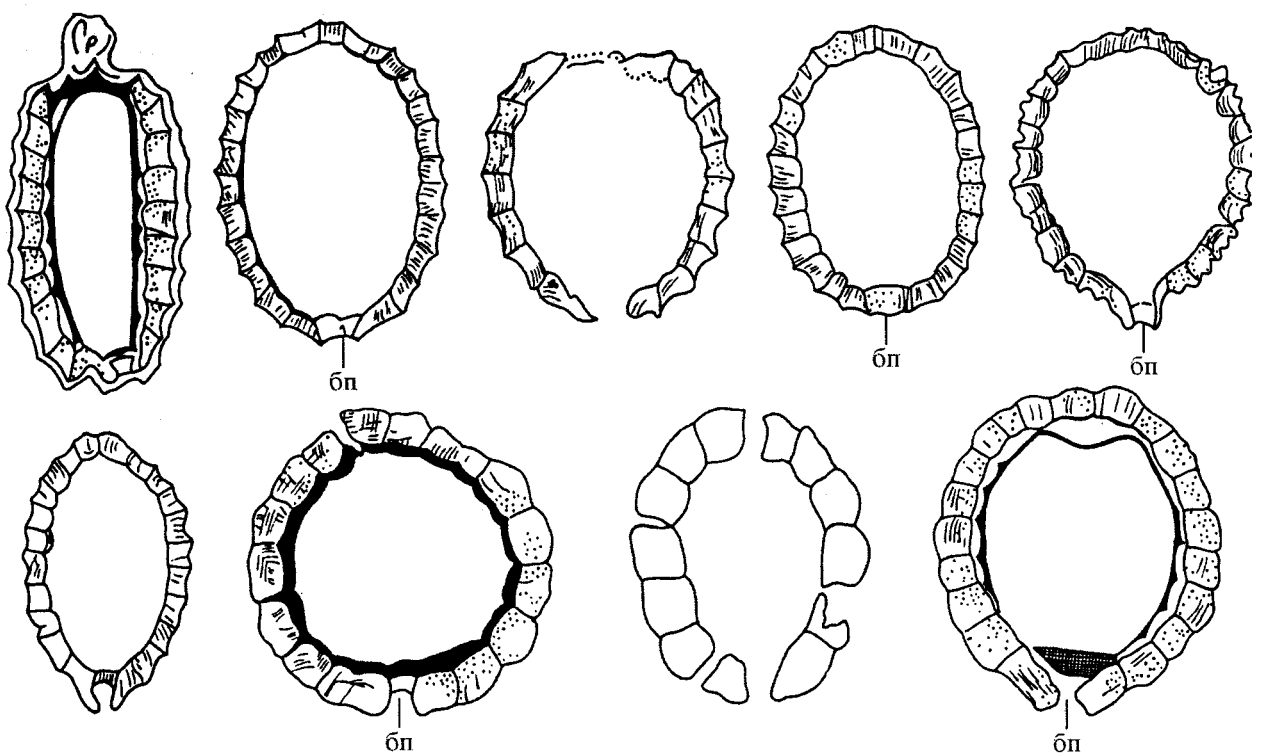


Рис. 201. Осевые сечения гирогонитов (по И.М.Шайкину [33]). Обозначение: бп— базальная пластинка.

https://jurassic.ru/

Существуют морфологические отличия между гирогонитами и утрикулами, которые помогают их различать. Так, поверхность гирогонитов орнаментирована специальными ребрами, закручивающимися слева направо или справа налево, а скульптура утрикул состоит из продольных и поперечных ребер, валиков и борозд. Иногда поверхность утрикул может быть гладкой. Стенка гирогонита отличается от стенки утрикулы наличием швов между известковыми спиралями; у утрикул стенки более грубые и слитные. Для того чтобы отличить гирогониты и утрикулы в шлифах, необходимо иметь продольные и поперечные сечения. Важным критерием при диагностике гирогонита на продольном сечении является наличие в срезе апикальной и базальной пор или, в крайнем случае, одной из них.

Наиболее надежными диагностическими признаками являются различия в микроструктуре стенок гирогонитов и утрикул. Основная масса партекальцин, состоящая из яснокристаллического кальцита, имеет радиально–лучистое строение, которое приобретается в процессе перекристаллизации первоначальной концентрически слоистой структуры. Между смежными партекальцинами иногда наблюдаются четкие швы, сложенные темным, загрязненным органическим веществом—пелитоморфным кальцитом. Они могут исчезнуть при перекристаллизации. Утрикулы состоят из яснокристаллического кальцита.

Формы нахождения в породе скелетных образований животных и растительных организмов. Скелеты могут быть построены одиночными и колониальными организмами. Существуют различные уровни организации скелетных образований: скелет—каркас—органогенная постройка—рифовый комплекс [1, 2, 6, 20, 37, 38, 90].

Скелеты одиночных организмов, обычно не строящих каркас (агерматипных), присутствуют в виде основных породообразующих компонентов (составляют более 50% породы) в биоморфных и детритово–биоморфных известняках и второстепенных (менее 50%)—в биоморфно–детритовых, детритовых и некоторых других типах известняков. Биоморфные известняки в одних случаях состоят из целых скелетов (чаще всего раковин) организмов, которые при жизни составляли естественные экологически связанные между собой и занимающие определенный участок морского дна поселения-биоценоз, а в других—сложены скоплением скелетов мертвых организмов, погибающих от общей (катастрофической) причины—танатоценоз (а после фоссилизации—ориктоценоз). Примером известняков первого типа могут служить ракушняки, образованные на месте брахиоподовых, пелециподовых или гастроподовых банок, а второго—цельнораковинные, например, фузулинидовые известняки со следами обшарпанности и единой ориентировки раковин, что связано с массовой гибелью фораминифер в результате штормовой деятельности или по какой–либо другой причине и последующим переносом раковин в места скоплений.

Скелеты колониальных организмов (строматопороидей, мшанок, табулят, многих разновидностей четырех- и шестилучевых кораллов, губок, археоциат, гидроидных, червей–серпулид, некоторых фораминифер и известковых водорослей) по значению (но не обязательно в количественном выражении) являются главной составляющей частью каркаса органогенных построек. В зависимости от волновой энергии и других условий формирования этих построек скелетные остатки организмов в них могут быть представлены различными морфологическими формами. Содержание рифостроителей в биогермных известняках, образующих органогенные постройки различного типа, в том числе рифовые, может изменяться от 20 до 100% [1, 37, 38, 90].

Кроме указанных выше, существуют особые формы нахождения целых скелетов и водорослевых чехлов. Во–первых, это скелеты водорослей, цементирующих пустотное пространство известняков. Существуют два типа цементов, образованных известьвыделяющими водорослями. К одному из них, более распространенному, относятся известковые корки на стенках пустот, являющиеся следствием жизнедеятельности инкрустирующих водорослей; это особенно характерно для органогенных построек. Другой тип биогенного цемента менее широко известен. Он образуется при определенных обстоятельствах: если водорослевый покров очень быстро, например, вследствие штормовой деятельности, перекрывается осадком частично или полностью, то известьвыделяющие водоросли могут

https://jurassic.ru/

продолжать расти и пробиваясь через него к поверхности (подобно тому, как пробивается трава через асфальт) цементируют пустотное пространство осадка скелетной тканью.

Во–вторых, это формы, переотложенные из осадков близкого возраста, размытых в результате обмеления или взламывания слоев при резко повышенной гидродинамической активности, а также из более древних отложений. Явление переотложения не только отдельных форм, но и комплексов скелетных остатков организмов различных групп, включающих фораминиферы, конодонты, а также споры и пыльцу из различных стратиграфических горизонтов размытых каменноугольных и нижнепермских отложений, имеет массовый характер среди нижнепермских, в особенности артинских отложений Урала и восточного борта Прикаспийской впадины [21, 34, 78]. При этом переотложенные формы в некоторых случаях отличаются более высокой степенью сохранности в сравнении с теми, которые находятся in situ.

И, наконец, в–третьих,—это целые, но деформированные при уплотнении осадка раковины. Чаще всего посмертному сдавливанию в процессе диагенеза подвергаются раковины, содержащие в стенках органическое вещество, благодаря чему они являются более пластичными (например, агглютинированные фораминиферы) [124].

Процессы и стадии образования скелетов морских организмов. Образование различного типа скелетов, в том числе водорослевых чехлов, происходит вследствие процессов биогенной концентрации извести, которую организмы извлекают из морской воды [2, 4, 5, 53]. Существуют различные способы биогенной концентрации, что находит отражение в отмеченных выше различиях микроструктуры скелетов и водорослевых чехлов (см. раздел «внутреннее строение»). При первом способе осаждение (концентрация) извести осуществляется с помощью особых клеток или органов; известь при этом проникает внутрь клеток—возникает упорядоченная микроструктура, отражающая анатомическое строение организма на клеточном уровне. Это органический (матричный) способ; с его помощью образуются скелеты животных организмов и известковые оболочки красных водорослей, а также ооспорангиев харовых водорослей. При втором способе осаждение извести происходит на поверхности клеток и слоевища, в результате чего фиксируется внешняя форма последнего и реже—клеток. Это физиологический (безматричный) способ; благодаря его действию образуются водорослевые чехлы большинства синезеленых и зеленых водорослей, а также вегетативных частей харовых водорослей. Как уже отмечалось ранее, степень обызвествления слоевищ водорослей различных классов и порядков существенно отличается, что находится в значительной мере в соответствии с различием способов концентрации извести и, как следствие этого, отражается в их морфологии и формах нахождения (см. соответствующие разделы).

Образование скелетов и водорослевых чехлов относится к стадии седиментогенеза, за исключением особых форм, которые рассмотрены выше. Так одни из них—переотложенные формы целых скелетов—были образованы раньше, до накопления осадка, в котором они обнаружены вследствие переотложения, а другие—цементирующие осадок или инкрустирующие пустотное пространство органогенных построек—позже в диагенезе.

Вторичные изменения. В зависимости от способов обызвествления организмов процессы преобразования скелетов протекают различно. Так, скелеты животных организмов, образованные органическим путем, обнаруживают повышенную устойчивость при перекристаллизации, поэтому биогенную структуру многих из них можно изучать даже в ископаемом состоянии. В противоположность им водорослевые чехлы, образованные физиологическим способом, оказываются изменены в раннем диагенезе. В частности, это относится к чехлам синезеленых водорослей—мельчайшие первичные зерна кальцита, расположенные вокруг нитей, замещаются более крупными кристаллами, которые сливаются в массивные трубочки; уже на глубине нескольких миллиметров от поверхности их биогенная структура неразличима [1, 2, 33].

Существует ряд устойчивости скелетов организмов к перекристаллизации; он начинается наименее устойчивыми скелетами кораллов, включает скелеты Halimeda (зеленая водоросль), моллюсков, фораминифер, морских ежей и заканчивается наиболее устойчивыми скелетами красных водорослей.

https://jurassic.ru/

Приведем некоторые характерные типы вторичных преобразований скелетов различных групп организмов, которые связаны с их фоссилизацией [1, 2].У секреционных фораминифер стенки подвергаются перекристаллизации независимо от их микроструктуры, но при этом увеличение размера зерен и кристаллов не сопровождается изменением их оптической ориентировки. Для многих раковин фораминифер характерен и другой тип перекристаллизации—грануляция, при которой размер зерен не увеличивается, а уменьшается.

Микроструктура стенок слоев гастропод в ископаемом состоянии почти никогда не сохраняется, так как часто подвергается полной перекристаллизации—в шлифе наблюдается агрегат изометричных зерен яснокристаллического кальцита.

Сохранность стенок остракод может быть различной в зависимости от строения раковины и интенсивности процесса перекристаллизации; всего выделяют пять форм сохранности: 1) толстые створки сохранили первоначальную структуру и в них можно различить несколько слоев; 2) очень тонкие створки со следами фибровой микроструктуры, которая различается по ясному затуханию перпендикулярно поверхности стенок; 3) створки перекристаллизованы, но кальцит, заполняющий внутреннюю полость раковины, резко обособляется от створок; 4) весь панцирь и полость, образованная створками, замещены вторичным кальцитом и представляют собой кальцитовую «миндалину».

У замковых брахиопод первичный слой, благодаря своей незначительной толщине, обычно при захоронении и фоссилизации разрушается и остается один слой (вторичный) с однонаправленными волокнами. Он может быть окрашен. Хитиновое вещество беззамковых брахиопод чаще всего замещается кальцитом, фосфатом, пиритом и другими вторичными минералами, а фосфатный слой не изменяется.

Для четыре-- и шестилучевых кораллов характерна инкрустация стенок кристаллами арагонита или кальцита. При фоссилизации арагонит скелета коралла обычно замещается кальцитом; при этом замещение может происходить как с нарушением первоначальной микроструктуры, так и без него. Крайняя степень перекристаллизации выражается в замещении первоначальной структуры стекловидной массой. Арагонитовый и кальцитовый скелеты кораллов могут замещаться железом, фосфатными минералами и кремнеземом.

В процессе диагенеза и эпигенеза известковых губок кальцит фибр и фаретронных скелетов может быть замещен кремнеземом, железистыми минералами и глауконитом (в процессе перекристаллизации структура фибр исчезает), а спикулы кремневых губок нередко замещаются кальцитом.

При перекристаллизации скелета иглокожих цвет решетки становится светлым. При оруденении микроструктура может проявляться более отчетливо. Однако, если железистые минералы выпадают в диагенезе после инкрустации, то темные участки будут отражать форму остаточного пространства.

Известковые оболочки некоторых водорослей сразу после их образования подвергаются быстрым диагенетическим изменениям, в результате чего может быть невозможно отличить первичный состав известковой оболочки от измененного в процессе диагенеза. Часто слоевище водорослей подвергается окремнению; при этом сохраняются детали его морфологии и внутреннего строения.

Литогенетические типы карбонатных пород[1]. Целые скелеты и водорослевые чехлы характерны для следующих литотипов: № 2–10 (сферические, кустистые и другие формы рифостроителей), № 11 (одиночные формы губок и кораллов), № 12 (брахиоподы), №№ 19, 34, 36, 37, 43, 46, 48, 50, 51, 63, 64, 71 и 73 (фораминиферы) № 24 (двустворки), № 33, 35, 39, 40, 57 (смешенный комплекс целых раковин), №№ 54, 55, 61, 62 и 65 (радиолярии и фораминиферы), №№ 66, 69 и 72 (фораминиферы и остракоды).

Литература: [1–5, 7–16, 21, 23, 24, 26, 27, 28, 33–35, 37–39, 49–50, 53, 54, 57–59, 62–64, 69, 74, 75, 76–78, 83, 88–90, 93, 94, 96, 117–124].

[1] Краткую характеристику стандартных литогенетических типов карбонатных пород здесь и далее см. в табл.Б.

https://jurassic.ru/

Часть II. Производные скелетов морских организмов

Кальцитовые сферы

Таблицы 23–26

Определение. К кальцитовым сферам относятся шаровидные и субшаровидные органогенные образования в основном проблематичного генезиса: кальцисферы и сфереллы, вероятно представляющие собой остатки (оогонии?) водорослей, туберитины, паратураммины и некоторые другие однокамерные фораминиферы, а также архесферы, относящиеся к проблематичным фораминиферам. Характерной особенностью органогенных образований различной систематической принадлежности, относимыхк кальцитовым сферам, является их совместное присутствие в ископаемом состоянии.

Терминология. Англ. spherules—сферы [103].

Форма и размер. В названии рассматриваемых компонентов—«сфер»— заключено указание на их форму, преимущественно сферическую. Величина кальцитовых сфер изменяется от сотых до десятых долей миллиметра. К наиболее крупным формам (до 0,5 мм) относятся некоторые паратураммины.

Внутреннее строение. Различное; зависит от принадлежности конкретной формы к однокамерным фораминиферам типа указанных выше или остаткам водорослей.

Формы нахождения в породе. Кальцитовые сферы являются характерным компонентом сферовых и сферо–узорчатых известняков, в которых основная масса состоит из пелитоморфного кальцита, а «узорчатая» текстура определяется присутствием участков яснокристаллического кальцита причудливой формы, происхождение которых связано с процессами раннедиагенетического растрескивания, выщелачивания и залечивания вторичных пустот.

Сферы могут составлять в указанных выше типах известняков значительно менее 50%, но при этом как важный отличительный признак (характерный палеоэкологический комплекс) определяют их название.

Кроме указанных типов известняков, кальцитовые сферы широко распространены в некоторых разновидностях биоморфно–детритовых в основном водорослевых, и биоморфно–детритово–сгустковых известняков, генезис которых сходен со сферовыми и сферово–узорчатыми известняками.

Процессы и стадии образования. Сферы образованы вследствие биогенной концентрации извести организмами; при этом те из них, которые относятся к примитивным фораминиферам,—вероятно, органическим способом, а другие, представляющие собой фрагменты водорослей, — физиологическим.

Образование кальцитовых сфер и их накопление в осадке относится к стадии седиментации.

Диагностические признаки. От кальцитизированных радиолярий сферы отличаются отсутствием сетчатого строения и шипов, а от поперечных сечений спикул губок—стенкой, толщина которой изменяется в зависимости от систематической принадлежности к той или иной форме.

Литогенетические типы карбонатных пород. Сферовые и сферово–узорчатые известняки, широко распространенные среди каменноугольных и девонских отложений, которые формировались на шельфе, в области палеоподнятий.

Обилие кальцитовых сфер характерно для карбонатных образований, относимых к типичным фаменским рифам (по С.В. Максимовой— агглютигермам) Волго–Уральской области. Кроме того, они принимают участие в определенных типах мезозойских рифов. В переотложенном виде кальцитовые сферы могут присутствовать в составе глинистых известняков склоновой части бассейна—литотипы 1, 54–56, 67, 75 (табл. Б).

Литература: [1, 37, 38, 51, 56, 34–87, 96, 103, 110, 116].

https://jurassic.ru/

Органогенный детрит

Таблицы 27–32

Определение. Органогенный детрит— это продукт разрушения скелетов животных организмов и водорослевых чехлов, присутствующих в породе в виде неокатанных частиц размером более 0,1 мм (относительно продуктов разрушения каркасостроящих колониальных организмов чаще употребляют термин "фрагменты", а не "детрит").

Терминология. Англ. — bioclasts, синоним skeletalgrains. Мелкий детрит—англ. bioclasts; крупный—coarse bioclasts [103]. Русское слово «детрит» происходит от английского термина detritus— общего названия, используемого в англоязычной литературе для обозначения обломочного материала, являющегося результатом разрушения и абразии более древних пород и претерпевшего механический перенос; в отечественной литературе оно употребляется, как показано выше, в несколько ином смысле.

Состав. Кальцитовый, реже арагонитовый.

Форма и размер. Форма детритовых частиц разнообразная—неправильная (края этих частицо бычно неровные, зазубренные), угловатая, остроугольная, игольчатая, пластинчатая,прямоугольная, таблитчатая, округлая , коническая и др. Она определяется различными факторами: 1) формой разрушенного скелета; 2) формой кристаллизации карбоната в скелетах; 3) типом процессов разрушения скелетов.К мелкому органогенному детриту относятся частицы размером 0,1–1 мм,а к крупному— более 1 мм.

Внутреннее строение и микроструктура частиц. Определяется строением разрушенного скелета. Каждый элемент скелета иглокожих (шип, членик, пластинка), за редким исключением, состоит из монокристалла кальцита.

Формы нахождения в породе. Существуют две наиболее распространенные формы нахождения детрита в известняках. К первой из них относят органогенный детрит, состоящий из частиц неправильной формы с неровными, иногда зазубренными краями; обычно он не отсортирован и присутствует совместно с органогенным шламом и сгусткообразным пелитоморфным кальцитом. Ко второй форме нахождения относят частицы угловатой, изометричной или удлиненной формы, иногда со следами окатанности, в той или иной степени отсортированные; связующей массой в этом случае обычно служит яснокристаллический кальцит.К разновидностям органогенного детрита относятся спикулы губок, водорослевые фрагменты, членики криноидей, шипы, иглы и склериты.

Процессы и стадии образования. В образовании органогенного детрита принимают участие биохимические процессы, связанные с деятельностью сверлящих организмов (синезеленые водоросли, губки, некоторые иглокожие, моллюски) и механические процессы, вызванные штормовой деятельностью или происходящие вследствие обкусывания скелетов бентосоядными рыбами.

Неотсортированный органогенный детрит, присутствующий в породе совместно с органогенным шламом и пелитоморфным кальцитом (первая форма нахождения), образуется вследствие биогенной деструкции. Главную роль при этом играет разложение скелетов под воздействием сверлящих синезеленых водорослей. Интенсивно рассверленные ими скелетные остатки распадаются на фрагменты различной формы и размера.

Угловатые частицы изометричной или удлиненной формы, иногда со следами окатанности (вторая форма нахождения), образуются чаще всего из–за механического разрушения скелетов, вызванного штормовой деятельностью. Существует ряд скелетов организмов, построенный по степени их устойчивости к механическим процессам разрушения. Он включает наименее устойчивые чехловые и спикуловые скелеты (Penicillua, альционарии, кораллы, губки, оболочники, голотурии); сегментированные скелеты (Halimeda, членистые красные водоросли и иглокожие); ветвистые скелеты (некоторые кораллы, красные водоросли и мшанки); камерные скелеты (гастроподы, трубки червей–серпулид, фораминиферы, некоторые ракообразные, иглокожие, брахиоподы и двустворки); наиболее устойчивые корковые (некоторые водоросли, кораллы, мшанки, черви, гидрокораллы) и массивные скелеты (кораллы, некоторые кораллиновые водоросли).

https://jurassic.ru/

Для рифовых зон особенно характерно сочетание биохимического и механического факторов—волны и течения гораздо легче разрушают каркас органогенных построек в том случае, когда он ослаблен предыдущей деятельностью сверлильщиков.

У некоторых животных и растительных организмов (губки, иглокожие, водоросли с частично обызвествленным слоевищем) скелет или водорослевый чехол состоит из отдельных фрагментов, скрепленных мягкой тканью (органическим веществом). После отмирания подобного организма мягкие части скелета разлагаются, а скелет рассыпается на фрагменты. Таким способом образованы многие разновидности детрита, наблюдаемые в известняках—членики криноидей (иногда встречаются обломки стебля), спикулы губок, фрагменты водорослевых чехлов (см. более подробно в соответствующих разделах) и некоторые другие.

Органогенный детрит и все его разновидности образуются на стадии седиментогенеза и немного позже—в раннем диагенезе.

Вторичные изменения. Органогенный детрит на ранних и поздних стадиях диагенез и в эпигенезе подвергается различным преобразованиям, включающим грануляцию, перекристаллизацию, метасоматическое замещение доломитом или некарбонатнымивторичнымиминералами и др. Эти изменения сходны с вторичными преобразованиями соответствующих целых скелетов отличия могут быть вызваны внешними причинами—накоплением тех и других в средах с различными физико–химическими и другими параметрами. Степень преобразованности зависит от устойчивости конкретных скелетных частиц против тех или иных процессов, происходящих в осадке или породе и связанных с физико–химическим состоянием среды осаждения, жизнедеятельностью бактерий, движением флюидов и различного рода механическими нагрузками. При этом отмечаются различные особенности, обусловленные свойствами скелетных частиц. Так, например, вторичный кальцит, заполняющий решетки члеников криноидей, иглы или пластинки иглокожих принимает ориентировку кристалла кальцита, слагающего тот или иной из указанных элементов скелета. В процессе вторичных изменений этих кристаллов нередко появляются полисинтетические двойники.

Литогенетические типы карбонатных пород. Крупный органогенный детрит характерен для следующих литогенетических типов: №№ 8–12, 15, 22, 23, 29, 33, 34, 36, 37, 42–44, 57, 62–65, 70. Мелкий органогенный детрит присутствует в тех же литотипах и дополнительно в №№ 48, 54 (табл. Б).

Литература: [1, 2, 20, 51, 74, 77, 103, 109, 124].

Спикулы губок

Таблицы 33–35

Определение. Спикулы губок—это отдельные элементы, из которых состоит скелет известковых и кремневых губок; встреченные в осадке или породе в разрозненном состоянии они являются разновидностью органогенного детрита.

Терминология. Англ.—Spongia spicules [105].

Состав. У известковых губок—кальцитовый, а у кремневых—халцедоновый или кварц-халцедоновый (первоначально–опаловый).

Форма и размер. У известковых губок различают трехлучевые, четырехлучевые и одноосные спикулы. Спаянные между собой спикулы называют фибрами; они имеют в шлифах причудливые извилистые очертания.

Среди спикул кремневых губок различают макросклеры, составляющие основную массу скелета, и микросклеры. Основной формой макросклер являются иглы. В зависимости от количества игл макросклеры могут быть шести–, пяти–, четырехлучевые и одноосные. Лучи могут быть гладкими или шиповатыми, прямыми или изогнутыми. Микросклеры бывают различной формы— звездочки, якорьки, шпильки, сигмы, дужки и пр. В ископаемом состоянии в шлифах чаще всего наблюдаются разрозненные одноосные и четырехлучевые спикулы. Одноосные—в продольных сечениях выглядят как иголки или палочки с каналом посередине, а в поперечных—как круги с каналом в центре. Четырехлучевые—

https://jurassic.ru/

в продольных сечениях имеют форму трилистников, рогулек или стрелок, а в поперечном—кругов с осевым каналом. Спикулы разнолучевых губок представляют собой звездчатые тела.

У известковых губок размер лучей трех– и четырехлучевых игл обычно не превышает 0,3 мм, а длина одноосных игл может достигать 3 см. Размер спикул кремневых губок зависит от типа губок; обычно размер макросклер изменяется от долей миллиметра до 1,5–2,5 мм, а микросклер бывает значительно меньше (часто до 0,1 мм).

Внутреннее строение частиц и микроструктура скелетной ткани. Фаретронный скелет известковых губок имеет фибровое строение, так как отдельные спикулы, спаянные между собой и образующие этот скелет, преобразованы в фибры. Кремневые спикулы в ископаемом состоянии имеют агрегатное строение и состоят из халцедона или кварца и халцедона. Внутри спикул находится канал, который обычно заполнен халцедоном; как правило, халцедон в канале менее крупнозернистый, чем в стенках спикул. Иногда канал залечен тонкозернистым кальцитом, глауконитом или пиритом.

Формы нахождения в породе. Спикулы известковых губок в рассеянном виде встречаются редко. Спикулы кремневых губок присутствуют в известняках как в виде второстепенного породообразующего компонента, содержание которого составляет не более 50%, так и в качестве основного. В последнем случае, если спикулы не изменили свой состав, то порода называется спонголитом; гораздо чаще они бывают кальцитизированы и тогда порода представляет собой спикуловый известняк.

Процессы и стадии образования. Губки, как было показано выше (см. раздел «Скелетные образования губок») имеют внутренний скелет, который размещен в мягком теле; отдельные спикулы соединены органическим веществом (спонгином). После отмирания организма мягкое тело и органическое вещество, скрепляющее спикулы, разлагаются, а скелет рассыпается на составляющие элементы (спикулы).

Указанные выше процессы разрушения скелета губок и накопления спикул в осадке относятся к стадии седиментогенеза и раннего диагенеза.

Вторичные изменения. В процессе диагенеза и эпигенеза кальцит фибр известковых губок может быть замещен кремнеземом, глауконитом или пиритом. При перекристаллизации первичная структура фибр исчезает. Спикулы кремневых губок чаще всего бывают кальцитизированы. В таком случае их стенки состоят из светлого прозрачного кальцита, а канал обычно заполнен темным микрозернистым кальцитом или скоплениями органического вещества.

Диагностические признаки. Фаретронный скелет при перекристаллизации может напоминать в шлифах скелет некоторых строматопороидей или гидроидов. При просмотре шлифа обычно находятся экземпляры с отчетливыми реликтами первоначальной структуры. Спикулы кремневых губок или окремнелые спикулы известковых губок по форме бывают сходны с пирокластическими частицами рогульчатой, игольчатой и другой формы. Отличительным признаком спикул служит наличие у них осевого канала и присутствие в шлифах, за редким исключением, наряду с продольными сечениями, поперечных в форме круга. В участках сплошного окремнения породы при параллельных николях, как правило, заметны контуры отдельных спикул.

Литогенетические типы. Спикулы губок служат породообразующими компонентами в следующих литотипах: №№ 35, 38, 42, 43, 45–48, 50–52, 60, 62 и 65 (табл. Б).

Литература: [1, 2, 39, 74, 105, 124].

Водорослевые фрагменты

См. таблицы 1–22

Определение. Водорослевые фрагменты—это разрозненные частицы обызвествленных оболочек донных водорослей различных групп: синезеленых, зеленых, багряных (красных) и харовых.

Терминология. Понятие водорослевые фрагменты (англ.—algal fragments) [103] является частным по отношению к понятию «органогенный детрит».

Цвет. Под микроскопом, в проходящем свете, участки, состоящие из яснокристаллического кальцита, выглядят светлыми прозрачными, а из пелитоморфного и микрозернистого (в том числе гранулированные)—темными.

https://jurassic.ru/

Форма и размер. Краткая морфологическая характеристика водорослей различных групп: синезеленых, зеленых, багряных и харовых, приведена в разделе «Известковые водоросли». Из всех указанных групп только багряные водоросли широко распространены в виде целых скелетов, а остальные встречаются в ископаемом состоянии преимущественно в виде фрагментов. Они представлены нитями, трубочками, веточками, пластинками, члениками, корочками, обрывками, сгустковидными и другими образованиями; к водорослевым фрагментам относятся также гирогониты харовых водорослей.

Величина водорослевых фрагментов обычно изменяется от долей миллиметра до нескольких миллиметров, но бывают и более крупные частицы.

Внутреннее строение. Микроструктура водорослевых фрагментов определяется их таксономической принадлежностью. Характеристика основных структурных типов кальцита, образующего скелеты (чехлы) различных водорослей приведена в разделе «Известковые водоросли».

Формы нахождения в породе. Водорослевые фрагменты могут служить основным породообразующим компонентом водорослевых известняков, в которых они составляют более 50 процентов породы, и второстепенным—в других типах органогенных известняков. Фрагменты синезеленых водорослей, имеющих наиболее примитивное строение, представляют собой компоненты неправильной формы и различного размера, в том числе комки и сгустки, состоящие из темного пелитоморфного кальцита. Последние образуют основную массу сгустковых, сферово—сгустковых и сферово–узорчатых известняков.

Процессы и стадии образования. Основной причиной образования водорослевых фрагментов является неполное (локальное) обызвествление слоевища большинства водорослей, благодаря чему, после отмирания организма и разложения мягкой ткани, водорослевый чехол распадается на отдельные фрагменты. Кроме этого, разрушению водорослевых чехлов и скелетов, большинство из которых являются чрезвычайно хрупкими, способствует биомеханическая деструкция, особенно активно проявляющаяся в рифовых зонах, и механическое воздействие волн и течений.

Образование водорослевых фрагментов относится к стадии седиментогенеза.

Вторичные изменения. См. раздел «Известковые водоросли». Отметим лишь изменения, касающиеся репродуктивных органов харовых водорослей: в процессе перекристаллизации стенки гирогонитов теряют слоистое строение и, за исключением внутреннего слоя, который остается нетронутым процессами перекристаллизации, образуется единый радиально–лучистый слой.

Литогенетические типы. Фрагменты водорослей характерны для литотипов: №№ 3, 4, 7, 15, 19, 22, 24, 32 и 72 (табл. Б).

Примечание. 1. В случае плохой сохранности фрагменты известьвыделяющих синезеленых водорослей могут быть трудно отличимы от отдельных разновидностей кодиевых водорослей. Косвенным указанием на принадлежность к той или иной группе водорослей может служить различие в условиях их обитания —первые, как отмечено ранее, выдерживают отклонения в сторону осолонения или опреснения, а вторые— характерны для условий с нормальной соленостью вод. Если систематическое положение остатков водорослей все же не установлено, то они могут быть отнесены к комкам пелитоморфного кальцита водорослевого происхождения.

2. В связи с тем, что водорослевый детрит часто не отличим от окатанных частиц того же происхождения, все остатки водорослей, не имеющие явных следов окатанности, следует относить к водорослевым фрагментам.

Литература: [1, 2, 20, 39, 103,104, 105].

Органогенный шлам

Таблицы 36–39

Определение. Понятие «шлам» заимствовано из терминологии, связанной с бурением скважин. Оно применяется в отношении мелких частиц горных пород, образующихся в результате механического разрушения стенок скважин при бурении и попадающих в глинистый раствор.

https://jurassic.ru/

Терминология. Органогенный шлам— это фрагменты скелетов и водорослевых чехлов размером 0,05–0,1 мм, систематическое положение которых не определено из-за небольшого размера. В английской литературе нет общеупотребительного термина, соответствующего понятию «органогенный шлам». Иногда для обозначения неопределимых органогенных частиц мелкой размерности используют термины organic mud или organic silt (англ. mud, silt употребляются в значении частицы алевритовой размерности; organic— указывает на их органогенное происхождение [103, 105].

Состав. Кальцитовый.

Цвет. В шлифе светлый, желтоватый.

Форма и размер. Форма шламовых частиц обычно угловатая— изометрическая или удлиненная. Размер частиц не более 0,1 мм.

Внутреннее строение. Обычно небольшой монокристалл или агрегат мелких кристаллов.

Формы нахождения в породе. В одних случаях шлам находится вместе с мелким и крупным детритом, беспорядочно рассеянным в основной массе пелитоморфных известняков, нередко характеризующихся сгустковой микроструктурой, а в других служит основным породообразующим компонентом шламовых известняков.

Процессы и стадии образования. Биохимические, механогенные. На воздействие биохимических процессов указывает сочетание в породе органогенного шлама с неотсортированным детритом, частицы которого имеют неровные зазубренные края. Чаще всего сверлильщиками служат синезеленые водоросли; при этом в породе, наряду с указанными частицами, наблюдается обилие пелитоморфного кальцита, имеющего микросгустковую структуру.

Образование органогенного шлама любого типа относится к стадии седиментогенеза.

Вторичные изменения. Органогенный шлам нередко вместе с другими скелетными остатками подвергается грануляции и перекристаллизации. Кроме того, он может замещаться доломитом или некарбонатными минералами.

Литогенетические типы. Органогенный шлам, присутствует в различных типах известняков, формировавшихся как в спокойных, так и в активных гидродинамических зонах. Он служит породообразующим компонентом в следующих литотипах: №№ 11, 12, 15, 22, 28, 30, 31, 33–38, 66, 42, 43, 45–47, 50–52 (табл. Б).

Литература: [1, 51, 103, 105, 111].

Органогенные обломки

Таблицы 40–46

Определение. Органогенные обломки — это продукт абразии целых скелетов (например, раковин) и их фрагментов в зоне волнений и течений, приводящий к их окатыванию, полировке и истиранию.

Терминология. Синоним — "обломки скелетов", "окатанные скелетные остатки". В английком языке нет общеупотребительного термина, соответствующим этим понятиям.

Состав. Окатыванию чаще всего подвергаются кальцитовые скелетные остатки.

Форма и размер. Форма обломков скелетов определяется формой скелетного остатка, который подвергся окатыванию, и степенью окатанности. В соответствии с последней обломки скелетов могут быть подразделены на три фракции: почти не окатанные (следы окатанности) умеренные и совершенно окатанные.

Обломки скелетов подразделяются по размерности на четыре основные фракции: органогенно–конгломератовую (более 10 мм), органогенно–псаммитовую (0,1–1 мм); по аналогии с терригенными породами в пределах псаммитовой фракции можно выделить более мелкие подразделения: мелкопсаммитовую (0,1– 0,25 мм), среднепсаммитовую (0,25–0,5 мм) и крупнопсаммитовую (0,5– 1 мм).

https://jurassic.ru/

Внутреннее строение. При отсутствии вторичных изменений, соответствует внутреннему строению целых скелетов, производными которых они являются.

Формы нахождения в породе. Чаще всего бывает трех типов: 1) обломки скелетов представляют собой главный компонент (более 50%) органогенно–обломочных известняков, в котором они плотно упакованы или сцементированы яснокристаллическим кальцитом; 2) те же обломки присутствуют в подчиненном количестве (менее 50%) в известняках оолитовых и обломочных, состоящих из переотложенных фрагментов частично литифицированного и разрушенного под действием мелких подводных размывов карбонатного осадка; 3) присутствуют в виде включений в пелитоморфных или биоморфно–детритовых известняках.

Процессы и стадии образования. Образование обломков скелетов связано с действием физико–механических процессов, вызванных волнениями и течениями. Степень окатанности частиц может быть различной—от незначительной до высокой— и зависит от многих факторов, одни из которых связаны со свойствами скелетных остатков (морфология, строение скелетной ткани, удельный вес и пр.), а другие —со средой, в которой происходит абразия (тип и интенсивность гидродинамики, величина и твердость зерен материала грунта). Кроме того, абразия может быть неравномерной, что определяется типом раковины и устойчивостью ее позиции на дне; в одних случаях максимальной абразии подвергается центральная, а в других— краевая часть скелета.

Образование обломков скелетов относится к этапу седиментации.

Вторичные изменения. К их числу относятся изменения, связанные с процессами грануляции, выщелачивания, цементизации, а также метасоматоза и перекристаллизации. Грануляция обломков скелетов может быть различного типа и масштаба: от незначительной—следов грануляции в виде небольших участков причудливой формы, состоящих из пелитоморфного кальцита и расположенных по периферии обломка, а также каемок грануляции—до появления крупных гранулированных участков или полного замещения обломков агрегатом микрозернистого кальцита. В большинстве случаев грануляция связана с жизнедеятельностью синезеленых водорослей–грануляторов, но некоторые из каемок грануляции, возможно, образуются механическим путем вследствие обстукивания.

Диагностические признаки. Окатанность зерен не всегда бывает отчетливой; косвенными признаками окатанности зерен могут быть: каемки грануляции; крустификационные каемки кальцита вокруг зерен; отсортированность материала и отсутствие пелитоморфного карбонатного материала в породе.

Литогенетические типы карбонатных пород. Обломки скелетов наиболее широко распространены на отмелях открытого и закрытого шельфов, находящихся в зоне волнения и течений. Они характерны для следующих литотипов: №№ 6–8, 15, 18–21, 22А, 24, 32, 50, 63, 72 и 73 (табл. Б).

Литература: [1, 20, 22, 32, 79, 111, 124].

https://jurassic.ru/

Часть III. Сложные по строению и бесскелетные форменные компоненты

Форменные компоненты сложного строения

Строматолиты

Таблицы 47–49

Определение. Сложное по морфологии и внутренней структуре, слоистое карбонатное образование, обязанное своим происхождением жизнедеятельности определенных сообществ синезеленых водорослей, осаждающих и концентрирующих карбонатное и другое вещество различными способами.

Терминология. Англ.—stromatolite [6, 105].

Состав. Строматолиты состоят из кальцита и доломита; второстепенную роль играют мелкие терригенные зерна и глинистое вещество, рассеяные в карбонатной массе; менее широко распространены строматолиты, сложенные кремнем или халцедоном.

Форма и размер. Строматолиты характеризуются различными формами; среди них выделяются разные морфологические типы: желваковые, столбчатые, пластовые, столбчато–пластовые, ветвистые и пр.

Величина строматолитовых образований изменяется в широких пределах от нескольких миллиметров (почковидные желвачки) до нескольких метров (крупные пластовые формы).

Внутреннее строение. Микроструктуры строматолитов весьма многообразны. Для них характерны следующие типы: пелитоморфная, кристаллически–зернистая, сгустковая, сетчатая (при определенной группировке сгустков в нити); стержневая, волокнистая, узловатая, почковидная (при радиальном расположении элементов) и многие другие. Слоистая текстура строматолитов определяется закономерным чередованием слойков с различными микроструктурами. Обычно эти слойки отличаются соотношением пелитоморфного и яснокристаллического кальцита, который залечивает пустоты на месте отмирающих растений или водорослевые каналы.

Формы нахождения в породе. Строматолиты выступают со дна в виде твердых наростов, прикрепленных к субстрату. Они образуют небольшие тела типа почковидных желваков, мелкие и крупные органогенные постройки куполовидной или более сложной формы, линзовидные и протяженные по мощности прослои и пласты. В строматолитовой постройке может наблюдаться закономерная смена морфологических типов: в основании находятся почковидные желваки или онколиты, выше по разрезу—столбчатые и столбчато–пластовые, а в самой верхней части постройки—пластовые формы.

Процессы и стадии образования. Образование строматолитов связано с действием комплекса различных процессов, среди которых основными являются биохимические и физико–химические, а подчиненными–механическое осаждение вещества и некоторые другие.

Биохимические процессы вызваны деятельностью двух групп организмов—цианобактерий и бактерий–деструкторов. Цианобактерии или синезеленые водоросли поглощают из растворов, насыщенных кальцием, углекислый газ, что приводит к увеличению значения PH и, как следствие этого, биохимическому осаждению вещества—так называемый третий способ биогенной концентрации извести (см. раздел "Вводная часть"). В более редких случаях осаждается не известь, а другие вещества, например, доломит или кремнезем, поэтому состав строматолитов может быть не только кальцитовым.

Осаждение вещества происходит на поверхности цианобактериальных матов, форма которых отражена в морфологии строматолитов. Так, например, водорослевые пленки, нарастающие друг на друга и покрывающие значительные пространства морского дна, при их литификации приводят к образованию пластовых строматолитов, а менее обширные по распространению водорослевые маты, обрастающие небольшие выступы дна или бугорки, служат основанием для образования столбчатых

https://jurassic.ru/

строматолитов. Форма строматолитовых слоев определяется не только морфологией водорослевых пленок и матов, но и скоростью осаждения вещества и рельефом дна.

В отличие от цианобактерий, накапливающих известь в виде корковых наслоений, бактерии–деструкторы разлагают водорослевую биомассу, которая первоначально заключена внутри них. Это приводит к образованию пустот, форма, размер и расположение которых определяются составом бактериальных колоний и характером их деструктивной деятельности. Эти пустоты позднее, в диагенезе, залечиваются осадком, выделяющимся из поровых растворов; они в значительной мере определяют микроструктуру строматолитового слоя.

Механическое осаждение вещества из взвеси играет в образовании строматолитов подчиненную роль; оно проявляется благодаря присутствию в составе строматолитов мелких (пелитовых и алевритовых) частиц. В некоторых случаях в образовании строматолитов участвуют органический и физиологический способы концентрации извести; свидетельством этому служит присутствие в них линзовидных включений, образованных колониями мшанок, фораминифер (типа нубекулярий), водорослей (типа гирванелл) или других организмов, образующих корковые формы.

Как следует из приведенной выше характеристики процессов образования строматолитов, их возникновение, рост и развитие в основном относятся к седиментогенезу, но завершение их формирования происходит позднее, в раннем диагенезе.

Вторичные изменения. К числу наиболее ранних вторичных изменений относится залечивание пустот, образующихся на месте отмирающей и разлагающейся водорослевой органики—как показано выше этот процесс является частью механизма формирования строматолита. На различных этапах диагенеза, а также в эпигенезе могут происходить окремнение, доломитизация, сульфатизация, пиритизация, а также перекристаллизация строматолитов.

Литогенетические типы карбонатных пород. Строматолитовые образования типичны для отложений, формировавшихся в условиях литорали и сублиторали, в основном приливно–отливных зон лагун и заливов, защищенных от влияния волн и течений открытого моря и характеризующихся переменной соленостью. В докембрийских отложениях строматолиты образуют биогермные постройки, морфологическое разнообразие которых в пределах каждого биогерма отвечает строго определенному этапу развития бактериально–водорослевых сообществ. Характерные литотипы №№ 1 и 77 (табл. Б).

Примечание. Обычно сочетание двух или даже трех типов разных микроструктур в одном строматолитовом образовании. На основании их изучения выделяют группы и формы строматолитов, которым присваивают родовые и видовые названия, широко используемые в стратиграфии докембрийских и нижнепалеозойских отложений.

Литература: [1, 2, 22, 40–44].

Биогенные желваки

Таблицы 50–55

Определение. Сферические или неправильно сферические карбонатные образования организмов определенной систематической группы, оплетающих карбонатные зерна при их свободном перекатывании по дну.

Терминология. Англ.—aegagropile (син. aegagropila, egagropile). Термин употребляется, согласно [103] для современных водорослевых желваков, образованных синезелеными водорослями. Аналог этого термина для древних биогенных желваков в англоязычной литературе нами не встречен. Греч.—acatos по [77] относится как к желвакам, так и к онколитам.

Состав. Кальцитовый.

Форма и размер. Форма желваков обычно сферическая или неправильно сферическая. Неправильная форма характерна для желваков, в центре которых находятся крупные угловатые зерна или группа зерен, скрепленных минерализованной водорослевой слизью.

https://jurassic.ru/

Размеры чаще всего изменяются в пределах от 0,5 до 3 мм; встречаются и значительно более крупные, достигающие в поперечнике нескольких сантиметров.

Внутреннее строение. Для биогенных желваков характерно концентрическое или неясно–концентрическое строение с неровными поверхностями наслоения. Ядром могут служить скелетные остатки, обломки известняков, в том числе интракласты, или обломки несколько ранее образованных желваков. Микроструктура желвака или отдельного слоя определяется строением скелетов и чехлов организмов, принимающих участие в его образовании.

Формы нахождения в породе. Желваки подразделяются на монофитные, образованные одной разновидностью водорослей; полифитные—обычно двумя видами водорослей (например: синезеленые и багряные); биоценотические, в образовании которых принимают участие не только водоросли, но и колониальные животные организмы, образующие корковые формы (фораминиферы типа нубекулярий, мшанки или строматопоры). Биогенные желваки служат основным породообразующим компонентом в желваковых известняках различного типа: водорослевых, строматопорово–водорослевых, фораминиферово–водорослевых и других или играют второстепенную роль в органогенно–обломочных, а также некоторых пелитоморфных известняках. Если отложения содержат более 50% желваковых форм, то их относят к биогермным.

Процессы и стадии образования. Биогенные желваки, так же как и строматолиты,—это сложные компоненты, являющиеся продуктом биогенной концентрации извести, которая может осуществляться одним их двух способов: физиологическим или органическим, а чаще в результате их сочетания и при участии биохимического осаждения вещества. Немаловажную роль играет гидродинамический фактор, который обеспечивает свободное перекатывание зерен по дну, благодаря чему формирующиеся желваки приобретают сферическую форму.Образование биогенных желваков происходит в седиментогенезе.

Вторичные изменения. При замедлении скорости осадконакопления биогенные желваки бывают подвержены процессам биохимической грануляции. Нередко наблюдается их замещение доломитом или некарбонатными минералами, например, пиритом. При перекристаллизации породы желваки могут быть замещены агрегатом яснокристаллического кальцита вместе с вмещающей их массой.

Литогенетические типы. Известняки, в которых биогенные желваки являются главным породообразующим компонентом, приурочены к основанию рифовых построек и верхней части предрифового склона, а также к отмелям закрытого шельфа; другие типы известняков, для которых они являются второстепенным компонентом, наиболее характерны для отмелей закрытого и открытого шельфа в зонах повышенной гидродинамической активности. Характерные литотипы №№ 4, 15, 19 и 32 (табл. Б).

Литература: [2, 55, 77, 103].

Бесскелетные форменные компоненты

Онколиты

Таблицы 56, 57

Определение. Это округлые или овальные карбонатные образования, которые являются продуктом жизнедеятельности синезеленых водорослей (цианобактерий), оплетающих карбонатные зерна различного происхождения при их свободном движении (перекатывании) по дну.

Терминология. Англ.—oncolite—онколиты; pseudooncolite—псевдоонколиты [5, 104].

Состав. Кальцитовый, доломитовый.

Цвет. В шлифе в проходящем свете—темные слойки чередуются со светлыми.

Форма и размер. Обычно округлые или овальные, но иногда форма может быть менее правильной—лепешкообразной, некоторые из них имеют бугорчатую поверхность.

Размер обычно изменяется от долей миллиметра до нескольких миллиметров, но бывает и значительно более крупный размер.

https://jurassic.ru/

Внутреннее строение. Онколиты имеют пелитоморфную, микрозернистую и сгустковую микроструктуры, которые обычны для строматолитов, кроме того, для них характерно концентрически–слоистое строение, что сближает их с биогенными желваками. В центре онколита могут находиться раковина, обломок раковины или онколита.

Формы нахождения в породе. Разновидностью онколитов являются псевдоонколиты, представляющие собой округлые образования неясного происхождения, внутренняя часть которых сложена микрозернистым карбонатным материалом, а внешняя—представляет собой светлую, не очень ровную по ширине, каемку тонкокристаллического доломита [1]. Онколиты служат основным породообразующим компонентом в биохемогенных онколитовых известняках, а в пелитоморфных, пеллетовых и некоторых других типах известняков они играют подчиненную роль.

Процессы и стадии образования. Основным является процесс биохимического осаждения извести синезелеными водорослями на поверхности карбонатных зерен в условиях повышенной гидродинамической активности. При неоднократном нарушении и возобновлении роста и развития, вызванных резкими изменениями гидродинамической обстановки, онколиты приобретают сложную форму и внутреннее строение; на морфологию онколита влияет также форма зерна, которое заключено внутри онколита. Происхождение псевдоонколитов не совсем ясно; скорее всего они образуются в процессе диагенетических изменений онколитов.

Образование онколитов происходит в процессе седиментации.

Вторичные изменения. Онколиты подвергаются диагенетической доломитизации и пиритизации; ядро онколита нередко бывает перекристаллизовано.

Диагностические признаки. Онколиты по внутреннему строению сходны со строматолитами, но отличаются от них по морфологии, так как не образуют органогенных построек. Округлая форма и концентрически–слоистое строение сближает их с биогенными желваками; однако, в отличие от последних, никакие организмы, кроме синезеленых водорослей, не принимают участие в строении онколитов.

Литогенетические типы карбонатных пород. Онколиты характерны для отложений открытого мелководного шельфа, водорослевых рифов и строматолитовых органогенных построек (находятся в основании этих построек или на их периферии), а также межбиогермных и лагунных отложений; в переотложенном состоянии они обнаруживаются в отложениях подводных аккумулятивных поднятий континентального склона. Псевдоонколиты обычно встречаются в отложениях иловых впадин закрытого шельфа. Литотипы №№: 15, 23, 24, 36, 66, 68 и 68А (табл. Б).

Литература: [1, 2, 6, 22, 55, 93, 104, 114].

Микрофитолиты

Таблица 58

Определение. Микрофитолиты—это проблематичные карбонатные образования, являющиеся продуктом жизнедеятельности синезеленых водорослей (цианобактерий).

Терминология. Название «микрофитолиты» применяют для весьма разнородных по морфологии и происхождению компонентов: микроонколитов, копролитов и катаграфий. Термин, в основном, используют при изучении докембрийских и нижнепалеозойских отложений.

Состав. Доломитовый, реже кальцитовый.

Цвет. В шлифе в проходящем свете выделяются темные и светлые участки.

Форма и размер. Форма может быть различной: округлой или овальной, неправильной, неправильно–эллипсоидальной или сложной.

Размер—обычно менее 1 мм, но могут быть и более крупные зерна.

Внутреннее строение. Микроструктура чрезвычайно разнообразна: радиально–лучистая, узорчатая, пузырчатая, сгустковая, микрозернистая. В микроонколитах перечисленные микроструктуры сочетаются с концентрическим слоистым строением. Некоторые формы имеют радиальные элементы:

https://jurassic.ru/

микрозернистые столбики, пятна, лучи; последние в одних случаях могут проходить в центральную зону микроонколита, а в других—лучистая оболочка четко ограничена от ядра.

Формы нахождения в породе. Среди микрофитолитов наименее определенными формами являются катаграфии. Последние представляют собой неслоистые компоненты неправильной формы в виде комочков или сгустков со сложной внутренней структурой. По морфологическим признакам в составе микрофитолитов выделяется ряд групп (озагии, радиозусы, везикуляритесы, вольвателлы, нубекуляритесы и др.).

Процессы и стадии образования. В зависимости от состава микрофитолитов они могут быть образованы биохимическим осаждением извести синезелеными водорослями и бактериями в условиях повышенной гидродинамической активности (микроонколиты) или в результате жизнедеятельности илоедов (копролиты); генезис катаграфий пока что менее ясен, скорее всего они имеют такое же происхождение, как и копролиты.Микрофитолиты образуются в процессе седиментогенеза.

Вторичные изменения. Микрофитолиты могут быть гранулированы, перекристаллизованы или замещены вторичными минералами. Радиальная лучистость является продуктом изменения ориентировки зерен карбонатного материала при перекристаллизации.

Обстановки осадконакопления. Микрофитолиты широко распространены в доломитах, а также известняках и карбонатных песчаниках приливно–отливных равнин и других участков мелководного моря со свойственными им условиями переменной и повышенной солености. Часто микрофитолиты приурочены к строматолитовым органогенным постройкам. Крупные формы (1–6 мм) микроонколитов группы Osagia связаны с зонами сильных течений. При определенных условиях микрофитолиты, в особенности мелкие, могут быть переотложены в более глубокие зоны шельфа.

Примечание. Группы микрофитолитов, выделенные по морфологическим признакам, были широко использованы при стратиграфическом расчленении докембрийских и нижнепалеозойских отложений Русской и Восточно–Сибирской платформ; некоторые из этих групп играют роль и при генетической диагностике пород.

Литература: [19, 29, 30, 31, 40, 61, 65–67, 68, 85, 93].

Оолиты, зачаточные оолиты, псевдооолиты и сферолиты

Таблицы 59–63

Определение. Оолиты—это сферические и полусферические (овальные, эллипсоидальные) образования с центральным ядром, окруженным многочисленными оболочками, придающими им отчетливое концентрическое строение. Зачаточные оолиты—разновидность оолитов, состоящая из ядра, одетого тонкой оболочкой, имеющей оолитовую структуру. Псевдоолиты—сферические образования с четкими контурами, состоящие из микрозернистого кальцита без центрального ядра и оболочек. Сферолиты—округлые образования, состоящие из тонких вытянутых, волокнистых кристаллов, радиально расположенных вокруг центра кристаллизации; в скрещенных николях наблюдается крестообразное погасание.

Терминология. Оолиты—англ. ooliths,син ooids; ooliths; ovulites; мелкие оолиты—small ooliths; крупные оолиты—large ooliths (син. pisoliths); зачаточные оолиты—superficial ooliths. [6, 104].

Состав. Кальцитовый, арагонитовый, редко железистый.

Форма и размер. См. определение; форма мелких оолитов обычно более правильная в сравнении с крупными и зачаточными.

Размер изменяется от долей миллиметра до нескольких сантиметров. Оолиты по размеру подразделяются на мелкие (менее 1 мм) и крупные.

Внутреннее строение. Оболочки состоят из тангенциально или радиально ориентированных кристаллов кальцита или арагонита. Ядром может служить кристалл, детритовая частица или терригенное зерно. Размер ядра обычного оолита не превышает пяти процентов размера самого оолита, а ядро зачаточного оолита по размеру в несколько раз больше обрастающей его оболочки.

https://jurassic.ru/

Формы нахождения в породе. Оолиты и их разновидности служат основным компонентом в оолитовых известняках, относящихся к группе биохемогенных и второстепенным—в органогенно–обломочных, водорослевых и некоторых других типах известняков.

Процессы и стадии образования. Образование оолитов связанно с биохимическим осаждением извести на поверхности частиц в условиях их свободного перекатывания по дну. По данным современного осадконакопления и результатам лабораторных исследований, радиальная ориентировка кристаллов в оболочках образуется в условиях слабых, а тангенциальная—более сильных волновых движений. Границы слойков связаны с приостановкой движения (перекатывания) оолитов, во время которой на поверхности зерна образуется пленка синезеленых водорослей.

Форма оолитов нередко обусловлена формой ядра. Во время резкого, связанного со штормами, волнового воздействия оолиты нередко раскалываются, а их фрагменты при возобновлении оолитообразования могут служить ядрами новых оолитов, повторяющих их форму.Образование пседоооолитов и сферолитов объясняется вторичными преобразованиями оолитов.

Оолиты образуются на этапе седиментогенеза, а сферолиты и псевдоолиты—в процессе диагенетических преобразований осадка.

Вторичные изменения. Образование пседоооолитов связано с грануляцией оолитов во время перерывов в осадконакоплении, а сферолиты, являются продуктами перекристаллизации оолитов. Часто наблюдается метасоматическое замещение оолитов доломитом, а при определенных условиях оолиты выщелачиваются, в результате чего порода может приобрести отрицательно оолитовую структуру.

Диагностические признаки. При диагностике псевдоооолитов и сферолитов косвенным признаком для них служит совместное присутствие в породе с оолитами.

Литогенетические типы. Образование оолитов обычно происходит на отмелях закрытого и открытого шельфа в зонах волнений и течений или приурочено к намывным валам и косам, а также водорослевым и цианофитовым матам внутренних частей водорослевых банок.Характерные литотипы №№ 33, 62. Мелкие оолиты присутствуют в литотипах №№ 29–32 и 73, крупные—в литотипе № 28, а зачаточные—в литотипах №№ 18, 24, 30, 72 и 73 (табл. Б).

Литература: [1, 6, 22, 91, 92, 93, 104, 111].

Комки (пелоиды) пелитоморфного кальцита

Определение (краткая характеристика). Форменные компоненты различного происхождения округлой, овальной или неправильной формы, состоящие из пелитоморфного и микрокристаллического кальцита. Форма и четкость границ комка зависят от его происхождения. Название "пелоид" чаще всего употребляют для зерен плохой сохранности, генезис которых не ясен.Если комки не изменены вторичными процессами, то среди них могут быть выявлены разновидности, характеристика которых приведена ниже.

Терминология. Англ.—peloids. [22].

Комки и сгустки водорослевого происхождения

Таблицы 64–68

Определение. Это компоненты округлой, неправильной или неопределенной формы, часто с расплывчатыми краями; внутри комков могут сохраняться реликты структуры синезеленых водорослей в виде тонких светлых канальцев, пронизывающих пелитоморфную карбонатную массу.

Терминология. Англ.—algal lump—водорослевые комки. В английской терминологии не употребляют широко распространенное в отечественной литературе понятие «сгусток водорослевого происхождения» [6, 103]. По–английски «сгусток»—clot, поэтому при переводе на английский язык «водорослевые сгустки», вероятно, могут быть названы algal clot.

https://jurassic.ru/

Состав. Кальцитовый.

Цвет. В шлифе в проходящем свете в основном темный; реликтовые участки—светлые, прозрачные.

Форма и размер. Существует несколько разновидностей комков, отличающихся по форме. К первой из них относят компоненты округлой или овальной продолговатой формы, а ко второй—неопределенной, в виде сгустков; для некоторых из комков характерна неровная бугорчатая поверхность.Размер обычно изменяется от долей до полутора миллиметра, реже встречаются более крупные.

Внутреннее строение. Основная масса комка характеризуется пелитоморфными или микрозернистым строением; на ее фоне нередко выделяются светлые участки яснокристаллического кальцита—реликты водорослевых каналов.

Формы нахождения в породе. В иностранной литературе описана особая разновидность комков водорослевого происхождения (англ.—algul lump), представляющая собой агрегат мелких карбонатных зерен (пеллет, копролитов или мелких оолитов), склеенных обызвествленной водорослевой слизью; в этих комках, для которых характерна неровная бугорчатая поверхность, иногда наблюдается неотчетливо выраженное неправильно концентрическое строение.

Комки и сгустки водорослевого происхождения служат основным компонентом различных типов пелитоморфных известняков, характеризующихся сгустковой или сгустково–комочковой структурами (сферово–сгустковых, сферово–узорчатых, биоморфно–детритово–сгустковых и некоторых других).

Процессы и стадии образования. Комки овальной , а в поперечном сечени округлой (в шлифе) формы, в основном представляют собой фрагменты известковых корок, образованных в результате биохимического осаждения вещества на поверхности водорослевых пленок и разрушенных вследствие усыхания и растрескивания; указанная выше форма комков—следствие скручивания этих фрагментов. Комки неопределенной формы или сгустки могут представлять собой отчлененные от субстрата (детритовых частиц) корки синезеленых водорослей или минерализованную водорослевую слизь. Нередко комки образуются вследствие грануляции обрывков известковых синезеленых водорослей. Водорослевые пленки и в особенности водорослевая слизь могут «улавливать» мелкие частицы различного происхождения, осаждающиеся на их поверхности, что приводит к образованию комков особого типа, о которых сказано выше.

Комки и сгустки водорослевого происхождения образуются в сингенезе. Образование комков типа «algal lumps», а также продуктов грануляции остатков синезеленых водорослей относится к самым ранним стадиям диагенеза.

Вторичные изменения. Характерно метасоматическое замещение пелитоморфного кальцита основной массы сгустков и комков ромбоэдрами доломита.

Диагностические признаки. В процессе грануляции и слабой перекристаллизации следы водорослевых структур, как правило, исчезают. К водорослевым комкам могут быть ошибочно отнесены фораминиферы типа палеонубекулярий или толипаммин плохой сохранности, что обнаруживается при внимательном изучении реликтовых структур.

Литогенетические типы карбонатных пород. Эти компоненты характерны для тыловых частей рифа и отложений закрытого шельфа— литотипы №№ 67, 68 и 71 (табл. Б).

Литература: [1, 22, 47, 113, 124].

Микрокопролиты

Таблицы 69–72

Определение. Микрокопролиты—это продукт переработки ила беспозвоночными животными илоедами (червями, иглокожими, различными моллюсками, мелкими ракообразными) в виде известковых комков. Формы и размер их зависят от принадлежности тому или иному организму, продуктом жизнедеятельности которого они являются.

Терминология. Микрокопролиты—ископаемые фекалии (англ.—faecal pellet, синоним coprolites) [103].

Состав. Известковый.

https://jurassic.ru/

Цвет. В шлифе в проходящем свете темный, характерный для компонентов, состоящих из криптокристаллического кальцита.

Форма и размер. В продольном сечении чаще всего эллипсоидальная, в виде палочек, неправильно цилиндрическая, усеченно–коническая, овальная с заостренными слегка загнутыми краями («хвостатые») и пр., а в поперечном сечении—обычно округлая, овальная или неправильно овальная. Встречаются копролиты, прихотливо закрученные наподобие кишок. При перемещении в условиях повышенной гидродинамической активности копролиты могут быть окатаны. Естественно, что «хвостатые» копролиты при этом теряют свои заостренные окончания. Обычно размеры копролитов колеблются в одном образце в узких пределах (например, 0,05–0,2 мм; 0,10–0,25 мм, 0,20–0,50 мм).

Внутреннее строение. Основная масса пелитоморфная. В ней могут присутствовать включения терригенных зерен алевритовой и песчаной размерности, обломков скелетов, органогенного детрита, в том числе спикул губок, и шлама. В копролитах неправильно–цилиндрической и усеченно–конической формы отмечаются участки яснокристаллического кальцита—внутренние просветы, выделяющиеся на фоне темной пелитоморфной массы.

Формы нахождения в породе. Если копролиты служат основным компонентом в породе, они обычно слагают тонкие, редко значительные по мощности (до 3 м) прослои копрогенных известняков. В некоторых случаях эти известняки могут быть продуктом литификации аллохтонного копрогенного известкового осадка, состоящего из окатанных копролитов. В тех случаях, когда копролиты являются второстепенным компонентом, они присутствуют в виде небольших скоплений различной формы, например, в виде прерывистых цепочек, состоящих из нескольких копролитов, расположенных по одной линии, или заполняющих норки илоедов; окатанные копролиты, как правило, заключены в яснокристаллическом кальцитовом цементе органогенно–обломочных известняков.

Процессы и стадии образования. В образовании копролитов принимают участие процессы биогенной деструкции и биотурбации, вызванные жизнедеятельностью илоядных организмов, пропускающих карбонатный ил вместе с содержащимися в нем скелетными остатками и другими частицами через пищеварительный тракт. Образование аллохтонных копролитовых известняков происходит под действием механогенных процессов, связанных с транспортирующими агентами (водой и ветром); при этом, благодаря сортировке, может происходить обогащение осадка этими компонентами.

Образование копролитов приурочено к седиментогенезу и раннему диагенезу.

Вторичные изменения. Замещение доломитом, пиритом и некоторыми другими некарбонатными минералами под влиянием метасоматических преобразований; замещение агрегатом яснокристаллического кальцита при интенсивной перекристаллизации вмещающей породы.

Диагностические признаки. 1. Копролиты довольно широко распространены в современных осадках и представляют собой довольно прочные комочки, которые бывает трудно разрушить руками. 2. Копролиты могут иметь сходство с пелоидами иного происхождения. Основными отличительными признаками являются сочетание четких формы и границ копролитового комка с определенной размерностью, которая изменяется в одном и том же образце в небольших пределах.

Литогенетические типы карбонатных пород. Копролиты наиболее характерны для отложений зон мелкого моря, отгороженных от прямого действия волн и течений (закрытый шельф); кроме того, они могут присутствовать в известняках мелководных шельфовых равнин и баров открытого шельфа—литотипы №№ 28, 33, 34, 36, 37, 67 и 71 (табл. Б).

Литература: [1, 2, 22, 103].

Комки грануляции

Таблицы 73–75

Определение. Целые скелеты и фрагменты скелетов различных организмов, подвергшиеся перекристаллизации, в результате которой произошло уменьшение размера зерен слагающего их яснокристаллического кальцита.

https://jurassic.ru/

Терминология. Англ.—micritizated fossial [103].

Состав. Кальцитовый.

Цвет. В шлифах темный, обычный для крипто– и микрозернистых компонентов.

Форма и размер. Определяются морфологией гранулированного скелетного остатка.

Внутреннее строение. Комки грануляции характеризуются крипто– и микрозернистой микроструктурой; в них могут сохраниться реликтовые участки скелетного остатка, разрушенного процессами грануляции.

Формы нахождения в породе. В одних случаях комки грануляции представляют собой отдельные включения в биоморфно–детритовых и органогенно–обломочных известняках, а в других—при интенсивном развитии процессов—они составляют основную часть породы.

Процессы и стадии образования. Перекристаллизация скелетных остатков с уменьшением размера зерен—грануляция—бывает связана с процессами биохимической и физико–химической деструкции. Биохимическая грануляция определяется жизнедеятельностью синезеленых водорослей, обволакивающих и сверлящих скелетные остатки. Замечено, что не все органогенные остатки подвержены грануляции в одинаковой степени; например, многие раковины фораминифер оказываются гранулированными значительно раньше, чем остатки иглокожих и брахиопод. Физико–химическая грануляция может быть вызвана быстрой перекристаллизацией скелетных остатков при одновременном наличии большого числа центров кристаллизации.

Биохимическая грануляция, осуществляемая синезелеными водорослями, относится к этапу седиментогенеза, а физико–химическая—вероятно, к раннему и позднему диагенезу.

Вторичные изменения. В процессе очень раннего диагенетического уплотнения осадка, содержащего большое число комков грануляции, при отсутствии связующей массы может произойти их слияние с образованием участков или отдельных прослоев, состоящих из пелитоморфного кальцита. Гранулированные участки особенно сильно подвержены процессам выщелачивания.

Диагностические признаки. Присутствие в комках реликтовых структур гранулированных остатков или их сходство по форме и размеру со скелетными остатками, находящимися в данном образце, но не затронутыми процессами биохимической или физико–химической деструкции столь интенсивно, позволяет отличить их от комков иного генезиса.

Обстановки осадконакопления. Комки грануляции широко распространены в отдельных зонах закрытого шельфа, в том числе приливно–отливных. Широкое развитие основных грануляторов—синезеленых водорослей—обычно происходит в условиях коротких по времени перерывов в осадконакоплении, не сопровождающихся размывом.

Литература: [22, 52, 82, 103, 113].

Комки заполнения

Таблицы 76–79

Определение. Мелкие округлые образования пелитоморфного кальцита, обособленные из вещества, заполняющего полости некоторых трубчатых водорослей и раковин, например, фораминифер, гастропод и двустворчатых моллюсков, при их перекристаллизации.

Терминология. Термин «комки заполнения» введен С.В. Максимовой [51]; ему соответствует англ. stein kerns; синонимы—internal casts; endocasts [105].

Состав. Известковый.

Цвет. В шлифе в проходящем свете темный, характерный для пелитоморфного кальцита.

Форма и размер. Комки заполнения могут быть двух типов: к первому их них относятся мелкие округлые образования, связанные своим происхождением с некоторыми трубчатыми водорослями, а ко второму—более крупные комки, форма и размер которых отвечает морфологии пустотного пространства раковин, на месте которого они образовались.

https://jurassic.ru/

Внутреннее строение. Агрегатное крипто–и микрозернистое.

Формы нахождения в породе. Комки заполнения обычно приурочены в известняках к участкам новообразованного яснокристаллического кальцита. Эти компоненты могут присутствовать в породе в значительном количестве или единично.

Крупные единичные комки, как правило, представляют собой ядра разрушенных раковин или характерный для той или иной раковины слепок.

Процессы и стадии образования. Образование комков заполнения рассмотрено в работе [51] на примере широко распространенных в девон–каменноугольных отложениях Волго–Уральской области водорослевых известняков, сложенных определенными разновидностями трубчатых водорослей. Как следует из этой работы, при образовании комков заполнения главную роль играют процессы перекристаллизации, благодаря которым стенки водорослей разрушаются и превращаются в агрегат яснокристаллического кальцита, сливающийся с новообразованным кальцитом связующей массы; при этом пелитоморфный кальцит, заполняющий полости трубочек, обособляется в виде скоплений мелких комочков.

Механизм образования крупных комков, являющихся продуктом перекристаллизации раковины, сходен с предыдущим. Однако в отличие от него обособившиеся в результате этого ядра или внутренние слепки сохраняют свою форму и поэтому полностью отражают морфологию пустотного пространства скелетов.

Образование внутренних слепков чаще всего происходит при перекристаллизации раковин гастропод; причинами тому служат повышенная способность раковин этих организмов к перекристаллизации, сложное строение их внутренней полости, а, кроме того, то обстоятельство, что комки заполнения не перемещаются в осадке.

Комки заполнения наиболее характерны для стадии раннего диагенеза.

Вторичные изменения. При более интенсивной перекристаллизации комки заполнения вслед за стенками раковин, водорослевыми чехлами и вмещающей массой могут быть замещены агрегатом яснокристаллического кальцита.

Диагностические признаки. 1. Диагностика комков заполнения в перекристаллизованных водорослевых известняках основывается на том, что в шлифах практически всегда находится последовательный ряд изменений водорослевых трубок—от незначительных, до полного исчезновения. 2. В сильно перекристаллизованных известняках не только сохранившиеся остатки скелетов, но и комки заполнения, могут быть использованы для выявления их первоначальной органогенной структуры.

Обстановки осадконакопления. Известняки с комками заполнения характерны для отмелей закрытого шельфа и внутририфовых лагун.

Литература: [51, 52, 105, 124].

Составные зерна

Таблицы 80–91

Определение. Агрегаты мелких карбонатных частиц различного генезиса, сцементированных арагонитом или кальцитом, способных перенести транспортировку и переотложение внутри бассейна осадконакопления, связанное с мелкими подводными размывами.

Терминология. Синоним «гроздьевидные комки», «виноградный камень» (англ.—composite grains, grapestone, lumps) [6, 103, 104].

Состав. Для грейпстоунов характерен карбонатный состав частиц (кальцит, доломит) и цемента (кальцит, арагонит).

Форма и размер. Составные зерна по форме более всего похожи на гроздь винограда, с чем и связаны их название: «гроздьевидные комки».

Обычно размер составных зерен не превышает 1 мм, но встречаются и более крупные зерна.

https://jurassic.ru/

Внутреннее строение. Компонентами составных зерен могут служить копролиты и другие комки, оолиты, детритовые частицы. Цемент состоит из микрокристаллического агрегата карбонатных минералов или игольчатых кристаллов, нарастающих перпендикулярно поверхности компонентов.

Формы нахождения в породе и осадках. Встречаются несколько разновидностей составных зерен. К одной из них относятся составные зерна, окруженные водорослевой оболочкой (англ. algally encrusted lumps), к другой—имеющие оолитовую оболочку (англ. botryoidal lumps), а к третьей—без оболочки.

Современные гроздьевидные комки широко распространены близ края Большой Багамской банки.

Процессы и стадии образования. Скрепление отдельных частиц, слагающих составные зерна, вероятно, вызвано метабиогенным осаждением извести, но не повсеместным, а локальным, в пределах нахождения двух или нескольких соседних частиц, окруженных пленками ОВ бактериального происхождения, что приводит к мелкопятнистой цементации осадка. В дальнейшем, при его разрушении под действием штормовых волн, приливно–отливных течений или вследствие биотурбации, сцементированные частицы переотлагаются в виде новообразованного компонента—составного зерна. Прочности такого зерна способствует образование вокруг него водорослевой или оолитовой оболочки.

Образование составных зерен приурочено к стадиям сингенеза и раннего диагенеза.

Вторичные изменения. Образование арагонитовых оболочек, которые цементируют отдельные частицы, происходит при участии цианобактерий и поэтому нередко сопровождается процессами грануляции, затушевывающей внутреннюю структуру составного зерна.

Диагностические признаки. Составные зерна трудно отличимы от водорослевых комков, содержащих включения мелких карбонатных частиц различного происхождения. Диагностическим признаком первых из них может служить плотная упаковка карбонатных зерен различного происхождения, связанных пленочным цементом, а вторых—беспорядочное расположение этих зерен среди основной пелитоморфной или микрокристаллической массы кальцита.

Литогенетические типы карбонатных пород. Составные зерна без оолитовых оболочек характерны для отложений закрытого шельфа, формировавшихся в условиях повышенной гидродинамической активности (литотип № 71), а с оболочками—приурочены к отложениям внутренних участков карбонатных банок — литотипы №№ 18, 24, 72 и 73 (табл. Б).

Литература: [6, 22, 47, 99, 100, 103, 104, 113, 125–128]

Интракласты

Таблицы 92–98

Определение. Это фрагменты частично литифицированного карбонатного осадка, который подвергся разрушению и переотложению (в виде обломков) в пределах бассейна седиментации. В противоположность интракласту, существуют термины «литокласт» (англ.—lithoclast) и «экстракласт» (англ.—extraclast), употребляемые для обломков, происхождение которых связано с эрозией более древних карбонатных пород за пределами области накопления [103, 104].

Терминология. Англ.—intraclasts [127].

Состав. Определяется составом осадка разрушенного слоя; может быть кальцитовым или доломитовым, а в отдельных случаях—глинистым.

Форма и размер. Одни интракласты представляют собой бесформенные обломки, а другие определенной формы обломки с четкими контурами. Последние могут подразделяться по степени окатанности на следующие фракции: остроугольные, угловатые, угловато–окатанные и окатанные.

Размер обычно колеблется в пределах крупно песчаной (0,5–1 мм) или гравийной (1–10 мм) фракций, но бывают более мелкие и значительно более крупные интракласты.

Внутреннее строение. Реликтовое—отвечает структуре осадка разрушенного слоя.

Формы нахождения в породе. В одних случаях интракласты присутствуют в виде единичных включений, а в других—составляют значительную часть породы. Последнее особенно характерно для

https://jurassic.ru/

органогенно–обломочных известняков. Если содержание данных компонентов в породе превышает 50%, то она может быть названа известняком (доломитом) интракластовым.

Процессы и стадии образования. Интракласты являются продуктом механического разрушения осадка в зоне неустойчивого гидродинамического режима; в этих условиях спокойная обстановка и замедленная седиментация, сопровождаемые частичной литификацией осадка и образованием участков так называемого «твердого дна» («hard ground»), сменяются периодами резкого повышения гидродинамической активности, в результате чего происходят взламывание ранее отложившегося осадка, образование обломков (интракластов) и их переотложение. Последнее может происходить в непосредственной близости от места разрушения и образования интракластов или в соседних зонах. Внутреннее строение осадка, который был разрушен, нередко определяет форму интракласта—так, если осадок был слоистым, то образуются интракласты продолговатой формы. От степени литификации осадка зависит не только четкость контуров обломка, но и возможность их более или менее длительного переноса. И, наконец, тип и интенсивность гидродинамики определяют окатанность интракластов.

Образование интракластов происходит на стадии седиментации; вместе с тем в самом обломке (интракласте) могут наблюдаться следы диагенетических преобразований осадка, продуктом разрушения которого он является.

Вторичные изменения. Для интракластов наиболее характерны вторичные изменения, вызванные грануляцией, затушевывающей внутреннюю структуру обломочного зерна. Кроме этого, в процессе метасоматоза интракласты могут замещаться вторичными минералами (доломитом, пиритом, гипсом, ангидритом и пр.), а при интенсивной перекристаллизации вмещающей породы—агрегатом ясно-кристаллического кальцита. Особый тип вторичных изменений характерен для участков твердого дна и связанных с ними интракластов, которые во время перерывов в осадконакоплении нередко покрываются пленкой водорослево–бактериальной слизи. Последняя при разложении в восстановительных геохимических условиях замещается пиритом, благодаря чему на поверхности твердого дна и вокруг интракластов образуется пиритовая кайма; подобные интракласты именуются в литературе «черными гальками».

Диагностические признаки. Обломок может быть отнесен к интракласту на основании сходства состава и структуры с одним из слоев вмещающих отложений или наличия в обломке фауны, одновозрастной вмещающей породе. Присутствие скелетных остатков или реликтов структуры и текстуры эродированных осадков в интракластах позволяют отличить их от комков (пелоидов) различного генезиса.

Литогенетические типы карбонатных пород. Интракласты характерны для обломочных (интракластовых) органогенно–обломочных известняков прибрежно–морского мелководья в зоне периодического резкого повышения гидродинамической активности, (например, во время штормов)—литотипы №№ 30, 32, 34, 67, 72, 75 (табл. Б).

Литература: [22, 103,104, 127].

https://jurassic.ru/

Часть IV. Агрегаты минералов

Карбонатные минералы

Пелитоморфный и микрокристаллический кальцит

Таблицы 99–110

Определение. Пелитоморфный и микрокристаллический кальцит—это агрегат мельчайших неразличимых простым глазом зерен. Пелитоморфный (криптокристаллический) агрегат состоит из зерен размером менее 0,05 мм, а микрокристаллический—размером 0,05–0,1 мм.

Терминология. Пелитоморфный, синоним «криптокристаллический» (англ.—cryptocrystalline). Для обозначения частиц пелитовой фракции в англоязычной литературе используют термин micrite (русск.—микрит), введенный Фолком для химического и биохимического осадков, состоящих из зерен кальцита размером 1–4 мкм, которые образовались in situ или испытали незначительное перемещение в пределах данного седиментационного бассейна [127, 128].

Состав (химический). $CaCO_3$ с различным содержанием примесей $MgCO_3$ и $SrCO_3$, в зависимости от состава полиморфных разновидностей (низкомагнезиальный кальцит, арагонит), слагающих агрегат [60].

Цвет. В образце—белый или серый, до черного; под микроскопом в проходящем свете цвет агрегата зависит от размера его зерен: чем они мельче, тем темнее цвет.

Внутреннее строение. В зависимости от способа образования карбонатный ил может в одних случаях состоять из смеси кристаллов и обломков кристаллов кальцита или кальцита и арагонита, а в других–из мельчайших игольчатых кристаллов арагонита; в процессе литификации он превращается в агрегат ксеноморфных зерен кальцита.

Формы нахождения в породе. Существует два типа пелитоморфного кальцита: автохтонный (англ. automicrite)—осажденный на месте образования или перемещенный незначительно (в пределах одной фациальной зоны) и аллохтонный (англ. allomicrite), претерпевший до осаждения перенос на значительное расстояние (через одну или несколько фациальных зон). Эти типы пелитоморфного кальцита распознают по характерным для них формам нахождения. Первый из них распространен среди следующих разновидностей неслоистых известняков: а) биоморфно–детритовых, б) пелитоморфных с большим числом неотсортированных и неокатанных скелетных остатков; в) пелитоморфных с реликтами органогенной и органогенно–обломочной структур; г) сгустковых, сферовых и сферово–узорчатых и др.; д) однородных без включений. Второй тип характерен для тонкослоистых, часто глинистых и алевритовых известняков.

Процессы и стадии образования. Образование пелитоморфного кальцита (арагонита) связано с различными группами процессов—биогенными, механогенными и, возможно, физико–химическими. Основная масса автохтонного пелитоморфного кальцита образуется под действием биогенных процессов—биохимического осаждения извести из морской воды и биохимической деструкции скелетов организмами.

Биохимическое осаждение извести, так называемый метабиогенный способ, осуществляется при косвенном участии живых организмов; при этом главную роль играют цианобактерии или синезеленые водоросли. В процессе их жизнедеятельности происходит изменение физико–химических параметров среды осаждения, в первую очередь значений PH, наиболее сильно влияющих на растворимость карбоната кальция. Осаждение кальцита (PH > 7) происходит на поверхности водорослевых колоний и может быть, в зависимости от их размера и распространения, локальным или обретать площадной характер. В последнем случае образуются неоднородные сгустковые, комковато–сгустковые или биоморфно–детритовые сферовые и сферово–узорчатые известняки с обильным пелитоморфным кальцитом, имеющим сгустковую структуру. Биохимическая деструкция каркаса

https://jurassic.ru/

органогенных построек, а также скелетов и водорослевых чехлов колониальных и одиночных организмов, осуществляется сверлящими организмами—синезелеными водорослями, губками, двустворчатыми и брюхоногими моллюсками. В результате их деятельности целые каркасы и скелеты распадаются на фрагменты—органогенный детрит, шлам и пелитоморфный кальцит, составляющие главные породообразующие компоненты биоморфно–детритовых и пелитоморфных с включениями скелетных остатков неслоистых известняков.

Близкая к этому типу форма биохимической (реже физико–химической) деструкции связана с процессами раннедиагенетической грануляции скелетных остатков, а также обломков известняков, например интракластов, синезелеными водорослями. Обычно это происходит во время кратковременных перерывов в осадконакоплении; при более длительном и интенсивном протекании процессов грануляции известняки различного типа (биоморфно–детритовые, органогенно–обломочные и др.) превращаются в пелитоморфные. Происхождение этих известняков распознается по реликтовым структурам, а участие в процессе грануляции синезеленых водорослей—по наличию в породе комков и сгустков водорослевого происхождения или корковых наростов на скелетных остатках.

Существенно иной способ биохимической деструкции, приводящей к образованию значительных масс пелитоморфного кальцита, описан в литературе, на примере современных осадков [47]. Он связан с разрушением обширных водорослевых покровов, разрастающихся на мелководье. После отмирания организмов и разложения мягкой ткани водорослевые чехлы рассыпаются на составляющие их кристаллы арагонита игольчатой формы, в результате чего образуется арагонитовый осадок без каких–либо следов органогенной структуры. Тонкие известковые илы современных осадков, в значительной мере состоящие из арагонитовых иголочек водорослевого происхождения, а также образованных вследствие химического осаждения из морской воды, в ископаемом состоянии не сохраняются; раннедиаганетические и более поздние преобразования, сопровождаемые процессами инверсии растворения, осаждения и перекристаллизации вещества, приводят к замещению этих илов мозаичным агрегатом равных по величине (3–4 мкм) кристаллов низкомагнезиального кальцита.

В литературе отмечаются и другие способы осаждения извести, из которых назовем два наиболее важных. Один из них—биохимический—может быть вызван так называемыми «уайтингами»—явлением образования белой известковой пленки, покрывающей большие пространства океанской воды, и, вероятно, обязанной своим происхождением цветению планктонных водорослей, а второй (предположительно относится к ископаемым однородным пелитоморфным известнякам, не содержащим включений)—определяется возможным физико–химическим осаждением извести, происходящим без участия организмов.

Аллохтонный пелитоморфный кальцит характеризуется сложным механизмом образования. Его накоплению предшествует образование автохтонного пелитоморфного кальцита различными способами, указанными выше, и механическая транспортировка последнего в пределах бассейна седиментации. Один из характерных примеров последовательного ряда процессов, приводящих к накоплению огромных масс карбонатного вещества за пределами зоны его образования, связан с разрушением каркаса рифовых массивов. В начале действуют процессы биохимической деструкции, обусловливающие подтачивание каркаса и ослабление его прочности, а затем—механическое разрушение, чаще всего в результате штормовой деятельности, с последующим тонким истиранием карбонатных фрагментов, и, наконец, транспортировка и накопление. Подчиненное значение в образовании аллохтонного карбонатного материала имеет поступление его с суши в виде мельчайших обломков кристаллов.

Образование и накопление аллохтонного и основной массы автохтонного пелитоморфного карбонатного вещества относятся к этапу седиментогенеза; исключение составляет пелитоморфный кальцит, который является продуктом грануляции, происходящей в раннем диагенезе.

Вторичные изменения. В процессе вторичных изменений пелитоморфный кальцит может быть перекристаллизован и замещен агрегатом более крупных зерен. Если перекристаллизация протекает при участии бактерий, разлагающих ОВ, в осадке часто образуется неоднородная физико–химическая обстановка, характеризующаяся быстрым изменением значений pH и Eh в пределах одного слоя. В таких условиях одни участки основной массы замещаются агрегатом яснокристаллического кальцита,

https://jurassic.ru/

а другие сохраняют пелитоморфное строение. Последние представляют собой реликты первоначального осадка, присутствующие в виде мелких (не более 0,3 мм) комков разнообразной, часто неопределенной формы, находящихся среди агрегата яснокристаллического кальцита. Образование этих комков, названных С.В. Максимовой остаточными, рассмотрено в работе [52].

Крипто– и микрокристаллический кальцит связующей массы биоморфно–детритовых и некоторых других типов известняков в процессе перекристаллизации замещается изометрично–зернистыми агрегатами различных фракций кальцита, от тонко– до крупнозернистых; реже образуются друзовый агрегат или монокристаллы. При метасоматических процессах пелитоморфный кальцит замещается доломитом, ангидритом, пиритом.

Литогенетические типы карбонатных пород. Пелитоморфный кальцит является породообразующим компонентом разнообразных типов известняков, формировавшихся в различных фациальных зонах—от приливно–отливной до различных участков континентального склона. При этом автохтонное и аллохтонное карбонатное вещество обычно накапливается в различных участках бассейна с карбонатной седиментацией. Первое из них в основном приурочено к спокойным в гидродинамическом отношении мелководным участкам, в пределах которых активно действуют процессы биохимической деструкции и биохимического осаждения вещества в результате жизнедеятельности организмов, например, цианофитовые и бактериальные пелитоморфные карбонатные наслоения иловых холмов в пределах отмелей открытого шельфа или банок закрытого шельфа. А основная масса второго связана с зонами разгрузки мутевых течений в пределах глубокого шельфа и континентального склона или с областями развития доманикоидных глинисто–карбонатных осадков относительно глубокого шельфа. Характерные литогенетические типы: №№ 9, 10, 16, 26, 33, 35, 39–41, 42, 47, 48, 51–62, 65–70, 75–77 (табл. Б).

Литература: [1, 22, 47, 52, 70, 79, 82, 99, 111, 113, 127, 128].

Яснокристаллический кальцит

Таблицы 111–120

Определение. Кальцит является широко распространенным минералом из группы карбонатных.

Терминология. Термин яснокристаллический кальцит является описательным, применяемым для совокупного обозначения кальцита, размер кристаллов которого превышает 0,01 мм (англ.—sparite; синоним—sparry calcite) [105].

Состав (химический). $CaCO_3$ [60].

Форма и размер. Форма кристаллов может быть идиоморфной—таблитчатой, призматической, волокнистой (игольчатой) или гипидиоморфной—с отдельными правильными гранями; агрегаты могут быть сложены не только кристаллами, но и ксеноформными зернами.Яснокристаллический кальцит подразделяется по размеру на следующие фракции: тонкую (0, 01–0,1 мм), мелкую (0,1–0,25 мм), среднюю (0,25–0,5 мм), крупную (0,5–1 мм), грубую (более 1 мм).

Структурные агрегаты и формы нахождения в породе. Для яснокристаллического кальцита характерны следующие структурные типы: 1) волокнистый (англ. fibrous sparit), состоящий из мельчайших тонких кристаллов—образует ровные по толщине каемки вокруг форменных компонентов (крустификационный цемент), каемки вокруг зерен в виде менисков, козырьков, подвесок или мелкие выделения на контакте зерен (контактный цемент); 2) призматический кальцит (англ. prismatic sparit), состоящий из кристаллов размером до 0,25 мм—слагает ровные по толщине каемки на стенках пустот (инкрустационный цемент); 3) друзовый (син. блоковый; англ. drusy sparit), состоящий из кристаллов, размер и форма которых изменяются от мелких игольчатых до более крупных призматических и таблитчатых в направлении к центру полости, которую кальцит этого типа выполняет; 4) изометрично–зернистый или мозаичный агрегат (англ. granula sparit), может быть представлен несколькими разновидностями, различающимися по размеру зерен и степени их огранки,—выполняет пространство

https://jurassic.ru/

между форменными компонентами (цемент порового и базального типа или слагает основную массу перекристаллизованных известняков); 5) монокристаллы—чаще всего образуют каемки вокруг остатков иглокожих (регенерационный цемент); 6) кристаллы со сферолитовым строением (в скрещенных николях появляется черный крест) встречаются редко.

Процессы образования. В образовании кристаллов и агрегатов яснокристаллического кальцита принимают участие процессы инверсии, цементации, перекристаллизации и метасоматоза.

В современных осадках цемент каемочного типа, образованный при участии водорослей и бактерий, обычно состоит из высокомагнезиального кальцита или арагонита. Эти минералы из–за особенностей строения кристаллической решетки относятся к неустойчивым формам, которые позднее в процессе инверсии (замещение неустойчивых форм минерала устойчивыми) замещаются обычным низкомагнезиальным кальцитом; последний присутствует в ископаемом состоянии в виде агрегатов волокнистых или призматических кристаллов.

Цементация, происходящая в результате выпадения кальцита из поровых растворов в осадке или породе, приводит к формированию как агрегатов так и монокристаллов. В строении агрегатов принимают участие отмеченные выше структурные типы кальцита; при этом обычно вначале выделяются агрегаты волокнистых кристаллов в виде крустификационного цемента, после этого развиваются призматические и друзовые агрегаты, образующие каемки инкрустации, и, наконец, остаточное пустотное пространство залечивается мозаичным средне–мелкозернистым агрегатом таблитчатых зерен или монокристаллами. Последние в одних случаях возникают как следствие простого выпадения вещества из поровых растворов, а в других—в результате разрастания в пустоте монокристаллов, слагающих остатки иглокожих; характерно, что основной кристалл и образованная вокруг него регенерационная каемка имеют единую оптическую ориентировку.

В результате перекристаллизации кальцита основной или связующей массы, а также скелетных остатков, образуются изометрично–зернистые или мозаичные агрегаты кристаллов и зерен различной размерности. Они бывают тонкозернистыми, в основном состоящими из идиоморфных кристаллов; тонко–мелкозернистыми, мелко–среднезернистыми и средне–крупнозернистыми, состоящими из ксеноморфных зерен—продукта разрастания более мелких зерен яснокристаллического кальцита. В некоторых случаях данные процессы приводят к образованию призматических и друзовых агрегатов, а также монокристаллов; последние чаще всего являются результатом разрастания кристаллов, слагающих остатки иглокожих, но не благодаря выпадению вещества из поровых растворов, а вследствие перекристаллизации вмещающей массы.

Процессы метасоматоза вызывают замещение доломита кальцитом (дедоломитизация); кроме этого, яснокристаллический кальцит может заместить обломки кварца, полевых шпатов или силикатных пород, присутствующих в известняках в виде примеси.

Этапы и стадии образования. Процессы инверсии, приводящие к замещению неустойчивых форм карбонатных минералов обычным яснокристаллическим кальцитом, происходят как в условиях раннего, так и позднего диагенеза; высокомагнезиальный кальцит, являющийся наименее устойчивой формой, испытывает инверсию почти сразу после его кристаллизации, а арагонит, в отдельных крайне редких случаях, сохраняется вплоть до эпигенеза. Образование кальцита в процессе цементации и перекристаллизации может быть приурочено как к ранним, так и поздним стадиям диагенеза и эпигенеза. К числу наиболее ранних диагенетических форм относятся волокнистые агрегаты кальцита (арагонита), к более поздним—призматический, друзовый, тонкозернистый и средне–мелкозернистый мозаичные агрегаты, а также монокристаллы, связанные с перекристаллизацией иглокожих и вмещающей массы. На стадии эпигенеза (и в конце диагенеза) происходит выделение средне–крупнозернистого мозаичного агрегата и часто монокристаллов, залечивающих остаточное пустотное пространство вторичных пор и каверн. Яснокристаллический кальцит метасоматического происхождения относится к эпигенезу.

Вторичные изменения. Наиболее характерные из них связаны с процессами инверсии, перекристаллизации и метасоматического замещения. При инверсии, судя по экспериментальным данным,

https://jurassic.ru/

процесс может происходить псевдоморфно, например, волокнистый или друзовый агрегаты высокомагнезиального кальцита или арагонита замещаются такими же структурными типами низкомагнезиального кальцита, или с изменением форм, например, волокнистый арагонит замещается призматическим кальцитом. В процессе перекристаллизации происходит укрупнение зерен, благодаря чему тонкозернистые или среднезернистые агрегаты, состоящие из хорошо и частично ограненных кристаллов, замещаются более крупнозернистым агрегатом ксеноморфных и гипидиоморфных зерен. Наиболее распространенным типом метасоматического замещения является доломитизация. Обычно участки яснокристаллического кальцита бывают замещены доломитом в последнюю очередь, после пелитоморфного кальцита и кальцита скелетных остатков. В отличие от кальцита арагонит современных осадков замещается доломитом на очень ранних стадиях; при этом образуются гнезда гипса.

Диагностические признаки. Отличительными признаками раннедиагенетического монокристаллического кальцита, заполняющего пустотное пространство вокруг остатков иглокожих, от того же кальцита, но образованного в результате перекристаллизации, могут быть следующие: первый из них контактирует с пленочным цементом, обрамляющим поверхности пустот, а второй—с реликтами связующей массы. Друзовые агрегаты, образованные в результате залечивания пустот, обычно состоят из более чистого кальцита в сравнении с тем, который в подобных же агрегатах является продуктом перекристаллизации.

Литогенетические типы карбонатных пород. Ранние формы кальцита характерны для: 1) биогермных образований, где они развиты в виде инкрустаций, нередко имеющих водорослевое происхождение, и являются индикаторами подвижной гидродинамической обстановки в условиях хорошо прогреваемых морских вод; 2) отложений супралиторали и литорали, в особенности участков, подвергающихся осушению, связанному с падением уровня моря; 3) поверхности твердого дна (англ. hard ground). В условиях морского мелководья яснокристаллический кальцит залечивает пустоты различной формы, размера и генезиса: поры и каверны, а также трещины усыхания, неровности и промоины морского дна, перекрытые водорослевой пленкой, пустоты на месте разложившихся организмов или скоплений газовых пузырьков. При этом могут быть образованы различные характерные для обстановок литорали и супралиторали текстуры типа строматоктоидных, глазковых («птичий глаз»), прожилковых и некоторых других; в надприливной зоне часто наблюдают своеобразные натечные формы кальцита типа козырьков. Яснокристаллический кальцит характерен для следующих литогенетических типов: №№ 1, 3, 5, 6, 14, 19, 20, 28–32, 45, 50, 51, 53 и 58, 66, 71–73, 74,76 и 77 (табл. Б).

Литература: [1, 6, 22, 47, 60, 105, 113].

Доломит

Таблицы 121–135

Определение. Доломит, так же как и кальцит, является широко распространенным минералом из группы карбонатных.

Терминология. Англ.—dolosparite, синоним—sparry dolomite [6, 103, 105].

Состав (химический). $CaMgCO_3$ [60].

Форма и размер. Форма кристаллов доломита может быть идиоморфной—ромбоэдрической и гипидиоморфной (кристаллы ограничены с отдельных сторон).По размеру кристаллы доломита, так же как и кальцита, подразделяются на тонко–, мелко–, средне– крупно– и грубозернистую фракции.

Внутреннее строение. Кристаллы могут иметь простое и сложное (зонарное) строение. В центре кристаллов с зонарным строением может находиться зерно доломита неправильной формы. Зерна могут быть чистые и загрязненные примесями.

Формы нахождения в породе. Наиболее распространены следующие формы: 1) тонкозернистый агрегат, составляющий основную массу породы с горизонтально–слоистой текстурой; характерно отсутствие реликтов известняка в доломите; 2) агрегат мелких неправильных зерен, содержащий включения гипса

https://jurassic.ru/

и ангидрита; 3) тонкозернистый агрегат (обычно загрязнен примесью), составляющий основную массу доломита, в котором содержатся реликты известкового осадка или отдельные зерна той же фракции и их скопления, рассеянные в известняковой матрице; 4) агрегаты мелких и среднего размера зерен гипидиоморфной или ксеноморфной формы, рассеянные в известняковой матрице или образующие основную массу вторичного доломита, содержащего реликты известняка; в порах и кавернах вторичный доломит развивается в виде хорошо ограненных кристаллов; 5) крупно–среднезернистый агрегат ксеноморфных зерен, составляющих основную массу породы; возможно присутствие реликтов известняка и доломита предыдущих генераций. Кроме этого, часто встречаются: а) скопления мелких идиоморфных кристаллов, развивающихся по комкам и сгусткам пелитоморфного кальцита водорослевого происхождения; б) мелкие идиоморфные и гипидиоморфные кристаллы, вдоль диагенетических прожилков органического или глинистого вещества в известняках с узловато–линзовидной текстурой;

Процессы образования. В образовании доломита принимают участие различные процессы, главными из которых являются осаждение вещества из морской воды, инверсия и метасоматическое замещение.

В современных бассейнах осаждение из морской воды, как биохимическое, связанное с жизнедеятельностью цианобактерий, так и физико–химическое (в ограниченном количестве), происходит в форме протодоломита—минерала, который по химическому составу не отличается от доломита, но имеет неустойчивое строение кристаллической решетки. В ископаемом состоянии протодоломит не обнаружен, так как он почти сразу благодаря инверсии переходит в обычный доломит; в современных озерах на Урале последний был обнаружен на поверхности ныне живущих водорослей.

Основная масса доломита образуется благодаря метасоматическому замещению известкового осадка или известняков, которое может сопровождаться процессами цементации. Типичным примером служит доломитизация современных осадков. В настоящее время раннедиагенетический доломит характерен для обширных надприливных равнин, называемых себхами, в условиях которых массовая доломитизация арагонитового осадка сопровождается образованием гнезд гипса. Инверсия высокомагнезиального кальцита биогенного, нередко водорослевого происхождения, приводит к образованию плотной доломитовой породы с резким неприятным запахом, который связан с быстрым разложением органического вещества. Интенсивной доломитизацией известкового осадка, вызванной смешением пресных метеорных вод с грунтовыми, объясняется в литературе не только современная доломитизация, но и присутствие мощных толщ древних доломитов, формировавшихся в условиях крупных регрессий.

Скорость и интенсивность процессов доломитизации, а также состояние субстрата, по которому он развивается, влияют на морфологию и внутреннее строение зерен доломита. При быстром росте в нелитифицированном осадке зерна доломита часто бывают загрязнены пелитовой примесью, захваченной ими из этого осадка. Идиоморфизм кристаллов повышается, если они растут медленно в свободном пространстве. Так, единичные зерна, рассеянные в известняковой матрице, почти всегда имеют более высокую степень кристаллографической огранки, чем те, которые сливаются в агрегаты; в последнем случае форма зерен, как правило, неправильно–ромбоэдрическая, угнетенная. Зонарное строение указывает на прерывистый рост кристаллов; при этом в ядре находится зерно наиболее ранней стадии доломитизации.

В процессе доломитизации известкового осадка, содержащего скелетные остатки, доломит в первую очередь замещает пелитоморфный и микрозернистый кальцит, а затем—остатки скелетов в определенной последовательности, которая зависит от их состава и строения. Если осадок литифицирован и в нем присутствуют яснокристаллический кальцит и ангидрит, то доломит замещает их в последнюю очередь при завершении процесса доломитизации.

Этапы и стадии образования. Формирование доломита происходит на различных этапах и стадиях, начиная от седиментогенеза (протодоломит) и заканчивая поздними стадиями эпигенеза. Однозначные критерии для распознавания стадий формирования доломита пока еще не известны. В особенности трудно различаются позднедиагенетические и раннеэпигенетические доломиты, так как их морфологические признаки могут быть сходны и во многом зависят от характера субстрата, в котором они развиваются, насыщенности раствора и длительности его поступления, а также от элементов примесей

https://geomic.ru/

и других факторов. Поэтому выявление стадии образования долмита производится по совокупности данных, которые учитываются в процессе стадиального анализа. При этом необходимо иметь в виду, что диагенетический доломит, в особенности приуроченный к ранним стадиям диагенеза, обычно мелкий (менее 0,1 мм) и, как правило, имеет более высокую степень идиоморфизма кристаллов в сравнении с эпигенетическим.

Кроме того, в процессе ранней доломитизации агрегаты доломита наследуют, а иногда даже подчеркивают первоначальную структуру и текстурные особенности породы; эпигенетический доломит может сильно исказить или полностью их уничтожить. К наиболее ранним—возможно сингенетическим или раннедиагенетическим—относятся горизонтально слоистые доломиты, не содержащие реликтов известкового осадка. Однако значительная часть доломитов (и в различной стадии доломитизированных известняков) относится к диагенетическим образованиям, в том числе мощные толщи доломитов, образованные в результате смешения пресных вод с грунтовыми. Эпигенетические доломиты нередко встречаются в отложениях, содержащих нефтяные месторождения. Образование этих доломитов связано с жизнедеятельностью азотфиксирующих сульфатредуцирующих бактерий, которые стимулируют реакцию доломитизации. Обычно это крупно–среднезернистые агрегаты ксеноморфных зерен и гипидиоморфных кристаллов, слагающие крепкие кавернозные породы, на изломе колючие и шероховатые. При разломе образцов керна характерен резкий запах сероводорода, образующегося в процессе доломитизации.

Вторичные изменения. Кроме инверсии протодоломита, в результате которой он замещается обычным доломитом, к числу наиболее характерных типов вторичных процессов относятся: укрупнение кристаллов доломита при перекристаллизации; образование псевдоморфоз кварца по ромбоэдрам доломита, а также частичная и полная кальцитизация доломита, приводящая в условиях высокой интенсивности процесса к дедоломитизации известняков. Иногда кристаллы доломита подвергаются выщелачиванию, в результате которого на их месте образуются пустоты характерной ромбоэдрической формы.

Литогенетические типы карбонатных пород. Наиболее распространенные в ископаемом состоянии диагенетические доломиты характерны для отложений различных генетических типов: биогермных, межбиогермных, лагунных, закрытого шельфа и приливно–отливных зон; они могут присутствовать в составе отложений открытого шельфа и континентального склона. Литотипы: 10–12, 14, 16, 17, 26, 27, 38, 42–45, 49–51, 53, 67, 68, 77–80 (табл. Б).

Примечание. Доломит не осаждается в современных условиях непосредственно из морской воды, так как для его кристаллизации, судя по лабораторным данным, необходима чрезвычайно высокая температура, что связано с особенностями строения его кристаллической решетки [47].

Литература. [1, 6, 22, 47, 52, 60, 82, 101, 102, 103, 105, 107, 111, 113].

Сульфатные минералы

Гипс и ангидрит

Таблицы 136–138

Определение. Гипс и ангидрит—широко распространенные в карбонатных отложениях аутигенные минералы из группы сульфатных.

Терминология. Англ.—gyps, anhydrite [103].

Состав (химический) $CaSO_4$ [60].

Цвет. Белый, розовый, красный, желтый или голубовато–серый.

Форма и размер. Кристаллы игольчатой, линзовидной (дисковидной) призматической и таблитчатой формы. По размеру кристаллы гипса и ангидрита, так же как и карбонатные минералы, подразделяются на тонко– (0,01–0,1 мм), мелко– (0,1–0,25 мм), средне– (0,25–0,5 мм), крупно– (0,5–1 мм), и грубозернистую (более 1 мм) фракции.

https://geokniga.org/

Внутреннее строение. Простые кристаллы имеют сплошное однородное строение, а сложные зональное.

Формы нахождения в породе. Гипс и ангидрит могут присутствовать в карбонатных отложениях в виде прослоев и пластов или включений различной формы.

Пласты и линзы гипса и ангидрита состоят из агрегата мелких и крупных зерен; они нередко содержат примесь терригенного, глинистого и карбонатного материалов.

Включения гипса и ангидрита могут быть различного типа: 1) мелкие кристаллы, гнезда мелких кристаллов гипса, выполняющие пустотное пространство в доломитизированном карбонатном (первоначально арагонитовом) осадке; 2) тонкие удлиненные кристаллы гипса и ангидрита, расположенные беспорядочно в основной карбонатной тонкозернистой массе и придающие породе спутанно–волокнистую текстуру; кроме того, волокнистые кристаллы гипса–селенита образуют радиально–лучистые (сферолитовые) агрегаты или слагают жилы, в которых они ориентированы перпендикулярно стенкам трещин; 3) крупные призматические кристаллы сульфатных минералов, развитые в основной карбонатной тонкокристаллической массе и придающие породе псевдопорфировую текстуру; 4) кристаллы и агрегаты кристаллов ангидрита, выполняющие поры и каверны в доломитах и доломитизированных известняках; 5) желваковый гипс (ангидрит)—участки зернистого гипса, имеющие характер желваков, при большом их содержании порода приобретает желваковую текстуру; 6) кристаллы со слоями нарастания (зональные); 7) интракласты ангидритов.

Процессы образования. Образование указанных выше форм гипса (ангидрита) связано с действием различных процессов. В результате физико–химического осаждения из крепких морских рассолов происходит накопление пластов и линз гипса и ангидрита. Процессы цементации, метасоматического замещения и перекристаллизации приводят к образованию волокнистых и лейстовидных кристаллов, рассеянных в основной массе или находящихся в виде агрегатов, а также выполняющих пустотное пространство. При этом одна и та же структурная форма может возникать от действия различных процессов, характерных для разных обстановок осадконакопления. Так, желваки в одних случаях образуются в результате осаждения гипса в супралиторальной зоне выше зеркала грунтовых вод, ископаемый уровень которых они отмечают; в других—возникают в субаквальной обстановке в ходе раннего диагенеза, в результате образования крупных лейстовидных кристаллов и срастания их в желваки; а в третьих—появляются в ходе поздней перекристаллизации.

Образованию корок гипса способствуют смешение подземных вод, обогащенных хлористым кальцием, с морской водой и интенсивное испарение. В ходе ранней цементации образуются мелкие и мельчайшие кристаллы или гнезда кристаллов, а в поздней—средние и крупные призматические кристаллы, залечивающие поры и каверны в доломитах и доломитизированных известняках. Процессы очень раннего метасоматического замещения происходят в условиях деятельности серобактерий, использующих разлагающееся ОВ в качестве пищи; при этом гипс в первую очередь замещает скелетные остатки. Гипс может быть образован и после вторичного растворения сульфидов железа. Так, например, при окислении пирита под действием нисходящих метеорных вод освобождается серная кислота; ее присутствие вызывает переход кальцита в гипс.

Изменение физико–химических условий среды осаждения или наличие в ней примесей, в том числе органического вещества, влияет на форму и внутреннее строение кристаллов. К примеру, игольчатые кристаллы формируются в кислой среде; часто они встречаются в отложениях, содержащих кремнезем. С повышением значений PH кристаллы становятся короче. Дисковидные кристаллы вырастают в щелочной среде, особенно в присутствии органических фекальных соединений. Зональные кристаллы образуются при периодических опреснениях, вызванных штормами или притоком речной воды, что обусловливает перерывы и возобновление роста кристаллов.

Ангидрит в основном является продуктом дегидратации гипса, происходящей на глубине и осуществляемой при низких значениях PH; этому способствуют обилие органического вещества, длительное воздействие гигроскопических растворов и обогащенность флюидов, проникающих на глубину, калием и магнием. Ангидрит может вновь перейти в гипс, вследствие воздымания отложений,

https://jurassic.ru/

в результате которого они оказываются в зоне действия метеорных вод; процесс ускоряется, если в воде есть сульфаты щелочных металлов, а также ионы бария, кальция, стронция или трехвалентных металлов. Как гидратация, так и дегидратация, обычно происходят на небольших глубинах, на что указывает отсутствие деформаций, связанных с изменением объема пород.

Этапы и стадии образования. Пласты и линзы гипса, а также интракласты ангидрита образуются в седиментогенезе. Остальные формы в основном приурочены к различным стадиям диагенеза и эпигенеза. К наиболее ранним диагенетическим формам относятся мелкие кристаллы и гнезда кристаллов гипса в доломитизированном известняковом осадке. Крупные призматические зерна, придающие породе псевдопорфировую текстуру, могут кристаллизоваться длительно, начиная со стадии диагенеза и заканчивая ранним или поздним эпигенезом. Кристаллы, образованные в эпигенезе, нередко сдвойникованы по типу «ласточкин хвост». В процессе поздней перекристаллизации, как уже отмечалось выше, появляются некоторые формы желваков ангидрита.

Вторичные изменения. Мелкие кристаллы или гнезда кристаллов гипса в доломитизированном карбонатном осадке по мере его литификации и погружения нередко замещаются пластинами или агрегатами мелких зерен ангидрита. В процессе перекристаллизации, как было отмечено выше, крупные лейстовидные кристаллы могут срастаться в желваки.

Гипс может замещаться кальцитом (арагонитом). Это происходит под действием растворов, содержащих карбонат натрия. Переход гипса в кальцит происходит также в бескислородной среде в присутствии бактерий, а при воздействии просачивающихся растворов хлорида магния новообразованный кальцит замещается магнезитом.

Литогенетические типы карбонатных пород. Гипс широко распространен в современных эвапоритовых осадках, а ангидрит, за редким исключением, встречается только в ископаемом состоянии. Прослои и пласты гипса и ангидрита приурочены к карбонатным отложениям приливно–отливных зон и обширных надприливных равнин, периодически заливаемых морем, а также мелководных прибрежных лагун в условиях жаркого засушливого климата (литотипы №№ 81 и 82). В условиях приливно–отливных равнин и закрытого шельфа образуются большинство диагенетических включений гипса и желваки ангидрита (литотипы №№ 69, 73, 74, 75, 79 и 80). При этом наиболее ранние включения, представленные мелкими кристаллами и гнездами этих кристаллов, встречаются в известняках различного типа—пелитоморфных с глазковой текстурой, водорослевых или в известняковых брекчиях литотипы №№ 74 и 75— (табл. Б).

Литература: [1, 47, 60, 79, 95, 103, 106, 113].

Железосодержащие минералы

Пирит

Таблицы 139–144

Определение. Пирит—это основной аутигенный железистый минерал карбонатных отложений.

Терминология. Англ.—pyrite. [104]

Состав (химический). FeS [60].

Цвет. Золотистый с металлическим блеском.

Форма и размер. Мелкие шарики, характеризующиеся четкими очертаниями—глобули; различной формы стяжения—конкреции, кристаллы в форме куба или зерна с отдельными гранями.Обычно размер глобуль не превышает 0,05 мм, конкреций—5 мм, а кристаллов—0,3 мм.

Внутреннее строение. Плотное, однородное.

Формы нахождения в породе. К числу основных форм относятся: 1) глобули—в одних случаях распространены в породе равномерно, а в других—образуют цепочки или сливаются в линзовидные тела размером до нескольких миллиметров; 2) конкреции—их центром могут служить пиритизированные

https://jurassic.ru/

растительные остатки; 3) кристаллы. Кроме этих форм, в карбонатных отложениях широко распространены псевдоморфозы пирита по некоторым типам дисперсного и детритного органического вещества. Если детрит мелкий, то образуется мельчайшая вкрапленность пирита, равномерно рассеянная в породе. Среди известняков с повышенным содержанием пирита, переслаивающихся с черными сланцами, могут присутствовать прослои и тонкие пласты пирита.

Процессы и стадии образования. Пирит образуется ниже границы раздела осадка с поверхностными водами в анаэробных донных рассолах, где сульфатные ионы отдают свой кислород, восстанавливаясь до сульфидов. Скорость их восстановления зависит от концентрации сульфатов в воде. При медленном выпадении сульфидов железа из иловых растворов выделяются кристаллы. Псевдоморфозы пирита образуются в основном в результате метасоматического замещения ОВ. Особая форма подобного типа пирита характерна для поверхностей твердого дна. Эти поверхности во время перерывов в осадконакоплении покрываются слизистой пленкой органического вещества, которая при разложении замещается пиритом, с образованием черных каемок. Если подобные участки взламываются (биотурбация или штормовая деятельность), то образуются интракласты. Они окатываются, покрываются слизистой пленкой, замещаемой пиритом, в результате чего появляются так называемые «черные гальки».

Присутствие конкреций и прослоев пирита среди известняков связано с диагенетическим перераспределением вещества в осадке.

Нередко пирит развивается в отложениях нефтяных месторождений. Его образование в подобных случаях происходит в присутствии серных бактерий, развивающихся за счет углеводородов.

Основная масса пирита образуется на ранних стадиях формирования породы—в диагенезе. Более поздние, эпигенетические формы пирита чаще всего встречаются в отложениях нефтяных месторождений.

Вторичные изменения. Пирит, разлагаясь в окислительных условиях, превращается в окисные формы железа.

Литогенетические типы карбонатных пород. Основная масса пирита образуется в восстановительных геохимических условиях. При этом его содержание в породе тесно связано не только с количеством, но и с качеством захороненного органического вещества в осадке, а также с условиями осадконакопления (скоростью седиментации, деятельностью илоедов и пр.). Пиритообразование характерно для небольших по размерам и глубине солоноватых морских водоемов с водой, насыщенной ионами SO_4^{2-}, и водоемов с аномальным газовым режимом. Последний часто присутствует в карбонатных отложениях, формировавшихся на шельфе и континентальном склоне—литотипы №№ 41, 54–56 (табл. Б).

Примечание. Отсутствие связи между содержанием пирита и Сорг. в отложениях может указывать на перемещение сульфидов железа в осадке в ходе диагенеза (например, из глин в известняки с низким содержанием ОВ) или на его эпигенетическое происхождение [97, 98].

Литература: [45, 60, 79, 95, 97, 98, 104].

Глауконит

Таблицы 145–146.

Определение. Указанное название определяет группу силикатных минералов, которые отличаются от сходных с ними по составу слюдистых минералов содержанием K_2O—не менее 8%.

Терминология. Англ.—glauconite [103].

Состав (химический)—SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, FeO, MgO, K_2O, H_2O [60].

Цвет. Неизмененные зерна глауконита имеют темную, почти черную, окраску; при выветривании зерна приобретают бурую окраску; в шлифах цвет глауконита темно–зеленый, может быть сине–зеленый или желто–зеленый.

Форма и размер. Округлые глобули, овальные или неправильно–лопастные зерна с гладкой глянцеватой поверхностью (неизмененные), иногда с редкими ровными трещинами. Размер чаще всего изменяется в пределах 0,01–0,5 мм.

https://jurassic.ru/

Внутреннее строение. Микроагрегатное; обнаруживается в скрещенных николях.

Формы нахождения в породе. Кроме глобуль и зерен овальной и другой формы, отмеченных выше, глауконит может: пигментировать породу в виде мелких аморфных и микрокристаллических выделений без ясных контуров; выполнять внутрискелетные полости фораминифер и радиолярий; замещать скелетные остатки иглокожих, спикулы кремневых губок; образовывать радиально-волокнистые и другие агрегаты (оболочки) на поверхности и в углублениях обломочных зерен; служить цементом.

Процессы и стадии образования. В образовании глауконита принимают участие процессы физико-химического осаждения вещества из бассейновых вод (мелкая вкрапленность), цементации (выполнение внутрискелетных полостей и др.) и метасоматического замещения (в первую очередь скелетных остатков). Необходимыми условиями осаждения глауконита из бассейновых вод являются нейтральная (или слабо восстановительная) геохимическая среда и замедление темпа седиментации.

Образование мелкой вкрапленности глауконита приурочено к наиболее ранним этапам и стадиям формирования породы—седиментогенезу и раннему диагенезу, а другие формы, связанные с процессами цементации и метосоматического замещения, могут быть образованы на различных стадиях диагенеза, а в некоторых случаях—и в эпигенезе.

Вторичные изменения. При выветривании наблюдается побурение зерен, связанное с выделением лимонита. Характерно замещение глауконита хлоритом, при котором появляется более светлая окраска в шлифе и исчезает микроагрегатная поляризация.

Диагностические признаки. Глауконит отличается от хлорита формой зерен и микроагрегатной поляризацией.

Обстановки осадконакопления. Глауконит формируется в морской среде в области открытого шельфа на глубинах от 15 до 500 м на участках с сильными донными береговыми течениями. Он характерен для условий замедленной седиментации; прослои глауконита часто приурочены к поверхностям, связанным с приостановкой осадконакопления и обнаруживаемым по обилию вертикальных ходов илоедов, концентрации фосфатных желваков, следам пирита и окислов марганца.

Литература: [22, 47, 51, 60, 71–73, 97, 98, 103, 113].

Минералы группы кремнезема

Опал, халцедон и кварц

Таблицы 147–158

Определение. Опал, халцедон и кварц—это наиболее распространенные минералы группы кремнезема.

Терминология Англ.—silica minerals или minerals of silica group) [104, 105].

Состав (химический) SiO_2 [60].

Цвет. Бесцветный, белый, черный.

Форма и размер. Форма минералов указанной группы может быть идиоморфной (кристаллы кварца), округлой, линзовидной, неправильной, а также зависящей от морфологии участка (компонента), по которому они развиваются,—наследованная.Кристаллы кварца обычно мелкие (не более 0,2 мм), а участки окремнения могут быть различного размера—от долей миллиметра до нескольких сантиметров (возможны и более крупные).

Внутреннее строение. Опал и кварц характеризуются однородным строением, а участки окремнения, обычно состоящие из халцедона или с кварца с халцедоном, представляют собой микро- и мелкозернистые агрегаты ксеноморфных зерен или волокнистые сростки со сферолитовым угасанием.

Формы нахождения в породе. Кварц присутствует в виде мелких кристаллов призматической формы, развивающихся в пустотах, а также образует псевдоморфозы по кальцитовым спикулам губок

https://jurassic.ru/

или ромбоэдрам доломита. Халцедон или кварц с халцедоном образуют неправильной формы выделения с агрегатным строением, замещающие скелетные остатки и вмещающую массу. Кремень (микроагрегатный халцедон) выделяется в виде конкреций, при слиянии которых образуются тела линзовидной формы.

Процессы и стадии образования. Конкреции образуются в результате действия процессов растворения и диагенетического перераспределения вещества, вызванного неоднородностями физико–химической среды в осадке. Участки окремнения (окварцевания) являются следствием метасоматического замещения скелетных остатков, вмещающей массы или отдельных кристаллов (псевдоморфозы). Источником кремнезема в этих случаях служит кремнекислота, содержащаяся в иловых растворах вследствие растворения скелетных остатков кремневых организмов (например, спикул кремневых губок при их кальцитизации), силикатных терригенных частиц, поступающих с суши, или пеплового материала, содержащегося в осадке в виде примеси. Кристаллы кварца в пустотах выделяются при процессах цементации. Причиной цементации кварцем может служить миграция углеводородов (УВ), в процессе которой образуется недонасыщенность поровых вод сульфатами. Это связано с восстановлением последних углеводородами, в результате чего в осадок выпадает пирит. Одновременно с восстановительными процессами происходит подкисление среды, вследствие которого кристаллизуется кварц; при этом глобули пирита оказываются заключены внутри мелких кристаллов кварца.

Почти все указанные выше структурные формы минералов группы кремнезема имеют диагенетическую природу; исключение составляет кварц с включениями пирита, выделяющийся в эпигенезе.

Вторичные изменения. Опал редко сохраняется в ископаемом состоянии; обычно он в раннем диагенезе замещается кварцем.

Литогенетические типы карбонатных пород. Диагенетические образования минералов группы кремнезема наблюдаются в карбонатных отложениях, формировавшихся в различных участках морского бассейна. Включения кремневых конкреций и агрегатов кварц–халцедонового состава, замещающих скелетные остатки и вмещающую массу, наиболее характерны для биогермных образований рифовых зон, отложений передового шлейфа, глубокого открытого шельфа и верхней части склона—литотипы №№ 10, 11, 22, 38, 43, 49 и 51 (табл. Б).

Примечание. Отмеченный выше в подразделе «Процессы и стадии образования» парагенез кварца и пирита может служить показателем миграции УВ.

Литература: [1, 47, 52, 60, 104, 105, 111, 115].

https://jurassic.ru/

Часть V. Компоненты–примеси

Глинистые минералы

Таблица 159

Определение. Глинистая примесь—это совокупность глинистых частиц, рассеянных в основной массе или образующих скопления и составляющих не более 50% карбонатной породы.

Терминология. Синоним глинистая примесь (англ.—clay admixture) [103].

Состав. Основным глинистым минералом, распространенным в толщах известняков и доломитов, является гидрослюда; встречаются каолинит, монтморилонит, хлорит, смешанно–слойные и другие глинистые образования.

Цвет. Присутствие примеси глинистых минералов нередко придает светло–серым известнякам голубоватый или зеленоватый оттенок.

Форма и размер. Чешуйки, листочки, пластинчатые агрегаты. Размер пелитовых частиц не превышает 0,01 мм.

Формы нахождения в породе. Различают следующие формы: 1) пелитовые частицы или их скопления, сравнительно равномерно рассеянные в породе; 2) скопления, обособленные в слойки; 3) глинистые пленки или сгущения, похожие на слойки, вдоль поверхности сутур и стилолитов; 4) пелитовые частицы, которые заключены в кристаллах доломита.

Особая форма нахождения глинистого вещества в карбонатных отложениях характерна для голубовато– и зеленовато–серых известняков, в которых неправильно–горизонтальная текстура часто сменяется узловато–линзовидной и брекчиевидной. Эти особенности породы подчеркиваются неравномерным распределением в ней глинистого материала, значительная часть которого обособлена в виде участков неправильной формы или скоплений, похожих на быстро прерывающиеся, а иногда относительно протяженные прослои. Мощность последних обычно составляет не более 1–2 см. В англоязычной литературе [22] их именуют "желваковыми известняками" (так называемые "желваковые известковые фации").

Процессы и стадии образования. Примесь и скопления глинистого вещества, обособленные в слойки, в карбонатном осадке являются следствием переноса продуктов химического выветривания алюмосиликатов водой или ветром и последующего осаждения их из морской воды; при этом формирование глинистых слойков соответствует «моментам» приостановок карбонатонакопления в бассейне седиментации.

Глинистые пленки вдоль поверхности сутур и стилолитов образуются при уплотнении карбонатного осадка, содержащего глинистую примесь; процессы уплотнения сопровождаются растворением и перераспределением вещества, в том числе примесей.

Образование глинистых участков и прослоев в узловато–линзовидных известняках обычно связывают со сложным механизмом ранних преобразований тонкослоистого глинисто–карбонатного неравномерно уплотняющегося осадка; этот механизм включает процессы биотурбации, оплывания, растворения и переноса вещества.

Пелитовые частицы, загрязняющие кристаллы доломита, чаще всего бывают захвачены ими в процессе доломитизации известкового осадка, содержащего глинистую примесь.

Основная масса глинистых частиц осаждается одновременно с карбонатным веществом в седиментогенезе. Глинистые участки и прослои в узловато–линзовидных известняках образуются в раннем диагенезе, а пленки глинистого вещества вдоль сутур и стилолитов, вероятно, могут иметь и более позднее происхождение (поздний диагенез или эпигенез). К очень ранним процессам относится образование пелитовых включений во вторичном доломите.

Литогенетические типы карбонатных пород. Глинистое вещество в том или ином объеме присутствует в карбонатных отложениях различных генетических групп. В биогермных образованиях

https://jurassic.ru/

его содержание обычно не превышает 5%. Существенная примесь глинистого вещества, глинистые прослои и пачки присутствуют в отложениях приливно-отливных равнин, открытого шельфа, континентального склона и отдельных участков передового шлейфа—литотипы №№ 22А, 39, 40, 47, 50, 53, 55, 56, 59, 60, 61, 64, 65, 78, 84 и 87 (табл. Б).

Примечание. Отмеченные выше узловато-линзовидные глинистые известняки встречаются среди отложений как мелководного, так и относительно глубоководного генезиса и, вероятно, механизм их образования может проявляться в различных обстановках осадконакопления.

Литература: [1, 22, 51, 60, 90, 103, 106, 111].

Терригенные зерна

Таблицы 160–161

Определение. Обломочные зерна различных пород и минералов, принесенные с суши и составляющие не более 50% карбонатной породы.

Терминология. Англ.—терригенная примесь—terrigenous admixture; тонкая примесь—fine admixture; грубая примесь—coarse admixture [103].

Состав. Преобладают обломочные зерна кварца и полевых шпатов, реже слюдистых и других минералов, а также различных, в том числе кремнистых и карбонатных пород.

Форма и размер. Форма зерен может быть различной—остроугольной, угловатой со слабо сглаженными краями, угловато-окатанной и хорошо окатанной.

Обломочные зерна подразделяются по размеру на алевритовые (0,01–0,1 мм), мелкопесчаные (0,1–0,25 мм), среднепесчаные (0,25–0,5 мм), крупнопесчаные (0,5–1 мм), гравийные (1–10 мм) и галечные (более 10 мм).

Внутреннее строение обломочных зерен. Микроструктура и оптические свойства терригенных зерен зависят от их состава и происхождения. Кварц обычно однородный, но может содержать включения газовых пузырьков (вулканогенный) или характеризоваться неоднородным угасанием—в одних случаях мозаичным (жильный), а в других—облачным (метаморфический). Плагиоклазы, как правило, полисинтетически сдвойникованы. Обломки кремнистых пород отличаются микроагрегатным угасанием. Обломочные зерна глауконита могут сохранить микроагрегатное строение, характерное для аутигенных зерен этого минерала, не измененных вторичными процессами. Наиболее разнообразны микроструктуры обломков известняков, из которых чаще всего встречаются пелитоморфная, кристаллически-зернистая, биоморфная, биоморфно-детритовая, шламовая, сгустковая, оолитовая и органогенно-обломочная.

Формы нахождения в породе. Содержание терригенной примеси может изменяться от долей одного процента до пятидесяти процентов. Если оно составляет от 5 до 25%, то порода называется известняк (доломит) алевритистый (песчанистый) или с гравием (гальками); в том случае, когда содержание указанной примеси составляет от 25 до 50%, породу следует называть известняком (доломитом) алевритовым (песчаным, гравийным или галечным). Примесь терригенного материала может быть рассеяна в карбонатной породе, присутствовать в виде скоплений, придающих породе пятнистую текстуру, или находиться в виде послойных скоплений.

Процессы и стадии образования. Появление терригенной примеси в карбонатном осадке связано с аэродинамическим, гидродинамическим и гравитационным воздействиями на отдельные компоненты и осадок. Эти процессы приводят к обстукиванию, окатыванию, истиранию и сортировке обломочных зерен в процессе их переноса от источников сноса к месту осаждения (из взвеси).

Все указанные процессы относятся к сингенетическому этапу.

Вторичные изменения. Поверхность многих песчинок корродирована, что связано с замещением периферической части зерен кальцитом основной или связующей массы известняков (или доломитом в процессе доломитизации известняков); иногда наблюдают не только частичное, но и полное замещение зерен вторичными минералами.

https://jurassic.ru/

Литогенетические типы карбонатных пород. Повышенное содержание терригенной примеси обычно свидетельствует о близости размываемой суши. В светлых песчаных и алевритовых известняках, формировавшихся на мелководье, кроме разнообразных остатков организмов с известковым скелетом, нередко наблюдают: многочисленные обломки косточек рыб; глауконит в виде овальных зерен и аутигенных образований, выполняющих полости раковин; фосфорит, образующий микростяжения; гидроокислы железа в виде прожилков и неправильной формы стяжений. В прибрежных условиях в зоне волнений песчаный и алевритовый материал обычно присутствует в виде послойных скоплений, которые подчеркивают перекрестную волнистую слоистость. Присутствие примеси довольно крупных округлых зерен кварца и полевых шпатов чаще всего связано с переработкой в морской среде прибрежных дюнных или пляжевых песков.

В серых и темно–серых алевритовых известняках, формировавшихся в относительно более погруженных участках мелководного шельфа, наблюдают примесь и линзовидные скопления раковинного детрита, тонкие неправильные волнистые прослои темных глин и прожилки пиритизированного ОВ. Течения разносят терригенный материал по всей акватории. Благодаря этому он присутствует в карбонатных отложениях различных генетических типов, формировавшихся на значительном удалении от суши: на различных участках глубокого шельфа и континентального склона. Терригенная примесь характерна для литотипов—№№ 31, 32, 40, 41, 53, 59–61, 64, 65, 76, 78, 84–87 (табл. Б).

Примечание. Обломки известняков, являющиеся продуктом разрушения карбонатных пород и принесенные с суши, также относятся к терригенной примеси.

Литература: [1, 90, 103, 111].

Вулканический пепел

Таблицы 162—165

Определение. Это частицы распыленной жидкой и твердой лавы, выброшенной из кратера вулкана вместе с парами и газами и оседающей в осадок в виде примеси или тонких пепловых прослоев.

Терминология. Англ.—volcanic admixture [103, 105].

Состав. Преобладают пепловые частицы кислого и среднего состава, что связано с выпадением больших масс пепла преимущественно более кислых и средних расплавов. Среди них чаще встречаются вулканическое стекло, кварц, плагиоклазы и биотит.

Цвет. Преимущественно серый, светло–серый; биотит вулканического происхождения обычно бурый в отличие от биотита метаморфического происхождения, который отличается зеленой окраской.

Форма и размер. Среди пепловых частиц встречаются остроугольные, рагульчатые, угловатые, причудливой формы, в том числе похожие на сгустки, сферические и др.; зерна кварца бывают с оплавленными краями и проплавленные внутри. Кристаллы кварца и плагиоклазов выделяются идиоморфными очертаниями.

По размеру пепловых частиц выделяются следующие фракции: тонкая (0,01–0,1 мм), мелкая (0,1–0,25 мм), средняя (0,25–0,5 мм), крупная (0,5–1 мм) и грубая (1–10 мм); обычно в карбонатных отложениях встречаются частицы, относящиеся к двум первым фракциям.

Внутреннее строение. Пепловые частицы кварца нередко содержат включения газовых пузырьков. Среди полевых шпатов встречаются зерна, имеющие зонарное строение. Обломки затвердевшей лавы чаще всего имеют структуру кислых афанитовых изверженных пород.

Формы нахождения в породе. Пепловые частицы, образующие примесь или прослои в карбонатных отложениях, чаще всего представлены витрокластами (обломки вулканического стекла) и кристаллокластами; к последним относятся не только кристаллы, но и обломки кристаллов (чаще всего кварц, полевые шпаты и листочки биотита). Реже встречаются литокласты или обломки затвердевшей лавы; под микроскопом они нередко выглядят как обломки кремнистых пород.

https://jurassic.ru/

Процессы и стадии образования. Физико–механические, обеспечивающие пернос пепловых частиц к месту осаждения воздушными массами или водными потоками.Подобно глинистому и терригенному материалу, осаждающемуся из морской воды, накопление пепловой примеси в карбонатных отложениях происходит в седиментогенезе.

Вторичные изменения. Обломки вулканического стекла могут быть частично или полностью девитрифицированы (раскристаллизованы); витрокласты и кристаллокласты подвергаются замещению гидрослюдой, хлоритом, кальцитом и другими вторичными минералами.

Литогенетические типы карбонатных пород. В связи с тем, что вулканический пепел переносится ветром на значительные расстояния, а затем дополнительно бывает перемещен в морях и океанах подводными течениями или волнами, он в качестве примеси может отлагаться вместе с обычным осадочным материалом в любых палеогеографических условиях. В карбонатных бентогенных формациях примесь пеплового материала характерна для глинистых известняков с прослоями полимиктовых песчаников отложений подводных долин (контуритов), формировавшихся в условиях континентального склона (литотип № 60); в доманикоидных образованиях нередко отмечают не только примесь, но и прослои пепловых туфов.

Примечание. 1. Материал, который образован при выветривании исходных (материнских) вулканических пород, называется вулканомиктовым и относится к терригенной примеси. 2. Лаппили, размер которых превышает 10 мм, не встречаются в составе карбонатных отлрожений невулканических областей.

Литература: [17, 46, 80, 90, 103, 105, 108, 109].

Органическое вещество (ОВ)

Таблицы 166—168

Определение. Органическое вещество, присутствующее в карбонатных отложениях в виде примеси, является продуктом разложения морских, реже наземных растительных и животных организмов, посмертно погребенных в осадке в результате естественных или катастрофических причин.

Терминология. Англ.—organic admixture или admixture of organic material [103, 104].

Состав. Сингенетическое ОВ, присутствующее в составе карбонатных отложений, в основном представлено двумя типами: сапропелевым и смешанным. Первое из них образовано за счет фито– и зоопланктона, фито– и зообентоса, а также спор и кутикул наземных растений, а во втором, кроме сапропелевого, принимает участие гумусовое вещество, источником которого служат, главным образом, остатки наземной растительности.

Цвет. В проходящем свете в зависимости от состава и степени преобразованности цвет включений ОВ изменяется в широком диапазоне—от светлых и темных оттенков желтого, оранжевого, красного и бурого до черного; в отраженном свете цвет обычно становится более темным.

Форма и размер. Пелитовые частицы, сгустки, нитевидные включения, микропрожилки, частицы различной формы с прямолинейными или прихотливыми очертаниями, короткие линзочки и пр.

Частицы по размеру подразделяются на фракции: крупнопелитовую (менее 0,05 мм); алевритовую (0,01–0,1 мм) и песчаную (более 0,1 мм).

Внутреннее строение. Чаще всего однородная масса; в частицах водорослевого происхождения иногда сохраняется зернистая, радиальная, ячеистая и др. структуры.

Формы нахождения в породе. Органическое вещество может присутствовать в карбонатных отложениях в виде рассеянных включений или в концентрированном виде.Существуют две основные группы включений рассеянного ОВ—к первой из них относится дисперсное, а ко второй—детритное ОВ. Дисперсное ОВ (размер включений не более 0,05 мм) может присутствоватьв виде пелитовых частиц, находящихся в равномерной смеси с основной массой, в межзерновом пространстве карбонатов, в виде сгустков, нитевидных включений, микропрожилков, в стилолитовых швах или створках раковин. Цвет этих включений в проходящем свете светло–бурый, оранжевый, красно–бурый и бурый, а в отраженном—более темный, до

https://jurassic.ru/

черного. Детритное ОВ представлено частицами от крупнопелитовой до песчаной размерности, изометричной или удлиненной формы с прямолинейными или прихотливыми очертаниями. Контуры частиц в одних случаях четкие, а в других—расплывчатые из–за диспергирования ОВ в минеральную массу. В зависимости от большей или меньшей степени сохранности окраска частиц изменяется от прозрачной красной и буровато–красной до черной. К детриту относятся также споры и оболочки пыльцы.

Органическое вещество относится к концентрированным формам в том случае, когда его содержание в породе превышает 20%. Максимальная концентрация ОВ характерна для черных и горючих сланцев, прослоев углей (сапропелитов) среди карбонатных отложений. К концентрированным формам можно относить и скопления ОВ в виде неровных ветвящихся сутуровидных прожилков.

Процессы и стадии образования. Присутствие дисперсного ОВ и некоторых форм детритного ОВ (остатки водорослей) обусловлено усиленной генерацией органического вещества как растительными, так и животными организмами морского происхождения. После их смерти органическое вещество накапливается в осадке в виде продуктов их распада. В природных, в том числе морских, условиях разложение органического вещества происходит под влиянием двух главных факторов: химического окисления и жизнедеятельности бактерий, вызывающих развитие процессов тления, гниения, гумификации, оторфения, битуминизации и обугливания. Характер и интенсивность разложения зависят от типа ОВ (животного или растительного происхождения), физико–химической среды и длительности процесса разложения. При разложении, кроме наиболее устойчивых компонентов, сохраняющихся в твердой фазе,—дисперсное ОВ в рассеянной и концентрированной формах—образуются газы (CO_2, H_2S, N_2, NH_3), а также водорастворимые соединения, накапливающиеся в поровых водах. Основная масса детритного ОВ поступает в результате физико–механического привноса остатков наземной растительности с суши. Образование сутуровидных прожилков ОВ связано с диагенетическим уплотнением карбонатного осадка, которое сопровождается процессами растворения и перераспределения вещества, в том числе органических соединений.

Основные формы дисперсного и детритного ОВ осаждаются из бассейновых вод в седиментогенезе; образование сутуровидных прожилков ОВ, связанное с процессами растворения и уплотнения, обычно относится к различным стадиям диагенетических преобразований.

Вторичные изменения. В зависимости от степени преобразованности растительные остатки относятся к гелефицированным—для них характерны прозрачные красные и буровато–красные цвета, и фюзенизированым—черные или почти черные; переходные от гелифицированных к фюзенизированным частицы имеют пониженную прозрачность и темно–бурую окраску. Наиболее широко распространенной формой вторичных изменений детритовых частиц является их пиритизация. Вдоль сутуровидных прожилков ОВ нередко развивается агрегат мелких зерен доломита.

Обстановки осадконакопления и фации. Обогащенные органическим веществом отложения—темноцветные, часто битуминозные известняки, доломиты и глины характерны для условий прибрежно–морской равнины и отгороженных от моря береговыми и устьевыми барами приливно–отливных зон. ОВ в этих отложениях находится как в рассеянной, так и в концентрированной формах, и его присутствие связано с широким развитием не только фитобентоса (водоросли), но и зообентоса (фораминиферы, мшанки, губки и моллюски) а также продуктов их жизнедеятельности (фекалий). Добавочным источником ОВ в этих условиях служат реки, приносящие гумусовые частицы с суши. Благодаря этому в отложениях прибрежно–морского мелководья наиболее распространен смешанный (гумусово–сапропелевый) тип.

В фациях морских карбонатных отложений, удаленных от суши, в одних случаях преобладает ОВ сапропелевого, а в других—смешанного гумусово–сапропелевого типа. В первых из них аккумуляция ОВ отражает бурное развитие фитопланктона, что может быть вызвано поступлением значительных масс пеплового материала, разложение которого приводит к обогащению морских вод питательными солями. Во–вторых, как рассеянные, так и концентрированные формы ОВ, обычно приурочены к карбонатным турбидитам.

Литература: [18, 25, 36, 45, 98, 103, 104, 108, 109, 124].

https://jurassic.ru/

Таблица А

Структурные компоненты карбонатных пород, процессы и стадии их образования

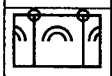
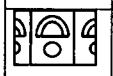
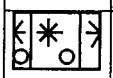
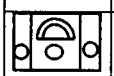
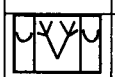
Этапы					Седиментогенез										Литогенез										
Процессы / Структурные элементы карбонатных пород					биогенные									физические (механогенные)	физико-химические и биохимические										
					б. концентрация вещества						б. деструкция														
					накопление ОВ	ортобиогенный (построение скелетов и водорослевых чехлов)	метабиогенный		сочетание ортобиогенного и метабиогенного процессов		разрушение скелетов и чехлов	биотурбация			осаждение вещества из бассейновых вод	замещение нестабильных форм минералов стабильными (инверсия)	осаждение вещества в пустотах из поровых растворов (цементация)	растворение минеральных компонентов	перекристаллизация минеральных компонентов	грануляция кальцита скелетных остатков	метасоматическое замещение минеральных компонентов	окислительно-восстановительные процессы	диагенетическое перераспределение вещества в осадке	минерализация ОВ	уплотнение осадка
							биохимическое осаждение вещества	биохимическое осаждение вещества в сочетании с гидродинамическим воздействием	смешанный способ осаждения вещества	смешанный способ осаждения вещества в сочетании с гидродинамическим воздействием														
Форменные компоненты (А)	карбонатные	скелеты и водорослевые чехлы	целые	колониальные организмы, образующие каркас																					
				одиночные колонии																					
				одиночные организмы																					
				целые раковины																					
			фрагменты неокатанные	биокласты: органогенный детрит																					
			фрагменты окатанные	биокласты: шлам																					
			фрагменты окатанные	биокласты: органогенные обломки																					
		органогенные компоненты сложного строения		строматолиты																					
		органогенные компоненты сложного строения		желваки																					
		нескелетные форменные компоненты	с концентрическим строением	оолиты: крупные (пизолиты)																					
		нескелетные форменные компоненты	с концентрическим строением	оолиты: мелкие																					
		нескелетные форменные компоненты	с концентрическим строением	оолиты: зачаточные																					
		нескелетные форменные компоненты	с концентрическим строением	онколиты, микрофитолиты																					
		нескелетные форменные компоненты	с пелитоморфным строением	сгустки																					
		нескелетные форменные компоненты	с пелитоморфным строением	комки (пелоиды): синезеленых водорослей																					
		нескелетные форменные компоненты	с пелитоморфным строением	комки (пелоиды): грануляции																					
		нескелетные форменные компоненты	с пелитоморфным строением	комки (пелоиды): заполнения																					
		нескелетные форменные компоненты	с пелитоморфным строением	комки (пелоиды): остаточные																					
		нескелетные форменные компоненты	с пелитоморфным строением	комки (пелоиды): копролиты (пеллеты)																					
		нескелетные форменные компоненты	с пелитоморфным строением	комки (пелоиды): составные зерна (грейпстоуны)																					
		нескелетные форменные компоненты	с реликтовым строением	обломки частично литифицированного осадка (интракласты)																					
	некарбонатные			раковины радиолярий и спикулы кремневых губок																					
Скрытокристаллические агрегаты (Б) минералов	карбонатные			пелитоморфный кальцит (микрит)																					
Скрытокристаллические агрегаты (Б) минералов	некарбонатные			окислы и гидроокислы железа																					
Скрытокристаллические агрегаты (Б) минералов	некарбонатные			глауконит																					
Скрытокристаллические агрегаты (Б) минералов	некарбонатные			пирит																					
Ясно-кристаллические агрегаты минералов (В)	карбонатные			кальцит (спарит): волокнистый (фибровый)																					
Ясно-кристаллические агрегаты минералов (В)	карбонатные			кальцит (спарит): призматический																					
Ясно-кристаллические агрегаты минералов (В)	карбонатные			кальцит (спарит): друзовый																					
Ясно-кристаллические агрегаты минералов (В)	карбонатные			кальцит (спарит): изометрично-зернистый (мозаичный)																					
Ясно-кристаллические агрегаты минералов (В)	карбонатные			кальцит (спарит): монокристаллы																					
Ясно-кристаллические агрегаты минералов (В)	карбонатные			доломит (протодоломит)																					
Ясно-кристаллические агрегаты минералов (В)	некарбонатные			ангидрит (гипс)																					
Ясно-кристаллические агрегаты минералов (В)	некарбонатные			опал, халцедон, кварц																					
Ясно-кристаллические агрегаты минералов (В)	некарбонатные			пирит																					
Органическое вещество				дисперсное ОВ																					
Органическое вещество				детритное ОВ																					
Примеси				алевритовая																					
Примеси				глинистая																					
Примеси				пепловая																					
Пустоты				поры (< 1 мм)																					
Пустоты				каверны (> 1 мм)																					
Пустоты				трещины																					

сингенетическая стадия диагенетическая стадия эпигенетическая стадия

https://zdamsite.ru/

Таблица Б

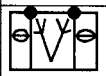
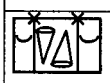
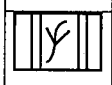
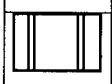
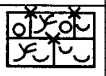
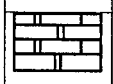
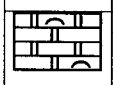
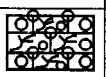
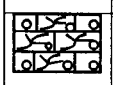
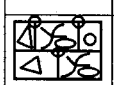
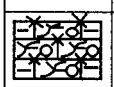
Стандартные Л Г Т карбонатных пород и их характеристика

Генетическая группа отложений	Генетический тип отложений	Условное обозначение ЛГТ	№ ЛГТ	Формула ЛГТ	Название ЛГТ	Компонентный состав
1	2	3	4	5	6	7
РИФОВАЯ	БИОГЕРМНЫЕ		1	$\frac{Рс_{(8-9)}}{Ка_{(1-2)}Дл_{(2-1)}}$ *	Водорослевые строматолито-морфные без заполнителя	Строматолитовые формы синезеленых и багряных водорослей, кристаллический кальцит, инкрустации, доломит
			2	$\frac{Рс_{(8-9)}}{Ка_{(2-1)}}$	Водорослевые соленопоровые без заполнителя	Корковые формы соленопор
			3	$\frac{Рс_{(5-6)}Оо_{(2-3)}Об_1}{Ка_{(1-2)}}$	Соленопоровые с оолитовым заполнителем	Сферические формы соленопор, обломки рифостроителей, оолиты, кристаллический кальцит
			4	$\frac{Рс_{(5-6)}Об_{(2-3)}}{Ка_{(1-2)}}$	Кораллово- (строматопоратово-, мшанково- и т.д.) – водорослевые известняки с обломочным заполнителем	Сферические формы рифостроителей, включая водоросли, обломки скелетов организмов, обломки известняков
			5	$\frac{Рс_8С}{Ка_1К_1}$	Известняки коралловые (мшанковые, гидроидные, строматопоратовые и т.д.) без заполнителя	Корковые формы рифостроителей (кроме водорослей), инкрустации, кристаллический кальцит
			6	$\frac{Рс_{(6-7)}}{Об_{(2-3)}Ка_{(1)}}$	Коралловые и т.д. известняки с обломочным заполнителем	Массивные и корковые формы рифостроителей (кроме водорослей) обломки рифостроителей, инкрустации
			7	$\frac{Рс_{(5-6)}Об_{(2-3)}}{Ка_1}$	Кораллово-строматопоратовые или коралло-мшанковые и т.д. известняки с обломочным заполнителем	Сферические формы рифостроителей, кроме водорослей, обломки скелетов организмов
			8	$\frac{Рс_{(4-5)}Д_2Об_{(1-0)}С}{К_3}$	Известняки из древовидных форм колониальных организмов с комковато-детритовым заполнителем	Древовидные формы рифостроителей, детрит, комки, обломки скелетов организмов, кальцисферы
			9	$\frac{Рс_3Д_2С}{Ш_2К_2П_1}$	Известняки из кустистых форм колониальных организмов со шламовым, пелитоморфным заполнителем	Кустистые формы рифостроителей, детрит, пелит, комки, онколитоморфный карбонат, кальцисферы, шлам

Объяснения к формуле ЛГТ см. в конце таблицы

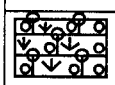
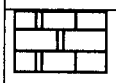
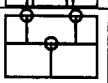
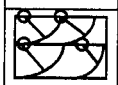
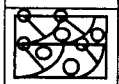
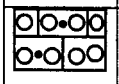
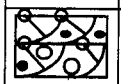
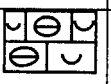
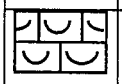
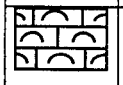
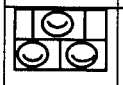
https://gazeum.ru/

(продолжение)

1	2	3	4	5	6	7
РИФОВАЯ	БИОГЕРМНЫЕ		10	$\frac{Рс_3Рк_2Д_1С}{К_2П_2}$	Раковинные карбонаты с кустистыми формами рифостроителей и с комковато-детритово-пелитоморфным заполнителем	Раковины брахиопод, рудистов, онколиты, губки, детрит, комки, пелит, колонии рифостроителей, доломит, кремневые конкреции, обломки
			11	$\frac{Рс_1Гб_2Д_2Он_{(1-0)}Кон_1С}{Ш_2К_{(1-2)}}$	Губковые (или археоциатовые) известняки со шламово-детритовым заполнителем	Кубковидные одиночные формы известковых губок, кораллов или археоциат, онколиты, шлам, детрит, доломит, кремневые конкреции, «глазки» кристаллического кальцита,комки,пелит,обломки
			12	$\frac{Рк_4Д_3С}{Дл_1Ш_2}$	Известняки раковинные, с криноидно-детритовым заполнителем	Брахиоподы, устрицы, криноидеи, шлам, крупный детрит, доломит, комки,пелит, обломки
			13	$\frac{Рс_{(2-3)}Кон_{(1-0)}}{Дл_{(6-8)}}$	Доломиты среднекрупнокристаллические с реликтами рифостроителей	Кристаллический доломит, поры, каверны
			14	$\frac{Ка_{(5-2)}}{Дл_{(5-8)}}$	Доломиты средне-крупнокристаллические без реликтов рифостроителей	Доломит кристаллический, поры, каверны, кристаллический кальцит
	МЕЖБИОГЕРМНЫЕ		15	$\frac{Он_1Об_{(1-2)}Д_2С}{Ш_2К_2П_{(2-1)}}$	Известняки органогенно-обломочные с детритом и шламом	Обломки рифостроителей, неокатанный детрит и шлам, онколиты, комки
			16	$\frac{Д_2С}{Дл_3П_5}$	Известняки пелитоморфные, доломитизированные	Доломит кристаллический, пелит, детрит
			17	$\frac{Д_2С}{Дл_8}$	Доломиты тонкокристаллические с детритом	Тонкие и мелкие кристаллы доломита, детрит
	ТЫЛОВЫЕ ШЛЕЙФЫ		18	$\frac{Об_{(2-4)}Оо_{(2-4)}Д_{(1-2)}С}{Ка_{(3-2)}}$	Известняки оолитово-обломочные	Псаммитовые обломки рифостроителей, зачаточные оолиты
			19	$\frac{Об_{(3-5)}Д_{(3-1)}С}{Ш_{(2-0)}Ка_{(2-4)}}$	Известняки органогенно-обломочные	Псаммитовые обломки рифостроителей, мелкий детрит, фораминиферы, водоросли, кр.кальцит
			20	$\frac{Гр_4Д_4С}{Ка_2}$	Гравелиты известковые органогенные	Гравийные обломки рифостроителей, кристаллический кальцит
			21	$\frac{Об_3Оо_3Га_{(1-2)}Гр_{(1)}}{Ка_{(1-2)}}$	Конгломераты известковые органогенные	Галька и мелкие обломки биогермных известняков, рифостроителей, оолиты
	ПЕРЕДОВЫЕ ШЛЕЙФЫ		22	$\frac{Д_2Об_2С}{К_3Ш_3}$	Известняки шламово-крупнодетритовые (1-10 *мм*)	Крупный детрит рифостроителей, иглокожих, устриц, брахиопод, шлам, копролиты, доломит, кремневые конкреции
			22А	$\frac{Об_3Д_2С}{Ш_2П_3}$	Известняки органогенно-обломочные, слабо глинистые	Псаммитовые обломки рифостроителей, шлам, пелитоморфный карбонат, глинистая примесь в виде прослоев и линз

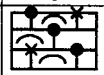
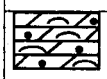
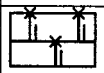
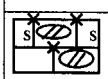
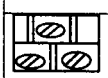
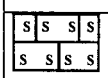
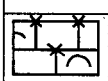
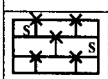
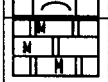
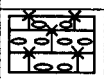
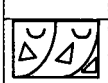
https://gazeta.ru/

(продолжение)

1	2	3	4	5	6	7
РИФОВАЯ	ЛАГУННЫЕ		23	$\frac{Оо_{(1-0)}Об_{(2)}Д_1Он_2В_1}{К_{(2-3)}П_{(1-0)}}$	Известняки онколитово-комковатые	Крупные онколиты, детрит рифостроителей, иглокожих, комки, оолиты, фораминиферы
			24	$\frac{Оо_3Об_2В_2Он_1С}{Ка_2}$	Известняки обломочные водорослевые	Обломки мутовчатых и кодиевых сифоней, двустворки, онколиты, зачаточные оолиты, фораминиферы
			25	$\frac{Д_{(3-4)}Рс_1Рк_1С}{К_{(3-4)}П_{(1-2)}}$	Известняки мелкодетритовые (0.1-1 *мм*)	Мелкий детрит рифостроителей, иглокожих, шлам, мелкие сгустки карбоната, раковины колонии
			26	$\frac{С}{П_{(8-9)}Дл_{(1-2)}}$	Известняки пелитоморфные, доломитизированные	Пелитоморфный карбонат, доломит
			27	$\frac{С}{Дл_9Ка_1}$	Доломиты тонкокристаллические	Доломит тонкокристаллический
ОТКРЫТОГО ШЕЛЬФА	БАРОВЫЕ		28	$\frac{Оо_{(3-5)}Д_{(2-0)}}{К_{(5-0)}Ка_{(0-5)}}$	Известняки крупнооолитовые (1-5 *мм*)	Оолиты, крупный и мелкий детрит, копролиты, крупный шлам, кристаллический кальцит
			29	$\frac{Оо_{(4-3)}Об_3Д_2}{Ка_{(1-2)}}$	Известняки мелкоолитовые (0.1-1 *мм*) косослойчатые	Оолиты, мелкий детрит, кристаллический кальцит
			30	$\frac{Оо_3Об_3Д_2}{Ка_2}$	Известняки зачаточноолитовые (0.1 *мм*) или микрофитолитовые	Оолиты, обломки известняков, мелкий детрит, крупный шлам, кристаллический кальцит.
			31	$\frac{Об_3Д_2Пес_2}{Ка_{(1-0)}Ш_1К_{(2-1)}}$	Известняки мелкообломочные, песчанистые	Обломки известняков, обломки организмов, мелкий детрит, песчаные зерна кварца, полевых шпатов, шлам, кристаллический кальцит,комки
			32	$\frac{Об_3Пес_{(4-1)}Оо_{(2-1)}}{Ка_{(4-3)}}$	Известняки оолитово-обломочные, песчанистые	Обломки известняков, обломки организмов, мелкие оолиты, песчаные зерна кварца, полевых шпатов, кристаллический кальцит, галька карбонатов
	МЕЛКОВОДНЫХ ШЕЛЬФОВЫХ РАВНИН		33	$\frac{Д_1Рк_2С}{Ш_5К_2}$	Известняки биоморфно-детритовые	Крупный детрит, целые формы раковин и колоний, копролиты, шлам, пелитоморфный карбонат
			34	$\frac{Д_5К_3С}{Ш_1П_1}$	Известняки крупнодетритовые (1-10 *мм*)	Крупный детрит, копролиты, шлам, фораминиферы, обломки известняка, редкие онколиты
			35	$\frac{Д_3Он_1С}{Ш_{(3-0)}Гл_1П_{(5-2)}}$	Известняки пелитоморфные с мелким детритом (0.1-1 *мм*)	Мелкий детрит, шлам, пелитоморфный карбонат, фораминиферы, спикулы, редкие онколиты, раковины
			36	$\frac{Он_2Д_2К_2}{Ш_3}$	Известняки детритово-онколитовые	Онколиты, крупный и мелкий детрит, копролиты, шлам, фораминиферы
			37	$\frac{Д_{(1-3)}К_{(2-3)}Кон_{(1-2)}С}{Дл_{(2-6)}}$	Известняки детритово-копролитовые	Крупный детрит, крупные и мелкие комки (копролиты), шлам, фораминиферы, конкреции, доломит

https://gazeta.ru/

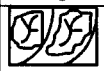
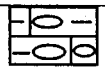
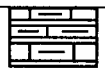
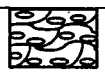
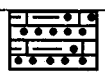
(продолжение)

1	2	3	4	5	6	7
ОТКРЫТОГО ШЕЛЬФА	ГЛУБОКОГО ШЕЛЬФА		38	$\underline{Д_3С}$ $Ш_3\ К_2\ П_2$	Известняки шламово-копролитовые	Крупный шлам, мелкие комки, мелкий детрит, доломит, редкие онколиты, спикулы, кремнистые конкреции
			39	$\underline{Ш_1Ал_1С}$ $Дл_{(5-0)}П_{(6-1)}Гл_2$	Известняки пелитоморфные, слабоглинистые	Пелит, шлам, глинистые минералы (до 20%), мелкий детрит, фораминиферы, целые раковины брахиопод,двустворок,доломит от 20 до 50%
			40	$\underline{Д_1Ал_2С}$ $П_5Гл_2$	Мергели	Пелит, глинистые минералы (до 20%), алевритовые зерна кварца, мелкий детрит, фораминиферы, целые раковины двустворок, брахиопод и др.
			41	$\underline{Ал_2\ С}$ $Гл_7\ П_1$	Глины известковистые	Глинистые минералы, алевритовые зерна кварца, пелит, кристаллы пирита
КОНТИНЕНТАЛЬНОГО СКЛОНА	ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ СКЛОНА (ПОЛОГИЙ СКЛОН)		42	$\underline{Д_3S_2Он_{(1-0)}}$ $П_{(2-0)}Ш_{(2-3)}К_{(1-0)}Дл_{(2-1)}$	Известняки крупношламовые, доломитистые	Крупный и мелкий шлам, редкий крупный детрит рифостроителей, доломит, раковинный детрит, спикулы губок, пелит*
			43	$\underline{Д_2S_2Кон_{(1-2)}С}$ $Ш_{(1-2)}К_{(2-1)}Дл_{(2-1)}$	Известняки крупношламовые, конкреционные	Крупный и мелкий шлам, редкий крупный детрит, фораминиферы, спикулы, агрегаты и конкреции кварца и халцедона, кристаллический доломит*
			44	$\underline{Кон_2Д_1}$ $Дл_7$	Доломиты мелко-среднекристаллические, конкреционные	Кристаллический доломит, крупный редкий детрит, кварц-халцедоновые агрегаты и конкреции*
			45	$\underline{S_{(2-3)}Ал_1Д_{(1-0)}}$ $Ш_4Ка_1Дл_{(1-0)}$	Спонголиты	Шлам, алевритовая кр.,спику-лы кремневых губок, радиолярии, мелкий детрит, кальцит и доломит*
			46	$\underline{Д_2S_1С}$ $Дл_{(1-0)}Ка_{(1-0)}П_{(4-1)}Ш_{(3-1)}$	Известняки крупношламовые (0.05-1 *мм*)	Шлам, мелкий детрит, фораминиферы, спикулы кремнистых губок, известковые губки*
			47	$\underline{S_{(1-2)}Д_1\ С}$ $Гл_1\ П_{(7-6)}$	Известняки тонко-шламовые (< 0.05 *мм*)	Тонкий шлам, пелит, спикулы губок, доломит, глинистые минералы*
			48	$\underline{S_{(1-2)}Д_{(1-2)}}$ $П_{(6-8)}$	Известняки пелитоморфные	Пелит, мелкий детрит, фораминиферы,спикулы губок*
			49	$\underline{Кон_{(1-2)}С}$ $Дл_{(8-9)}$	Доломит мелкокристалличе ский	Кристаллический доломит, кремневые конкреции*
	ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ СКЛО-НА (КРУТОЙ СКЛОН)		50	$\underline{Д_3S_1Об_{(3-1)}С}$ $Ш_{(3-6)}$	Известняки шламово-обломочные	Органогенные обломки, оолиты, детрит иглокожих, шлам, пелит, спикулы, фораминиферы, кристаллический кальцит, доломит
			51	$\underline{Об_3\ S_1Ком_1С}$ $Ш_2П_2Ка_{(1-0)}Дл_{(1-0)}$	Брекчии органогенные, карбонатные, грубо косослоистые	Обломки биогермных известняков (5-10 см), шлам, пелит, спикулы губок, фораминиферы, кристаллический кальцит и доломит, кремнево-халцедоно-вые агрегаты

* В палеозойских отложениях в ЛГТ содержатся конодонты в качестве характерных сопутствующих компонентов

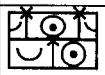
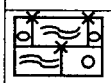
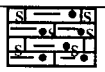
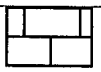
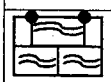
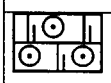
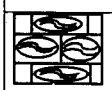
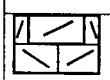
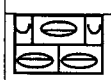
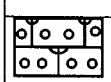
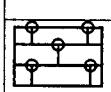
https://gazeoil.ru/

(продолжение)

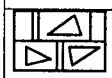
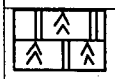
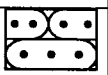
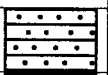
1	2	3	4	5	6	7
КОНТИНЕНТАЛЬНОГО СКЛОНА	ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ (КРУТОЙ СКЛОН)		52	Формула не установлена	Карбонатные породы глыбовые	Глыбы биогермных известняков и доломитов (1-6 *м*), будины известняков и доломитов, пелит, шлам, спикулы губок
			53	Формула не установлена	Карбонатные породы галечные	Несортированные обломки биогермных известняков (2 *см* - 0.5 *м*), пелит, глинистые минералы, тонкий шлам, алевритовая примесь кварца, кристаллический кальцит, доломит, спикулы губок*
	НИЖНЕЙ ЧАСТИ СКЛОНА, ПОДВОДНЫХ КОНУСОВ ВЫНОСА (ТУРБИДИТЫ)		54	$\frac{\text{С}}{\text{Гл}_{(1-2)}\text{П}_{(8-9)}}$	Известняки слабоглинистые, пелитоморфные	Пелит, глинистые минералы, редко мелкий детрит, фораминиферы, кальцисферы, радиолярии, пирит*
			55	$\frac{\text{С}}{\text{Гл}_3\ \text{П}_7}$	Известняки глинистые, пелитоморфные	Пелит, глинистые минералы, кальцисферы, редко радиолярии, мелкий детрит, фораминиферы, пирит*
			56	$\frac{\text{С}}{\text{Гл}_{(3-7)}\text{П}_{(7-3)}}$	Известняки флишеподобные (мелкоритмичное переслаивание глинистых пелитоморфных известняков с глинами)	Пелитоморфный карбонат, пелит, шлам, кальцисферы, редко мелкий детрит, пирит*
			57	$\frac{\text{Д}_3\ \text{Рк}_2\ \text{С}}{\text{Ш}_3\ \text{П}_3}$	Известняки биоморфно-детритовые	Крупный детрит и целые формы раковин смешанного состава, ориентированные по напластованию, пелит, шлам*
			58	$\frac{\text{Об}_3\text{Оо}_3\text{Д}_{(3-1)}}{\text{Ка}_{(1-2)}}$	Известняки обломочные, мелкослойчатые (переслаивание с тонкими прослойками глинистого материала)	Обломки биогермного карбоната, оолиты, мелкий детрит, кристаллический кальцит
			59	$\frac{\text{Об}_{(4-6)}\text{Оо}_{(2-0)}\text{С}}{\text{Ш}_2\ \text{П}_2\ \text{Гл}_{(2-0)}}$	Известняки обломочные градационнослоистые (обломочные шламовые, глинистые)	Обломки биогермного карбоната, оолиты, шлам, пелит, глинистые минералы, алевритовая примесь кварца*
	ПОДВОДНЫХ ДОЛИН (КОНТУРИТЫ)		60	$\frac{\text{Пес}_{(2-3)}\text{S}_1}{\text{П}_4\text{Гл}_{(2-3)}}$	Известняки глинистые с прослоями кварц-полевошпатовых песчаников	Песчаные обломки кварца, плагиоклазов, карбонатных пород, сланцев. Пелит, глинистые минералы, пепловый материал, кальцисферы, спикулы губок*
			61	$\frac{\text{Ал}_2\ \text{Рк}_1\ \text{S}_1\ \text{С}}{\text{Гл}_2\ \text{П}_4}$	Мергели	Глинистые минералы, планктонные фораминиферы, радиолярии, кальцисферы, алевритовая примесь кварца, пелит*

https://jurassic.ru/

(продолжение)

1	2	3	4	5	6	7
КОНТИНЕНТАЛЬНОГО СКЛОНА	ПОДВОДНЫХ АККУМУЛЯТИВНЫХ ПОДНЯТИЙ		62	$\frac{Он_1Рк_1Д_2С}{Ш_3К_{(3-0)}П_{(3-0)}}$	Известняки шламово-детритовые с онколитами	Онколиты, детрит, раковины, шлам, спикулы, радиолярии, фораминиферы, пелит *
			63	$\frac{Об_3Оо_2Д_2}{Ш_3}$	Известняки обломочные, водорослевые	Обломки водорослей, фораминиферы, оолиты, обломки пелитоморфного карбоната, крупный шлам
			64	$\frac{Д_3Об_2Ал_1С}{П_4}$	Известняки крупнодетритовые косослойчатые	Крупный детрит, обломки известняков алевр. разм., обломки кварца, фораминиферы, пелит
ГЕТЕРОГЕННЫЕ НЕРАСЧЛЕНЕННЫЕОТЛОЖЕНИЯ ВЕРХНЕЙ И НИЖНЕЙ ЧАСТЕЙ СКЛОНА			65	$\frac{Ал_1S_{(1-2)}ОВ_{(1-2)}С}{Дл_{(3-0)}Гл_3Ка_{(3-0)}}$	"Черные сланцы", или "доманикоиды", карбонатно-глинистая порода	Глинистые минералы, сферы, пелит, доломит, алевритовая примесь кварца, органическое вещество, аммониты, детрит раковинный и наземных растений, фораминиферы, радиолярии, спикулы губок *
ЗАКРЫТОГО ШЕЛЬФА	МАЛОПОДВИЖНЫХ ПРИДОННЫХ ВОД		66	$\frac{Каг_1С}{П_8Ш_1}$	Известняки пелитоморфные с редкими «глазками» кальцита	Пелит, шлам, фораминиферы, остракоды. Редко "глазки" крупнокристаллического кальцита, доломит мелко-среднекристаллический
			67	$\frac{Каг_{(2-0)}Пс_{(2-1)}С}{К_3П_3Дл_{(2-0)}}$	Известняки комковатые (> 1 *мм*)	Пелитоморфный и мелкозернистый известняк, доломит, губки, комки пелитоморфного карбоната, комки водорослей, «глазки» кальцит (узорчатый)
			68	$\frac{В_1Он_1С}{КЗП_{(4-3)}Дл_{(1-0)}}$	Известняки пелитоморфные с комками и онколитами сине-зеленых водорослей	Пелитоморфный карбонат, комки и онколиты, мелкие кустистые формы водорослей, доломит
			68А	$\frac{..С}{К_2П_8}$	Известняки пелитоморфные с комками водорослей	Пелит, комки водорослей, редкие игольчатые кристаллы гипса (ангидрита)
			69	$\frac{Гс_2С}{П_8}$	Известняки порфировидные	Пелит, игольчатые кристаллы гипса или ангидрита, остракоды, фораминиферы
			70	$\frac{Рк_{(1-2)}С}{Дл_3К_3П_2Д_1}$	Известняки пелитоморфные с раковинами и детритом	Створки и ядра раковин, детрит, пелит, доломит
	ПОДВИЖНЫХ ПРИДОННЫХ ВОД		71	$\frac{В_2Д_2С}{К_4Дл_{(1-0)}Ка_{(2-1)}}$	Известняки мелкокомковатые (0.1-1 *мм*)	Мелкие комки карбоната, комки водорослей, фораминиферы, мелкий детрит, кристаллический кальцит,доломит, редкие оолиты
			72	$\frac{Об_4Оо_3С}{Ка_3}$	Известняки мелкообломочные (0.1-1 *мм*)	Обломки карбонатных пород, зачаточные оолиты, фораминиферы, остракоды, обломки водорослей, кальцит
			73	$\frac{Оо_{(3-5)}Об_{(2-4)}С}{Ка_3}$	Известняки мелко-оолитовые (0.1-1 *мм*)	Мелкие и зачаточные оолиты, обломки водорослей, фораминиферы, редкий детрит, кристаллический кальцит

https://geomic.ru/

1	2	3	4	5	6	7
ПРИБРЕЖНО-МОРСКИЕ	ПРИЛИВНО-ОТЛИВНЫЕ		74	$\underline{\mathbf{B}_{(1-0)}\mathbf{Kar}_{(3-2)}}$ $\mathbf{П}_7$	Известняки пелитоморфные "глазковые"	Пелит, "глазки" яснокристаллического кальцита, гипса, ангидрита, соли, редкие комки сине-зеленых водорослей и водорослевой проблематики
			75	$\underline{\mathbf{Бр}_{(3-5)}\mathbf{C}}$ $\mathbf{Гл}_{(1-0)}\mathbf{П}_{(0-1)}\mathbf{Дл5}$	Известняки брекчиевидные	Глинисто-карбонатный, пелитоморфный материал, мелкие остроугольные обломки различных известняков, доломитов, ангидритов (1-5 см), кристаллический доломит
			76	$\underline{\mathbf{Ал}_1\mathbf{C}}$ $\mathbf{Гл}_1\mathbf{Kar}_8$	Известняки микрокристалличес кие, глинисто-алевритистые	Кристаллический кальцит, пелит, глинисто-алевритовый материал, реже шлам, доломит
			77	$\underline{\mathbf{Стр}_{(7-9)}}$ $\mathbf{Ka}_{(2-1)}\mathbf{Дл}_{(1-0)}$	Известняки (доломиты) строматолитовые (микроволнисто-слойчатые)	Мелкие комки, пелит кристаллический, кальцит и доломит
			78	$\underline{\mathbf{Ал}_{(1-0)}}$ $\mathbf{Дл}_8\mathbf{П}_{(1-2)}$	Доломит тонкокристалличес кий, глинистый	Кристаллический доломит, пелит, алевритовая примесь кварца, полевых шпатов
			79A	$\underline{\mathbf{Сл}_{(3-0)}\mathbf{Ан}_{(3-0)}}$ $\mathbf{Дл}_7$	Доломиты средне-мелкокристалличес кие, плотные	Кристаллический доломит, кристаллы соли, ангидрита
			80A	$\underline{\mathbf{Сл}_{(3-0)}\mathbf{Ан}_{(3-0)}}$ $\mathbf{Дл}_7$	Доломиты средне-мелкокристалличес кие, пористые	Кристаллический доломит, кристаллы соли, ангидрита
	ПРИЛИВНО-ОТЛИВНЫХ РАВНИН И ПРИБРЕЖНЫХ ЛАГУН		81	$\frac{\mathbf{C}}{\mathbf{Ан}_9\mathbf{П}_1}$	Ангидриты	Разнокристаллический ангидрит
			82	$\frac{\mathbf{C}}{\mathbf{Гс}_{10}}$	Гипсы	Гипс
			83	$\frac{\mathbf{C}}{\mathbf{Сл}_{10}}$	Каменные соли	Галит, сильвин, кариаллит
	БАРОВЫЕ И ПРИЛИВНО-ОТЛИВНЫЕ		84	$\underline{\mathbf{Пес}_5\mathbf{Д}_3\mathbf{Га}_{(1-0)}}$ $\mathbf{Ka}_{(1-2)}$	Песчаники кварц-полевошпатовые косослоистые	Кварц, полевые шпаты песчаной размерности, карбонатный материал
			84A	$\underline{\mathbf{Пес}_5\mathbf{Д}_3\mathbf{Га}_{(1-0)}}$ $\mathbf{Ka}_{(1-2)}$	Горизонтально-слоистые	Галька, гравий кварца, детрит
	НЕРАСЧЛЕНЕННЫЕ		85	$\underline{\mathbf{Ал}_{(7-8)}\mathbf{C}}$ $\mathbf{Ka}_2\mathbf{Гл}_{(1-0)}$	Алевролит (0.005-0.1 *м*)	Кварц, полевые шпаты, (алеврит), карбонаты, глина
			86	$\underline{\mathbf{Гр}_{(7-5)}}$ $\mathbf{Ka}_{(3-5)}$	Гравелит (1-10 *мм*)	Кварц, полевые шпаты, обломки пород
			87	$\underline{\mathbf{Д}_{(1-2)}\mathbf{C}}$ $\mathbf{Гл}_{(6-9)}\mathbf{Ka}_{(2-0)}$	Глина	Глинистые минералы

*Литогенетические типы с индексом «А» не являются самостоятельным структурным типом

https://gazeta.ru/

Таблица Б *(окончание)*

В таблице Б (графа 6) приведена формула структуры ЛГТ. Эта формула изображена в виде дроби: в числителе—каркас, форменные компоненты (детрит, обломки, раковины, конкреции, оолиты, онколиты и др.) и включения кристаллов; в знаменателе—основная масса, заполнитель.

Соотношения компонентов в формулах приведены в виде цифр и буквенных обозначений.

Ниже даны буквенные обозначения, используемые в формулах и соответствие цифр процентным содержаниям структурных компонентов:

Рс—скелетные остатки организмов, способных строить каркас органогенных построек (кораллов, строматопорат, гидроидных, известковых губок, археоциат, мшанок, палеоплизин, багряных, зеленых и синезеленых водорослей);
Рк—ядра или целые раковины организмов;
В—комки и изолированные известковые образования синезеленых и зеленых водорослей;
Об—обломки карбонатных пород и каркасных организмов песчаной размерности (0,1–1 *мм*);
Он—онколиты;
Стр—строматолиты;
Оо—оолиты;
Д—раковинный детрит (мелкий и крупный: 0,05–2 *мм*);
Кон—конкреции опала, кремнезема, доломита, кальцита, сидерита;
S—спикулы кремневых губок, радиолярии;
Гб—одиночные известковые губки;
К—комки (копролиты);
П—пелитоморфный микро- и тонкокристаллический карбонат (0,05–0,0001 *мм*);
Пс—псевдоонколиты (результат избирательной доломитизации комков водорослей);
Ш—шлам (детрит раковин алевритовой размерности: 0,05–0,001 *мм*);
Ка—кристаллический кальцит (кристаллы средние, мелкие: 0,1–5 *мм*);
Каг—выделения кристаллического кальцита (крупные кристаллы, текстуры «птичий глаз», «узорчатая»—размером 0,1–2 *мм*);
Дл—кристаллический доломит (кристаллы крупные, средние, мелкие: 0,5–0,1 *мм*);
Ал—алеврит (зерна кварца, полевых шпатов и др. алевритовой размерности: 0,05–0,001 *мм*);
Гл—глинистые минералы;
Бр—брекчия;
Га—галька известняков, доломитов, кварца, каркасных организмов и пр.;
Гр—гравий различного состава;
Пес—кварц, полевые шпаты, обломки пород песчаной размерности (0,05–2 *мм*);
Сл—кристаллы галита, сильвина, карналлита;
Гс—игольчатые кристаллы гипса;
Ан—кристаллы ангидрита или кристаллический ангидрит;
ОВ—органическое вещество;
С—сопутствующие (различные) структурные компоненты, присутствующие в породе в количестве до 5 %.

0 — от 0 до 5 %
1 — от 5 до 15 %;
2 — от 15 до 25 %;
3 — от 25 до 35 %;
4 — от 35 до 45 %;
5 — от 45 до 55 %;
6 — от 55 до 65 %;
7 — от 65 до 75 %;
8 — от 75 до 85 %;
9 — от 85 до 100 %.

https://gazeta.ru/

Литература

1. Атлас карбонатных пород и породообразующих организмов рифовых комплексов Средней Азии // Тр. ВНИГНИ.— М.: Недра, 1981.—Вып. 225.—217 с.
2. Атлас породообразующих организмов (известковых и кремневых) / Составитель В.П. Маслов.— М.: Наука, 1973.—268 с.
3. Афанасьева М.С. Атлас радиолярий палеозоя Русской платформы.—М.: Научный мир, 2000.—480 с.
4. Барсков И.С. Биоминерализация и эволюция // Палеонтологический журнал. 1982.—№ 4.—С. 5–12.
5. Барсков И.С. Палеонтологические аспекты биоминерализации // 27 Международный геологический конгресс: Тезисы докладов.—М.: Наука, 1984.—Т. 2.—С. 61–65.
6. Биссел Г.Д., Чилингар Д.В. Классификация осадочных карбонатных пород // Карбонатные породы. Генезис, распространение, классификация.—М.: Мир, 1970.—Т. 1.—С. 87–165.
7. Богоявленская О.В. К морфологической терминологии строматопороидей // Палеонтологический журнал, 1968.—№ 2.—С. 3–13.
8. Богоявленская О.В. К построению классификации строматопороидей // Палеонтологический журнал, 1969.—№ 4.—С. 12–27.
9. Богоявленская О.В. К ревизии семейства Idiostromatidae Nicholson // Ругозы и строматопороидеи палеозоя СССР.—М.: Наука, 1971.—С. 98–111.
10. Богоявленская О.В. О таксономическом значении астрориз у строматопороидей // Табулятоморфные кораллы девона и карбона СССР. Тр. I Всесоюзного симпозиума по изучению ископаемых кораллов. Сибирское отделение Института геологии и геофизики АН СССР.—М.: Наука, 1965.—Вып. 2.—С. 105–113.
11. Богоявленская О.В. Строматопораты палеозоя (морфология, систематическое положение, классификация и пути развития).—М.: Наука, 1984.—96 с.
12. Богоявленская О.В., Федоров М.В. Основы палеонтологии. Учеб. для вузов.—М.: Недра, 1990.—208 с.
13. Бодылевский В.И. Малый атлас руководящих ископаемых.—Л.: Гостоптехиздат, 1953.—240 с.
14. Бондаренко О.Б., Михайлова И.А. Краткий определитель ископаемых беспозвоночных / Под редакцией В.Н. Шиманского, 2–е изд., доп. и перераб.—М.: Недра, 1984.—536 с.
15. Бондаренко О.Б., Михайлова И.А. Краткий определитель ископаемых беспозвоночных.—М.: Недра, 1969.—480 с.
16. Бондаренко О.Б., Михайлова И.А. Методическое пособие по изучению ископаемых беспозвоночных (палеонтология в задачах и упражнениях).—М.: Недра, 1986.—197 с.
17. Ботвинкина Л.Н. Генетические типы отложений областей активного вулканизма // Тр. ГИН АН СССР.—М.: Недра, Наука, 1974.—Вып. 263,—318 с.
18. Вольф К.Х, Чилингар Д.В., Билес Ф.У. Элементарный состав карбонатных органических остатков, минералов и осадков // Карбонатные породы. Физико–химическая характеристика и методы исследования.—М.: Мир, 1970.—Т. 2.—С. 9–112.
19. Воронова Л.Г., Радионова Э.П. Водоросли и микрофитолиты палеозоя // Тр. ГИН АН СССР.—М.: Наука, 1976.—Вып. 294.—220 с.
20. Геологическая съемка в районах развития отложений с органогенными постройками: Методическое пособие по геологической съемке масштаба 1:50000 / Под редакцией Н.М. Задорожной, Д.В. Осадчей, Л.Н. Новоселовой // Тр. ВСЕГЕИ.– Л.: Недра, 1982. Вып. 2.—328 с.
21. Горошкова В.А., Овнатанова Н.С. О возрасте и генезисе верхнепалеозойской глинисто–карбонатной толщи в южной части Предуральского прогиба // Бюлл. МОИП. Отд. Геол.—1994.—Т. 69.—Вып. 2.—С. 75–84.
22. Градзиньский Р. Седиментология.—М.: Недра, 1980.—640 с.
23. Долицкая И.В. Тинтинниды (биология, экология, стратиграфическое значение) // Бюлл. МОИП. Отд. геол.—1993.—Т. 68.—Вып. 4.—С. 36–49.

http://jurassic.ru/

24. Дроздова Н.А., Саютина Т.А. Микроструктура некоторых раннекембрийских известковых водорослей и проблематичных образований, относимых к ним // Проблематики палеозоя и мезозоя.—М.: Наука, 1984.—С. 16–19.
25. Дроздова И.Н. О недооценке роли зоогенной составляющей в рассеянном органическом веществе ископаемых осадков // Органическое вещество современных и ископаемых осадков.—М.: Наука, 1985.—С. 80–85.
26. Друщиц В.В., Догужаева Л.А. Аммониты под электронным микроскопом (внутреннее строение раковины и систематика мезозойских филлоцератид, литоцератид и 6 семейств раннемеловых аммонитид).—М.: Изд–во МГУ, 1981.—240 с.
27. Друщиц В.В., Обручева О.П. Палеонтология.—М.: Изд–во МГУ, 1971.—412 с.
28. Жизнь растений.—М.: Просвещение, 1977.—Т. 3.—488 с.
29. Журавлева З.А. Онколиты и катаграфии рифея и нижнего кембрия Сибири и их стратиграфическое значение // Тр. ГИН АН СССР.—М.: Наука, 1964.—Вып. 114.—73с.
30. Журавлева З.А., Чумаков Н.М. Катаграфии, онколиты и строматолиты из позднего докембрия Восточной Белоруссии // Докл. АН СССР.—1968.—Т. 178.—№ 3.—С. 668–671.
31. Забродин В.Е. Роль водорослей в отложениях карбонатных осадочных формаций протерозоя // Проблемы осадочной геологии докембрия. – М.: Недра, 1975.—Кн. 2.—С. 166–169.
32. Ильин В.Д., Фортунатова Н.К. Методы прогнозирования и поисков нефтегазоносных рифовых комплексов.—М.: Недра, 1988.—201 с.
33. Ископаемые известковые водоросли (Морфология, систематика, методы изучения) / Б.И. Чувашов, В.А. Лучинина, В.П. Шуйский и др.—Новосибирск: Наука, 1987.—224 с.
34. Кленина Л.Н. Зайцева Е.Л. Аллохтонные комплексы палеозойских бентосных фоссилий Прикаспийской синеклизы // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 1996.—Т. 4.—№ 4.—С. 5–30.
35. Кленина Л.Н., Овнатанова Н.С. Диагностика конодонтов в шлифах // Палеонтологический журнал. 1987.—№ 3.—С. 92–96.
36. Конюхов А.И. Органическое вещество в мезозойско–кайнозойской истории Атлантики // Органическое вещество современных и ископаемых осадков.—М.: Наука, 1985.—С. 85–95.
37. Королюк И.К. Общая характеристика ископаемых органогенных построек // Ископаемые органогенные постройки, рифы, методы их изучения и нефтегазоносность.—М.: Наука, 1975.—С. 12–30.
38. Королюк И.К., Михайлова М.В. Характеристика основных типов органогенных построек // Ископаемые органогенные постройки, рифы, методы их изучения и нефтегазоносность.—М.: Наука, 1975.—С. 47–48.
39. Краткий курс палеонтологии / Г.И. Немков, Е.С. Левицкий, В.А. Вахрамеев и др.—М.: Недра, 1978.—247 с.
40. Крылов И.Н. и Журавлева З.А. Находки проблематичных органических остатков в древнейших толщах Северного Казахстана // Докл. АН СССР.—1964.—Т. 156.—№ 2.—С. 322–324.
41. Крылов И.Н. Столбчатые ветвящиеся строматолиты рифейских отложений Южного Урала и их значение для стратиграфии верхнего докембрия // Тр. ГИН АН СССР.—М.: Наука, 1963.—Вып. 69.—133с.
42. Крылов И.Н. Строматолиты (природа и принципы классификации) // Известковые водоросли и строматолиты (систематика, биостратиграфия, фациальный анализ).—Новосибирск: Наука, 1988.—С. 131–139.
43. Крылов И.Н., Вейс А.Ф. Микрофоссилии в стратиграфии докембрия: проблемы и перспективы // Проблемы стратиграфии верхнего протерозоя и фанерозоя.—М.: Наука, 1989.—С. 31–42.
44. Крылов И.Н., Орлеанский В.К. Лабораторная модель образования карбонатных корок в водорослево–бактериальных пленках (искуственные строматолиты и онколиты) // Известковые водоросли и строматолиты (систематика, биостратиграфия, фациальный анализ).—Новосибирск: Наука, 1988.—С. 4–12.
45. Ларская Е.С. Диагностика и методы изучения нефтегазоматеринских толщ.—М.: Недра, 1983.—196 с.
46. Левинсон–Лессинг и Струвэ Э.А. Петрографический словарь.—М.: Государственное научно–техническое издательство литературы по геологии и охране недр, 1963.—448 с.

http://jurassic.ru/

47. Лидер М.Р. Седиментология.—М.: Мир, 1986.—439 с.
48. Лисицын А.П. Лавинная седиментация и перерывы в осадконакоплении в морях и океанах.—М.: Наука, 1988.—309 с.
49. Ляшенко А.И. Атлас брахиопод и стратиграфия девонских отложений центральных областей Русской платформы // Тр. ВНИГНИ.—М.: Гос. науч.–техн. изд–во нефт. и горн.–топл. лит–ры, 1959.—451 с.
50. Ляшенко А.И. Брахиоподы и стратиграфия нижнефранских отложений Южного Тимана и Волго–Уральской нефтегазоносной провинции // Тр. ВНИГНИ.—М.: Недра, 1973.—Вып. 134.—279 с.
51. Максимова С.В. Очерки по прикладной палеоэкологии.—М.: Наука, 1984.—94 с.
52. Максимова С.В., Полонская Б.Я., Розонова Е.Д. Методические указания по изучению постседиментационных изменений карбонатных пород нефтегазоносных областей.—М., 1976.—58 с.
53. Маслов В.П. Водоросли и карбонатоосаждение // Изв. АН СССР. Сер. геол.—1961а.—№ 12.—С. 81–86.
54. Маслов В.П. Ископаемые известковые водоросли СССР // Труды ГИН АН СССР.– М.: Изд–во АН СССР, 1956.—Вып. 160.—302 с.
55. Маслов В.П. Карбонатные желваки органического происхождения // Бюлл. МОИП. Отд. геол., 1952.—Вып. 27.—№ 4.—С.28–45.
56. Махлаев В.Г. Условия осадконакопления в верхнефаменском бассейне Русской платформы.—М.: Наука, 1964.—234 с.
57. Микропалеонтология. Учебное пособие / Т.Н. Горбачик, И.В. Долицкая, Л.Ф. Копаевич, Л.Г. Пирумова.—М.: Изд–во МГУ, 1996.—112 с.
58. Микропалеонтология. Учебное пособие по курсу «Микропалеонтология». Ч. II / Под ред. В.С. Мильничука.—М.: МИНГ им. И.П. Губкина, 1991.—54 с.
59. Микропалеонтология. Учебник / Н.И. Маслакова, Т.Н. Горбачик, А.С. Алексеев и др.—М.: изд–во МГУ, 1995.—256 с.
60. Мильнер Г.Б. Петрография осадочных пород.—М.: Недра, 1968.—Т. 2.—666 с.
61. Мильштейн В.Е., Голованов Н.П. Синезеленые водоросли и их роль в процессах докембрийского породообразования // Проблемы осадочной геологии докембрия. Книга 2.—М.: Недра, 1975.—С. 163–166.
62. Михайлова И.А., Бондаренко О.Б. Палеонтология. Ч 1: Учебник.—М.: Изд–во МГУ, 1997.—448 с.
63. Михайлова И.А., Бондаренко О.Б. Палеонтология. Ч 2: Учебник.—М.: Изд–во МГУ, 1997.—496 с.
64. Михайлова И.А., Бондаренко О.Б., Обручева О.П. Общая палеонтология.—М.: Изд–во МГУ, 1982.—327 с.
65. Мудренко Л.М. К классификации микрофитолитов группы Osagia // Изв. РАН. Сер. геол.—1992.—№ 3.—С. 24–33.
66. Мудренко Л.М. Рифейские и вендские микрофитолиты групп Ambigolamellatus и Volvatella // Изв. АН СССР. Сер. геол.—1991.—№ 8.—С. 14–28.
67. Мудренко Л.М., Орлеанский В.К., Крылов И.Н. 1993. Лабораторное моделирование образования онколитов группы Osagia // Литология и полезные ископаемые.—1993.—№ 1.—С. 134–140.
68. Нарожных Л.И. Стратиграфическое значение микрофитолитов верхнего докембрия запада Русской платформы и Юго–востока Сибирской платформы // Автореф. дис. на соиск. степ. к. г.–м. н.—М.: ВНИГНИ, 1973.—25 с.
69. Нестор Х.Э. Роль строматопорат в образовании органогенных построек раннего палеозоя // Фанерозойские рифы и кораллы СССР // Тр. V Всесоюзного симпозиума по кораллам и рифам. Душанбе, 1983.—М.: Наука, 1986.—С. 202–209.
70. Нечипоренко Г.О., Бондаренко Г.П. Условия образования морских карбонатов (по экспериментальным данным).—М.: Наука, 1988.—136 с.
71. Николаева И.В. Минералы группы глауконита в осадочных формациях.—Новосибирск: Наука, 1977.—320 с.
72. Николаева И.В. Сенин Ю.М., Голубова Г.А. Фациальная изменчивость аутигенных силикатов в связи с особенностями осадконакопления на шельфе Западной Африки // Глауконит в современных нижнепалеозойских докембрийских отложениях.—М.: Наука, 1971.—С.7–49

https://jurassic.ru/

73. Николаева И.В., Ковалева Л.Т., Сухаренко А.В. Эволюция химического состава и классификация минералов группы глауконита // Глауконит в современных, нижнепалеозойских и докембрийских отложениях.—М.: Наука, 1971.—С. 81–112.
74. Оникиенко С.К. Породообразующие компоненты осадочных пород. Остатки породообразующих компонентов. Учебное пособие.—М.: МГГА, 1996.—89 с.
75. Основы палеонтологии. Справочник для палеонтологов и геологов СССР в 15 томах / Гл. ред. Ю.А. Орлов, 1958–1964.
а) Общая часть. Простейшие / Под редакцией Д.М. Раузер-Черноусовой и А.В. Фурсенко.—М.: Изд-во АН СССР, 1959.—Т. 1.—482 с.
б) Губки, археоциаты, кишечнополостные. Приложение. Черви / Под редакцией Б.С. Соколова.—М.: Изд-во АН СССР, 1962.—Т. 2.—485 с.
в) Моллюски—панцирные, двустворчатые, лопатоногие / Под редакцией А.Г. Эберзина.—М.: Изд-во АН СССР, 1960.—Т. 3.—300 с.
г) Моллюски—брюхоногие / Под редакцией В.Ф. Пчелинцева и И.А. Коробкова.—М.: Гос. науч.-техн. изд-во лит-ры по геол. и охране недр, 1960.—Т. 4.—360 с.
д) Моллюски—головоногие, I Наутилоидеи, эндоцератоидеи, актиноцератоидеи, бактритоидеи, аммоноидеи (агониатиты, гониатиты, климении) / Под редакцией В.Е. Руженцева.—М.: Изд-во АН СССР, 1962.—Т. 5.—438 с.
е) Моллюски—головоногие, II Аммоноидеи (цератиты и аммониты) внутреннераковинные. Приложение: кониконхии / Под редакцией Н.П. Лупнова, В.В. Друщица.—М.: Гос. науч.-техн. изд-во лит-ры по геол. и охране недр, 1958.—Т. 6.—359 с.
ж) Мшанки, брахиоподы. Приложение: форониды / Под редакцией Т.Г. Сарычевой.—М.: Изд-во АН СССР, 1960.—Т. 7.—343 с.
з) Членистоногие—трилобитообразные и ракообразные / Под редакцией Н.Е. Чернышевой.—М.: Гос. науч.-техн. изд-во лит-ры по геол. и охране недр, 1960.—Т. 8.—515 с.
и) Иглокожие, гемихордовые, погонофоры и щетинкочелюстные / Под редакцией Р.Ф. Геккера. – М.: Недра, 1964.—Т. 10.—383 с.
к) Бесчелюстные рыбы / Под редакцией Д.В. Обручева.—М.: Наука, 1964.—Т. 11.—522 с.
л) Водоросли, мохообразные, псилофитовые, плауновидные, членистостебельные, папоротники / Под редакцией В.А. Вахрамеева (ответственный редактор), Г.П. Радченко и А.Л. Тахтаджана—М.: Изд-во АН СССР, 1963.—Т. 14.—698 с.
76. Палеонтологический словарь / Под редакцией Г.А. Безносовой и Ф.А. Журавлевой.—М.: Наука, 1965.—616 с.
77. Палеонтология и палеоэкология. Словарь-справочник / Под ред. В.П. Макридина и И.С. Барскова.—М.: Недра, 1995.—494 с.
78. Переотложенные микрофоссилии и их роль для реконструкции условий формирования отложений нижней перми востока Прикаспийской впадины / О.А. Карцева, Н.С. Овнатанова, Т.К. Замилацкая, Е.Л. Зайцева, Е.А. Иващенкова, Н.Н. Миронова // Бюл. МОИП. Отд. геол.—1993.– Т. 68. Вып. 4.—С. 76–84.
79. Петтиджон Ф.Дж. Осадочные породы.—М.: Недра, 1991.—752 с.
80. Половинкина Ю.Ир. Структуры и текстуры изверженных и метаморфических горных пород.—М.: Недра, 1966.—Т. 1.—424 с.
81. Полонская Б.Я., Розонова Е.Д., Андрианова А.Г. Перемещение органического вещества в карбонатных отложениях // Геология нефти и газа.—1974.—№ 2.—С. 42–45.
82. Полонская Б.Я., Розонова Е.Д., Андрианова А.Г. Постседиментационные изменения нефтеносных карбонатных отложений Русской платформы. М.: Наука, 1975.—104 с.
83. Поташова М.Н. Таксономическая оценка морфологических признаков рамозных табулят // Фанерозойские рифы и кораллы СССР. Труды V Всесоюзного симпозиума по кораллам и рифам. Душанбе, 1983.—М.: Наука, 1986.—С. 179–188.
84. Рейтлингер Е.А. Атлас микроскопических органических остатков и проблематики древних толщ Сибири // Тр. ГИН АН СССР, вып. 25.—М.: Изд-во АН СССР. 1959.—84 с.

https://jurassic.ru/

85. Рейтлингер Е.А. Микроскопические органические (?) остатки Сердобской серии // Докл. АН СССР, 1956.—Т. III. – № 5.—С. 1098–1100.
86. Рейтлингер Е.А. Сферы девонских отложений Русской платформы // Докл. АН СССР, 1957.—Т. 115.—№ 4.—С.774–776.
87. Рейтлингер Е.А. Характеристика озерских и хованских слоев по микроскопическим органическим остаткам // Тр. ГИН АН СССР, 1960.—Вып. 14.—С. 136–172.
88. Рифы и рифообразующие кораллы / Под редакцией Б.С. Соколова, А.Б. Ивановского.—М.: Наука, 1987.—294 с.
89. Рич Патриция Викерс, Рич Томас Хьювит, Фентон Милдред Адамс. Каменная книга. Летопись доисторической жизни / Пер. с англ. с дополнениями и изменениями.—М.: МАИК Наука, 1997.—623 с.
90. Седиментологическое моделирование карбонатных осадочных комплексов / Сост. и общ. ред. Н.К. Фортунатовой.—М.: НИА—Природа, 2000.—249 с.
91. Селли Р.К. Введение в седиментологию.—М.: Недра, 1981.– 370 с.
92. Сендерс Дж. И., Фридмен Дж. М. Происхождение и распространение известняков // Карбонатные породы. Генезис, распространение и классификация.—М.: Мир, 1970.—Т. 1.—С. 165–249.
93. Современные и ископаемые рифы. Термины и определения. Справочник / Т.Т. Журавлева, В.Н. Космынин, В.Г. Кузнецов и др.—М.: Недра, 1990.—184 с.
94. Соловьева В.В. Некоторые новые мезозойские хететиды и их микроструктура // Палеонтологический журнал.—1980.—№ 4.—С. 29–30.
95. Сонненфельд П. Рассолы и эвапориты.—М.: Мир, 1988.—479 с.
96. Справочник по систематике фораминифер палеозоя (за исключением эндотироидей и пермских многокамерных лагеноидей) / М.В. Вдовенко, Д.М. Раузер–Черноусова, Е.А. Рейтлингер и др.—М.: Наука, 1993.—126 с.
97. Страхов Н.М. Основы теории литогенеза. Т. II.—М.: Изд–во АН СССР, 1962.—574 с.
98. Страхов Н.М. Основы теории литогенеза. Т. III.—М.: Изд–во АН СССР, 1962.—550 с.
99. Тафт У.Х. Современные карбонатные осадки // Карбонатные породы. Т I: Генезис, распространение, классификация.—М.: Мир, 1970.—С. 40–55.
100. Тафт У.Х. Физико–химия карбонатообразования // Карбонатные породы. Т. II: Физико–химическая характеристика и методы исследования.—М.: Мир, 1971.—С. 112–123.
101. Теодорович Г.И. К вопросу о происхождении осадочных известково–доломитовых пород // Тр. Института Нефти.—М.: Изд–во АН СССР, 1955.—Т. 5.—С. 75–108.
102. Теодорович Г.И. Учение об осадочных породах.—Л.: изд–во Гостоптехиздат, 1958.—512 с.
103. Толковый словарь английских геологических терминов. Т. 1—М.: Мир, 1977.—586 с.
104. Толковый словарь английских геологических терминов. Т. 2—М.: Мир, 1978.—588 с.
105. Толковый словарь английских геологических терминов. Т. 3—М.: Мир, 1979.—544 с.
106. Уилсон Дж. Л. Карбонатные фации в геологической истории.—М.: Недра, 1980.—463 с.
107. Фридмен Дж. М., Сендерс Дж. И. Генезис и распространение доломитов / Карбонатные породы. Т. 1: Генезис, распространение и классификация.—М.: Мир, 1970.—С. 249–320.
108. Фролов В.Г. Литология. Учебное пособие. Кн. 1.—М.: Изд–во МГУ, 1992.—336 с.
109. Фролов В.Г. Литология. Учебное пособие. Кн. 2.—М.: Изд–во МГУ, 1993.—430 с.
110. Хачатрян Р.О., Трохова А.А. О рифогенных карбонатных массивах востока Русской платформы // Тектоника и размещение нефтегазовых месторождений востока Русской платформы.—М.: Наука, 1968.—С. 152–165.
111. Хворова И.В. Атлас карбонатных пород среднего и верхнего карбона Русской платформы.—М.: Изд–во АН СССР, 1958.—170 с.
112. Хворова И.В. Особенности изучения карбонатных пород // Методы изучения осадочных пород.—М.: Госгеолтехиздат, 1957.—С. 284–307.
113. Чилингар Дж.В., Бисел Х.Дж. и Вольф К.Х. Диагенез и катагенез карбонатных пород // Диагенез и катагенез осадочных образований.—М.: Мир, 1971.—С. 165–291.

https://jurassic.ru/

114. Чувашов Б.И. Строматолиты и онколиты девона, карбона и перми // Известковые водоросли и строматолиты (систематика, биостратиграфия, фациальный анализ).—Новосибирск: Наука, 1988.—С. 158–175.
115. Швецов М.С. Петрография осадочных пород. М.: Госгеолиздат, 1958.—415 с.
116. Шуйский В.П. Фации узорчатых известняков в палеозое Урала и востока Русской платформы // Фанерозойские рифы и кораллы СССР. Труды V Всесоюзного симпозиума по кораллам и рифам. Душанбе, 1983.—М.: Наука, 1986.—С. 179–188.
117. Шульга–Нестеренко М.И. Функциональное, филогенетическое и стратиграфическое значение микроструктуры скелетных тканей мшанок // Тр. ПИН АН СССР. Т. 23.—М.:–Л.: Изд–во АН СССР, 1949.—79 с.
118. Шульга–Нестеренко М.И. Каменноугольные мшанки Русской платформы // Тр. ПИН АН СССР.—Т. LVII.—М.: Изд–во АН СССР, 1955.—207 с.
119. Яворский В.И. Stromatoporoidea Советского Союза. Часть вторая // Тр. ВСЕГЕИ. Новая серия.—М.: Гос. науч.–техн. изд–во лит–ры по геол. и охране недр, 1957.—Т. 18.—167 с.
120. Яворский В.И. Stromatoporoidea Советского Союза. Часть третья // Тр. ВСЕГЕИ. Новая серия.—М.: Гос. науч.–техн. изд–во лит–ры по геол. и охране недр, 1961.—Вып. 44.—143 с.
121. Яворский В.И. Stromatoporoidea Советского Союза. Часть четвертая // Тр. ВСЕГЕИ. Новая серия.—М.: Гос. науч.–техн. изд–во лит–ры по геол. и охране недр, 1963.—Т. 87.—160 с.
122. Яворский В.И. Stromatoporoidea Советского Союза. Часть пятая // Тр. ВСЕГЕИ. Новая серия.—М.: Гос. науч.–техн. изд–во лит–ры по геол. и охране недр, 1967.—Т. 148.—119 с.
123. Яворский В.И. Таблицы изображений Stromatoporoidea Советского Союза. Приложение к части первой // Тр. ВСЕГЕИ. Новая серия.—М.: Гос. науч.–техн. изд–во лит–ры по геол. и охране недр, 1955.—Т. 8.—88 таблиц.
124. Янин Б.Т. Основы тафономии. М.: Недра, 1983.—184 с.
125. Beales F.W. Ancient sediments of Bahaman type. Am. Ass. Petrol. Geologists.—1958.—Bull. 42,—p. 1845–1880.
126. Beales F.W. Conditions of deposition of Palliser (Devonian) limestone of Southwestern Alberta. Am. Ass. Petrol. Geologists.—1956.—Bull. 40,—p. 848–870.
127. Folk R.L. Practical petrographic classification of Limestones. Am. Ass. Petrol Geologists.—1959.—Bull. 43.—38 p.
128. Folk R.L. Spectral Subdivision of Limestone Types. Classification of Carbonate Rocks. Am. Ass. Petrol Geologists Mem. 1.—Tulsa, Oklahoma USA, 1962.—P. 62–85.
129. Ham E.E. (Ed.): Classification of Carbonate Rocks, a symposium. Am. Ass. Petrol. Geologists. Mem. 1,—Tulsa, Oklahoma USA, 1962.—279 p.
130. Treatise on Invertebrate Paleontology. Coelenterata. Ed. R. Moore, 1956.—Geol. Soc. America and Kansas University Press.—Part F.—498 p.

https://jurassic.ru/

Объяснения к фототаблицам 1–168

Часть I. Скелеты морских беспозвоночных животных организмов и известковые водоросли

Известковые водоросли (табл. 1–22)

Таблица 1

Фиг. 1. Кустистая форма синезеленой водоросли *Epiphiton*. Слоевище состоит из темного пелитоморфного кальцита (первый тип микроструктуры). Верхний девон, франский ярус. Южный Тиман, ручей Вежа–Вож. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Фиг. 2. Кустистая форма синезеленой водоросли *Epiphiton*. Видны продольные и поперечные сечения веточек. Верхний девон, франский ярус. Южный Тиман, ручей Вежа–Вож. Шлиф, увел.70, без анализатора.

Таблица 2

Фиг. 1. Кустистая форма водоросли *Ortonella* Garwood. Слоевище состоит из сближенных у основания и радиально расходящихся от него прямых ветвящихся трубок одинакового диаметра, погруженных в массу микрозернистого кальцита. Стенки трубок темные, отчетливо выражены. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Колвинская, скв. 50, интервал глубин 3516–3524 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 2. Синезеленая водоросль *Sphaerocodim* (а) и перекристаллизованная багряная водоросль (б) образуют полифитный желвак; редкие линзовидные включения (в) представлены серпулидами (вверху слева). Верхний девон, франский ярус. Южный Тиман, ручей Большой Керан. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Таблица 3

Фиг. 1. Колония синезеленой водоросли (а) со сгустковой микроструктурой и нарастающая на нее колония нитчатых *Epiphiton* (б) с кустистой формой слоевища, состоящего из темного пелитоморфного кальцита, в биогермном водорослевом известняке с мелкими кальцитовыми сферами. Верхний девон, франский ярус. Южный Тиман, река Седью. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 2. Кустистая форма синезеленой водоросли в биогермном водорослевом известняке. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Колвинская, скв. 50, интервал глубин 3516–3524 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Таблица 4

Фиг. 1. Колонии синезеленой водоросли *Izella* булавовидной формы в водорослевом известняке. Слоевище *Izella* состоит из темного пелитоморфного кальцита. Вверху и внизу справа крупные гнезда призматического кальцита. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Колвинская, скв. 50, интервал глубин 3524–3532 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 2. Колонии синезеленых водорослей со слоевищами булавовидной формы, состоящими из темного пелитоморфного кальцита: слева *Renalcis* (а), а справа и вверху *Izella* (б); последние отличаются наличием внутри слоевищ пустот звездчатой формы. Пространство между колониями сложено яснокристаллическим кальцитом. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Колвинская, скв. 50, интервал глубин 3524–3532 м. Шлиф, увел. 20,без анализатора.

https://jurassic.ru/

Таблица 5

Фиг. 1. Булавовидная форма синезеленой водоросли *Izella* в окружении кустистых форм водорослей той же группы в поле яснокристаллического кальцита. Внизу одиночный кристалл доломита ромбической формы, приуроченный к слоевищу. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Колвинская, скв. 50, интервал глубин 3516–3524 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 2. Синезеленая водоросль *Izella* с булавовидной формой слоевища, состоящего из пелитоморфного кальцита. Внутри слоевищ видны пустоты звездчатой формы. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Колвинская, скв. 50, интервал глубин 3529–3532 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора..

Таблица 6

Фиг. 1, 2. Многослойная инкрустация кальцитом водорослевого происхождения поверхности колоний мшанок в биогермном мшанково–водорослевом известняке. На фиг. 1 видны крупные и мелкие каверны, образованные на месте скелетных остатков, разрушенных процессами выщелачивания; стенки каверн инкрустированы кальцитом более поздней генерации. Внизу слева—участок мелкообломочного заполнителя. Нижняя пермь. Северо–западная часть бортовой зоны Прикаспийской синеклизы, скв. 14, интервал глубин 3070–3076 м. Шлиф, увел. 7, без анализатора.

Таблица 7

Фиг. 1. Моносифонное строение зеленой дазикладовой водоросли *Beresella*, имеющей форму цилиндра. Стенки таллитов пронизаны тонкими порами–каналами, заполненными пелитоморфным кальцитом. Темные каналы сливаются в мутовчатые пояски, разделенные перегородками, состоящими из светлого прозрачного кальцита. Такой же кальцит образует тонкую оболочку, покрывающую поверхность таллитов. Средний карбон, московский ярус. Восточный борт Прикаспийской синеклизы. Площадь Жанажол, скв. 27, интервал глубин 3749–3756 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 2. *Beresella erecta* Maslov et Kulik. Хорошо видно мутовчатое распределение каналов (темное) в стенках таллита. Центральная часть таллита разрушена синезелеными водорослями–сверлильщиками. Заметны корковые наросты на остатках березеллид (вверху справа) и крупные комки, состоящие из пелитоморфного кальцита (слева и внизу), образованные синезелеными водорослями. Средний карбон, московский ярус. Восточный борт Прикаспийской синеклизы. Площадь Жанажол, скв. 27, интервал глубин 3749–3756 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 8

Фиг. 1. Трубчатое моносифонное строение зеленой дазикладовой водоросли *Dvinella*. Стенки таллита пронизаны тонкими ветвящимися каналами, собранными в пучки (темные). Средний карбон, московский ярус. Восточный борт Прикаспийской синеклизы. Площадь Жанажол, скв. 27, интервал глубин 3749–3756 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Фиг. 2. На продольном и поперечном сечениях цилиндрического таллита зеленой дазикладовой водоросли типа *Samarella* видно равномерное распределение тонких прямых каналов, заполненных пелитоморфным кальцитом. Левая часть таллита разрушена синезелеными водорослями сверлильщиками. Внизу обломки багряных водорослей, окруженные каемками грануляции (темные). Средний карбон, московский ярус. Восточный борт Прикаспийской синеклизы. Площадь Жанажол, скв. 67, интервал глубин 3591–3597 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

https://jurassic.ru/

Таблица 9

Фиг. 1. Трубчатые таллиты зеленой (дазикладовой) водоросли *Uraloporella* Korde. На продольных сечениях виден легкий изгиб и пережимы; поперечные сечения округлой формы. Тонкие прямые каналы распределены в стенках таллитов часто и довольно равномерно. Средний карбон, московский ярус. Восточный борт Прикаспийской синеклизы. Площадь Жанажол, скв. 27, интервал глубин 3820–3827 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 2. Продольное сечение неправильной по форме, грубой трубочки зеленой сифонокладовой водоросли типа *Antracoporellopsis*. Центральный сифон разделен искривленными поперечными пережимами на секции. Стенки таллита пронизаны массой тонких каналов. Средний карбон, московский ярус. Восточный борт Прикаспийской синеклизы. Площадь Жанажол, скв. 67, интервал глубин 3591–3597 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Таблица 10

Фиг. 1. Псевдоклеточное строение зеленой сифонокладовой водоросли *Donezella* Maslov, слагающей мелкодетритовый водорослевый известняк с базальным кальцитовым цементом. В центре крупное ветвящееся слоевище, состоящее из трубочек с частыми межсегментными перегородками, сложенными светлым прозрачным кальцитом. На продольном сечении, близком к аксиальному, виден центральный канал, проходящий через перегородки. Стенки трубок пронизаны тонкими порами–каналами, заполненными пелитоморфным кальцитом. Средний карбон, московский ярус. Восточный борт Прикаспийской синеклизы. Площадь Жанажол, скв. 23, интервал глубин 2780–2787 м. Шлиф, увел. 70, без анализитора.

Фиг. 2. *Donezella lutugini* Maslov. Трубочка с тонкими светлыми стенками разделена перегородками в виде субпараллельных дисков, которые слабо вогнуты. В перегородках отложен темный пелитоморфный кальцит; пустоты между ними залечены светлым призматическим кальцитом. Сечение не проходит через центр (парааксиальное), поэтому центральный канал не виден. Верхний карбон. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северное Хоседаю, скв. 1. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 11

Фиг. 1. Сложная система крупных пустот и каналов в кальцитизированном и частично перекристаллизованном таллите зеленой сифоновой водоросли. Видны мелкие ямки (вместилища для спор ?) на поверхности таллита, имеющего субцилиндрическую форму. Средний карбон, московский ярус. Восточный борт Прикаспийской синеклизы. Площадь Урихтау, скв. 2, интервал глубин 2973–2980 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Фиг. 2. Зеленая водоросль *Anthracoporella spectabilis* Pia. Таллит цилиндрической формы сложен агрегатом светлого яснокристаллического кальцита (второй тип микроструктуры). Сквозные поперечные поры—каналы заполнены темным пелитоморфным кальцитом. Печорская синеклиза, Колвинский мегавал. Площадь Сарутаюская, скв. 68, интервал глубин 2335–2343,5 м. Шлиф, увел. 20, без анализитора.

Таблица 12

Фиг. 1. Водоросль неясного систематического положения *Fasciella* в виде многослойных образований корковидной формы в окремнелом биогермном водорослевом известняке. Нижний карбон, визейский ярус. Восточный борт Прикаспийской синеклизы. Площадь Жанатан, скв. 100, интервал глубин 3890–3900 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 2. Водоросль *Fasciella* в виде ленты, обвивающей центральный стержень в два–три (внизу) или несколько слоев (вверху). Слева различные сечения трубок *Serpula*. На отдельных участках остатки водорослей и вмещающая порода—биогермный водорослевый известняк—замещены

https://jurassic.ru/

сферолитовыми образованиями кремня. Нижний карбон, визейский ярус. Восточный борт Прикаспийской синеклизы. Площадь Жанатан, скв. 100, интервал глубин 3890–3900 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Таблица 13

Фиг. 1. Субсферическая форма багряной водоросли в биогермном водорослевом известняке. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Колвинская, скв. 50, интервал глубин 3516–3524 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 2. Продольное сечение фрагмента частично перекристаллизованной багряной водоросли в органогенно–детритовом известняке с обильными гранулированными фораминиферами (темные). Карбон. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Ярейюская, скв. 300, интервал глубин 2540,0–3547,0 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 14

Фиг. 1. Гранулированная и доломитизированная колония багряной водоросли в биогермном водорослевом известняке с крупными палеопустотами, заполненными детритовым материалом и крупно-призматическим кальцитом. Слоевище водоросли образовано плотно сжатыми веерообразно расходящимися клеточными нитями. Верхний девон, франский ярус. Печорская синеклиза, Варандей–Адзьвинская зона, Медынско–Сарембойский вал. Площадь Западно–Леккейягинская, скв. 68, интервал глубин 1913,45–1920,4 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 2. Багряная водоросль со слоевищем корковой формы, образованным нарастающими слоями полусферической формы. Скелетная ткань сложена слабо прозрачным кальцитом. Верхний девон, франский ярус. Южный Тиман, ручей Вежа–Вож. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Таблица 15

Фиг. 1. Субсферическая форма багряной водоросли *Solenopora* (вверху справа и внизу). Слоевище образовано плотно сжатыми рядами клеточных нитей. Клетки в продольных сечениях субпрямоугольные. В центре между двумя колониями багряных водорослей находится раковина брахиоподы, представляющая собой окаменелость–ватерпас—нижняя часть полости заполнена мелкими комочками пелитоморфного кальцита, а верхняя залечена яснокристаллическим кальцитом.Слева видна крупная палеополость, залеченная фибровым кальцитом. Верхний девон,франский ярус. Гряда Чернышева, река Шер–Нядейта. Шлиф, увел. 8, без анализатора.

Фиг. 2. Сферические колонии багряных водорослей в органогенно–обломочном известняке. На поверхности колоний видны корки обрастающих и гранулирующих синезеленых водорослей. Верхний девон, франский ярус. Южный Тиман, ручей Вежа–Вож. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Таблица 16

Фиг. 1. Субцилиндрические, дихотомически ветвящиеся слоевища багряной водоросли *Komia* в положении роста (светлые) в водорослевом биогермном известняке, который перекрыт органогенно–обломочным известняком с фрагментами багряных водорослей. Верхний–средний карбон. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северо–Хоседаюская, скв. 1, интервал глубин 2445,1–2453,5 м. Пришлифовка, увел. 1.

Фиг. 2. Багряная водоросль *Komia* с субцилиндрическим дихотомически ветвящимся слоевищем. Скелетная ткань состоит из светлого пучка нитей, расположенных под острым углом к осевой нити;

https://jurassic.ru/

последняя плохо различима из–за перекристаллизации. Верхний–средний карбон. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северо–Хоседаюская, скв. 1, интервал глубин 2445,1–2453,5 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Таблица 17

Фиг. 1, 2. Багряная водоросль *Komia* с субцилиндрическим слоевищем. В микроструктуре скелетной ткани слоевищ сохранилась форма клеточных нитей. Фиг. 1—крупное поперечное сечение, фиг. 2—поперечное и продольное сечения слоевищ. Верхний карбон. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северо–Инзерейская, скв. 30, интервал глубин 2701–2709 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 18

Фиг. 1. Корковые формы багряных водорослей в биогермном водорослевом известняке. Верхний девон,фаменский ярус. Гряда Чернышева, река Шер–Нядейта. Шлиф, увел. 20, с включенным анализитором.

Фиг. 2. Коркообразные багряные водоросли в биогермном водорослевом известняке. Верхний девон, франский ярус. Южный Тиман, ручей Вежа–Вож. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Таблица 19

Фиг. 1. Багряная водоросль *Komia* с субцилиндрическим дихотомически ветвящимся слоевищем (поперечные и продольные срезы) в фораминиферово–водорослевом известняке. Скелетная ткань сложена светлым тонкозернистым кальцитом. В поперечных срезах веточек слоевища видно волнообразное затухание скелетной ткани стенок клеток. Внизу видны раковины фораминифер: *Bradyina* sp., *Texthulariidae* и др. Верхний карбон. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северо–Инзерейская, скв. 30, интервал глубин 2701–2709 м. Шлиф, увел. 20, с включенным анализатором.

Фиг. 2. Колонии синезеленых водорослей со сгустковой микроструктурой и обрастающие их багряные водоросли в биогермном водорослевом известняке. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Колвинская, скв. 50, интервал глубин 3524–3532 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Таблица 20

Колонии синезеленых и багряных водорослей, образующие каркас в биогермном водорослевом известняке. Синезеленые водоросли (темные участки) представлены булавовидными *Izella* и кустистыми *Epiphiton*, а багряные (светлые участки)—массивными полусферическими и пластинчатыми корковыми формами. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Колвинская, скв. 50, интервал глубин 3532–3540 м. Шлиф, увел. 11, без анализатора..

Таблица 21

Фиг. 1, 2. Утрикулы харовых водорослей (различные сечения через осевую и периферические части) в шламово–пелитоморфном известняке с терригенной примесью. Верхний девон, франский ярус. Площадь Северная Харьяга, скв. 12, интервал глубин 3712–3719 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 22

Фиг. 1. Пластинчатое слоевище водоросли неясного систематического происхождения, фрагмент которой с кальцитовыми сферами в прижизненом положении, показан на таблице 26, фиг. 1, 2. в биогермном

https://jurassic.ru/

(водорослевом) известняке. Видна тонкопризматическая микроструктура водорослевых пластин, которые разделены тончайшей темной каймой, состоящей из микрокристаллического кальцита. Карбон. Восточный борт Прикаспийской синеклизы. Площадь Синельниковская, скв. 1, интервал глубин 2837–2839 м. Шлиф, увел. 20, с включенным анализатором.

Фиг. 2. Микроструктура скелетной ткани кораллита. Стенки и пузырчатая ткань кораллита имеют фибровое строение, имеющее сходство с тонкопризматической структурой слоевища пластинчатой водоросли, показанной на фиг. 1. Эпитека кораллита неотличима от темной каймы, разделяющей водорослевые пластины. Эта кайма, вероятно, играет роль, аналогичную эпитеке кораллитов. Карбон. Восточный борт Прикаспийской синеклизы. Площадь Синельниковская, скв. 1, интервал глубин 2837–2839 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

https://jurassic.ru/

Часть II. Производные скелетов морских организмов

Кальцитовые сферы (табл. 23–26)

Таблица 23

Фиг. 1. Сферы различного размера и происхождения (раковины фораминифер и остатки водорослей) в сферово–узорчатом известняке. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северо–Хоседаюская, скв. 1, интервал глубин 3253–3265 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Фиг. 2, 3. Раковины паратураммин и мелкие кальцитовые сферы различного происхождения в сферово–водорослевом известняке. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северо–Хоседаюская, скв. 1, интервал глубин 3253–3265 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 24

Фиг. 1, 2, 3. Сферы водорослевого происхождения, редкие паратураммины и эотуберитины в сферовово–водослевом узорчатом известняке. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза,Хорейверская впадина. Площадь Северо–Хоседаюская,скв. 1,интервалы глубин 3219–3227 м (фиг. 1, 2),3425–3433 м (фиг. 3). Шлифы, увел.70, без анализатора.

Таблица 25

Фиг. 1. Сферы различного размера и происхождения в сферово–сгустковом известняке. В центре в поле яснокристаллического кальцита *Parathurammina suleimanovi* Lip. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина.Площадь Северо–Хоседаюская, скв. 1, интервал глубин 3256–3269 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Фиг. 2. Раковина *Parathurammina dagmarae* Sul. в поле мозаичного агрегата яснокристаллического кальцита. Слева и справа видны мелкие кальцитовые сферы различного происхождения. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северо–Хоседаюская, интервал глубин 3257–3265 м.Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 26

Фиг. 1, 2. Мелкие кальцитовые сферы—органы плодоношения известковой водоросли в прижизненном положении. Верхний карбон, касимовский ярус.Восточный борт Прикаспийской впадины. Площадь Синельниковская, скв. 1, интервал глубин 2837–2839 м. Шлиф, фиг. 1—увел. 20, фиг. 2 увел.70,без анализатора.

Органогенный детрит (табл. 27–32)

Таблица 27

Фиг. 1. Следы сверления и биохимического растворения на остатках раковин брахиопод в детритовом известняке. Детрит образован in situ. Отдельные фрагменты незначительно перемещены. Средний карбон, башкирский ярус. Восточный борт Прикаспийской впадины. Площадь Жанатан, скв. 100, интервал глубин 3626–3630 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Фиг. 2. Детрит мшанок, иглокожих и брахиопод, сцементированный яснокристаллическим кальцитом, в детритовом неравномерно перекристаллизованном известняке. Скелетные остатки отсортированы, некоторые со следами слабой окатанности. Нижняя пермь, ассельский–сакмарский ярусы. Печорская синеклиза, Колвинский мегавал. Площадь Южное Хыльчую, скв. 23, интервал глубин 2241–2255. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

https://jurassic.ru/

Таблица 28

Фиг. 1. Игла морского ежа (поперечное сечение) в детритовом криноидно–мшанковом известняке. Вокруг иглы и других остатков иглокожих развиты широкие регенерационные каемки монокристаллическогокальцита. Справа от иглы морского ежа видны крупные фрагменты скелетных остатков мшанок. Нижняя пермь, ассельский–сакмарский ярусы. Печорская синеклиза, Колвинский мегавал.Площадь Северо–Ярейюская, скв. 150. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Фиг. 2. Перекристаллизованная детритовая частица, образованная в результате биохимической деструкции (рассверливания) раковины брахиоподы. Темные участки округлой, овальной и неправильной формы—следы жизнедеятельности сверлильщиков.Нижняя пермь, артинский ярус. Печорская синеклиза, Колвинский мегавал. Площадь Верхне–Шапкинская, скв. 62, интервал глубин 2222–2225 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 29

Фиг. 1. Иглы морского ежа. Поперечное и продольное сечения. Карбон. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Ярейюская, скв. 300, интервал глубин 2547,0–2556,0 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Фиг. 2. Детрит брахиопод—субпараллельно ориентированные фрагменты створок и шип (поперечное сечение). Створки состоят из двух слоев кальцита: призматического и волокнистого. Верхний девон, франский ярус. Печорская синеклиза, Колвинский мегавал. Площадь Северо–Харьягинская, скв. 12, интервал глубин 3728–3736 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 30

Фиг. 1. Детрит криноидей и мшанок в неотсортированном детритовом известняке. Нижняя пермь, артинский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северо–Инзырейская, скв. 30, интервал глубин 2515–2523 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 2. Шип брахиоподы (продольное сечение) в тонко– микрозернистом доломитизированном известняке с детритом мшанок. Внутренняя полость шипа заполнена тонкозернистым доломитом. Стенки шипа частично пиритизированы. Нижняя пермь. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Ярейюская, скв. 300, интервал глубин 2444,0–2447,0 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 31

Фиг. 1. Крупный детрит иглокожих и брахиопод, образующий прослой в мелкодетритово–шламовом известняке, содержащем примесь терригенного материала. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Вангурей, скв.81, интервал глубин 3471,3–3480,8 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 2. Субпараллельно ориентированный детрит тонкостенных брахиопод в детритово–шламовом известняке, содержащем примесь терригенного материала. Верхний девон, франский ярус. Южный Тиман, ручей Лыайоль. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Таблица 32

Фиг. 1. Крупный и мелкий детрит раковин гастропод и амфипор в детритово–шламовом известняке с обильным тонко–микрозернистым кальцитом. Верхний девон, франский ярус. Южный Тиман, река Седью. Шлиф, увел. 7, без анализатора.

https://jurassic.ru/

Фиг. 2. Фрагмент стебля и членики криноидей в шламово–детритовом глинистом известняке. Нижняя пермь, артинский ярус. Печорская синеклиза, Колвинский мегавал. Площадь Сарутаюская, скв. 68, интервал глубин 2273–2282 м. Пришлифовка, увел. 1.

Спикулы губок (табл. 33–35)

Таблица 33

Фиг. 1. Спикулы кремневых губок (продольные и поперечные сечения), расположенные беспорядочно, образуют основную массу спикулового известняка. Нижняя пермь, артинский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северо–Инзырейская, скв. 30, интервал глубин 2539–2547 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Фиг. 2. Крупные одноосные спикулы кремневых губок в мшанково–спикуловом известняке. В продольных сечениях спикул видны каналы. Нижняя пермь, артинский ярус. Печорская синеклиза,Колвинский мегавал. Площадь Верхне–Шапкинская, скв. 62, интервал глубин 2225–2234 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 34

Фиг. 1. Спикулы кремневых губок в спикуловом известняке с пятнистой текстурой, обусловленной процессами биотурбации. Нижняя пермь, артинский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северо–Инзырейская, скв. 30, интервал глубин 2490–2494 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 2. Спикулы кремневых губок, расположенные беспорядочно в спикуловом известняке, содержащем крупные остатки мшанок и иглокожих. Нижняя пермь, артинский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северо–Инзырейская, скв. 30, интервал глубин 2490–2494 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Таблица 35

Фиг. 1. Мелкие и крупные спикулы кремневых губок в детритово–шламовом известняке. В составе детрита кроме спикул присутствуют остатки мшанок, иглокожих, створки остракод. Детритовые частицы не ориентированы. Нижняя пермь, артинский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северо–Инзырейская, скв. 30, интервал глубин 2507–2515 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 2. Окремнелые фибры известковых губок в спикулово–шламово–пелитоморфном известняке. Нижняя пермь, артинский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северо–Инзырейская, скв. 30, интервал глубин 2462–2468 м. Шлиф, увел. 20, с включенным анализатором.

Органогенный шлам (табл. 36–39)

Таблица 36

Фиг. 1. Органогенный шлам вместе с неотсортированным детритом и гранулированными раковинами фораминифер, беспорядочно рассеянный в основной массе, состоящей из сгусткового пелитоморфного кальцита. Органогенные шлам и детрит—продукты биохимической деструкции скелетов брахиопод и иглокожих. Карбон. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Ярейюская, скв. 300, интервал глубин 2540,0–2547,0 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 2, 3. Органогенный шлам в мелкодетритово–шламовом известняке. Детрит и шлам не отсортированы и распределены в породе беспорядочно. Верхний девон,франский ярус. Южный Тиман, река Седью. Шлиф, увел. 14,без анализатора.

https://jurassic.ru/

Таблица 37

Фиг. 1. Органогенный шлам, пелитоморфный кальцит (алломикрит) и терригенная примесь алевритовой размерности в тонкослоистом известняке. Верхний девон, франский ярус. Печорская синеклиза, Колвинский мегавал. Площадь Северо–Харьягинская, скв. 12, интервал глубин 3733–3746 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 2. Шламовые частицы угловатой, изометричной и удлиненной формы в тонкослоистой карбонатной породе. Темные слойки—известняк пелитоморфный со шламовыми частицами, светлые—известняк шламовый с примесью терригенного материала алевритовой размерности. Верхний девон, франский ярус. Печорская синеклиза, Колвинский мегавал. Площадь Северо–Харьягинская, скв. 12, интервал глубин 3728–3736 м. Шлиф, увел. 70,без анализатора.

Таблица 38

Фиг. 1. Органогенный шлам совместно с целыми раковинами остракод, неотсортированным детритом остракод, иглокожих, трубчатых зеленых водорослей и пелитоморфным карбонатом. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Ярейюская, скв. 300, интервал глубин 3068,2–3076,9 м. Шлиф, увел. 3, без анализатора.

Фиг. 2. Органогенный шлам, крупный и мелкий детрит брахиопод, мшанок, иглокожих и редкие целые раковины остракод в пелитоморфном известняке. В центре фрагмент створки тонкостенной раковины брахиоподы с шипами. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Ярейюская, скв. 300, интервал глубин 2444,0–2447,0 м. Шлиф, увел. 3, без анализатора.

Таблица 39

Фиг. 1. Органогенный шлам с пелитоморфным карбонатом и алевритовой примесью в шламовом известняке. Верхний девон, франский ярус. Южный Тиман, ручей Лыайоль. Шлиф, увел. 9, без анализатора.

Фиг. 2. Органогенный шлам в шламово–мелкообломочном известняке с градационной слоистостью (карбонатный турбидит) и редким раковинным детритом. Верхний девон, франский ярус. Южный Тиман, ручей Лыайоль. Шлиф, увел. 3, с включенным анализатором.

Органогенные обломки (табл. 40–46)

Таблица 40

Фиг. 1. Крупные в различной степени окатанные обломки багряных и синезеленых водорослей в неотсортированном органогенно–обломочном известняке с яснокристаллическим кальцитовым цементом. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Колвинская, скв. 50, интервал глубин 3389–3397 м. Шлиф, увел. 6, без анализатора.

Фиг. 2. Крупный обломок иглокожего в поле яснокристаллического кальцита. По периферии обломка развита темная каемка грануляции, связанная с жизнедеятельностью синезеленых водорослей. Нижняя пермь, сакмарский ярус. Печорская синеклиза, Колвинский мегавал. Площадь Средне–Сарутаюская, скв. 52, интервал глубин 2392–2399 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 41

Фиг. 1. Слабоокатанные обломки амфипор в органогенно–обломочном неоднородном известняке. Вокруг обломков амфипор развиты корки синезеленых водорослей. Верхний девон, франский ярус. Южный Тиман, ручей Вежа–Вож. Шлиф, увел. 7, без анализатора.

https://jurassic.ru/

Фиг. 2. Крупные обломки колоний багряных (вверху справа) и синезеленых (внизу) водорослей в оолитовом известняке. Вокруг обломков развиты тонкие оолитовые оболочки. Во вмещающей породе, состоящей преимущественно из мелких и крупных зачаточных оолитов, присутствуют интракласты пелоидных и оолитовых известняков (слева). Видны крупные участки перекристаллизации, сложенные мозаичным агрегатом яснокристаллического кальцита. Верхний девон, фаменский ярус. Гряда Чернышова, река Шер–Нядейта. Шлиф, увел. 1,6, без анализатора.

Таблица 42

Фиг. 1. Слабоокатанные обломки унгдарелл в органогенно–обломочном водорослевом известняке. Среди обломков видны почти неокатанные фрагменты створок брахиопод. Связующая масса состоит из пелитоморфного кальцита с органогенным шламом. В расположении обломков наблюдается отсортированность по размеру и ориентировка по слоистости. Карбон. Восточный борт Прикаспийской синеклизы. Площадь Куантай, скв. 1, интервал глубин 4129–4134 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 2. Обломки иглокожих и строматопорат (внизу слева) в органогенно–обломочном эхиноидном известняке. Обломки в различной степени окатаны. По периферии некоторых обломков видны темные каемки грануляции. На поверхности обломка строматопораты развита корка синезеленых водорослей. На отдельных участках породы цемент представлен монокристаллическим кальцитом, образованным в процессе разрастания каемок регенерации вокруг остатков иглокожих. Верхний девон, франский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Сюрхаратинская, скв. 2, интервал глубин 3820–3825 м. Шлиф, увел. 8, без анализатора.

Таблица 43

Фиг. 1. Обломки зеленых сифоновых водорослей *Berezella*, зачаточные оолиты и примесь терригенных зерен кварца в органогенно–обломочном известняке с базальным цементом и крупными участками, состоящими из мозаичного агрегата яснокристаллического кальцита. Образование этого кальцита связано с перекристаллизацией связующей массы, реликтовые участки которой видны справа. Средний карбон, московский ярус. Восточный борт Прикаспийской синеклизы. Площадь Жанажол, скв. 27, интервал глубин 3597–3602 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 2. Окатанный окремнелый обломок багряной водоросли типа *Komia* в органогенно–обломочном известняке с круглыми зачаточными оолитами и мозаичным кальцитом в цементе. Новообразованный кальцит цемента корродирует периферические участки обломка багряной водоросли. Внизу справа виден фрагмент частично перекристаллизованного обломка зеленой водоросли *Berezella*. Средний карбон, московский ярус. Восточный борт Прикаспийской синеклизы. Площадь Жанажол, скв. 27, интервал глубин 3597–3602 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 44

Фиг. 1, 2. Окатанные обломки мшанок, иглокожих, брахиопод, зеленых водорослей и гранулированные раковины фораминифер (темные) в мелкообломочном известняке. Видны открытые поры (светлые), образованные за счет выщелачивания органогенных остатков (отрицательно–органогенная пористость). На стенках пор сохранились реликты инкрустирующих каемок тонкозернистого яснокристаллического кальцита. Нижняя пермь. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Ярейюская, скв. 300, интервал глубин 2444,0–2447,0 м. Шлиф, увел. 70,без анализатора.

Таблица 45

Фиг. 1, 2. Мелкие, в различной степени окатанные обломки мшанок, брахиопод, зеленых водорослей, раковины туберитин (фиг. 1 слева), гранулированные, окатанные раковины многокамерных фораминифер

https://jurassic.ru/

(темные) в органогенно–обломочном пористом известняке. Поры (светлые) образованы на месте выщелоченных органогенных остатков и в межформенном пространстве—за счет растворения цемента. Нижняя пермь. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Ярейюская, скв. 300, интервал глубин 2444,0–2447,0 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 46

Фиг. 1, 2. Крупные и мелкие почти неокатанные обломки раковин гастропод, брахиопод вместе с мелким детритом, органогенным шламом и водорослевыми желваками (фрагменты водорослевых желваков видны на фиг. 1 вверху справа, на фиг. 2—слева) в пелитоморфном пятнисто доломитизированном известняке из отложений передового склона верхнефранских рифов. Неравномерная доломитизация, гнездовидное и линзовидное расположение органогенных остатков обусловливает пятнисто–линзовидную текстуру породы. Верхний девон, франский ярус. Южный Тиман. Площадь Тиманская, скв. 2013, интервал глубин 234–235,6 м. Шлиф, увел. 8, без анализатора.

https://jurassic.ru/

Часть III. Сложные по строению и бесскелетные форменные компоненты

Строматолиты (табл. 47–49)

Таблица 47

Строматолит, слоистое строение которого обусловлено чередованием слойков с различными микроструктурами. В морфологии строматолита проявляются различные этапы его формирования. В конце каждого этапа происходит выполаживание рельефа строматолитовых слоев. Строматолит подвергался процессам выщелачивания; образованные в результате этого пустоты продолговатой формы позднее были залечены мозаичным агрегатом яснокристаллического кальцита (внизу слева). Верхний девон, франский ярус. Южный Тиман, ручей Вежа–Вож. Шлиф, увел. 8, без анализатора.

Таблица 48

Сложный по морфологии строматолит со слоистым строением, обусловленным чередованием слойков с различными микроструктурами. В составе строматолита присутствуют линзовидные включения, образованные мелкими колониями серпулид. Верхний девон, франский ярус. Южный Тиман, ручей Вежа–Вож. Шлиф, увел. 10, без анализатора.

Таблица 49

Фиг. 1. Строматолит. Смена морфологии строматолитовой постройки выражается в постепенном выполаживании рельефа строматолитовых слоев. Виден контакт строматолита с перекрывающим его ангидритом. Последний внедряется по косым трещинам в тело строматолитовой постройки. Нижняя пермь. Северный борт Прикаспийской синеклизы. Площадь Западно–Тепловская, скв. 36, интервал глубин 3942–3951 м. Пришлифовка, увел. 1.

Фиг. 2. Различные типы микроструктуры строматолита (общий вид—см. фиг. 1): пелитоморфная (темные слойки), тонкозернистая (светлые слойки). Шлиф, увел. 12,5, без анализатора.

Биогенные желваки (табл. 50–55)

Таблица 50

Полифитный желвак, состоящий из концентрических наслоений синезеленых водорослей. Виден характерный для биогенных желваков неровный фестончатый характер наслоений. Верхний девон, франский ярус. Южный Тиман, ручей Большой Керан. Шлиф, увел. 8, без анализатора.

Таблица 51

Фиг. 1. Простой полифитный желвак, образованный синезелеными (в том числе *Spherocodium*) и багряными (светлые слои) водорослями. Желвак частично замещен агрегатом мелкокристаллического доломита (слева). Верхний девон, франский ярус. Южный Тиман, скв. 2022. Шлиф, увел. 8, без анализатора.

Фиг. 2. Полифитный желвак, образованный несколькими разновидностями синезеленых водорослей. Светлые слойки образованы водорослью *Spherocodium*. Желвак поврежден роющими организмами. Верхний девон, франский ярус. Южный Тиман, скв. 2021. Шлиф, увел. 5, без анализатора.

https://jurassic.ru/

Таблица 52

Фиг. 1. Крупный полифитный желвак сложного строения. Образован концентрическими наслоениями нескольких разновидностей водорослей, в том числе *Spherocodium* (светлые слойки). В центре желвака находятся несколько простых желваков. Верхний девон, франский ярус. Южный Тиман, скв. 2021. Шлиф, увел. 8,без анализатора.

Фиг. 2. Полифитный желвак сложного строения. Центральная часть желвака включает несколько простых желваков, ядрами которых являются обломки кораллов и интракласт пелитоморфного известняка. В составе ядра присутствуют также перекристаллизованные обломки раковин, вероятно, налипшие на поверхность желвака в процессе его образования (внизу справа). Желвак образован синезелеными водорослями нескольких разновидностей, в том числе водорослью Spherocodium. Концентрические водорослевые наслоения в центре и по периферии желвака частично замещены мелкокристаллическим агрегатом доломита. Верхний девон, франский ярус. Южный Тиман, скв. 2022. Шлиф, увел. 8, без анализатора.

Таблица 53

Фиг. 1. Простой полифитный желвак, в составе которого происутствуют синезеленые и багряные (светлые корочки) водоросли. Ядром желвака является ребристая раковина брахиоподы. Водорослевые наслоения по краям желвака на стадии диагенеза частично подверглись растворению, а частично были замещены мелкокристаллическим доломитом связующей массы. Верхний девон, франский ярус, Южный Тиман, скв. 2022. Шлиф, увел. 8, без анализатора.

Фиг. 2. Сложный полифитный желвак, образованный концентрическими наслоениями темного пелитоморфного кальцита, на фоне которого наблюдаются послойные скопления нитей синезеленых водорослей (светлые). В центральной части находятся два простых желвака. Верхний девон, франский ярус. Южный Тиман, скв. 2013, интервал глубин 234–235,6 м. Шлиф, увел. 8, без анализатора.

Таблица 54

Фиг. 1. Фрагмент периферической части полифитного желвака, в строении которого принимают участие водоросли двух групп: синезеленые—темные участки и перекристаллизованные багряные—светлые участки. Видны линзовидные включения трубок серпул (а). Верхний девон, франский ярус. Южный Тиман, ручей Большой Керан. Шлиф, увел. 10, без анализатора.

Фиг. 2. Микроструктура полифитного желвака (общий вид—см. фиг. 1). На фоне темных участков, состоящих из пелитоморфного сгусткообразного кальцита отчетливо выделяются нити синезеленых водорослей с хорошо заметным клеточным строением. В светлых участках местами видна реликтовая структура багряных водорослей. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Таблица 55

Фиг. 1. Фрагмент сложного полифитного желвака, образованного концентрическими наслоениями сгусткообразного пелитоморфного кальцита, синезеленых водорослей с отчетливым клеточным строением и багряных водорослей с измененной микроструктурой. В составе центральной части желвака наблюдается обломок перекристаллизованного коралла. Желвак пересечен косо расположенной быстро затухающей трещиной, залеченной кальцитом и пиритом. Верхний девон, франский ярус. Южный Тиман, скв. 2021. Шлиф, увел. 12,без анализатора.

Фиг. 2. Фрагмент полифитного желвака. Концентрические наслоения образованы синезелеными водорослями с отчетливым клеточным строением (светлые) и пелитоморфным кальцитом, вероятно, тоже водорослевого происхождения. Видны включения трубок серпулид. Ядром желвака является крупная перекристаллизованная раковина гастроподы. Верхний девон, франский ярус. Южный Тиман, скв. 2021. Шлиф, увел. 12, без анализатора.

https://jurassic.ru/

Онколиты (табл. 56–57)

Таблица 56

Крупный онколит округлой формы с отчетливо выраженным концентрическим строением в мелкообломочном доломитизированном известняке. Ядро онколита доломитизировано. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Колвинский мегавал. Площадь Северо Харьягинская, скв. 12, интервал глубин 3411–3418 м. Шлиф, увел. 10, без анализатора.

Таблица 57

Фиг. 1. Многочисленные онколиты округлой и овальной форм в известняке линзовидно–узловатом, с тонкими извилистыми глинистыми прослоями. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Дюсушевская, скв. 55, интервал глубин 3367–3375 м. Пришлифовка, увел. 0,8.

Фиг. 2. Онколит с отчетливым концентрическим строением, растворенный по периферии. Растворение онколита и образование прожилков органического вещества (черные), связано с процессами уплотнения и перераспределения вещества. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Дюсушевская, скв. 55, интервал глубин 3375–3382 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 3. Онколиты округлой формы в поле мелкозернистого кальцита в окружении органогенных обломков и интракластов. Ядрами онколитов служат перекристаллизованный органогенный обломок и интракласт микрозернистого известняка. Слева и внизу видны фрагменты крупных онколитов. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Дюсушевская, скв. 55, интервал глубин 3375–3382 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Микрофитолиты

Таблица 58

Фиг. 1, 2. Микрофитолиты группы Osagia округлой, овальной и реже неправильной формы, слагающие известняк с кальцитовым цементом порового и базального типов. Микрозернистая структура большинства микрофитолитов (микроонколитов) сочетается с их слоистым концентрическим строением. На фиг. 1 вверху виден фрагмент микроонколита с пузырчатой микроструктурой и оболочкой, имеющей слоистое концентрическое строение. На фиг. 2 в центре находится микроонколит неправильной формы со сложным строением. Его многослойная оболочка окружает угловатый обломок микрофитолитового известняка. Кальцит цемента представлен агрегатом призматических зерен, кристаллизация которых происходила вслед за интенсивным выщелачиванием первоначального вещества цемента и мелких форменных компонентов. Некоторые крупные компоненты также затронуты процессами растворения (см.сложный микрофитолит на фиг. 2).Верхний рифей.ЮжныйУрал.Шлиф,увел.20.без анализатора.Обр.3587/20,коллекция В.Е. Забродина, ГИН.

Оолиты, зачаточные оолиты, псевдоолиты и сферолиты (табл. 59–63)

Таблица 59

Фиг. 1. Два крупных оолита с концентрическим строением каемок, видны следы перекристаллизации. Ядрами оолитов являются комки микрозернистого кальцита с включениями кальцитовых сфер. Вверху справа фрагмент вмещающей породы—водорослевого известняка, состоящего из колонии *Renalcis*. Верхний девон, фаменский ярус. Гряда Чернышева, река Шер–Нядейта. Шлиф, увел. 80, без анализатора.

Фиг. 2. Оолиты и зачаточные оолиты (составные зерна и сферы с оолитовыми оболочками) в поле яснокристаллического кальцита, образованного сливающимися между собой крустификационными

https://jurassic.ru/

каемками. Оолиты в различной степени перекристаллизованы. Справа реликт сферолита (полностью перекристаллизованного оолита). Верхний девон, фаменский ярус. Гряда Чернышева, река Шер–Нядейта. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 60

Фиг. 1. Оолит с крупным ядром неправильной формы и несколькими оболочками. Хорошо видны следы перекристаллизации оболочек. Верхний девон, фаменский ярус. Гряда Чернышева, река Шер–Нядейта. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Фиг. 2. Оолиты, зачаточные оолиты и составные зерна в оолитовом известняке с кальцитовым цементом, состоящим из широких, сливающихся между собой крустификационных каемок. В центре оолит со сферой в ядре. Слева часть крупного оолита, обросшего водорослевой коркой. Все оолиты в различной степени перекристаллизованы (вверху реликт перекристаллизованного оолита). Верхний девон, фаменский ярус. Гряда Чернышева, река Шер–Нядейта. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 61

Фиг. 1. Оолиты различной округлой и продолговатой формы, гранулированные, доломитизированные и перекристаллизованные. В центре зачаточный оолит, ядром которого является тонкая, слегка изогнутая детритовая частица (фрагмент створки брахиоподы?), определившая его форму. Средний карбон. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северо–Чернореченская, скв. 2, интервал глубин 2837–2848 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 2. Оолитовый известняк с обильным крустификационным цементом. Оолиты в различной степени перекристаллизованы. В центре сферолит, окруженный широкой неровной крустификационной каймой.Слева и справа хорошо видны составные зерна с оолитовыми оболочками, потерявшими отчетливые очертания. Вверху справа участок известняка с реликтовой оолитовой структурой. Верхний девон, фаменский ярус. Гряда Чернышева, река Шер–Нядейта. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 62

Фиг. 1, 2. Многослойные в различной степени перекристаллизованные оолиты простого и сложного строения. Ядрами оолитов в центре фиг. 1 и 2 являются частично гранулированные многокамерные фораминиферы. Цемент представлен мозаичным агрегатом яснокристаллического кальцита. Местами сохранились реликты крустификационного цемента. Верхний карбон. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Ярейюская, скв. 300, интервал глубин 2540,0–2547,0 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 63

Фиг. 1. Обломок крупного оолита с новообразованной оолитовой каемкой. Верхний девон, фаменский ярус. Гряда Чернышева, река Шер–Нядейта. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 2. Крупные и мелкие оолиты, зачаточные оолиты, составные зерна с оолитовыми оболочками в оолитовом известняке. Цемент состоит из мозаичного агрегата яснокристаллического кальцита. Видны обломки оолитов, окруженные новообразованными оолитовыми оболочками. Верхний девон, фаменский ярус. Гряда Чернышева, река Шер–Нядейта. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

https://jurassic.ru/

Комки и сгустки водорослевого происхождения (табл. 64–68)

Таблица 64

Фиг. 1. Комок водорослевого происхождения изометричной формы с неровными контурами. Внутри комка видны светлые канальцы—следы водорослевых нитей. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северная Хоседаю, скв. 2, интервал глубин 2949–2957 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Фиг. 2. Комок пелитоморфного кальцита удлиненной формы с неясными очертаниями—фрагмент водорослевой корочки. Видны включения кальцитовых сфер. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северная Хоседаю, скв. 2, интервал глубин 2949–2959 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 65

Фиг. 1. Сгустки пелитоморфного кальцита водорослевого происхождения в водорослевом известняке.Видны бесформенные очертания и рваные, неровные края сгустков. Карбон. Восточный борт Прикаспийской впадины. Площадь Кожасай, скв. 3, обр. 389. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 2. Водорослевые комки различных формы и размера, окруженные агрегатом яснокристаллического кальцита в сферово–сгустковом узорчатом известняке. Верхний девон, фаменский ярус. Гряда Чернышева, река Шер–Нядейта. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Таблица 66

Фиг. 1. Крупный водорослевый комок изометричной формы в известняке, состоящем из мелких комков пелитоморфного кальцита различного генезиса. Справа продолговатой формы детритовые частицы,окруженные водорослевыми корками. Вверху слева корки, отчлененные от субстрата. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северная Хоседаю, скв. 1, интервал глубин 3151–3159 м. Шлиф, увел. 10, без анализатора.

Фиг. 2. Водорослевые комки округлой и удлиненной формы в сгустково–водорослевом известняке с гнездами яснокристаллического кальцита. Водорослевые комки и породообразующие колонии синезеленых водорослей замещаются хорошо ограненными кристаллами доломита. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Колвинская, скв. 50, интервал глубин 3532–3540 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Таблица 67

Фиг. 1. Водорослевый комок продолговатой формы со светлыми канальцами—фрагмент водорослевой корочки. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северная Хоседаю, скв. 2, интервал глубин 2949–2957 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Фиг. 2. Скопления комков и сгустков водорослевого происхождения в сгустково–микрозернистом узорчатом известняке с полосчатой текстурой, обусловленной чередованием прослоев водорослевой природы (темные) с субпараллельными наслоению участками (прослоями) протяженной формы, состоящими из мозаичного агрегата яснокристаллического кальцита (светлые). Верхний девон, фаменский ярус. Гряда Чернышева, река Шер–Нядейта. Шлиф, увел. 14, без анализатора.

https://jurassic.ru/

Таблица 68

Фиг. 1. Комок пелитоморфного кальцита со светлыми канальцами и включениями сфер—скрученный фрагмент водорослевой корочки в пелоидном известняке. Справа видны следы окатанности комков. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северо–Хоседаюская, скв. 2, интервал глубин 2980–2985 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Фиг. 2. Комки водорослевого происхождения овальной и округлой формы, с отчетливыми следами окатанности. Вверху слева—фрагмент водорослевой корочки со светлыми канальцами и неясными очертаниями из–за процессов перекристаллизации. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северо–Хоседаюская, скв. 2, интервал глубин 2949–2957 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Микрокопролиты (табл. 69–72)

Таблица 69

Фиг. 1. Крупные копролиты округлой формы с четкими контурами. По некоторым из них развиваются субидиоморфные кристаллы кварца. Отдельные участки породы—копролитового известняка, содержащего включения перекристаллизованных остракод (слева),—замещены кристаллами и скоплениями кристаллов доломита. Верхний девон, франский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Нямюрхитская, скв. 10, интервал глубин 3730–3738,4 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Фиг. 2. Мелкие копролиты изометричной и продолговатой формы в копролитовом известняке с кристаллическим кальцитовым цементом. Верхний девон, франский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Нямюрхитская, скв. 10, интервал глубин 3714–3722,7 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 70

Фиг. 1, 2. Крупные и среднего размера копролиты различной формы в мелкокопролитовом известняке.Верхний девон, франский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Нямюрхитская, скв. 10, интервал глубин 3714–3722,7 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Таблица 71

Фиг. 1, 2. Мелкие комки пелитоморфного кальцита изометричной и удлиненной формы неясного происхождения, предположительно—копролиты в мелкопелоидном слоистом известняке. Слоистость неправильно горизонтальная, проявляется изменением размеров и содержанием комочков в слойках. Карбон. Восточный борт Прикаспийской синеклизы. Площадь Жанатан, скв. 101, интервал глубин 2842–2850м. Шлиф,без анализатора,фиг.1—увел.20,фиг. 2—увел. 70.

Таблица 72

Фиг. 1, 2. Мелкие комки —копролиты (?), окруженные крустификационными каемками; форма и размер комков изменяются в узких пределах. Карбон. Восточный борт Прикаспийской синеклизы. Площадь Жанатан, скв. 101, интервал глубин 2842–2850 м. Шлиф, без анализатора, фиг. 1—увел. 70, фиг. 2—увел. 20.

Комки грануляции (табл. 73–75)

Таблица 73

Фиг. 1. Комки грануляции и гранулированные скелетные остатки в органогенно–обломочном известняке. Справа остаток иглокожего с каемкой грануляции. Верхний девон, фаменский ярус. Гряда Чернышева, река Шер–Нядейта. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

https://jurassic.ru/

Фиг. 2. Гранулированные оолиты и крупный раковинный детрит в оолитовом известняке с обильным яснокристаллическим кальцитовым цементом. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Ошкотынская, скв. 1. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Таблица 74

Фиг. 1, 2. Комки грануляции различной формы и размеров в органогенно–обломочном известняке. Видны четкие контуры комков, отвечающие форме гранулированных скелетных остатков (остатки иглокожих, брахиопод). На фиг. 1—комки грануляции с реликтовой структурой багряных водорослей. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Колвинский мегавал. Площадь Харьягинская, скв. 18, интервал глубин 2595,5–2602 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 75

Фиг. 1. Мелкие и крупные комки грануляции в органогенно–обломочном известняке. Видны гранулированные фораминиферы. В верхней части снимка—разрушенная синезелеными водорослями фузулинида; сохранились реликты структуры раковины—отдельные перегородки, и следы жизнедеятельности водорослей сверлильщиков (светлые канальцы). Средний карбон. Восточный борт Прикаспийской синеклизы. Площадь Урихтау, скв. 9, интервал глубин 3422–3430 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 2. Многочисленные комки грануляции, образованные по мелким фораминиферам и другим скелетным остаткам в органогенно–обломочном мелкозернистом известняке. Карбон. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Ярейюская, скв. 300, интервал глубин 2444,0–2447,0 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Комки заполнения (табл. 76–79)

Таблица 76

Фиг. 1. Многочисленные комки заполнения (а) и комки грануляции (б) в органогенно–обломочном известняке. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Колвинский мегавал. Площадь Харьягинская, скв. 18, интервал глубин 2595,5–2602 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 2. Комки заполнения, образованные в результате разрушения стенок раковины гастроподы при ее перекристаллизации. Нижняя пермь, ассельский ярус. Печорская синеклиза, Колвинский мегавал. Площадь Южно–Хыльчуюская, скв. 25, интервал глубин 2244–2258 м. Шлиф, увел. 40, без анализатора.

Таблица 77

Фиг. 1. Комок заполнения, образовавшийся при перекристаллизации остатка трубчатой зеленой водоросли камена. Очертания комка повторяют форму внутреннего канала водоросли. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Колвинский мегавал. Площадь Харьягинская, скв. 18, интервал глубин 2595,5–2602 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Фиг. 2. Мелкие комки заполнения, образовавшиеся при перекристаллизации многочисленных остатков сифониковых водорослей камена и иссинелла в органогенно–детритовом известняке с цементирующим пелитоморфным кальцитом. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Ярейюская, скв. 300, интервал глубин 3068,2–3076,9 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

https://jurassic.ru/

Таблица 78

Фиг. 1. Комки заполнения—продукт перекристаллизации крупных фораминифер в неотсортированном органогенно–обломочном известняке со слабо окатанными гранулированными обломками мшанок и иглокожих. Нижняя пермь. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Ярейюская, скв. 300, интервал глубин 2437,0–2444,0 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 2. Увеличенный фрагмент фиг. 1. Увел. 70.

Таблица 79

Фиг. 1, 2. Комки заполнения полостей в раковинах фораминифер—результат перекристаллизации стенок раковин.На фиг. 1 и 2 видны различные стадии образования комков, связанные с неодинаковой степенью перекристаллизации породы. Нижняя пермь. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Ярейюская, скв. 300, интервал глубин 2437,0–2444,0 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Составные зерна (табл. 80–91)

Таблица 80

Фиг. 1. Крупное составное зерно (грейпстоун) гроздьевидной формы без оолитовой оболочки состоит из комков пелитоморфного кальцита и редких кальцитовых сфер. Контуры отдельных частиц, сцементированных внутри составного зерна яснокристаллическим кальцитом, не всегда прослеживаются отчетливо. Верхний девон, фаменский ярус. Гряда Чернышева, река Шер–Нядейта. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Фиг. 2. Крупное составное зерно гроздьевидной формы в окружении более мелких зерен того же типа, комков пелитоморфного кальцита, сферолитов (слева) и мелких кальцитовых сфер. Контуры комков пелитоморфного кальцита, слагающих крупное составное зерно, прослеживаются отчетливо благодаря пленочному цементу, состоящему из радиально–лучистого агрегата игольчатых кристаллов кальцита. Тонкая трехслойная кайма, окружающая составное зерно, местами разрушена вследствие перекристаллизации породы. Верхний девон, фаменский ярус. Гряда Чернышева, река Шер–Нядейта. Шлиф, увел.70, без анализатора.

Таблица 81

Фиг. 1. Крупные составные зерна в мелкозернистом пелоидном известняке, состоящем из мелких комков пелитоморфного кальцита, составных зерен и зачаточных оолитов. Форма крупных составных зерен овальная, угловато–округлая; края фестончатые, с выступами комков, расположенных по периферии грейпстоунов. Верхний девон, франский ярус. Река Седью. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 2. Крупные составные зерна в мелкозернистом пелоидном известняке с участками (гнездами) мозаичного агрегата яснокристаллического кальцита неправильной формы. В составе грейпстоунов принимают участие перекристаллизованные раковины гастропод. Верхний девон, фаменский ярус. Река Седью. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Таблица 82

Фиг. 1. Мелкие и крупные составные зерна без оболочек в поле яснокристаллического мозаичного кальцита. Форма зерен угловато–неправильная с фестончатыми краями; контуры местами расплывчатые вследствие перекристаллизации. В составе грейпстоунов принимают участие комочки пелитоморфного

https://jurassic.ru/

кальцита, мелкие кальцитовые сферки и детритовые частицы. Верхний девон, фаменский ярус. Гряда Чернышева, река Шер–Нядейта. Шлиф, увел. 70,без анализатора

Фиг. 2. Пелоидный известняк с зачаточными оолитами, ядрами которых служат комки пелитоморфного кальцита и кальцитовые сферы. Вверху составное зерно угловато–округлой формы с фестончатыми краями (а), состоящее из двух комочков пелитоморфного кальцита со сферками и более крупного в сравнении с ними сферолита. Верхний девон, фаменский ярус. Гряда Чернышева, река Шер–Нядейта. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 83

Фиг. 1. Составное зерно гроздьевидной формы с четкими контурами в известняке, состоящем из мелких грейпстоунов, зачаточных оолитов и комочков пелитоморфного кальцита, Внутри грейпстоуна, расположенного в центре, заключены мелкие кальцитовые сферки. Верхний девон, фаменский ярус. Гряда Чернышева, река Шер–Нядейта. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Фиг. 2. Составное зерно, зачаточные оолиты с перекристаллизованными оболочками, сферолиты и комки пелитоморфного кальцита в поле яснокристаллического кальцита, образованного сливающимися между собой крустификационными каемками. Внутри составного зерна, расположенного в центре, заключена раковина паратураммины. Видны следы перекристаллизации не только форменных компонентов, но и цемента. Верхний девон, фаменский ярус. Гряда Чернышева, река Шер–Нядейта. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 84

Фиг. 1. Крупное составное зерно сложного строения с тонкой оолитовой каймой, состоящей из двух оболочек. Сложность строения связана с тем, что в составе грейпстоуна принимает участие мелкое составное зерно более ранней генерации. Верхний девон, фаменский ярус. Гряда Чернышева, река Шер–Нядейта. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Фиг. 2. Сложное по строению составное зерно с каемками двух типов. Кайма первого типа (внутренняя) сложена многочисленными оолитовыми оболочками (а), а кайма второго типа (внешняя) в виде неровной корки пелитоморфного кальцита, образованной обрастающими синезелеными водорослями (б). Верхний девон, фаменский ярус. Гряда Чернышева, река Шер–Нядейта. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 85

Фиг. 1. Составное зерно сложного строения, состоящее из группы мелких грейпстоунов, служит ядром крупного оолита с фестончатыми краями, повторяющими очертания ядра. Верхний девон, фаменский ярус. Гряда Чернышева, река Шер–Нядейта. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Фиг. 2. Составное зерно, состоящее из трех зачаточных оолитов и окруженное общей оолитовой каймой. Ядрами оолитов являются комки пелитоморфного кальцита. Одно из ядер перекристаллизовано. Оолитовые каемки также частично перекристаллизованы. Верхний девон, фаменский ярус. Гряда Чернышева, река Шер–Нядейта. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 86

Фиг. 1. Составные зерна и комки пелитоморфного кальцита в поле яснокристаллического кальцита, образованного частично перекристаллизованными крустификационными каемками. Благодаря процессам перекристаллизации составные зерна потеряли четкие контуры. Верхний девон, фаменский ярус. Гряда Чернышева, река Шер–Нядейта. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

https://jurassic.ru/

Фиг. 2. Крупные составные зерна с частично (внизу) и почти полностью (вверху) перекристаллизованными оболочками. Внутри составных зерен заключены кальцитовые сферы. Верхний девон, фаменский ярус. Гряда Чернышева, река Шер–Нядейта. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 87

Фиг. 1. Составные зерна, окруженные оолитовыми оболочками, и зачаточные оолиты в поле мозаичного кальцита, образованного в процессе перекристаллизации пелитоморфного кальцита (реликты видны справа) и кальцитизации пустот. Грейпстоуны состоят из слипшихся зачаточных оолитов, ядрами которых являются перекристаллизованные органогенные остатки и гранулированные раковины фораминифер. Карбон. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Ярейюская, скв. 300, интервал глубин 2540,0–2547,0 м. Шлиф, увел. 70,без анализатора.

Фиг. 2. Составное зерно гроздьевидной формы, окруженное многослойной оолитовой оболочкой, в окружении зачаточных оолитов различных размеров и формы. Зерно образовано гранулированными раковинами многокамерных фораминифер и перекристаллизованными органогенными остатками. Ядра зачаточных оолитов имеют тот же состав. Карбон. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Ярейюская, скв. 300, интервал глубин 2540,0–2547,0 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 88

Фиг. 1, 2. Составные зерна, служащие ядрами зачаточных оолитов, в оолитовых известняках, содержащих комки пелитоморфного кальцита, остатки водорослей и другой органогенный детрит. Верхний девон, фаменский ярус. Гряда Чернышева, река Шер–Нядейта. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Таблица 89

Фиг. 1, 2. Составные зерна без оболочек и с тонкими оолитовыми оболочками—основные породообразующие компоненты в двух типах разнозернистых известняков: грейпстоуновом (фиг. 1) и оолитовом (фиг. 2). Верхний девон, фаменский ярус. Гряда Чернышева, река Шер–Нядейта. Шлиф, увел. 10 (фиг. 1), 20 (фиг. 2), без анализатора.

Таблица 90

Крупные составные зерна служат ядрами зачаточных оолитов в оолитовом известняке. В верхней части преобладают крупные оолиты, а в нижней—мелкие. Граница между прослоями неотчетливая. Верхний девон, фаменский ярус. Гряда Чернышева, река Шер–Нядейта. Шлиф, увел. 7, без анализатора.

Таблица 91

Фиг. 1, 2, 3. Крупные составные зерна, являющиеся ядрами зачаточных оолитов во фрагментах оолитового известняка, общий вид которого показан на табл. 90. На фиг. 1 видны резко выраженные фестончатые очертания составного зерна—характерная форма грейпстоунов; внутренние оолитовые оболочки повторяют контуры грейпстоуна, а внешние—выположены. На фиг. 2 контуры частиц, образующих грейпстоун (ядро оолита) четко выделяются благодаря каемочному кальцитовому цементу, окружающему эти частицы. На фиг. 3 внизу справа находится фрагмент составного зерна сложного строения, окруженного оолитовой оболочкой—внутри этого крупного зерна заключен зачаточный оолит с ядром, образованным более мелким грейпстоуном. Верхний девон, фаменский ярус. Гряда Чернышева, река Шер–Нядейта. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

https://jurassic.ru/

Интракласты (табл. 92–98)

Таблица 92

Фиг. 1. Интракласты, образованные в результате взламывания прослоя микро–тонкозернистого слоистого известняка. Вверху справа виден реликт слоя, подвергнутого разрушению. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Юнкомыльская, скв. 6, интервал глубин 3030–3040 м. Шлиф, увел. 10, без анализатора.

Фиг. 2. Крупные и мелкие интракласты угловато–окатанной формы в обломочном известняке. Интракласты образованы в результате разрушения известняка пелитоморфного с органогенным детритом. Цемент состоит из яснокристаллического кальцита. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Дюсушевская, скв. 55, интервал глубин 3411,5–3414 м. Шлиф, увел. 15, без анализатора.

Таблица 93

Фиг. 1. Скопления окатанных интракластов, в виде маломощных прослоев известняковых гравелитов. Их образование связано с разрушением твердого дна. Видны обломки двух слоев: пелитоморфного известняка (а) и шламового известняка (б). В центре снимка—реликт слоя пелитоморфного известняка. По краям интракластов развита черная пиритовая кайма. Следы деформаций интракластов вызваны процессами уплотнения. Порода—интракласты и реликт слоя рассечены субвертикальными затухающими диагенетическими трещинами. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Центрально–Хорейверская, скв. 2, интервал глубин 3106–3110 м. Шлиф, увел. 8, без анализатора.

Фиг. 2. Окатанные и гранулированные интракласты различных известняков (в том числе биогермных водорослевых), органогенные обломки и комки грануляции в разнообломочном известняке. Обломки сцементированы яснокристаллическим кальцитом. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Колвинский мегавал. Площадь Харьягинская, скв. 54, интервал глубин 2738,7–2754,1 м. Шлиф, увел. 12, без анализатора.

Таблица 94

Фиг. 1. Окатанные интракласты шламово–микрозернистого известняка. Обломки известняка сходны по составу и структуре с вмещающей породой (а). В центре снимка—интракласт, резко выделяющийся за счет обрастания мшанкой. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Центрально–Хорейверская, скв. 2, интервал глубин 3106–3110 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 2. Окатанные и гранулированные интракласты в органогенно–обломочном известняке. Справа от крупного интракласта—раковина гастроподы. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Колвинский мегавал. Площадь Харьягинская, скв. 54, интервал глубин 2738,7–2754,1 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Таблица 95

Фиг. 1, 2. Удлиненные и уплощенные интракласты шламово–микрозернистого известняка (фрагменты слойков) с черными пиритовыми оболочками—«черные гальки»—в органогенно–детритовом слоеватом известняке. Форма галек и следы деформаций в них (фиг. 1) свидетельствуют о неполной литификации осадка в момент разрушения и образования интракластов. Верхний девон, франский ярус. Печорская

https://jurassic.ru/

синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Средне–Янемдейская, скв. 1, интервал глубин 3348,5–3360,2 м. Шлиф, увел. 8,5, без анализатора.

Таблица 96

Фиг. 1. Фрагмент фиг. 2, табл. 95. "Черная галька"–интракласт шламово–пелитоморфного известняка с черной каймой, образованной в результате разложения и замещения пиритом органического вещества водорослево–бактериальной слизи, обволакивавшей обломок. Шлиф, увел. 12, без анализатора.

Фиг. 2. Окатанные интракласты микрозернистых известняков с остатками брахиопод, гастропод, мелких трубчатых водорослей и иглокожих в пелитоморфном пятнисто–доломитизированном известняке. По краям обломков развита черная пиритовая кайма. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северо–Хоседаюская, скв. 2, интервал глубин 2925–2933 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Таблица 97

Фиг. 1, 2. Интракласты микрозернистых известняков в сферово–узорчатом известняке. Удлиненная форма, четкие контуры, реликты слоистой текстуры позволяют отличить интракласты от комков пелитоморфного кальцита водорослевого происхождения. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северо–Хоседаюская, скв. 2, интервал глубин 2980–2985 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 98

Фиг. 1, 2. Крупный интракласт в брекчии взламывания. Внизу—контакт брекчии с водорослевым известняком. Нижняя пермь. Северный борт Прикаспийской синеклизы. Площадь Западно–Тепловская, скв. 35, интервал глубин 3640–3648 м. Пришлифовка, фиг. 1—увел. 1,5; фиг. 2—увел. 3.

https://jurassic.ru/

Часть IV. Агрегаты минералов

Пелитоморфный кальцит (табл. 99–110)

Таблица 99

Фиг. 1. Пелитоморфный кальцит водорослевого происхождения (темный) в сгустково–водорослевом узорчатом известняке с мелкими кальцитовыми сферами. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Колвинская, интервал глубин 3417–3425 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 2. Пелитоморфный кальцит, образованный процессами биохимического осаждения вещества,— автомикрит. Видны неровные прослои, состоящие из пелитоморфного кальцита (темные), разделенные вытянутыми субпараллельно наслоению участками яснокристаллического кальцита. Верхний девон, фаменский ярус. Гряда Чернышева, река Шер–Нядейта. Шлиф, увел. 14, без анализатора.

Таблица 100

Фиг. 1. Пелитоморфный карбонат, местами со сгустковой структурой (автомикрит), в известняке пелитоморфном со сферами, органогенным шламом и мелким детритом. Видны крупные и мелкие палеопустоты, образованные при разложении водорослевой слизи на месте пузырьков газа и залеченные позднее яснокристаллическим кальцитом. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северо–Хоседаюская, скв. 2, интервал глубин 2980–2985 м. Шлиф, увел. 12, без анализатора.

Фиг. 2. Пелитоморфный карбонат (автомикрит) в послойно–узорчатом известняке, в отдельных слойках имеющий сгустковую микроструктуру. Наблюдаются многочисленные глазки яснокристаллического кальцита, послойная ориентировка и форма которых связаны с водорослевым происхождением наслоенности. В пелитоморфном карбонате видны многочисленные мелкие сферы, вероятно, водорослевого происхождения. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северо–Хоседаюская, скв. 2, интервал глубин 2990–2995 м. Шлиф, увел. 12, без анализатора.

Таблица 101

Фиг. 1. Пелитоморфный карбонат (автомикрит) основной массы известняка, содержащего сферы, органогенный шлам и мелкий детрит зеленых водорослей, иглокожих и остракод. Видны многочисленные глазки яснокристаллического кальцита, образованного на месте палеопустот. Кальцитизации предшествовало заполнение нижней части пустот илистым осадком. Поверхность микрита, заполняющего нижнюю часть палеопустоты, является палеоуровнем, отвечающим границе осадок–вода ("ватерпас"). Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северо–Хоседаюская, скв. 2, интервал глубин 2980–2985 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 2. Пелитоморфный карбонат со сгустковой микроструктурой в узорчатом известняке с водорослевой наслоенностью со сферами. Большинство глазков имеет продолговатую и щелевидную форму и расположено цепочкой вдоль поверхностей наслоения. Косая ориентировка отдельных глазков связана с прорывом пузырьков газа по диагенетическим трещинам. Внизу—крупная протяженная субгоризонтальная полоса яснокристаллического кальцита, по всей вероятности имеющая то же происхождение, что и глазки. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северная Хоседаю, скв. 2, интервал глубин 2990–2995 м. Шлиф, увел. 12, без анализатора.

https://jurassic.ru/

Таблица 102

Фиг. 1. Пелитоморфный карбонат со сгустковой микроструктурой (автомикрит) основной массы известняка со сферами, с глазками яснокристаллического кальцита. Слева и внизу справа—участки перекристаллизации, состоящие из агрегатов мозаичного яснокристаллического кальцита, содержащего остаточные комки. Внизу—палеопустота, стенки которой инкрустированы призматическим яснокристаллическим кальцитом, а остаточное пространство выполнено монокристаллом кальцита. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северная Хоседаю, скв. 2, интервал глубин 2980–2985 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Фиг. 2. Пелитоморфный карбонат со сгустковой микроструктурой (автомикрит), слагающий основную массу известняка, в котором рассеяны сферы различного происхождения (однокамерные фораминиферы, органы плодоношения водорослей) и перекристаллизованный органогенный детрит. Вверху—гранулированная паратурамина, внутри которой заключена мелкая кальцитовая сфера. Видны участки перекристаллизации неопределенной формы с остаточными комками. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северная Хоседаю, скв. 2, интервал глубин 2980–2985 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 103

Фиг. 1. Пелитоморфный крабонат со сферами и органогенным шламом (автомикрит). В центре—крупная палеопустота неправильной формы с "микроватерпасом". Верхняя часть палеопустоты выполнена кальцитом двух генераций: стенки инкрустированы агрегатом призматических кристаллов, а внутренняя часть залечена монокристаллом. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северная Хоседаю, скв. 2, интервал глубин 2980–2985 м. Шлиф, увел. 56, без анализатора.

Фиг. 2. Пелитоморфный карбонат основной массы и беспорядочно рассеянный в нем детрит иглокожих, органогенный шлам, целые раковины и створки остракод. Видны псевдоморфозы пирита по основной массе и органогенным частицам. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Ярейюская, скв. 300, интервал глубин 3162,6–3165,4 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 104

Фиг. 1, 2. Пелитоморфный кальцит со сгустковой микроструктурой, в котором беспорядочно рассеяны органогенный шлам, неотсортированный и совершенно неокатанный детрит брахиопод, мшанок и иглокожих. Зазубренные края детритовых частиц и следы сверления, которые видны на поверхности некоторых из них (см. фиг. 1, вверху справа),—свидетельство их образования благодаря жизнедеятельности синезеленых водорослей–сверлильщиков. На фиг. 1 и 2 видны гранулированные фораминиферы и их реликты. Карбон. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно Ярейюская, скв. 300, интервал глубин 2540–2547 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 105

Фиг. 1. Пелитоморфный кальцит, образующий связующую массу в известняке биоморфно–детритовом со шламом. В известняке видны целые раковины и створки остракод, детрит трубчатых зеленых водорослей, иглокожих (в том числе иглы морских ежей), распределенные неравномерно. На отдельных участках пелитоморфный кальцит преобладает, что определяет пятнистую текстуру породы. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Ярейюская, скв. 300, интервал глубин 3068,2–3076,9 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

https://jurassic.ru/

Фиг. 2. Пелитоморфный кальцит (алломикрит), слагающий темные прослои в слоистом карбонатном турбидите. Светлые прослои состоят из скопления мелких обломков, детрита и шлама. Верхний девон, франский ярус. Южный Тиман, ручей Лыайоль. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Таблица 106

Фиг. 1. Послойные скопления пелитоморфного кальцита, образованные вследствие механического перемещения вещества,—алломикрит в тонкослоистом известняке. Слоистая текстура обусловлена чередованием прослоев пелитоморфного известняка со шламовым, содержащим примесь терригенного материала. Верхний девон, франский ярус. Печорская синеклиза, Колвинский мегавал. Площадь Северная Харьяга, скв. 12, интервал глубин 3733–3746 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Фиг. 2. Пелитоморфный карбонат (алломикрит) слагает темные прослои, а органогенный шлам с терригенной примесью алевритовой размерности—светлые прослои в тонко–ритмично–слоистом известняке. Верхний девон, франский ярус. Печорская синеклиза, Колвинский мегавал. Площадь Северная Харьяга, скв. 12, интервал глубин 3728–3736 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Таблица 107

Фиг. 1. Пелитоморфный кальцит, образованный в результате интенсивной грануляции фузулинид в биоморфном фораминиферовом известняке с примесью органогенного детрита. Видны реликты гранулированных фораминифер, сливающихся с пелитоморфным кальцитом связующей массы. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Ярейюская, скв. 300, интервал глубин 2444,0–2447,0 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 2. Сгусткообразный пелитоморфный кальцит—продукт грануляции органогенных частиц. В центре реликты крупных гранулированных фораминифер. Карбон. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Ярейюская, скв. 300, интервал глубин 2540,0–2547,0 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Таблица 108

Фиг. 1. Пелитоморфный кальцит и органогенный шлам, образованные в результате биохимической деструкции скелетов. На снимке—крупный остаток иглокожего, центральная часть которого дезинтегрирована на мелкие фрагменты (а); кроме того, видны скопления пелитоморфного кальцита—продукт жизнедеятельности синезеленых водорослей (б). Средний карбон, московский ярус. Восточный борт Прикаспийской впадины. Площадь Жанажол, скв. 27, интервал глубин 3734–3741 м. Шлиф, увел. 60, без анализатора.

Фиг. 2. Участок пелитоморфного кальцита, образованный в результате биохимической деструкции крупной фораминиферы; на снимке видна реликтовая структура гранулированной фузулиниды. Средний карбон, московский ярус. Восточный борт Прикаспийской впадины. Площадь Урихтау, скв. 6, интервал глубин 2765–2773 м. Шлиф, увел. 60, без анализатора.

Таблица 109

Фиг. 1. Тонко–микрозернистый кальцит основной массы в водорослево–сгустковом известняке. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северная Хоседаю, скв. 1. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 2. Остаточные комки (темные) среди яснокристаллического кальцита основной массы в известняке, перекристаллизованном на ранней стадии формирования породы. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северная Хоседаю, скв. 1, интервал глубин 3257–3265 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

https://jurassic.ru/

Таблица 110

Фиг. 1, 2. Остаточные комки в поле мозаичного агрегата яснокристаллического кальцита—продукт перекристаллизации пелитоморфного известняка, содержащего обильные мелкие кальцитовые сферы. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северо–Хоседаюская, скв. 2, интервал глубин 2980–2985 м. Шлифы, увел. 70, без анализатора.

Яснокристаллический кальцит (табл. 111–120)

Таблица 111

Фиг. 1. Волокнистый кальцит, образующий крустификационные каемки вокруг раковин фораминифер. Остаточное пустотное пространство выполнено мозаичным агрегатом, состоящим из таблитчатой формы кристаллов кальцита. Верхний карбон. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северная Хоседаю, скв. 1, интервал глубин 2461–2470 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Фиг. 2. Призматический кальцит, являющийся продуктом перекристаллизации волокнистого кальцита, образует базальный цемент, состоящий из сливающихся между собой крустификационных каемок, в оолитовом известняке. Местами сохранились реликты первичного волокнистого кальцита. Верхний девон, фаменский ярус. Гряда Чернышева, река Шер–Нядейта. Шлиф, увел. 14, без анализатора.

Таблица 112

Фиг. 1. Кальцит двух генераций выполняет крупную палеопустоту неправильной формы в биогермном водорослевом известняке. К ранней генерации относится агрегат темных призматических кристаллов, инкрустирующих стенки каверны, а к более поздней—светлый мозаичный агрегат почти полностью залечивающий остаточное пустотное пространство. Призматический кальцит частично перекристаллизован и замещен мозаичным. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Колвинская, скв. 50, интервал глубин 3524–3522 м. Шлиф, увел. 18, без анализатора.

Фиг. 2. Кальцит двух или трех генераций, залечивающий пустоты причудливой формы в биогермном водорослевом известняке. Вдоль стенок пустот развит агрегат мозаичного кальцита, образованный на месте наиболее раннего—волокнистого (а); ближе к центру призматический кальцит, загрязненный примесями, из которого состоит темная широкая кайма (б), а остаточное пустотное пространство залечено светлым мозаичным агрегатом чистого кальцита (в). Мозаичный агрегат, развитый по периферии и в центре, возможно, относится к одной из этих генераций. Верхний девон, франский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Центрально–Хорейверская, скв. 2, интервал глубин 3370–3382 м. Шлиф, увел. 10, без анализатора.

Таблица 113

Фиг. 1. Друзовый агрегат призматических зерен кальцита, выполняющий верхнюю часть крупной палеопустоты причудливой формы (промоины?), образованной в биогермном водорослевом доломитизированном известняке. Нижняя часть пустоты заполнена осадком, верхний слой которого состоит из скопления створок и раковин остракод. Граница осадка и призматического агрегата кальцита представляет собой палеоуровень, разделявший поверхность осадка и морской воды ("ватерпас"). Верхний девон, франский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Колвинская, скв. 50, интервал глубин 3532–3540 м. Шлиф, увел. 10, без анализатора.

Фиг. 2. Призматические и изометричные зерна кальцита, залечивающие пустоты в раковинах остракод. Первые образуют агрегат, из которых состоят каемки инкрустации на стенках раковин, а вторые—мозаичный агрегат, запечатывающий остаточное пустотное пространство. Верхний девон, фаменский

https://jurassic.ru/

ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Колвинская, скв. 50, интервал глубин 3522–3540 м. Шлиф, увел. 70, анализатора.

Таблица 114

Фиг. 1. Мозаичный агрегат зерен кальцита различной формы (таблитчатой, угловато–неправильной и другой), образующий базальный цемент в известняке, состоящем из комков пелитоморфного кальцита, гранулированных органогенных обломков и перекристаллизованных скелетных остатков. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Колвинская, скв. 50, интервал глубин 3389–3397 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 2. Монокристаллы кальцита, слагающие остатки иглокожих и разросшиеся в процессе регенерации. Кальцит скелетных остатков, пронизанный черным крапом за счет пирита, находящегося в порах, и новообразованный более чистый кальцит регенерационных каемок имеют единую оптическую ориентировку. На отдельных участках видны кристаллы кальцита с правильными гранями. Нижняя пермь, ассельский ярус. Печорская синеклиза, Колвинский мегавал. Площадь Южно–Хыльчуюская, скв. 25, интервал глубин 2020–2227 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Таблица 115

Фиг. 1. Монокристаллы кальцита, образующие регенерационные каемки вокруг остатков иглокожих и слагающие цемент в эхиноидном известняке. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Сюрхаратинская, скв. 2, интервал глубин 3820–3825 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 2. Монокристаллический кальцит в виде регенерационных каемок вокруг различных по составу форменных компонентов в органогенно–обломочном известняке. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 116

Фиг. 1. Мозаичный агрегат, состоящий из субидиоморфных и ксеноморфных зерен кальцита, образованных в результате перекристаллизации первичного кальцита стенок раковины гастроподы. Верхний девон, франский ярус. Южный Тиман, река Седью. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 2. Мозаичный агрегат кальцита, образованный в результате залечивания полости кораллитов и перекристаллизации внутренних элементов скелетов. Верхний карбон. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Хорейверская, скв. 12, интервал глубин 2476–2481 м. Шлиф, увел. 20,без анализатора.

Таблица 117

Фиг. 1. Призматический кальцит образует сливающиеся между собой крустификационные каемки в оолитовом известняке. Местами, в процессе перекристаллизации, агрегат призматических зерен замещен мозаичным. Порода (известняк) пересечена косой трещиной, залеченной агрегатом кальцита, сходным по структуре с мозаичным агрегатом цемента (вероятно, оба кальцита относятся к одной генерации).Верхний девон, фаменский ярус. Гряда Чернышева, река Шер–Нядейта. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Фиг. 2. Мозаичный агрегат, состоящий из субидиоморфных зерен кальцита, в котором заключены реликты перекристаллизованных скелетных остатков. В центре разрушенная процессами перекристаллизации раковина фораминиферы. Нижняя пермь, ассельский ярус. Печорская синеклиза, Колвинский мегавал. Площадь Верхне–Шапкинская, скв. 62, интервал глубин 2331–2345 м. Шлиф, увел. 70,без анализатора.

https://jurassic.ru/

Таблица 118

Фиг. 1, 2. Гнезда друзового кальцита причудливой формы окаймлены скоплениями пелитоморфного кальцита и ОВ (темные), что указывает на раннее диагенетическое образование друзовых агрегатов в результате процессов перекристаллизации карбонатного осадка, сопровождаемых перераспределением вещества. Верхний девон, фаменский ярус. Гряда Чернышева, река Шер–Нядейта. Шлиф, увел. 20, без анализатора (фиг. 1), с включенным анализатором (фиг. 2).

Таблица 119

Фиг. 1. Кальцит разных генераций в палеопустотах причудливой формы в известняке, состоящем из мелких комочков пелитоморфного кальцита и содержащем включения крупных остатков перекристаллизованных багряных водорослей (а), раковин остракод и оолитов. В центре видна палеопустота щелеобразной формы (промоина ?), которая вверху слева окаймлена неправильной формы участками серого призматического кальцита (б); края участков неровные, имеют фестончатые очертания. Стенки пустотного пространства справа инкрустированы волокнистым кальцитом наиболее ранней генерации, образующим темную узкую кайму (в); ближе к центру светлый призматический кальцит более поздней генерации слагает вторую узкую кайму (г); остаточное пустотное пространство трижды заполнялось внутренним осадком (д), (е), (ж) и позднее было залечено друзовым агрегатом кальцита (з). Верхний девон, фаменский ярус. Гряда Чернышева, река Шер–Нядейта. Шлиф, увел. 8, без анализатора.

Фиг. 2. Друзовые агрегаты кальцита, слагающие причудливой формы участки, вытянутые вдоль поверхностей наслоения. Образование друзовых агрегатов связано с процессами перекристаллизации осадка в диагенезе. Оно сопровождалось перераспределением вещества в осадке, в результате чего вокруг участков яснокристаллического кальцита образовались тонкие извилистые прожилки пелитоморфного кальцита, окрашенные примесью ОВ в темно–серый, почти черный цвет. Верхний девон, фаменский ярус. Гряда Чернышева, река Шер–Нядейта. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Таблица 120

Фиг. 1. Агрегат крупных кристаллов кальцита с тонкими слегка искривленными полисинтетическими двойниками—продукт эпигенетической перекристаллизации друз, инкрустирующих крупную палеокаверну в сгустково–водорослевом известняке. Внизу полифитный водорослевый желвак, образованный в результате оплетения перекристаллизованной детритовой частицы синезелеными (темные) и перекристаллизованными багряными (светлые) водорослями. Верхний девон. Гряда Чернышева, река Шер–Нядейта. Шлиф, увел. 15,без анализатора.

Доломит (табл. 121–135)

Таблица 121

Фиг. 1, 2. Тонкозернистый агрегат доломита с включениями ангидрита и гипса пятнистой формы. Карбон. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Колвинская, скв. 50, интервал глубин 2788–2794 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора (фиг 1),с включенным анализатором (фиг. 2).

Таблица 122

Фиг. 1. Тонкозернистый агрегат зерен доломита с реликтами пелитоморфного известкового осадка в виде извилистых прожилков, расположенных субпараллельно. Зерна доломита загрязнены пелитовой примесью. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Колвинская, скв. 50, интервал глубин 3048–3056 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

https://jurassic.ru/

Фиг. 2. Идиоморфные кристаллы доломита и агрегаты этих кристаллов рассеяны в глинистой матрице, окрашенной ОВ в темно–серый, почти черный цвет. Зерна доломита загрязнены пелитовой примесью. Верхний девон, франский ярус. Печорская синеклиза. Колвинский мегавал. Площадь Северная Харьяга, скв. 12, интервал глубин 3490–3497 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 123

Фиг. 1. Мельчайшие зерна доломита, равномерно рассеянные в основной массе пелитоморфного известняка. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Колвинская, скв. 50, интервал глубин 3366–3374 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 2. Послойные скопления мельчайших зерен доломита в пелитоморфном известняке. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Колвинская, скв. 50, интервал глубин 3357–3366 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Таблица 124

Фиг. 1. Разнозернистый агрегат (от мелко– до крупнозернистой фракции) угнетенных (ксеноморфных) зерен доломита. Верхний девон, франский ярус. Гряда Чернышева, река Шер–Нядейта. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 2. Мелко– среднезернистый агрегат угловатых изометричных зерен доломита, переходящий в крупно–среднезернистый агрегат удлиненных зерен того же состава. Структурная неоднородность доломита связана с замещением различных по строению участков биогермного водорослевого известняка. Верхний девон, франский ярус. Гряда Чернышева, река Шер–Нядейта. Шлиф, увел. 20, с включенным анализатором.

Таблица 125

Фиг. 1. Несколько структурных разновидностей зерен доломита различной генерации в пористом доломите. К наиболее ранней генерации относятся мелкие гипидиоморфные зерна, образующие скопления неопределенной формы (темные). В промежутках между ними и по периферии палеопустот (слева) развиты отдельные зерна и агрегаты ксеноморфных зерен средней размерности (серые), имеющие более позднее происхождение. Остаточное пустотное пространство полностью залечено крупными зернами доломита наиболее поздней генерации. Верхний девон, франский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Мусюршор, скв. 60, интервал глубин 3407–3418 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 2. Фрагмент породы, показанной на фиг. 1. Агрегат гипидиоморфных кристаллов, слагающих низкопористый участок доломита. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 126

Мелкие ромбоэдры доломита (а) развиты по колониям синезеленых водорослей и комкам пелитоморфного кальцита водорослевого происхождения (см. табл. 127, фиг. 1) в биогермном водорослевом известняке. Видны неровные, ветвящиеся прожилки призматического кальцита, образованного в результате выполнения палеопустот (б). Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Колвинская, скв. 50, интервал глубин 3532–3540 м. Шлиф, увел. 14, без анализатора.

Таблица 127

Фиг. 1. Фрагмент известняка, показанного на таблице 126. Крупные и среднего размера ромбоэдры доломита развиты по комкам пелитоморфного кальцита водорослевого происхождения. Внутри ромбоэдров заключены реликты пелитоморфного кальцита. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

https://jurassic.ru/

Фиг. 2. Средние по размеру кристаллы доломита развиты по водорослевому комку, окруженному агрегатом зерен доломита той же структурной разновидности. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северо–Хоседаюская, скв. 1, интервал глубин 3257–3265 м. Шлиф, увел. 60, без анализатора.

Таблица 128

Фиг. 1. Ромбоэдры доломита, замещающие колонии водорослей *Izella, Epiphyton* и некоторые другие в биогермном водорослевом известняке. Верхний девон, франский ярус. Гряда Чернышева, река Шер–Нядейта. Шлиф, увел. 70,без анализатора.

Фиг. 2. Ромбоэдры доломита развиты по остатку багряной водоросли. Справа внизу фрагмент перекристаллизованной строматопораты. Слева видны гранулированные, перекристаллизованные остатки неопределимых раковин, окруженные мозаичным агрегатом яснокристаллического кальцита.Верхний девон, франский ярус. Гряда Чернышева, река Шер–Нядейта. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 129

Фиг. 1. Ромбоэдры доломита развиты по пелитоморфной, сгусткообразной карбонатной водорослевой ткани. Вверху слева и внизу справа видны крупные участки яснокристаллического кальцита, выполняющего палеопустоты. Стенки пустот инкрустированы призматическими кристаллами, а остаточное пустотное пространство залечено мозаичным агрегатом. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Мусюршор, скв. 60, интервал глубин 3240–3252 м. Шлиф, увел. 70,без анализатора.

Фиг. 2. Ромбоэдры доломита развиты по ядрам и оболочкам зачаточных оолитов и составных зерен. Верхний девон, франский ярус. Гряда Чернышева, река Шер–Нядейта. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 130

Фиг. 1. Доломит, избирательно замещающий оболочки зачаточных оолитов, сцементированных агрегатом яснокристаллического кальцита. Рост кристаллов доломита происходит от оболочек к центру; при этом доломит замещает периферические участки комков пелитоморфного кальцита, являющихся ядрами оолитов. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза. Площадь Западно–Леккейягинская, скв. 68, интервал глубин 1913,45–1920,4 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Фиг. 2. Включение так называемого катуна пелитоморфного известняка гравийной размерности в шламово–мелкообломочном известняке. Светлая доломитовая кайма, развитая по периферии включения, подчеркивает его форму. Образование подобных включений может быть связано с взаимным проникновением осадочного материала на границе слоев с различными физическими свойствами в процессе уплотнения. Верхний девон, франский ярус. Южный Тиман, ручей Лыайоль. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Таблица 131

Фиг. 1. Ромбоэдры доломита, замещающие ядра и оболочки оолитов, заключенных в поле яснокристаллического кальцита. Последний образован сливающимися между собой крустификационными каемками. Верхний карбон. Печорская синеклиза. Площадь Северо–Чернореченская, скв. 2, интервал глубин 2716–2725 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 2. Скопление мелких идиоморфных кристаллов доломита в глинисто–карбонатной породе, содержащей линзовидные прослои чистого известняка. Эти прослои по простиранию окаймляются сутуровидными прослоями, состоящими из скоплений глинистого вещества и ОВ (темные); вкрест простирания они пересечены прожилками яснокристаллического кальцита (светлые).

https://jurassic.ru/

Линзовидный характер прослоев и распределение доломита связаны с процессами растворения и перераспределения вещества первоначально неоднородного слоистого осадка. Образование прожилков яснокристаллического кальцита объясняется кальцитизацией трещин, образованных при уплотнении и растрескивании более чистых карбонатных прослоев. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Колвинская, скв. 50, интервал глубин 3214–3215,5 м. Шлиф, увел. 7, без анализатора.

Таблица 132

Фиг. 1, 2. Гнезда мелко– тонкозернистого доломита в пелитоморфном известняке. Доломит развивался по ходам илоедов, что определило форму гнезд. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Колвинская, скв. 50, интервал глубин 3214–3215,5 м. Шлиф, увел. 11 (фиг. 1), увел. 20 (фиг. 2), без анализатора.

Таблица 133

Фиг. 1, 2. Тонкозернистый доломит, образующий участки пятнистой формы в неоднородном биотурбированном известняке. Фиг. 1. Средний карбон. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северно–Инзырейская, скв. 30, интервал глубин 2764–2712 м. Шлиф, увел. 5, с включенным анализатором. Фиг. 2. Верхний девон, франский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Нямюрхитская, скв. 10, интервал глубин 3722,7–3730,2 м. Шлиф, увел. 14, без анализатора.

Таблица 134

Средне– крупнозернистые агрегаты и отдельные ромбоэдры доломита, развитые по биогермному водорослевому известняку, образующему мелкие органогенные постройки столбчатой формы. Видно неравномерное распределение доломита в породе.Основная масса его находится между постройками и, вероятно, развивалась по более пористому заполнителю. Крупные участки сгусткообразного пелитоморфного кальцита, образованные колониями сине-зеленых водорослей (темные), замещены отдельными ромбоэдрами и небольшими агрегатами ромбоэдров доломита. Слева заметны крупные палеопоры и каверны, залеченные яснокристаллическим кальцитом. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Колвинская, скв. 50, интервал глубин 3429–3437 м. Шлиф, увел. 14, без анализатора.

Таблица 135

Фиг. 1. Фрагмент породы, показанной на таблице 134. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 2. Зонарные ромбоэдры доломита, замещающие основную массу пелитоморфного известняка. Ядра ромбоэдров загрязнены пелитовой примесью, что свидетельствует о ранней генерации доломита.Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно Колвинская, скв. 50, интервал глубин 3214–3215,5 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Гипс и ангидрит (табл. 136–138)

Таблица 136

Фиг. 1. Мелкие игольчатые кристаллы ангидрита, образующие прослои в слоистой ангидрит-доломитовой породе. Нижняя пермь, кунгурский ярус. Восточный борт Прикаспийской синеклизы. Площадь Жанатан,скв. 100, интервал глубин 3383–3387 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

https://jurassic.ru/

Фиг. 2. Фрагмент фиг. 1. Агрегат разноориентированных кристаллов игольчатой и пластинчатой формы. Шлиф, увел. 70, с включенным анализатором.

Таблица 137

Фиг. 1, 2. Агрегат гипса и ангидрита пятнистой формы в тонкозернистом доломите. Видны крупные призматические кристаллы гипса. Карбон. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Колвинская, скв. 50, интервал глубин 2788–2794 м. Шлиф, увел. 20, с включенным анализитором.

Фиг. 2. Крупные монокристаллы ангидрита, залечивающие каверну в крупно–среднезернистом доломите. Верхний девон, франский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Мусюршорская, скв. 60, интервал глубин 3514–3520 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 138

Фиг. 1. Таблитчатые кристаллы ангидрита и агрегаты этих кристаллов в известняке. Характер распределения ангидрита в породе придает ей пятнистую текстуру. Карбон. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Хосолтинская, скв. 90, интервал глубин 2294–2308 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 2. Пластинчатые кристаллы ангидрита, выполняющие изогнутую трещину в доломите с реликтовой органогенной структурой. Во вмещающей породе участки пятнистой формы (светлые) выполнены агрегатом мелких кристаллов ангидрита. Карбон. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Хосолтинская, скв. 90, интервал глубин 2294–2308 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Пирит (табл. 139–144)

Таблица 139

Фиг. 1, 2. Пирит залечивает остаточное пустотное пространство зоэций мшанок и образует псевдоморфозы по скелетной ткани. Нижняя пермь, артинский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северо–Инзырейская, скв. 30, интервал глубин 2637–2641 м. Шлифы, увел. 70, без анализатора.

Таблица 140

Фиг. 1. Крупный хорошо ограненный кристалл пирита, замещающий остаток иглокожего в разнозернистом полидетритовом известняке. Видны остатки мшанок, фораминифер, брахиопод. Печорская синеклиза, Колвинский мегавал. Площадь Верхне–Шапкинская, скв. 62, интервал глубин 2266–2273 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Фиг. 2. Глобули пирита, замещающие крупный перекристаллизованный остаток брахиоподы в шламово–мелкообломочном известняке с целыми раковинами и створками тонкостенных остракод. Верхний девон, франский ярус. Южный Тиман, ручей Лыайоль. Шлиф, увел. 22, без анализатора.

Таблица 141

Фиг. 1. Кристаллические выделения марказита в спикуловом известняке. Видны псевдоморфозы пирита, развитые по спикулам (продольные и поперечные сечения). Нижняя пермь, артинский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северо–Инзырейская, скв. 30, интервал глубин 2580–2588 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Фиг. 2. Глобули, кристаллы пирита и выделения пятнистой формы, замещающие остатки мшанок и иглокожих. Печорская синеклиза, Колвинский мегавал. Площадь Хановейская, интервал глубин 2220–2228 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

https://jurassic.ru/

Таблица 142

Фиг. 1. Псевдоморфозы пирита, развивитые по пленкам ОВ, облекавшим участки твердого дна, а также по скелетным остаткам и мелким интракластам. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Колвинский мегавал. Площадь Инзырейская, скв. 204, интервал глубин 3380–3389 м. Шлиф, увел. 5, без анализатора.

Фиг. 2. Псевдоморфозы пирита в так называемых черных гальках—фрагментах твердого дна (интракластах), детритовых частицах, органогенных обломках, которые облекались пленками ОВ бактериального или водорослевого происхождения. Гальки хорошо окатаны. Часть форменных компонентов полностью замещена пиритом. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Инзырейская, скв. 205, интервал глубин 3339,4–3350,3 м. Шлиф, увел. 8, без анализатора.

Таблица 143

Фиг. 1, 2. Многочисленные черные гальки различных размеров, формы и состава, расположенные беспорядочно в обломочном известняке с обильным пелитоморфным кальцитовым цементом. Видны участки твердого дна с пиритовой каймой (фиг. 2, слева внизу). Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Фиг. 1—площадь Инзырейская, скв. 205, интервал глубин 3339,4–3350,3 м. Шлиф, увел. 20, с включенным анализатором. Фиг. 2—площадь Северо–Хоседаюская, скв. 2, интервал глубин 2925–2933 м. Шлиф, увел. 8, без анализатора.

Таблица 144

Фиг. 1. Пиритизированный пелитоморфный известняк с крупными окатанными органогенными остатками. Пирит выполняет пустотное пространство в остатках иглокожих и гастропод, образует черные каемки вокруг форменных компонентов и мелкие рассеянные выделения в основной массе известняка. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северо–Хоседаюская, скв. 2, интервал глубин 2925–2933 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Фиг. 2. "Черная галька"—интракласт пелитоморфного известняка с мелкими остатками трубчатых водорослей. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северо–Хоседаюская, скв. 2, интервал глубин 2925–2933 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Глауконит (табл. 145–146)

Таблица 145

Фиг. 1. Окатанные зерна глауконита (а), кварца и остатки харовых водорослей в алевритовом известняке.Верхний девон, франский ярус. Печорская синеклиза, Колвинский мегавал. Площадь Северо–Харьягинская, скв. 12, интервал глубин 3746–3748 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Фиг. 2. Изометричные зерна хлоритизированного глауконита (в центре), биотит и скелетные остатки (справа и внизу) в алевритовом известняке. Нижняя пермь, артинский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северо–Инзырейская, скв. 30, интервал глубин 2407–2406 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 146

Фиг. 1, 2. Глауконит выполняет полости в скелетных остатках мшанок. Видно микроагрегатное строение глауконита. Нижняя пермь, артинский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северо–Инзырейская, скв. 30, интервал глубин 2490–2494 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора(фиг. 1), с включенным анализатором (фиг. 2).

https://jurassic.ru/

Халцедон и кварц (табл. 147–158)

Таблица 147

Фиг. 1. Идиоморфные кристаллы кварца развиваются по крупным копролитам с четкими контурами и их реликтам, имеющим расплывчатые очертания. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Нямюрхитская, скв. 10, интервал глубин 3730–3738,4 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Фиг. 2. Кремневая конкреция в плотном однородном пелитоморфном известняке. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северо–Чернореченская, скв. 2, интервал глубин 2788,9–2796,6 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 148

Фиг. 1. Кремневая конкреция в горизонтально слоистом глинистом известняке. Тонкие глинистые слойки облекают конкрецию, что указывает на ее раннедиагенетическое происхождение. Нижняя пермь, артинский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Янейтывисовская, скв. 1, интервал глубин 2292–2305 м. Пришлифовка, увел. 0,9.

Фиг. 2. Кремневая конкреция линзовидной формы в органогенно–детритовом известняке. Печорская синеклиза, Колвинский мегавал. Площадь Сарутаюская, скв. 18, интервал глубин 2273–2282 м. Пришлифовка, увел. 1.

Таблица 149

Фиг. 1. Кремневая штоковидная конкреция в детритовом известняке. Нижняя пермь, ассельский–сакмарский ярусы. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Янейтывисовская, скв. 1. Пришлифовка, увел. 1.

Фиг. 2. Кремневые конкреции в известняке с крупным детритом криноидей и мшанок, расположенных по плоскости наслоения. Порода пронизана субгоризонтальными сутуровидными прослойками глинистого вещества и ОВ. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Колвинская, скв. 50, интервал глубин 2518–2525 м. Пришлифовка, увел. 1.

Таблица 150

Фиг. 1, 2. Сферолиты халцедона, частично и полностью выполняющие пустотное пространство в скелетных остатках кораллов. Остаточные палеопустоты залечены монокристаллическим кальцитом. Верхний карбон. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северо–Инзырейская, скв. 30, интервал глубин 2710–2717 м. Шлифы, увел. 70, без анализатора (фиг. 1), с включенным анализатором (фиг. 2).

Таблица 151

Фиг. 1. Сферолиты халцедона (белые) в зоэциях скелета мшанок. Остаточное пустотное пространство залечено монокристаллическим кальцитом (серый). Нижняя пермь, артинский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северо–Инзырейская, скв. 30, интервал глубин 2507–2517 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 2. Окремнелая связующая масса (светлая) в мшанковом органогенно–детритовом известняке. Нижняя пермь, артинский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северо–Инзырейская, скв. 30, интервал глубин 2502–2507 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

https://jurassic.ru/

Таблица 152

Фиг. 1. Призматические кристаллы кварца, выполняющие пустоты кораллита. Септы кораллита частично замещены мелкозернистым агрегатом кварца.Шлиф, увел.20, без анализатора.

Фиг. 2. Мелкозернистый агрегат кварца, почти полностью заместивший крупную раковину фораминиферы. Видны мелкие ромбоэдры доломита, рассеянные в агрегате кварца. Печорская синеклиза, Колвинский мегавал. Площадь Ярейюская, скв. 12. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Таблица 153

Фиг. 1. Сферолитовые и мелкозернистые агрегаты кварца, развивающиеся в зоэциях мшанки и связующей массе. Нижняя пермь, артинский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северо–Инзырейская, скв. 30, интервал глубин 2410–2494 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 2. Окремнелый остаток брахиоподы в детритово–шламовом известняке. Нижняя пермь, артинский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северо–Инзырейская, скв. 30, интервал глубин 2410–2494 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Таблица 154

Фиг. 1. Агрегаты халцедона с различной микроструктурой, образующие псевдоморфозы по фрагменту двухслойной раковины брахиоподы. Мелкокристаллический агрегат замещает волокнистый слой, а агрегат призматических кристаллов—призматический слой брахиоподы. Нижняя пермь. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Ярейюская, скв. 300, интервал глубин 2444,0–2447,0 м. Шлиф, увел. 70, с включенным анализатором.

Фиг. 2. Пятнистые выделения халцедона (темные), замещающие членик криноидеи в органогенно–обломочном известняке с остатками иглокожих и мшанок, с регенерационным кальцитовым цементом. Нижняя пермь. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно–Ярейюская, скв. 300, интервал глубин 2437,0–2444,0 м. Шлиф, увел. 70, с включенным анализатором.

Таблица 155

Фиг. 1, 2. Кремневые конкреции с отчетливым концентрическим строением в биогермном водорослевом известняке. Внутри конкреций заключены реликты частично перекристаллизованных водорослей *Fasciella*. Справа гнездо мозаичного агрегата кальцита. Карбон. Восточный борт Прикаспийской впадины. Площадь Жанатан, скв. 100, интервал глубин 3890–3900 м. Шлиф, увел. 20, без анализатора (фиг. 1), с включенным анализатором (фиг. 2).

Таблица 156

Фиг. 1. Агатоподобный халцедон, выполняющий каверны в пелитоморфном известняке. Верхний карбон. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Ошкотынская, скв. 2. Шлиф, увел. 20, без анализатора.

Фиг. 2. Многослойные выделения халцедона и кварца, выполняющие каверны в известняке. По периферии пустот развит мелкозернистый агрегат кварца, а остаточное пустотное пространство выполнено многослойными выделениями халцедона. Верхний карбон. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Ошкотынская, скв. 1. Шлиф, увел. 20, с включенным анализатором.

https://jurassic.ru/

Таблица 157

Фиг. 1, 2. Сферолитовые агрегаты мелкозернистого кварца, развитые вдоль стенок трещины и в прилегающих участках породы. Остаточное пустотное пространство залечено крупными монокристаллами кальцита. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северо–Инзырейская, скв. 30. Шлиф, увел. 70, с включенным анализатором.

Таблица 158

Фиг. 1, 2. Сферолитовые агрегаты мелкозернистого кварца, внутри которого заключены крупные монокристаллы кальцита. Агрегаты кварца и монокристаллический кальцит развиты в палеопустотах известняка; кварц замещает и прилегающие участки породы. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Северо–Инзырейская, скв. 30. Шлиф, увел. 70, без анализатора (фиг. 1), с включенным анализатором (фиг. 2).

https://jurassic.ru/

Часть V. Компоненты–примеси

Глинистые минералы (табл. 159)

Таблица 159

Фиг. 1. Глинистые слойки в известняке с узловато–линзовидной текстурой. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Южно–Хоседаюская, скв. 1, интервал глубин 3072–3084 м. Образец, увел. 1.

Фиг. 2. Густая сеть тонких субпараллельных ветвящихся глинистых прожилков в глинистом известняке. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Юнкомылькская, скв. 6, интервал глубин 3040–3050 м. Образец, увел. 1,3.

Терригенные зерна (табл. 160–161)

Таблица 160

Фиг. 1. Угловатые зерна кварца алевритовой размерности в шламово–микрозернистом известняке с неясно выраженной слоеватой текстурой. Верхний девон, франский ярус. Южный Тиман, ручей Лыайоль.Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Фиг. 2. Хорошо окатанные зерна кварца в слоеватом органогенно–обломочном известняке, содержащем значительную примесь терригенного материала. Печорская синеклиза. Площадь Долгая, скв. 65, интервал глубин 1858–1862 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 161

Фиг. 1. Терригенная примесь песчаной размерности, состоящая из неотсортированных, неокатанных обломков кварца, полевых шпатов и кремнистых пород, в органогенно–обломочном известняке. Видны остатки фораминифер и водорослей *Ungdarella*. Карбон. Восточный борт Прикаспийской синеклизы. Площадь Жанатан, скв. 101, интервал глубин 3468–3470 м. Шлиф, увел. 20, с включенным анализатором.

Фиг. 2. Кварцевые зерна песчаной и алевритовой размерности, угловатой формы в неслоистой терригенно–карбонатной породе. Девон. Татарский свод. Площадь Ветелкинская, скв. 8, интервал глубин 3640–3650 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Вулканический пепел (табл. 162–165)

Таблица 162

Фиг. 1, 2. Частицы вулканического стекла причудливой–рогульчатой и другой формы в тонко–микрозернистом трещиноватом известняке. Нижняя пермь, артинский ярус. Восточный борт Прикаспийской синеклизы. Площадь Локтыбай, скв. 14, интервал глубин 3881–3886 м. Шлиф, увел. 70 (фиг. 1), увел. 20 (фиг. 2), без анализатора.

Таблица 163

Фиг. 1. Пепловые частицы рогульчатой формы в тонко– микрозернистом известняке, содержащем остатки организмов неясного происхождения . Нижняя пермь, артинский ярус. Восточный борт Прикаспийской синеклизы. Площадь Локтыбай, скв. 14, интервал глубин 3881–3886 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

https://jurassic.ru/

Фиг. 2. Пепловая частица причудливой формы в известняке микрозернистом с остатками тентакулитов, расположенными субпараллельно, и терригенной примесью. Верхний девон, франский ярус. Южный Тиман, ручей Лыайоль. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 164

Фиг. 1, 2. Пепловые частицы различных—округлой, рогульчатой, обломочной—формы и размера, состоящие из вулканического стекла в кремнисто-карбонатной породе, содержащей ОВ в рассеянной и концентрированной формах. Некоторые частицы раскристаллизованы и замещены халцедоном. На фиг. 2 частицы вулканического пепла, причудливо замещенные пиритом. Верхний девон, франский ярус. Мелекесская впадина. Бугровская площадь, скв. 12, интервал глубин 1613–1619 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Таблица 165

Фиг. 1, 2. Частицы вулканического пепла—витрокласты и кристаллокласты в карбонатно-кремнистых и кремнистых прослоях в слоистом микрозернистом известняке. Кристаллокласты отличаются правильными кристаллографическими очертаниями частиц. Витрокласты замещены халцедоном и пиритом. Верхний девон, франский ярус. Мелекесская впадина. Бугровская площадь, скв. 12, интервал глубин 1635–1636,6 м. Шлиф, увел. 70, без анализатора.

Органическое вещество (ОВ) (табл. 166–168)

Таблица 166

Фиг. 1. Органическое вещество водорослевого происхождения в виде субпараллельно ориентированных прожилков в слоеватом детритовом известняке. Шлиф, увел. 7, без анализатора.

Фиг. 2. Субпараллельные извилистые прожилки ОВ в доломитизированном известняке, содержащем линзовидные включения пелитоморфного известняка. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Восточно-Колвинская, скв. 50, интервал глубин 3214–3215,5 м. Шлиф, увел. 7, без анализатора.

Таблица 167

Сутуровидные прожилки ОВ, приуроченные к поверхностям растворения в известняке. Видны растворенные по периферии онколиты и детритовые частицы. Прожилки ОВ пиритизированы. Местами линзовидные прослои известняка интенсивно доломитизированы. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза. Хорейверская впадина. Площадь Дюсушевская, скв. 55, интервал глубин 3375–3382 м. Шлиф, увел. 6, без анализатора.

Таблица 168

Фиг. 1. Концентрированная форма ОВ в виде ветвящихся прожилков. Их образование связано с процессами растворения и перераспределения вещества в породе. Слева реликт слоя известняка, густо импрегнированного мельчайшими зернами доломита. Прожилки ОВ, оконтуривающие реликтовый слой, подчеркивают его линзовидное строение. Верхний девон, фаменский ярус. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Центрально-Хорейверская, скв. 2, интервал глубин 3106–3110 м. Шлиф, увел. 8,5, без анализатора.

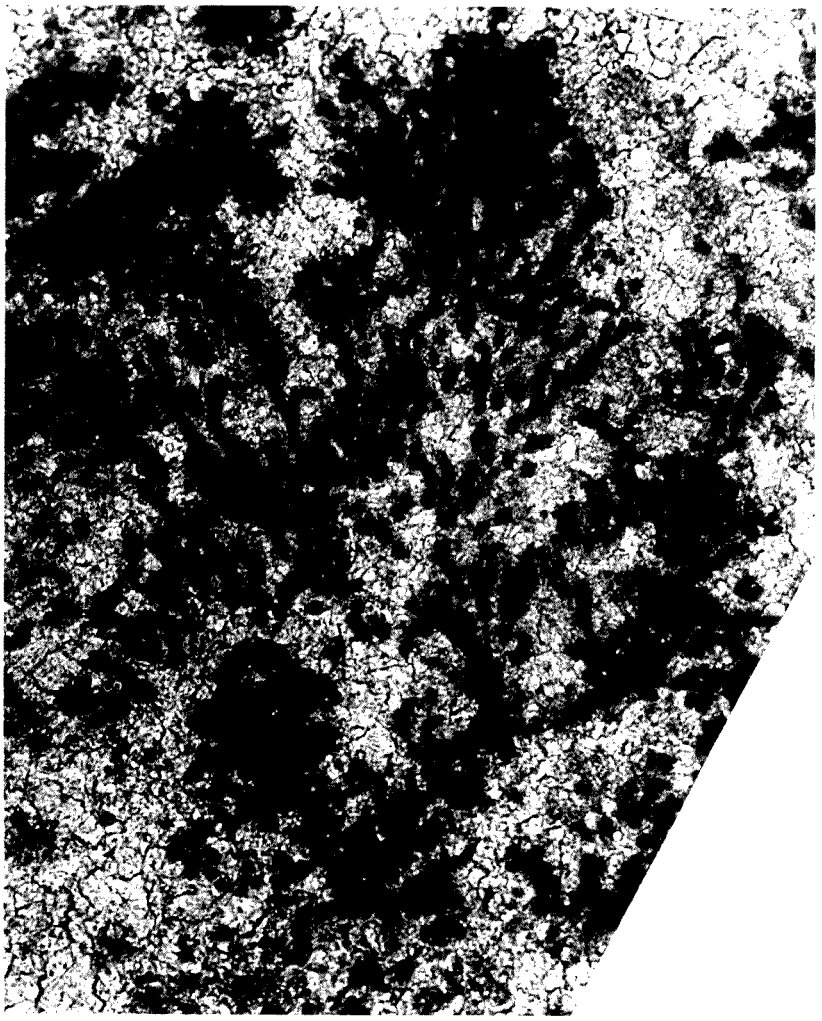
Фиг. 2. Органическое вещество в тонкослоистой породе, состоящей из чередования слойков концентрированного ОВ и пелитоморфных известняков. Морфология слойков известняка связана с процессами подводного оползания и оплывания осадка. Верхний девон. Печорская синеклиза, Хорейверская впадина. Площадь Юнкомыльская, скв. 1, интервал глубин 3540–3551 м. Шлиф, увел. 6, без анализатора.

https://jurassic.ru/

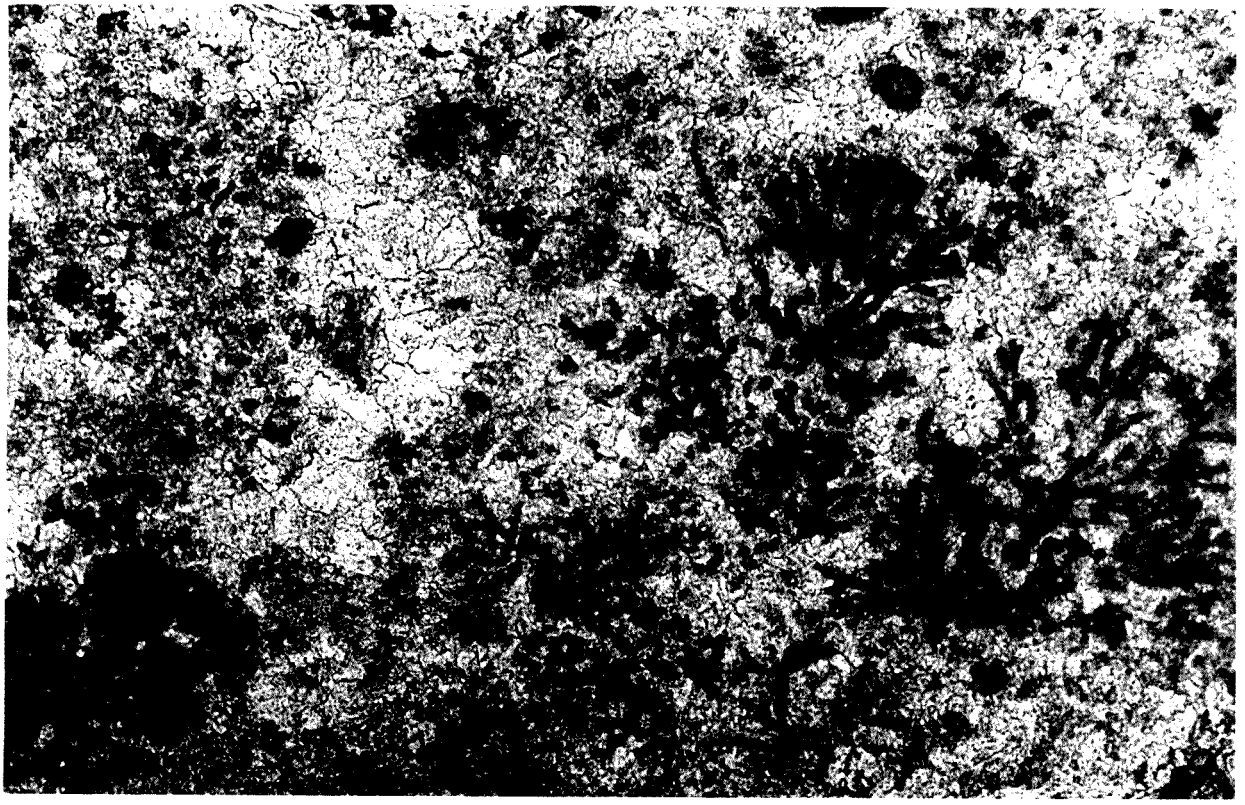
ЧАСТЬ I. Скелеты морских беспозвоночных животных организмов и известковые водоросли

Табл. 1-22

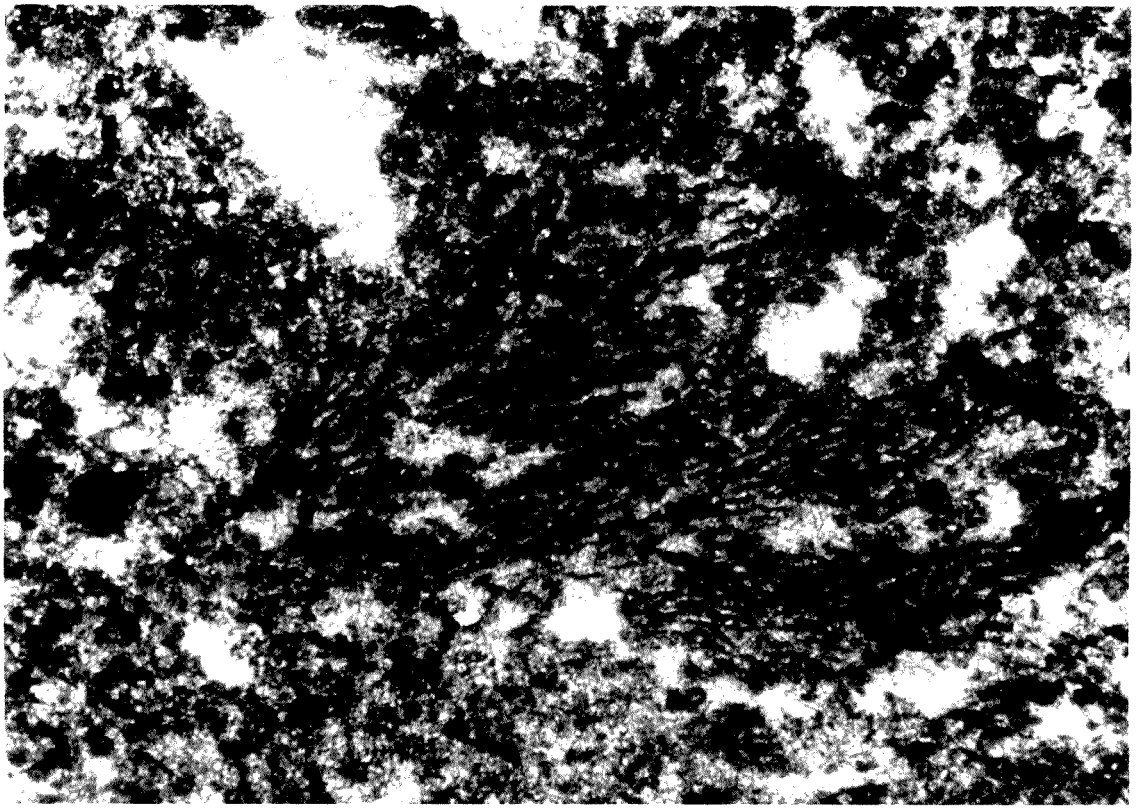
https://jurassic.ru/



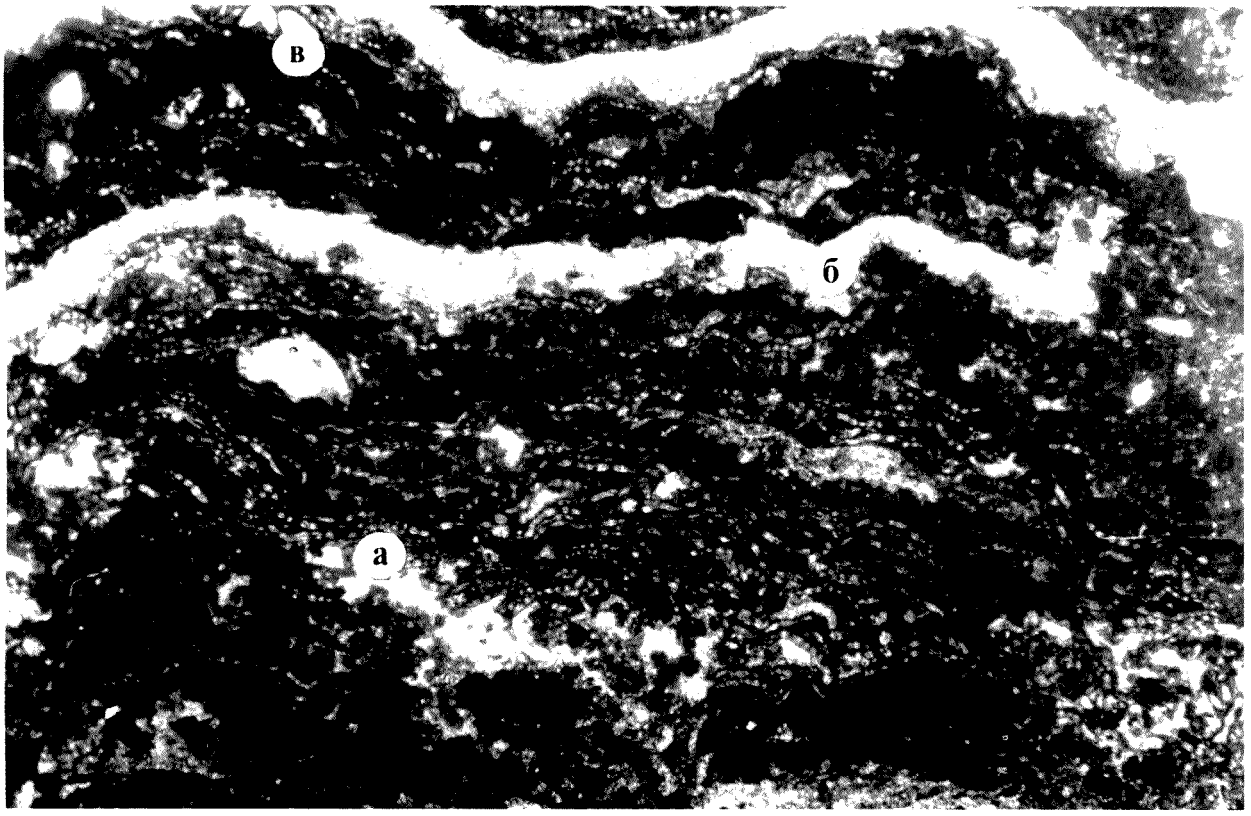
1



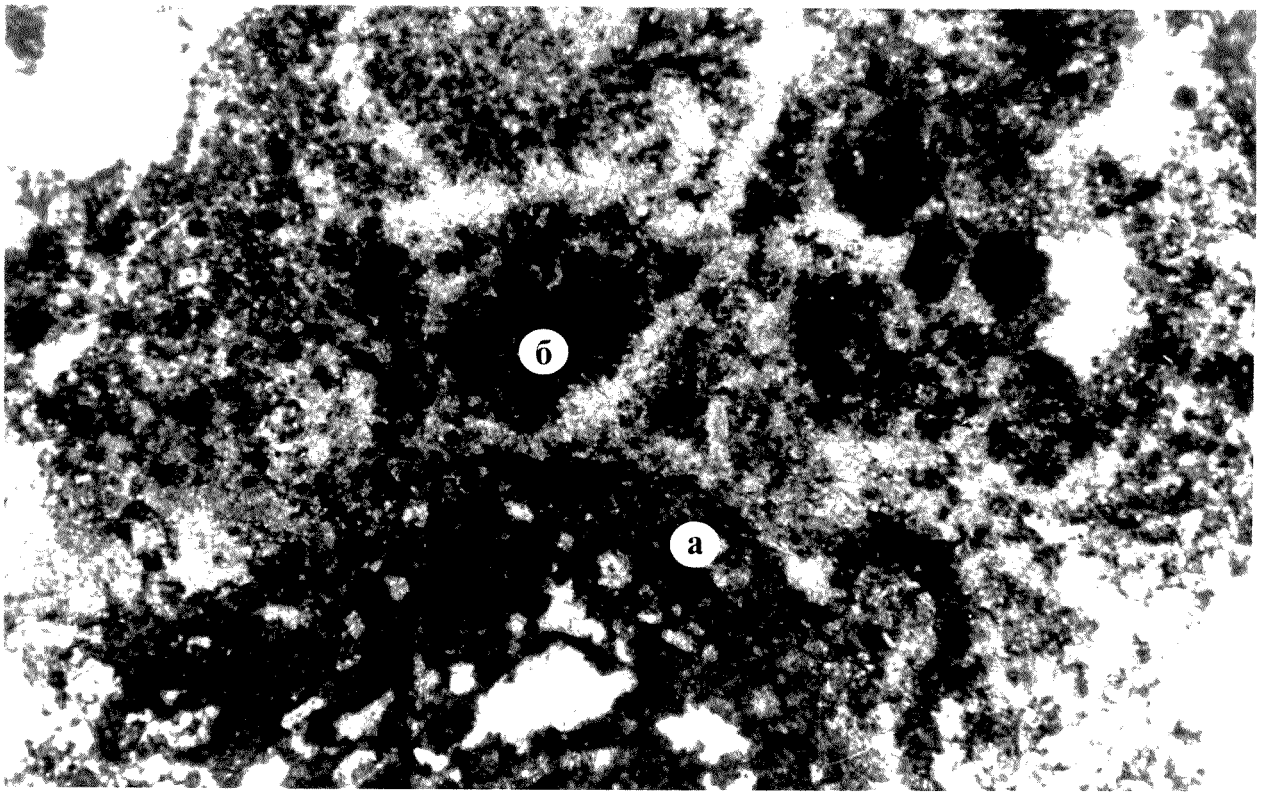
2



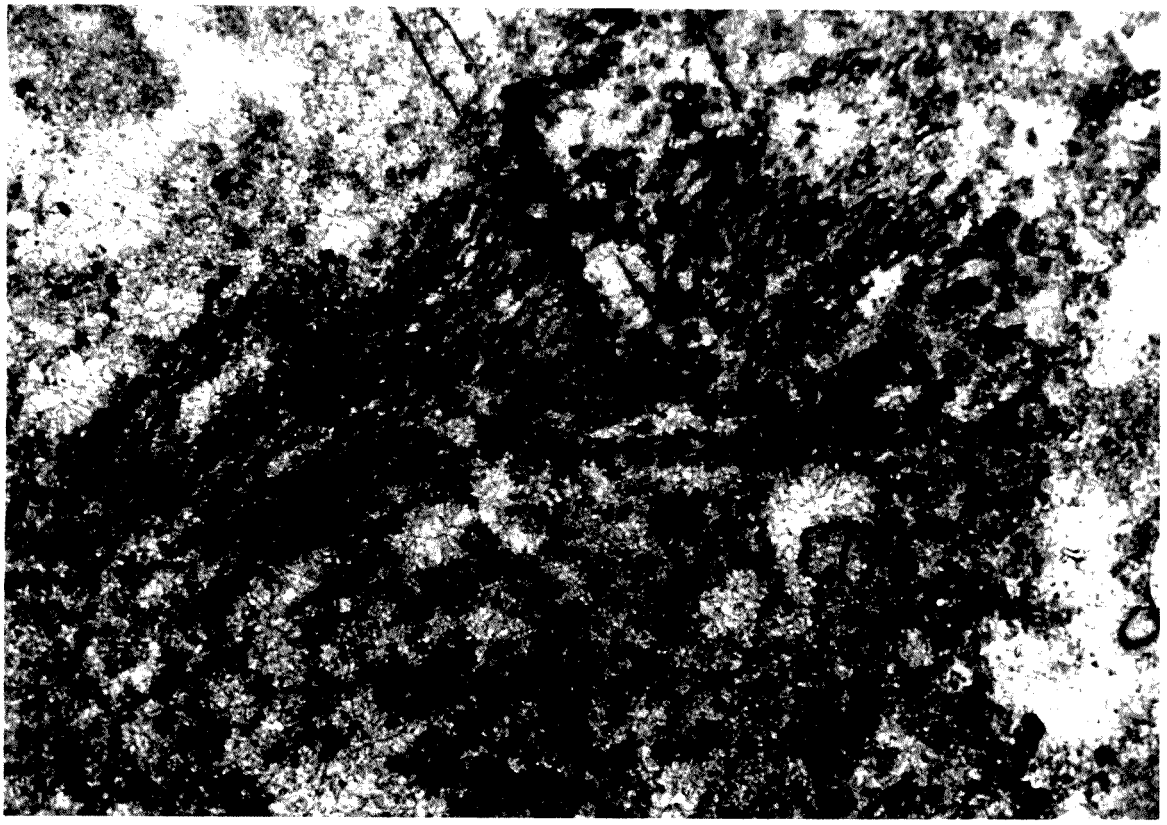
1



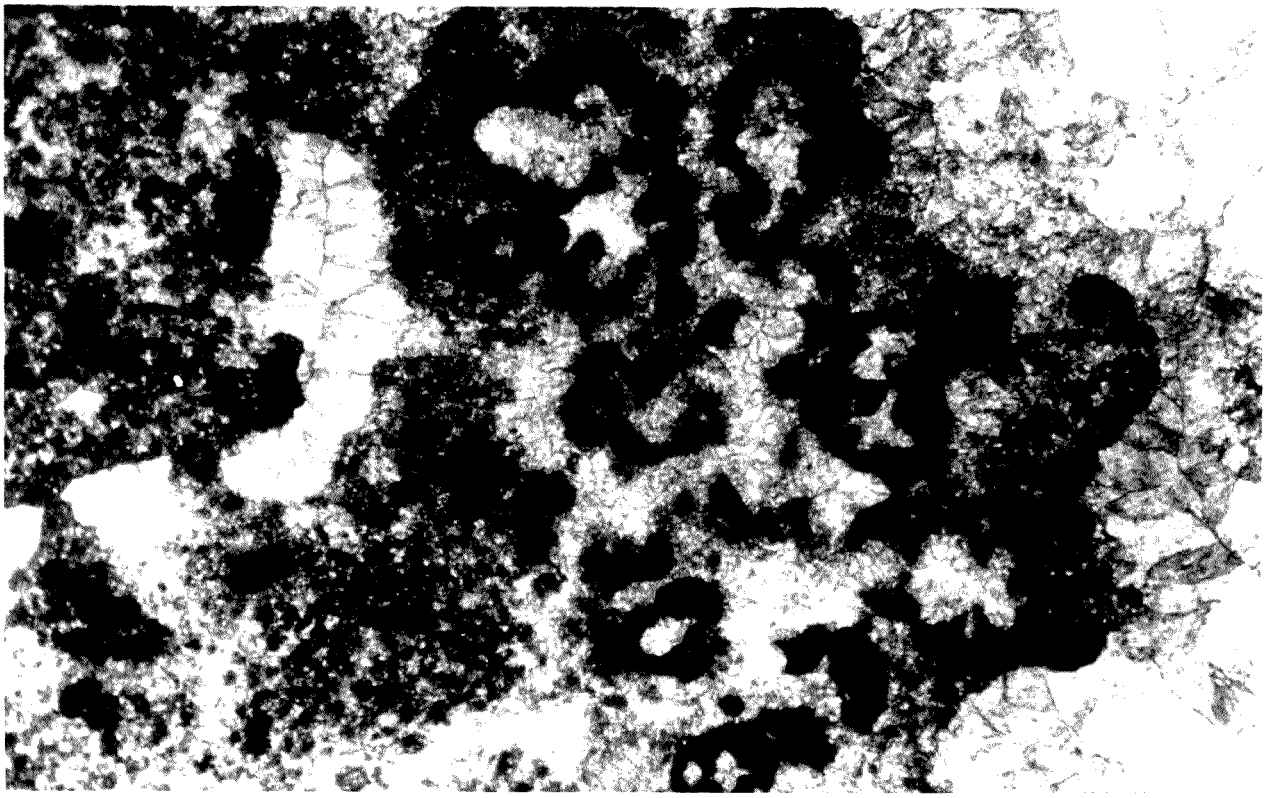
2



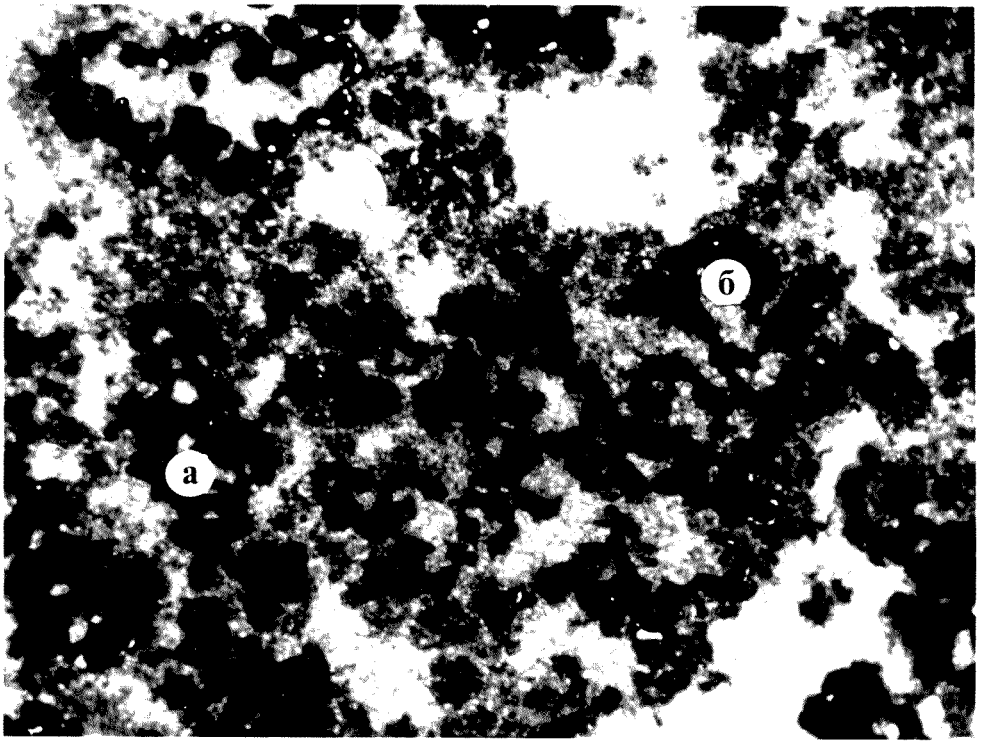
1



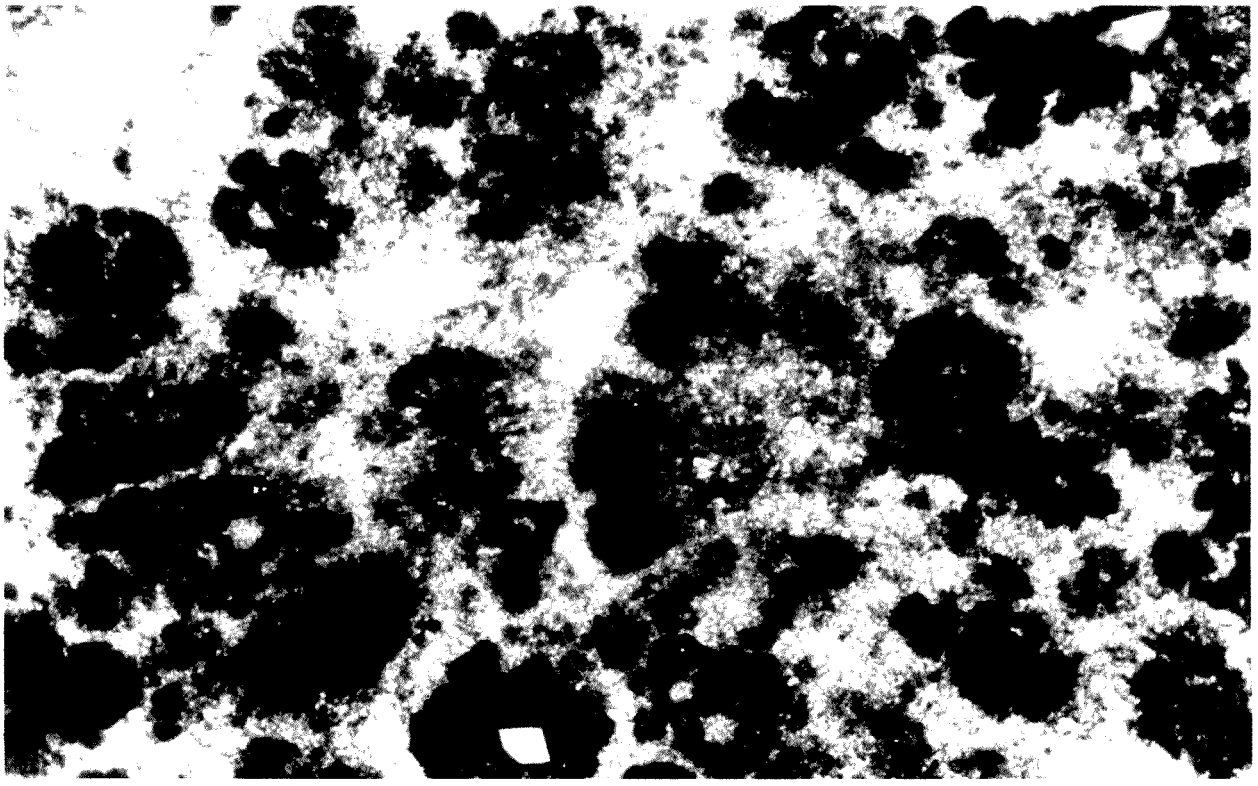
2



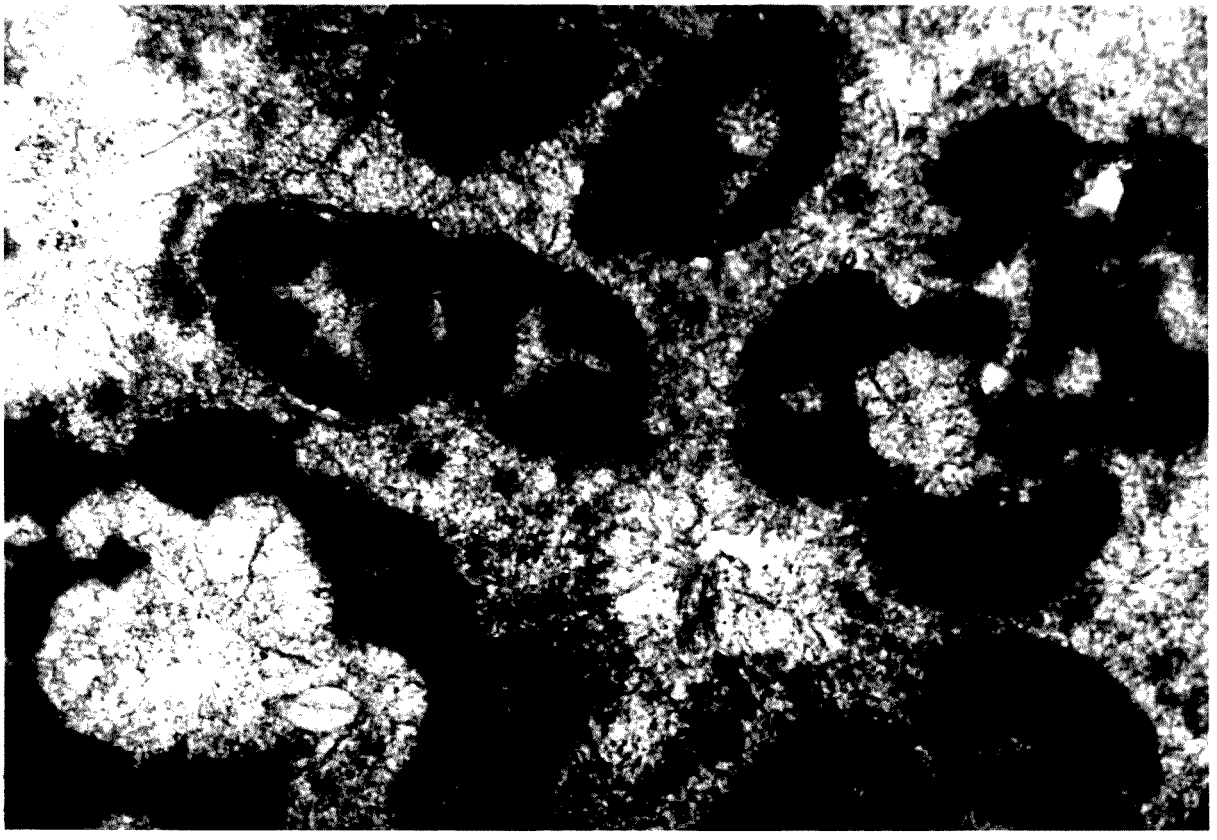
1



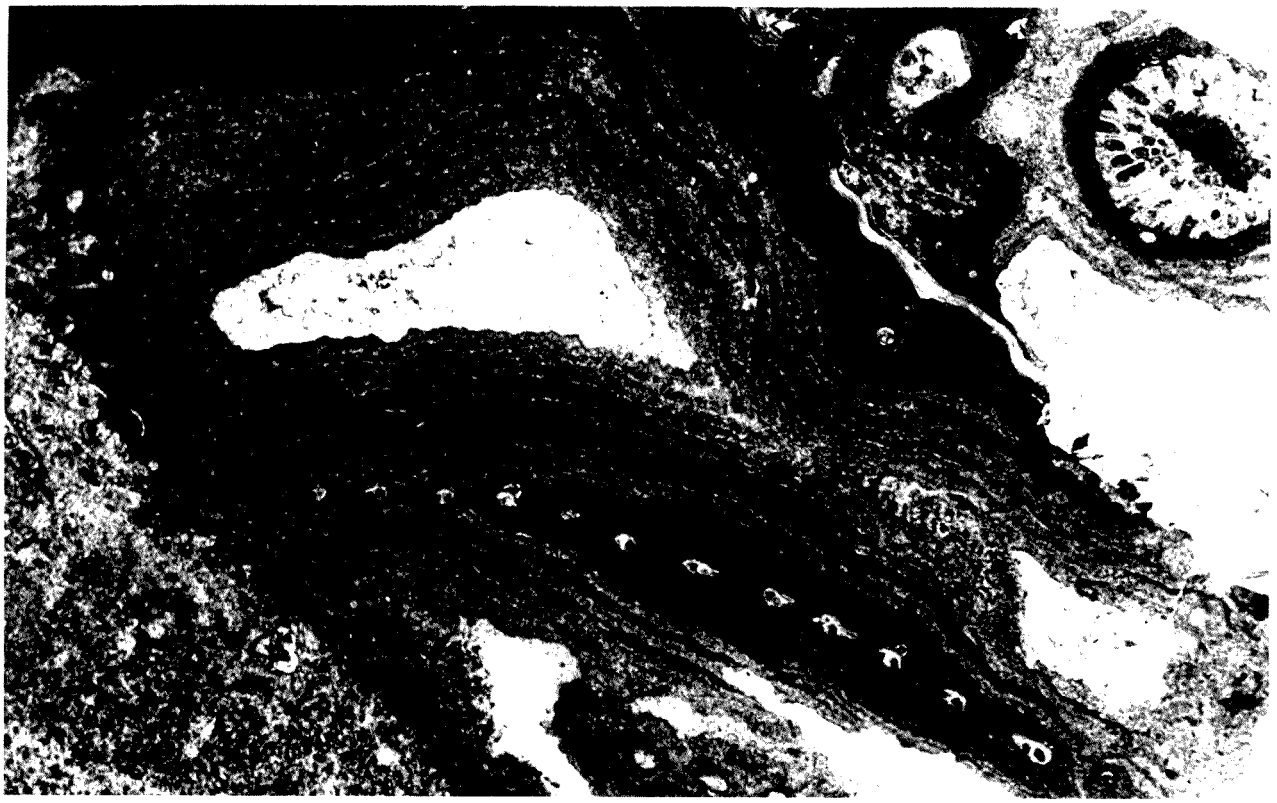
2



1



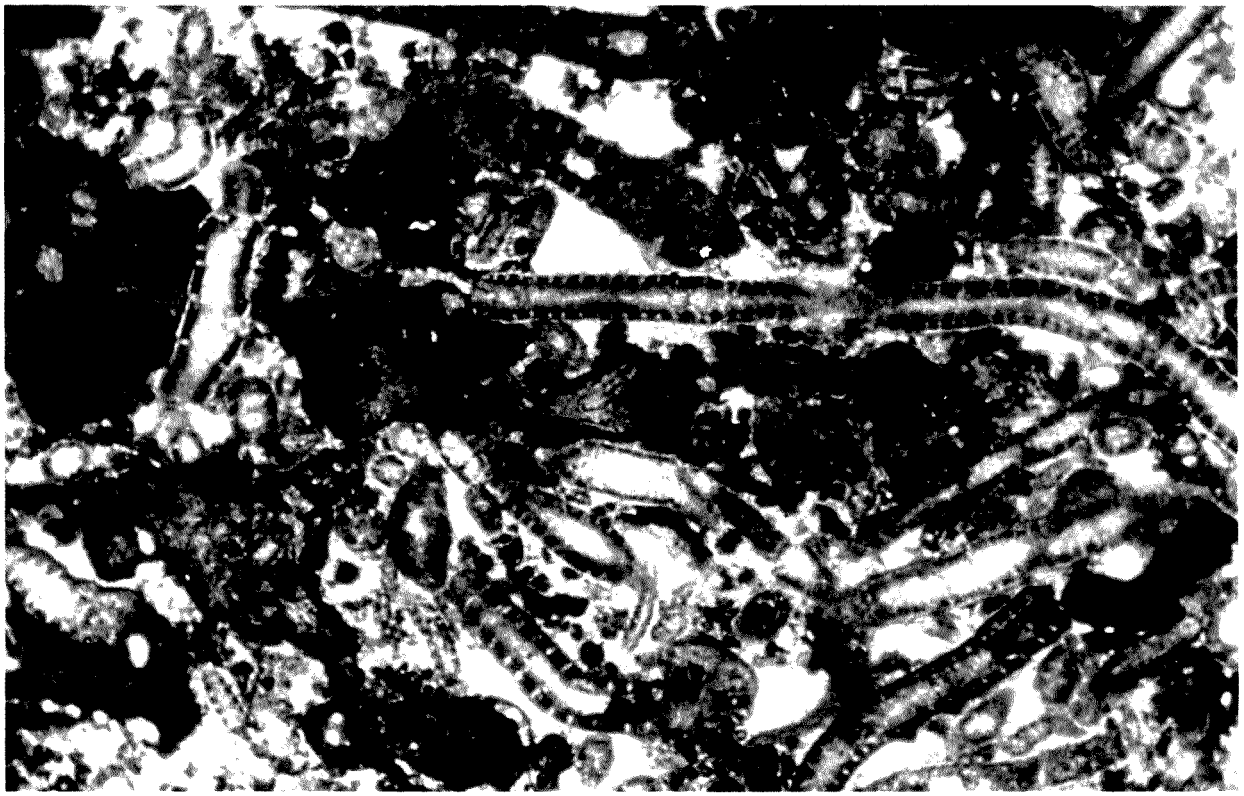
2



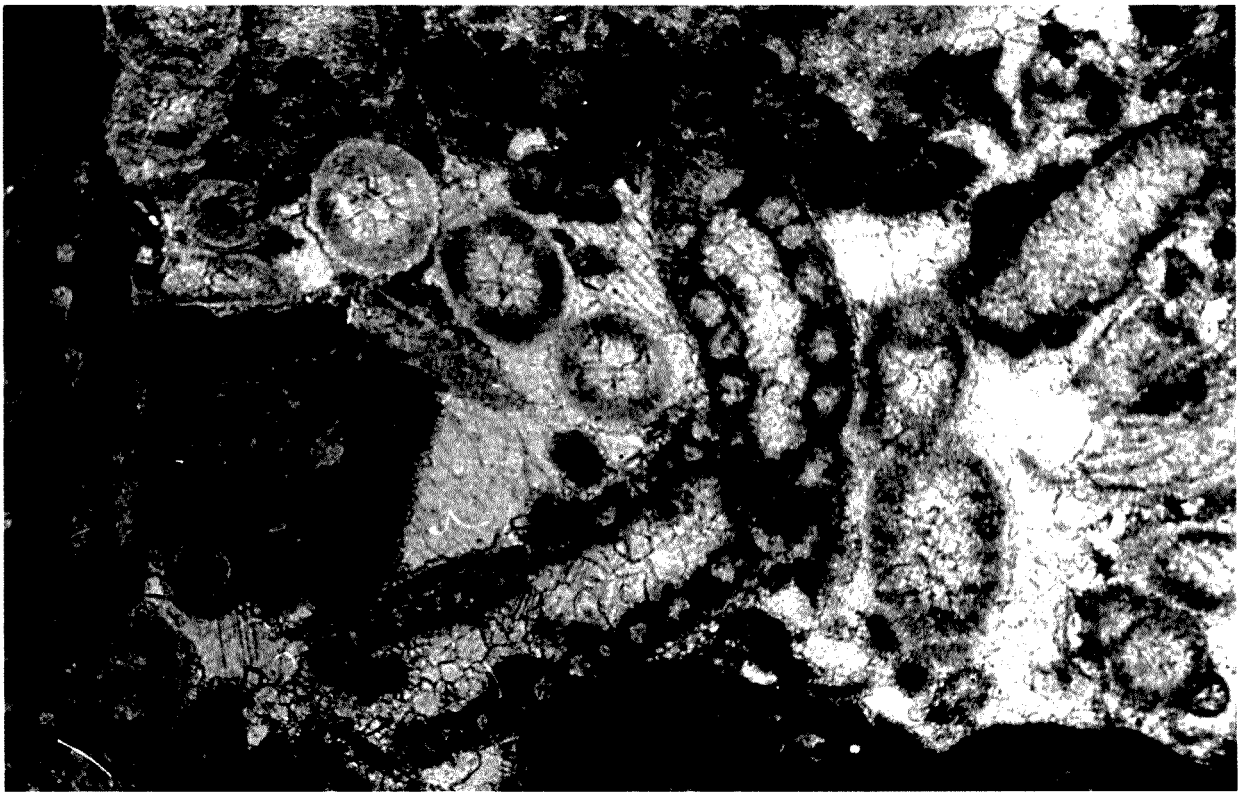
1



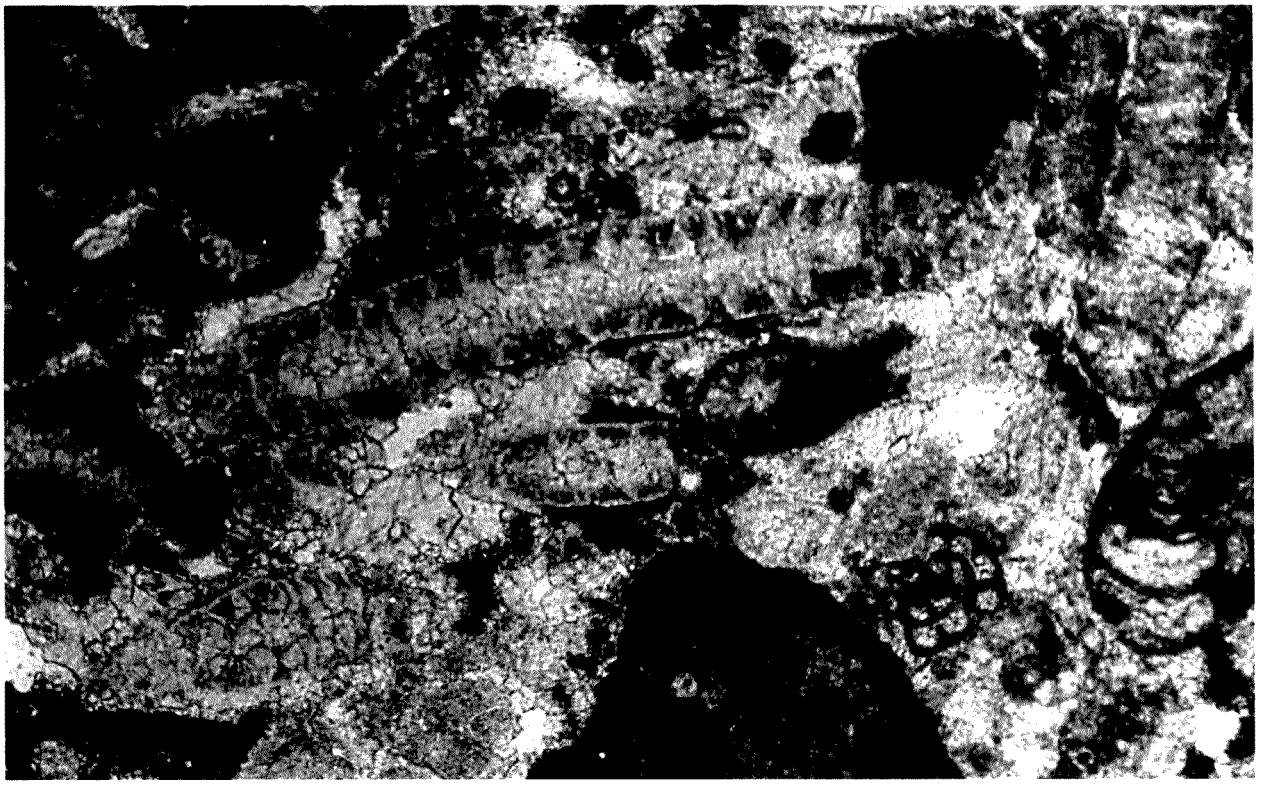
2



1



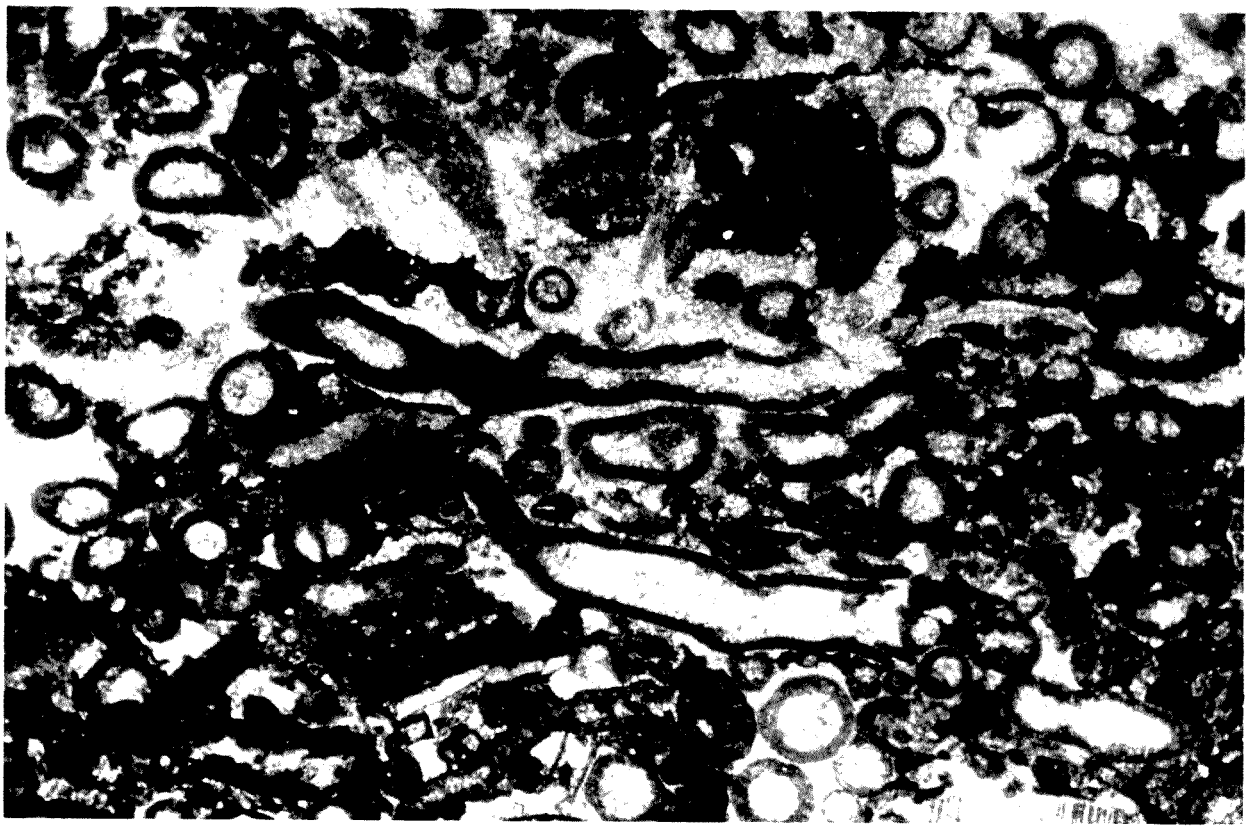
2



1



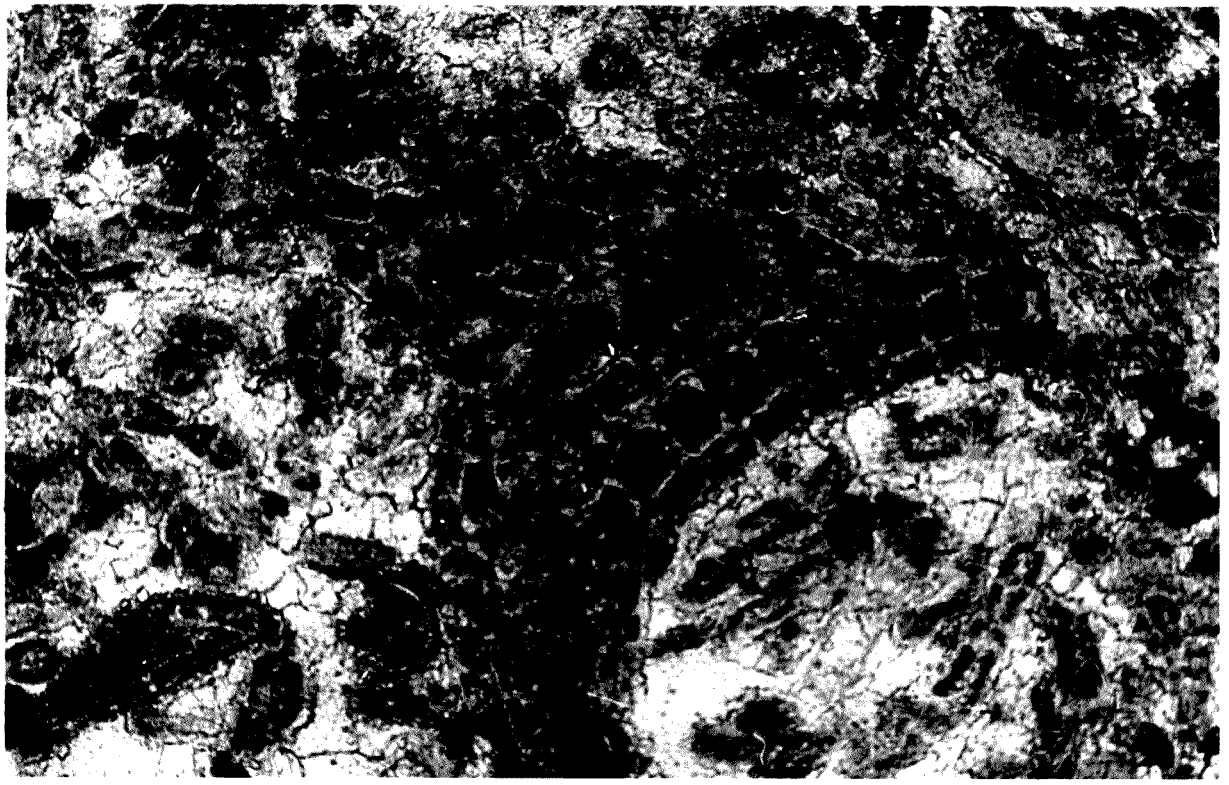
2



1



2



1



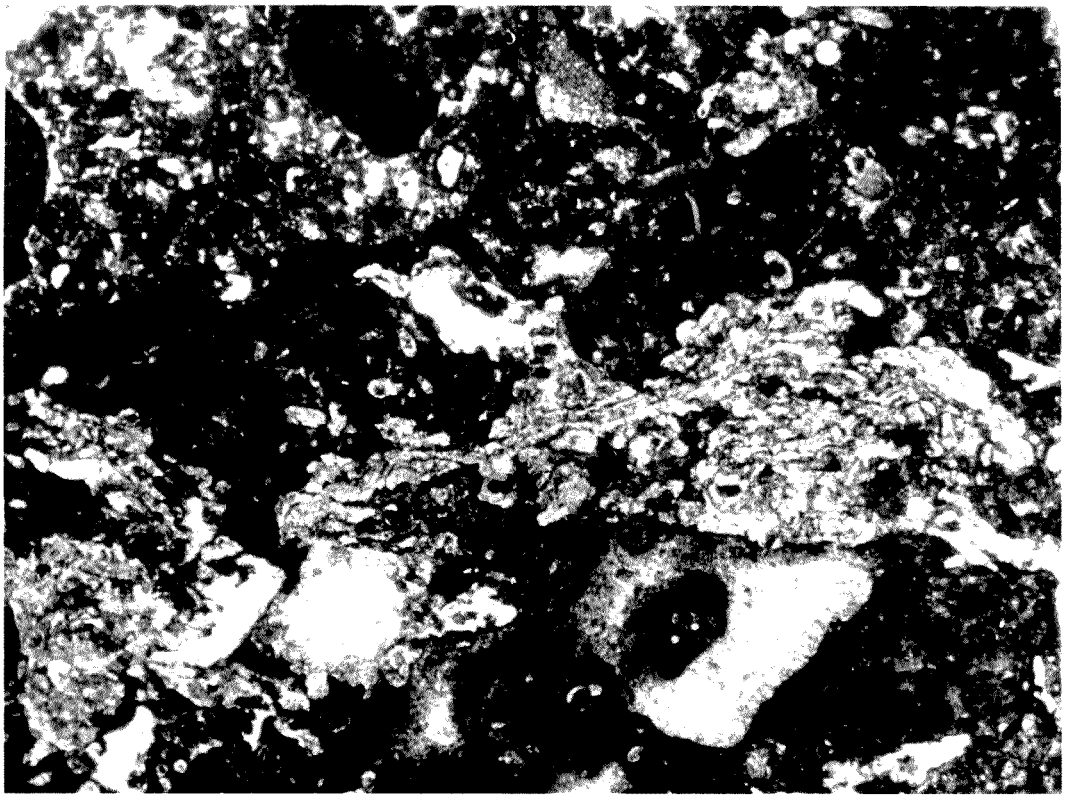
2



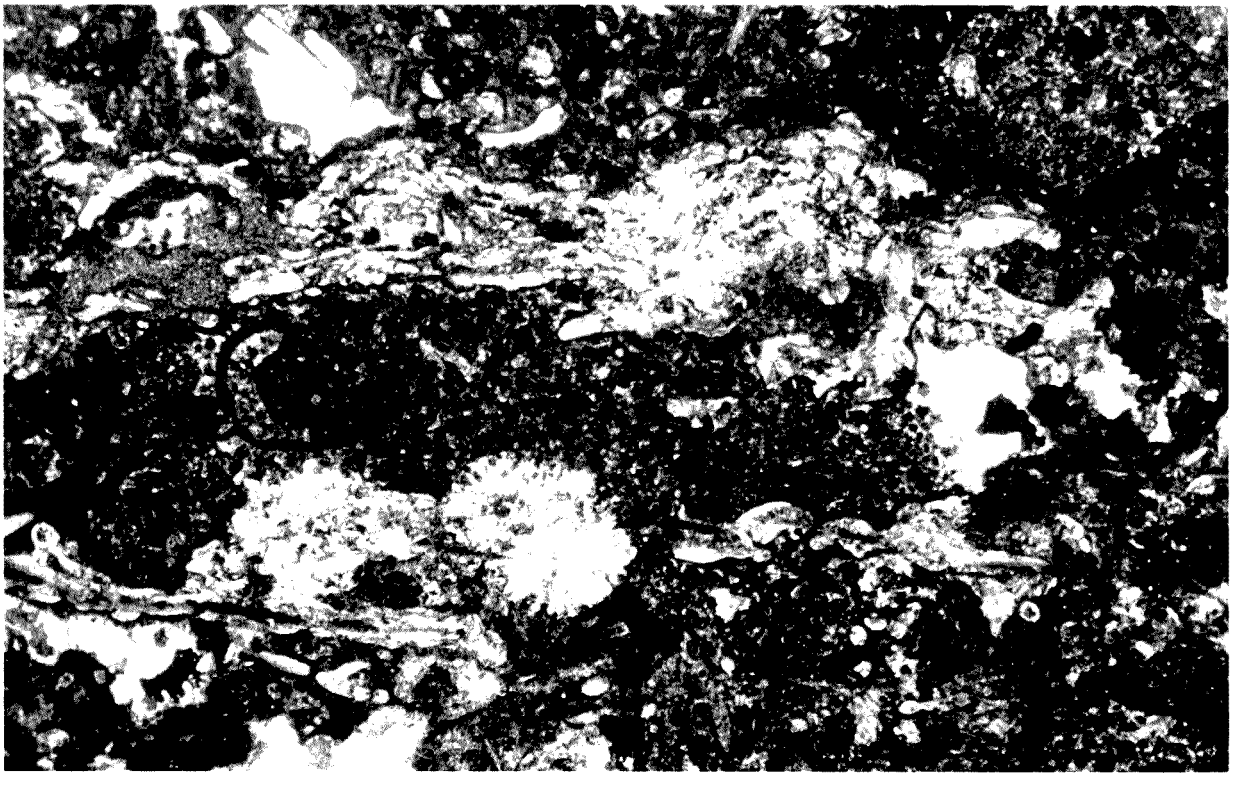
1



2



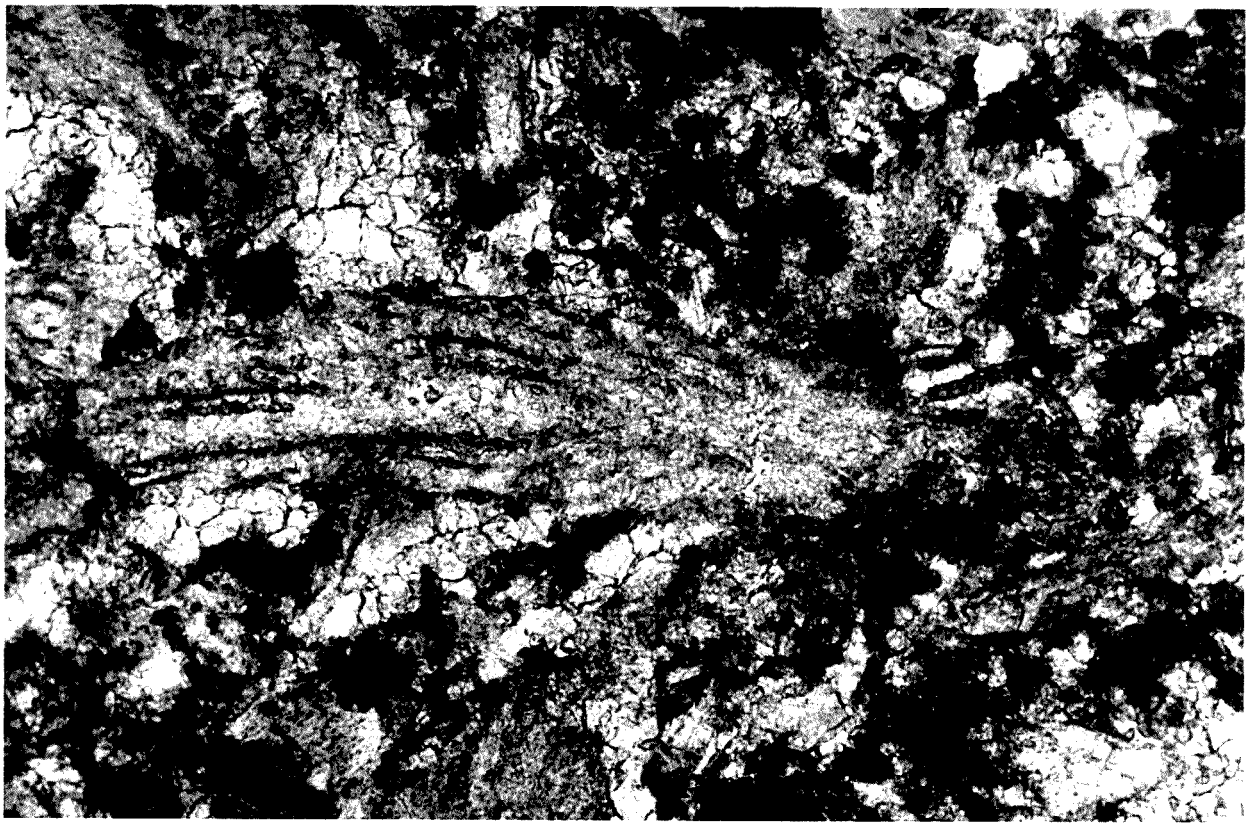
1



2



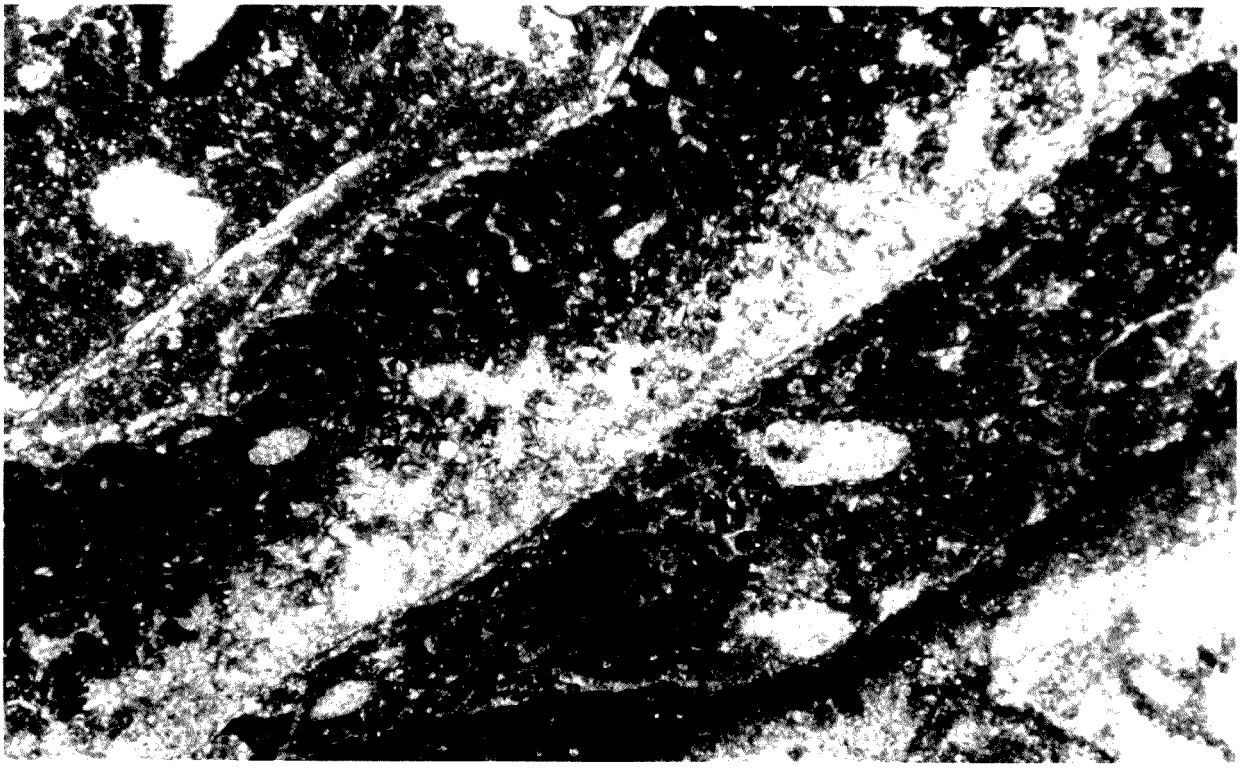
1



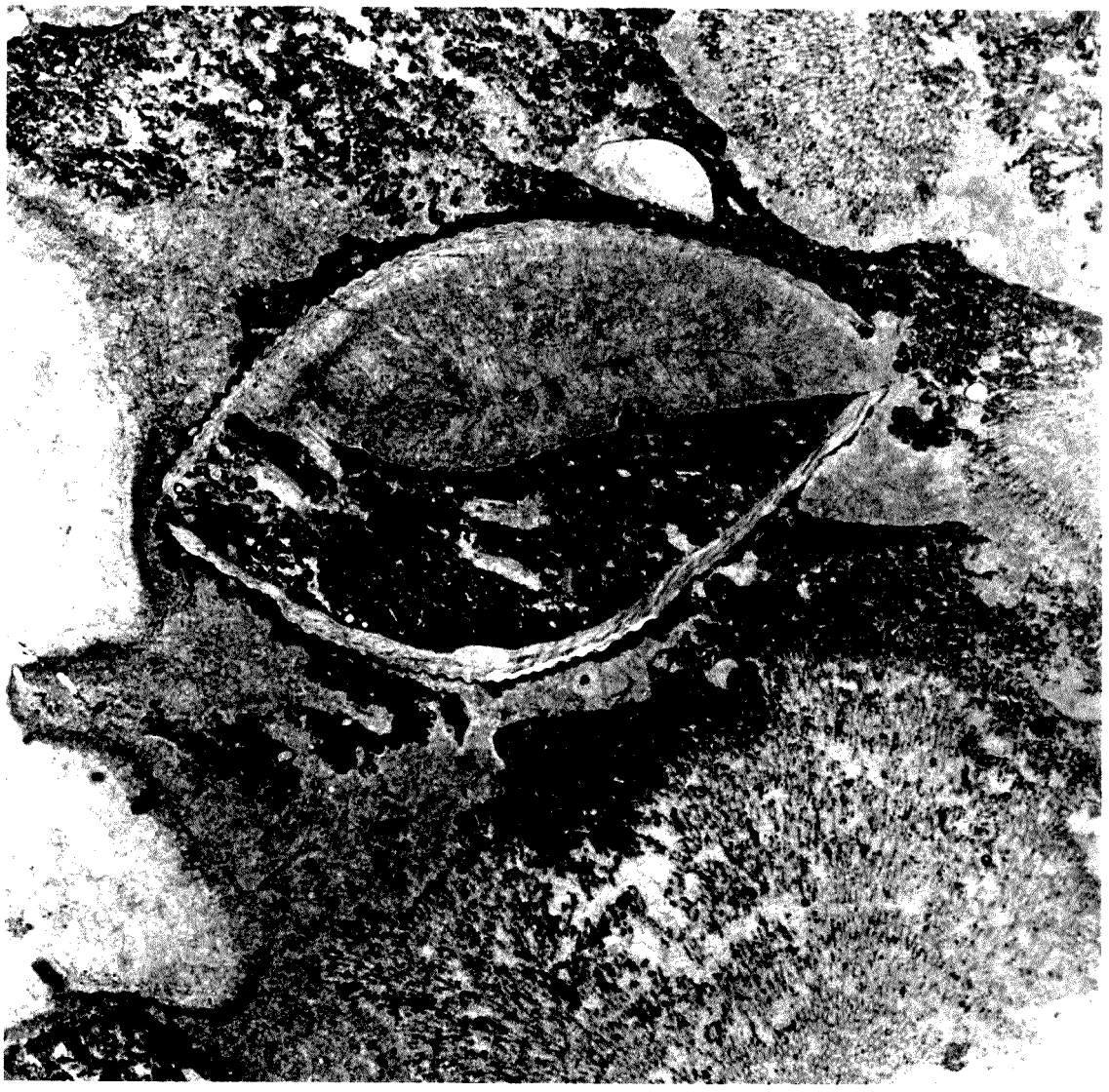
2



1



2



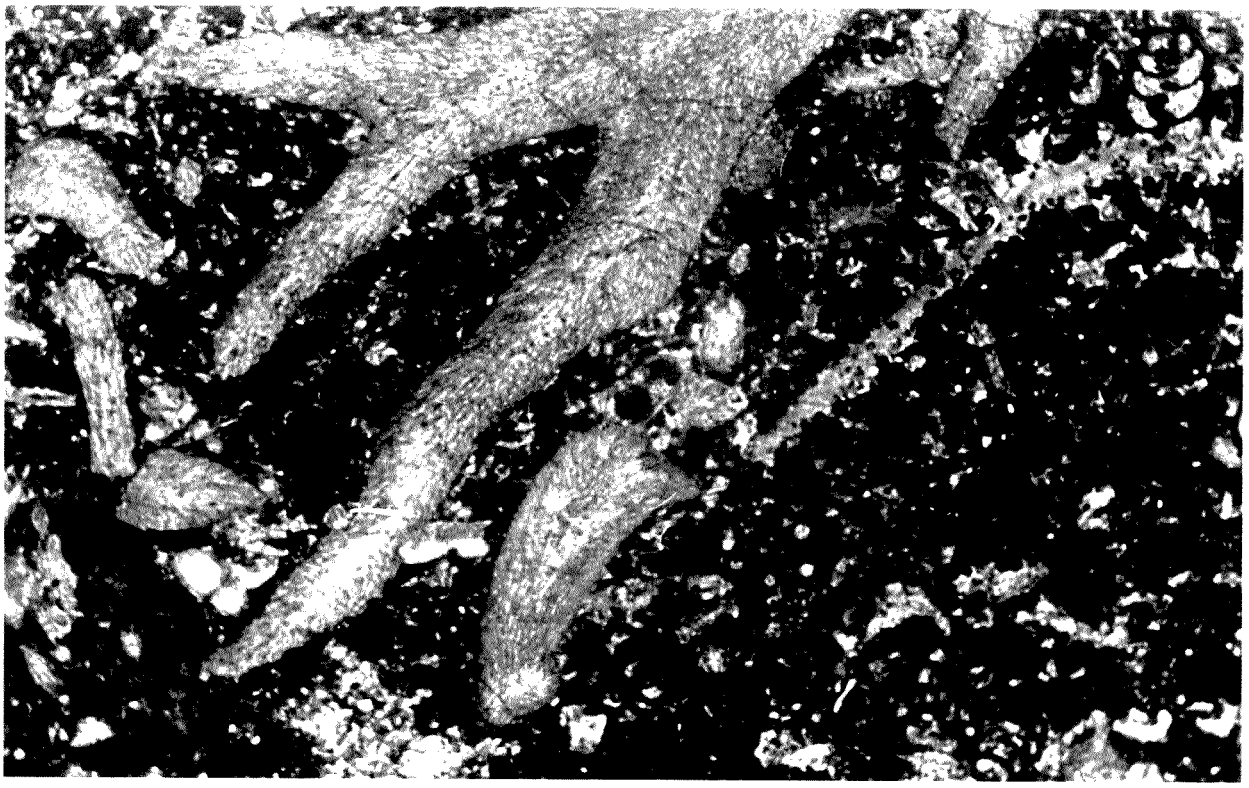
1



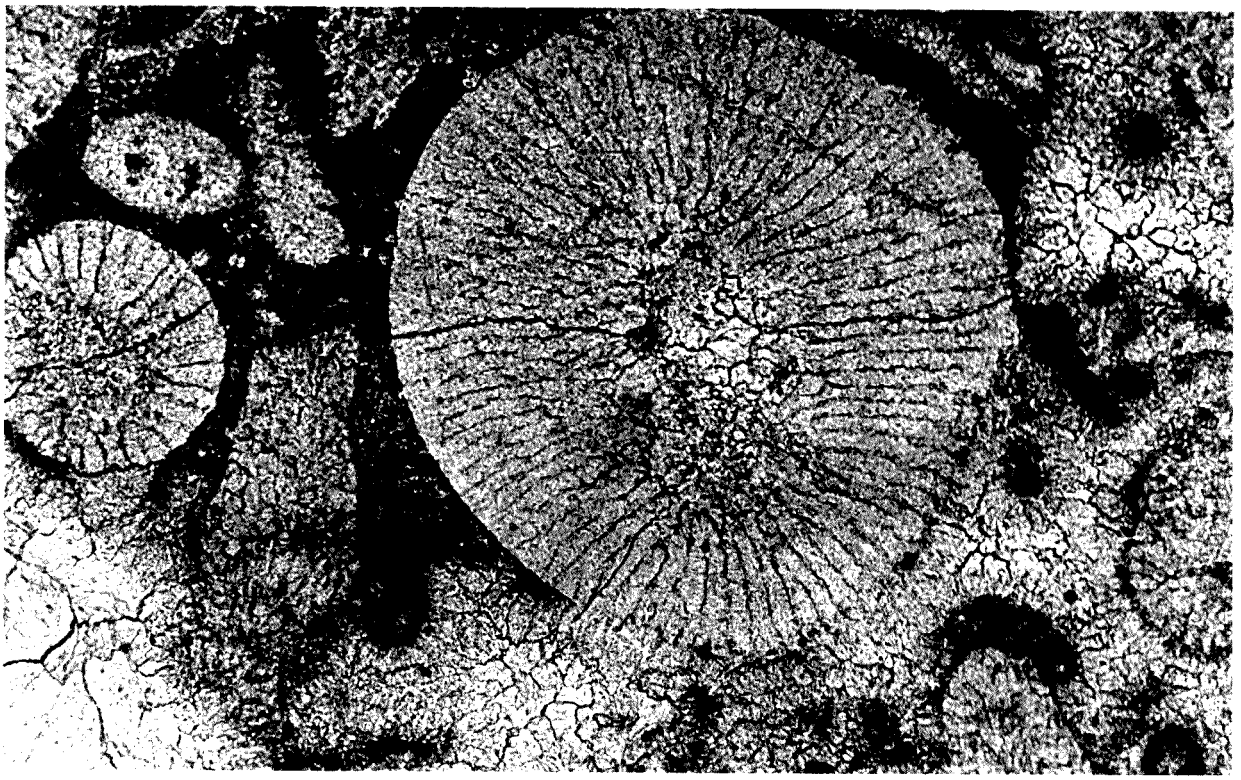
2



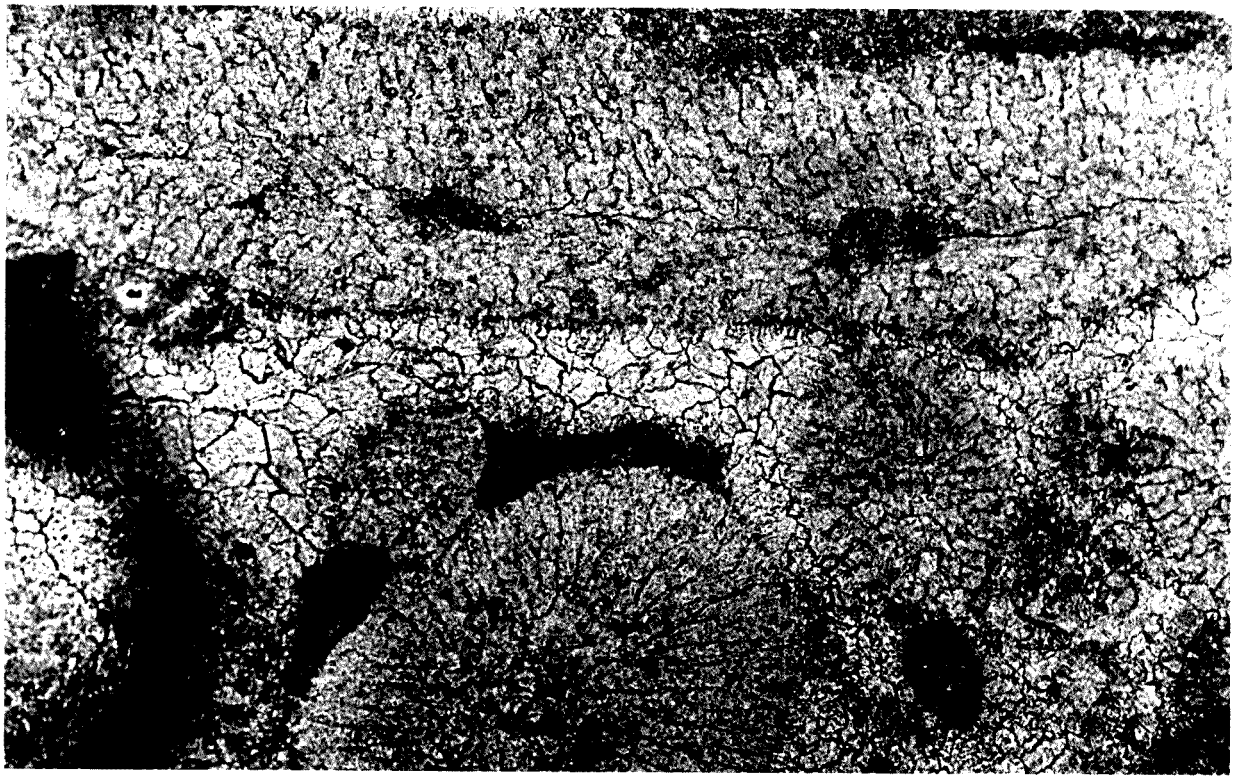
1



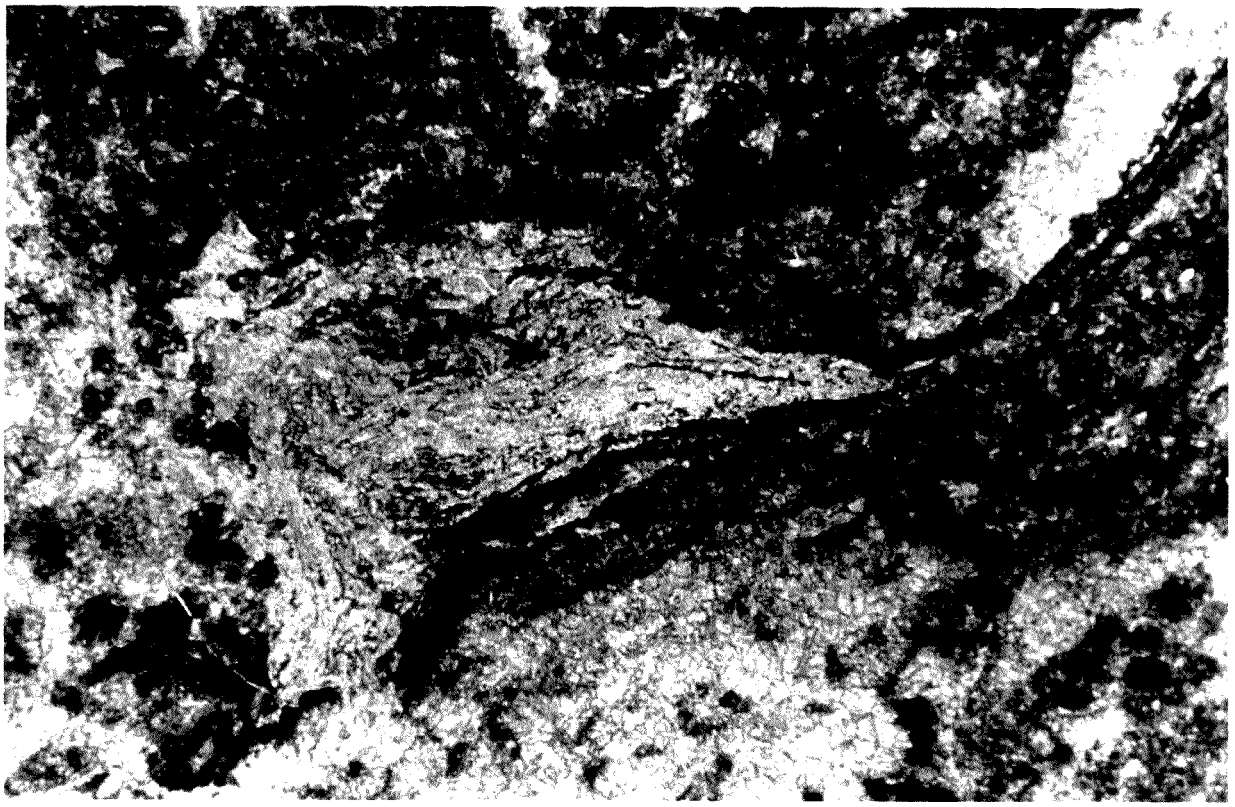
2



1



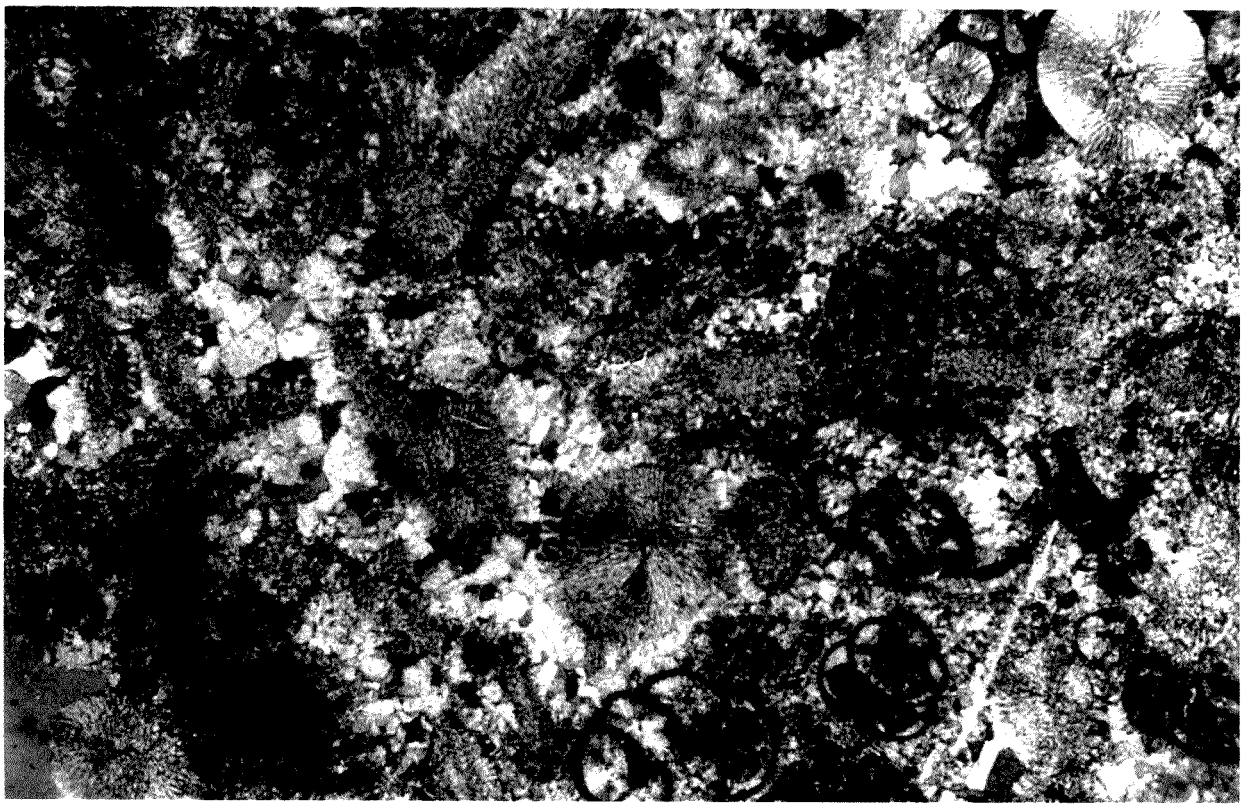
2



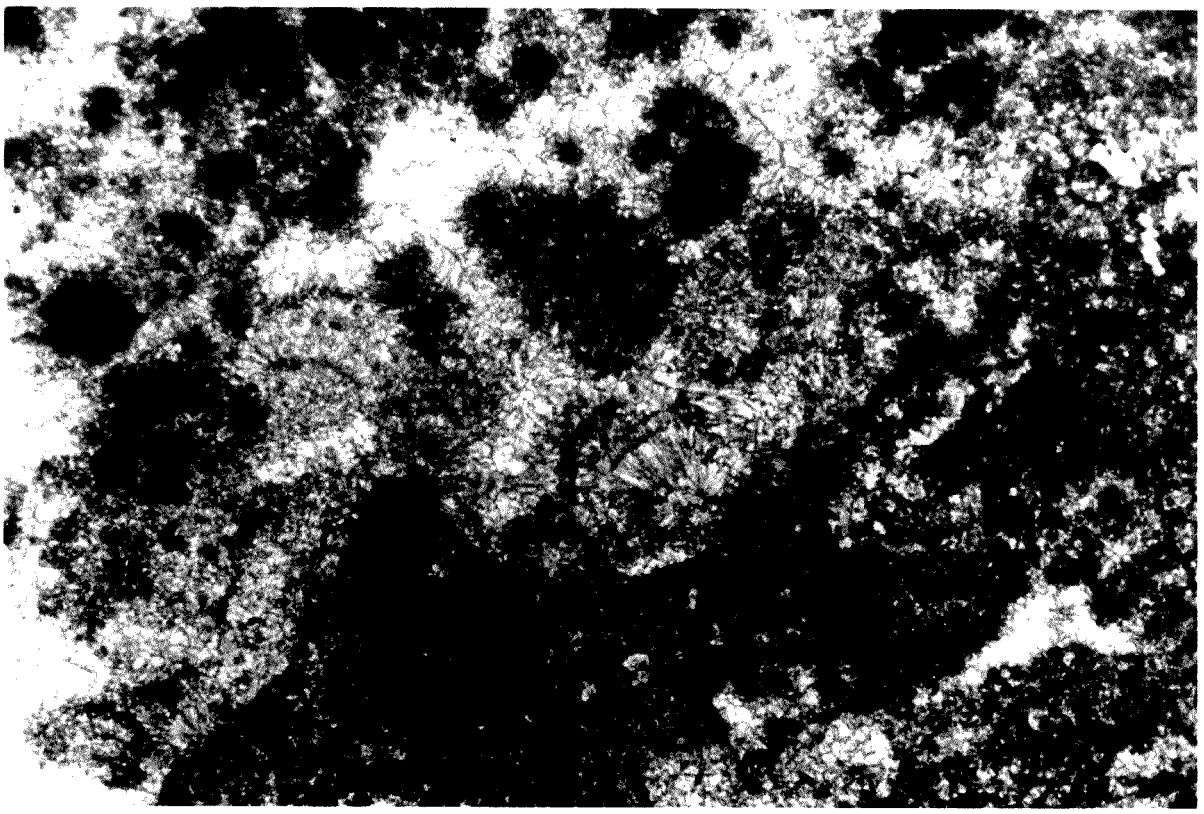
1



2

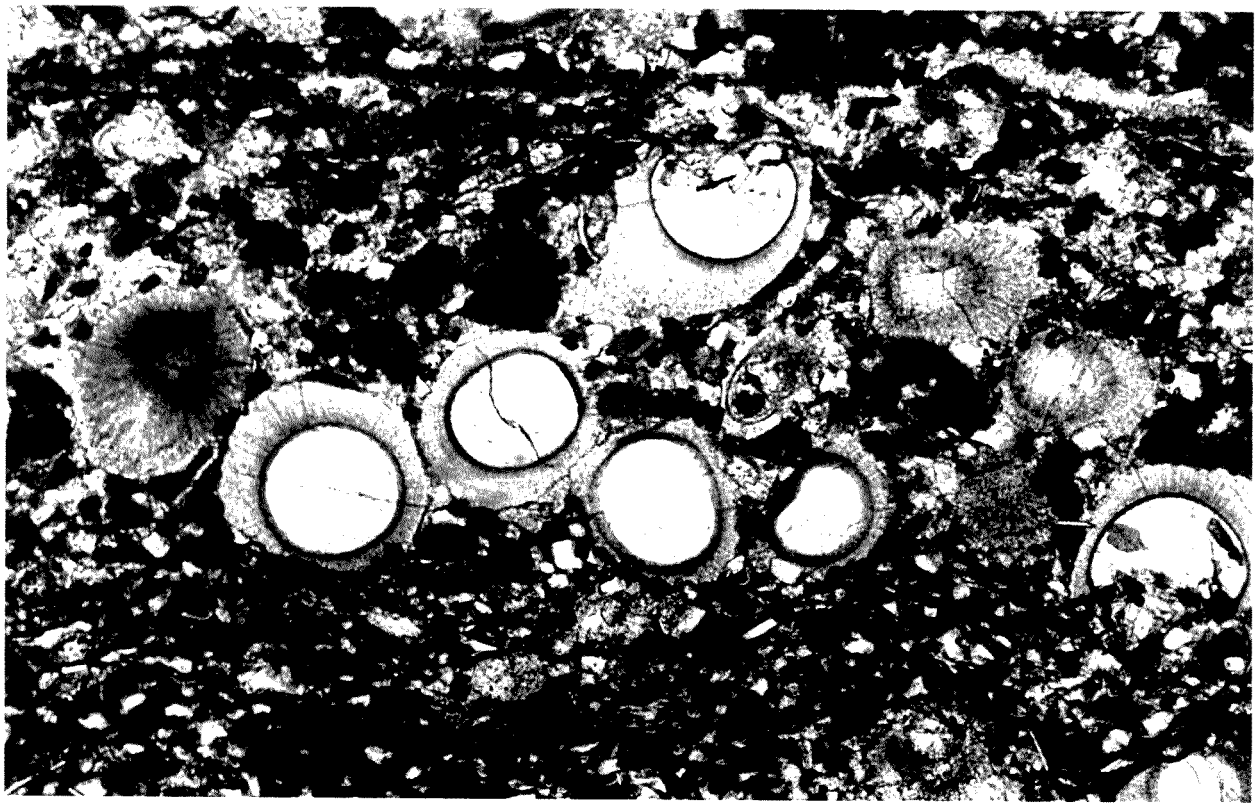


1

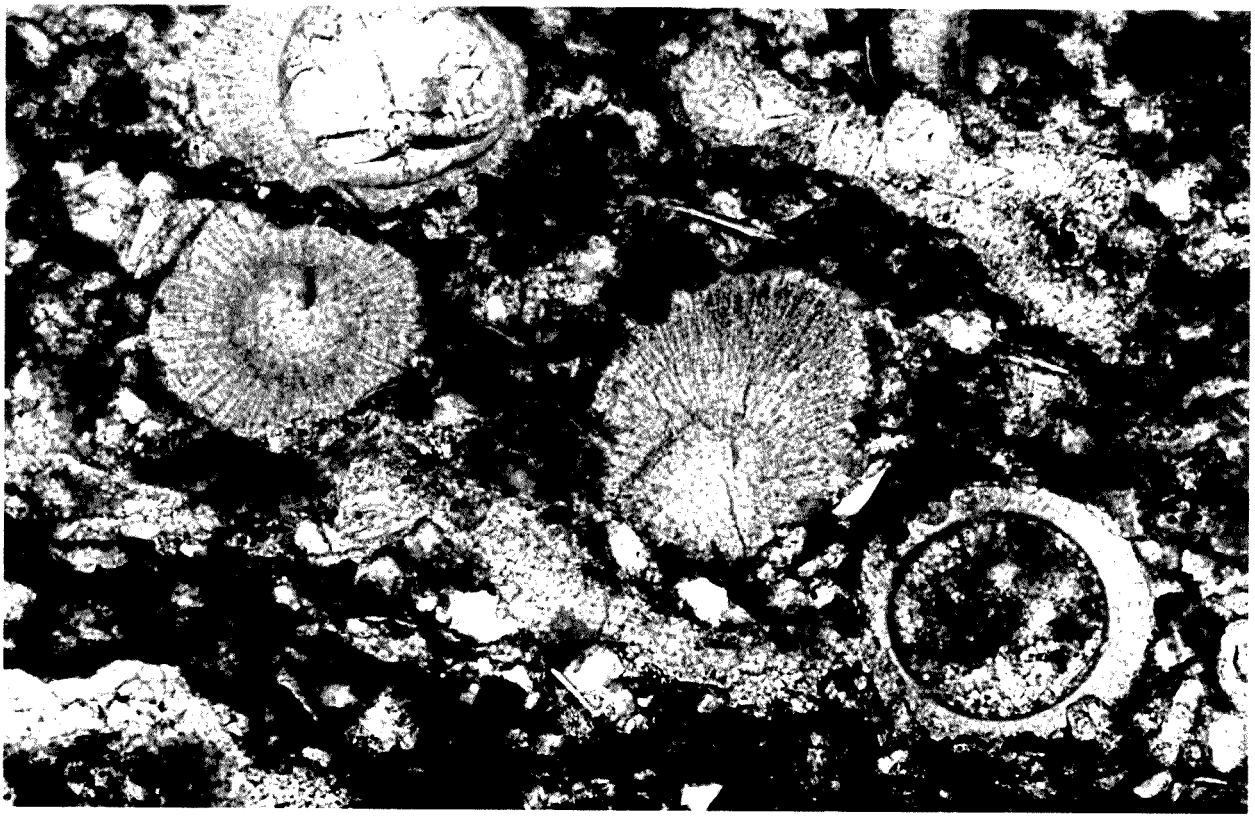


2





1



2



1



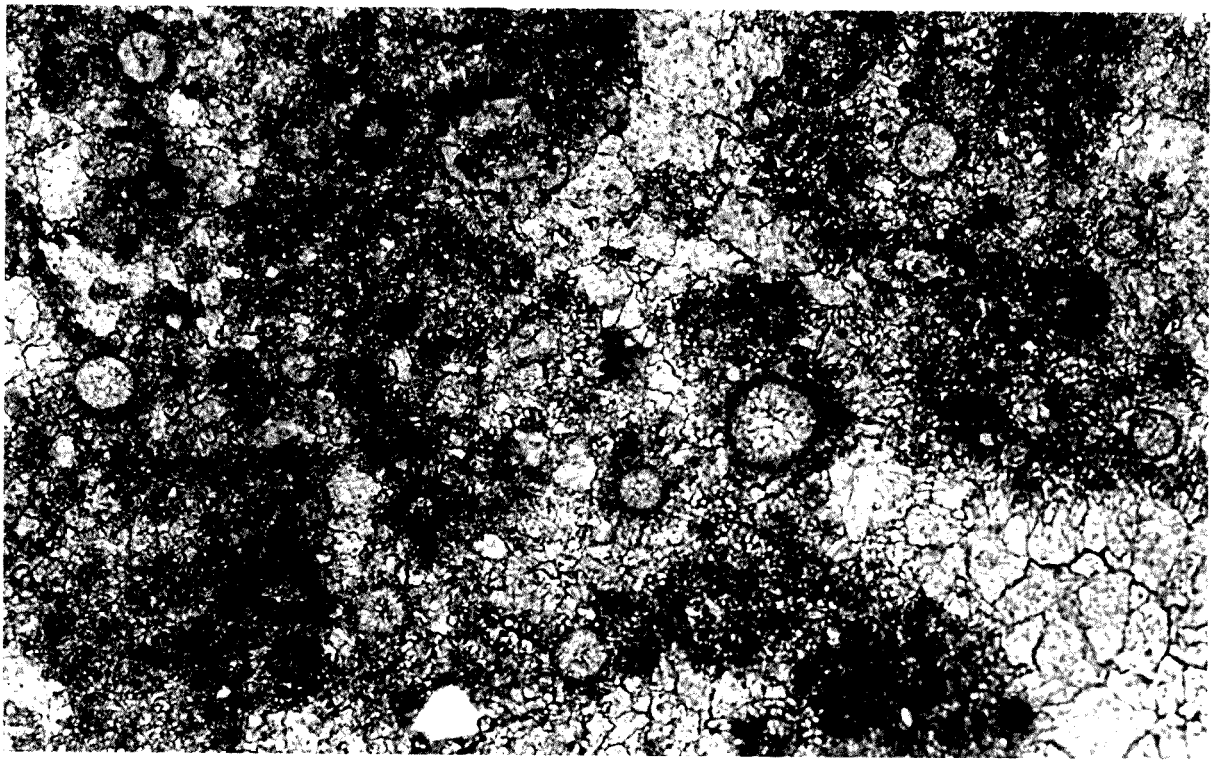
2

http://zrazmic.ru/

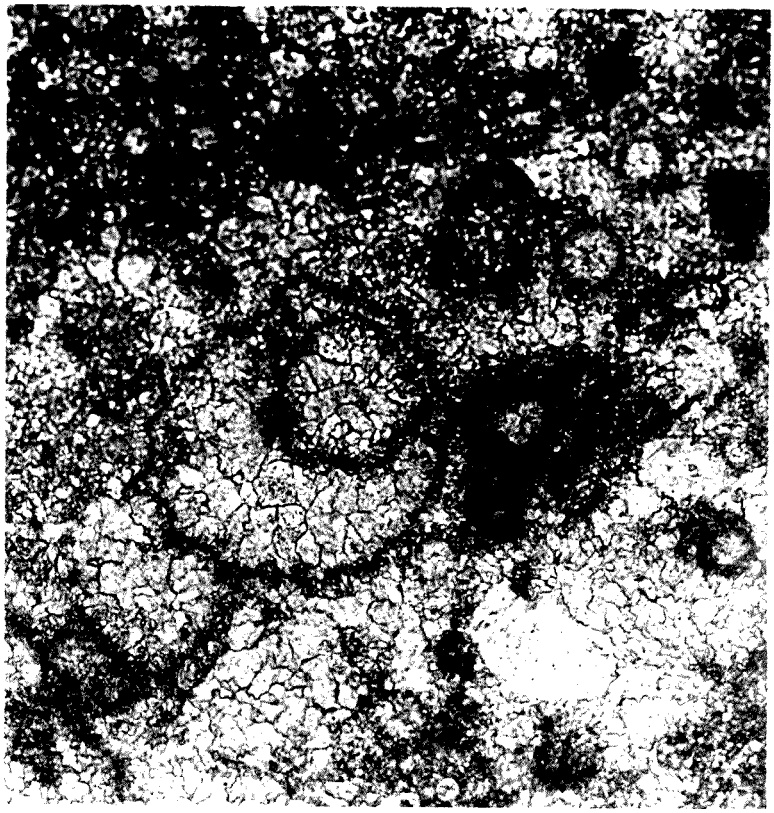
ЧАСТЬ II. Производные скелетов морских организмов

Табл. 23-46

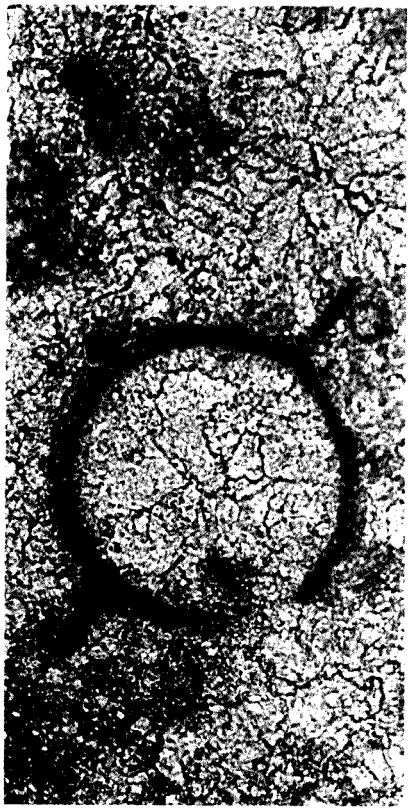
https://zrazic.ru/



1



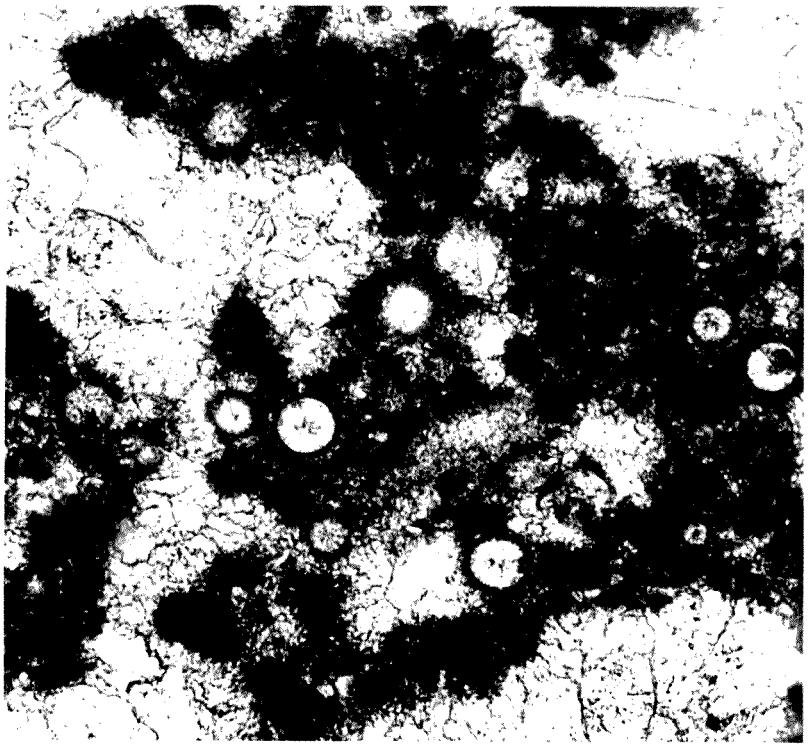
2



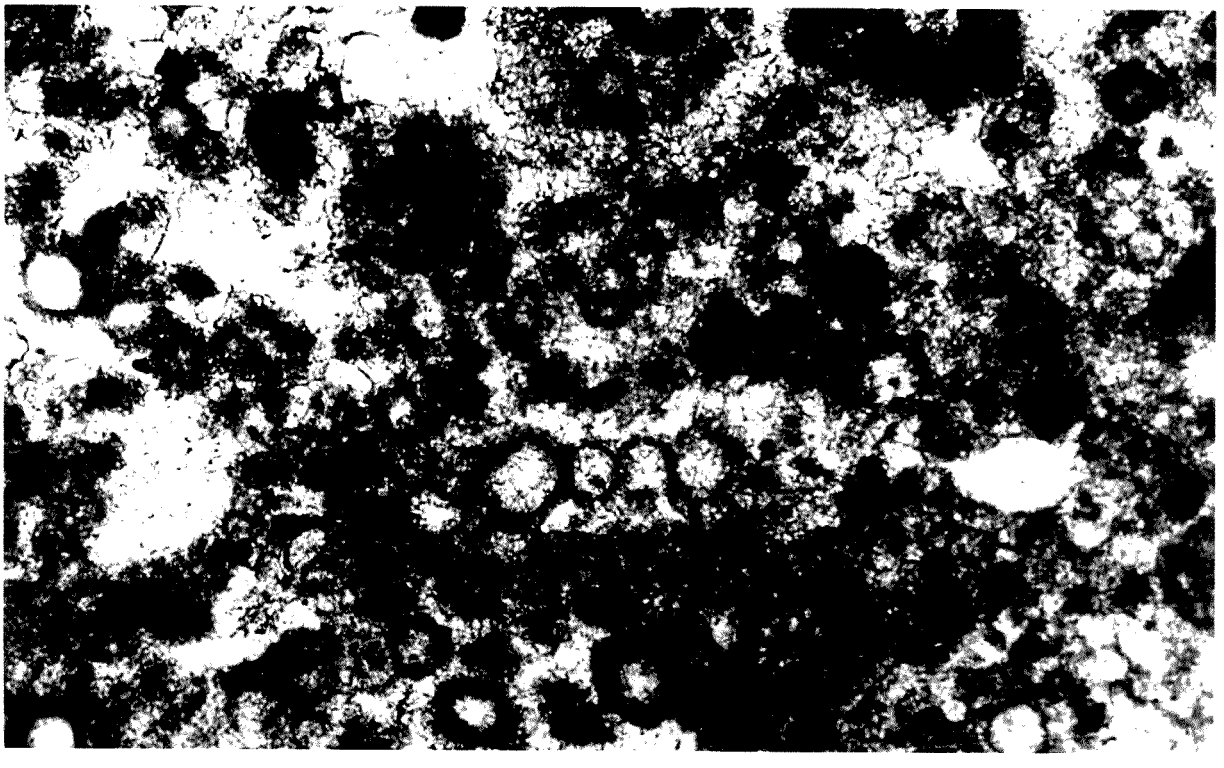
3



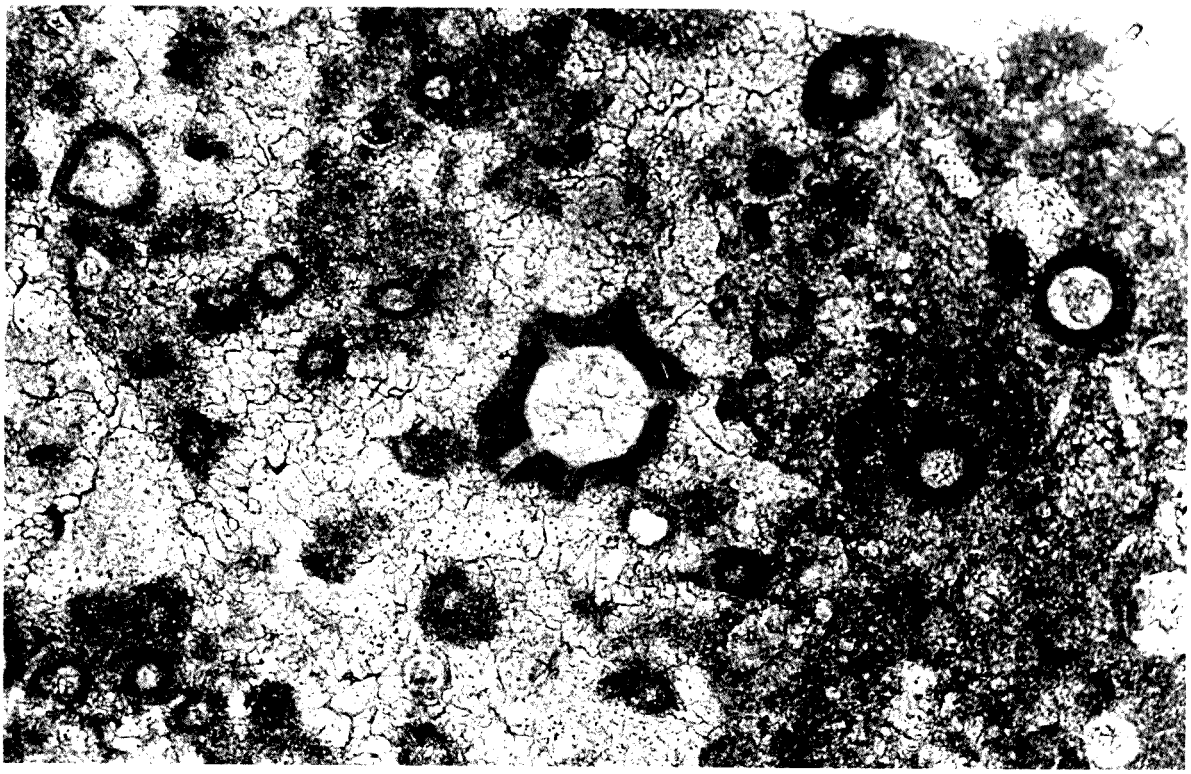
1



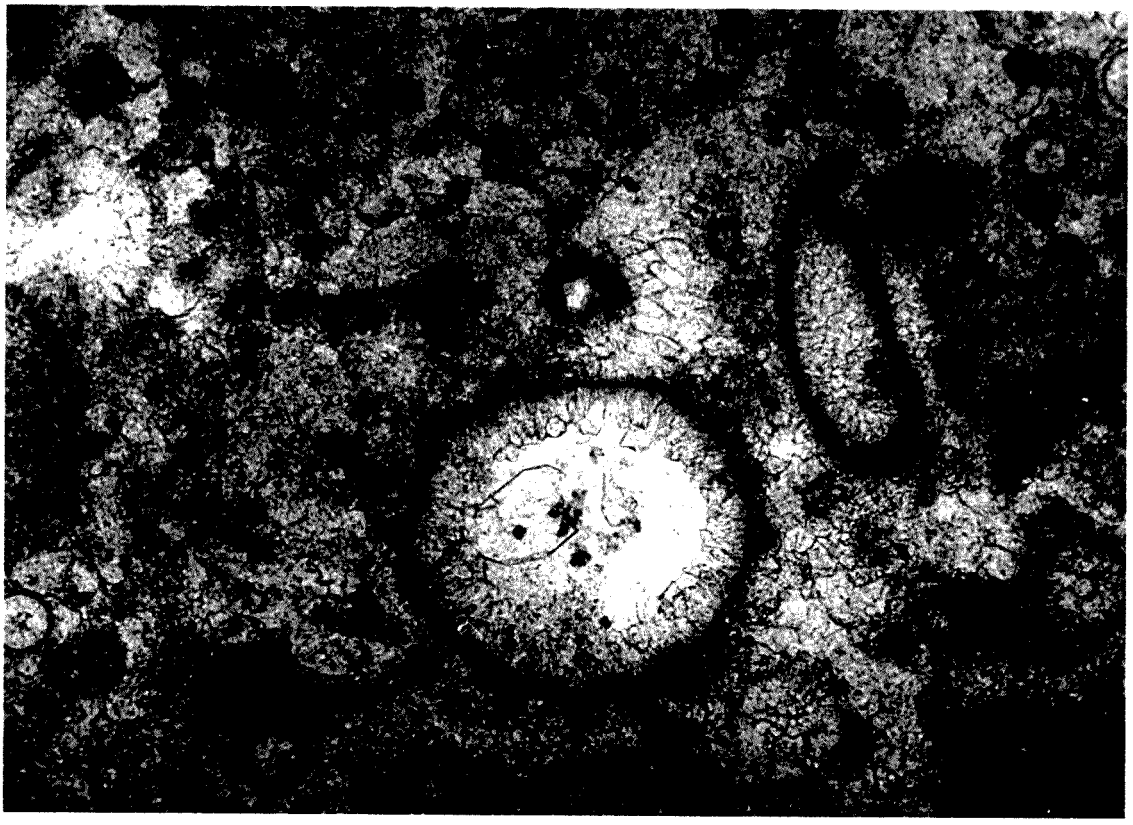
2



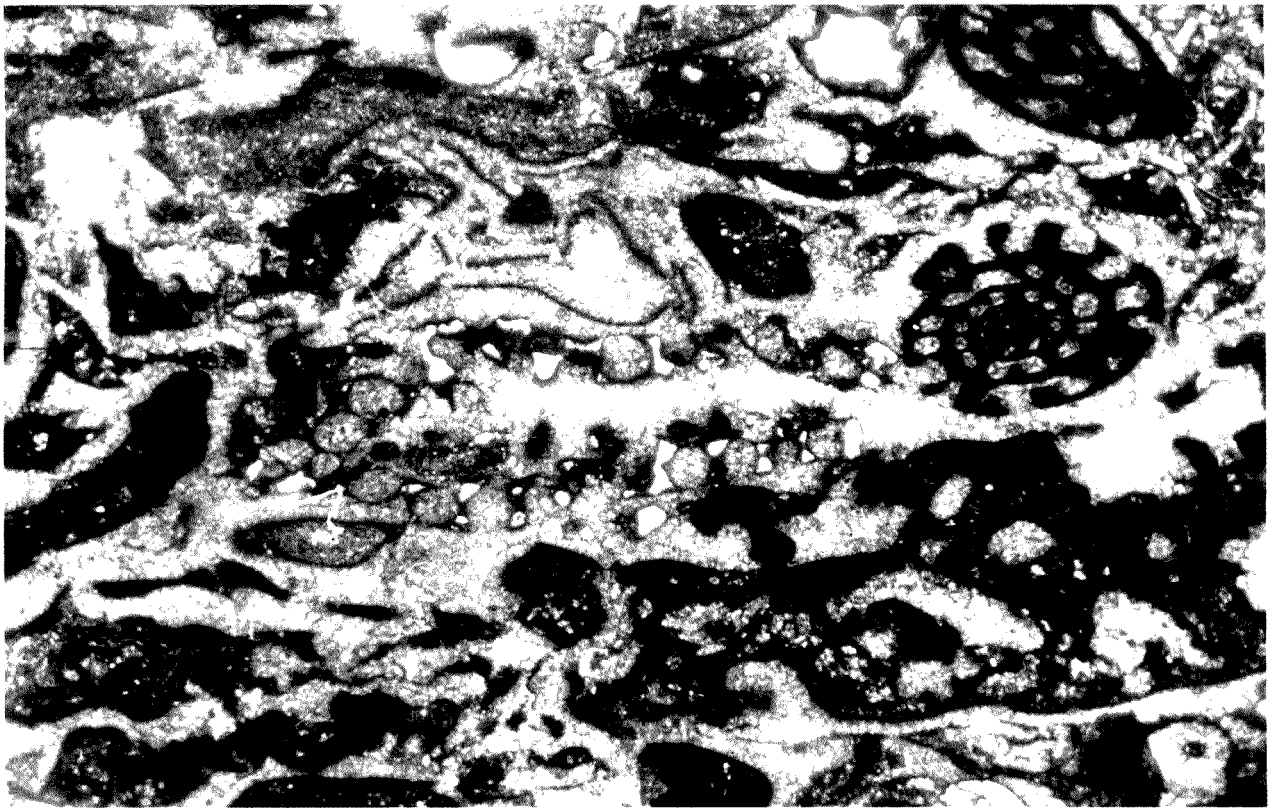
3



1



2



1



2



1



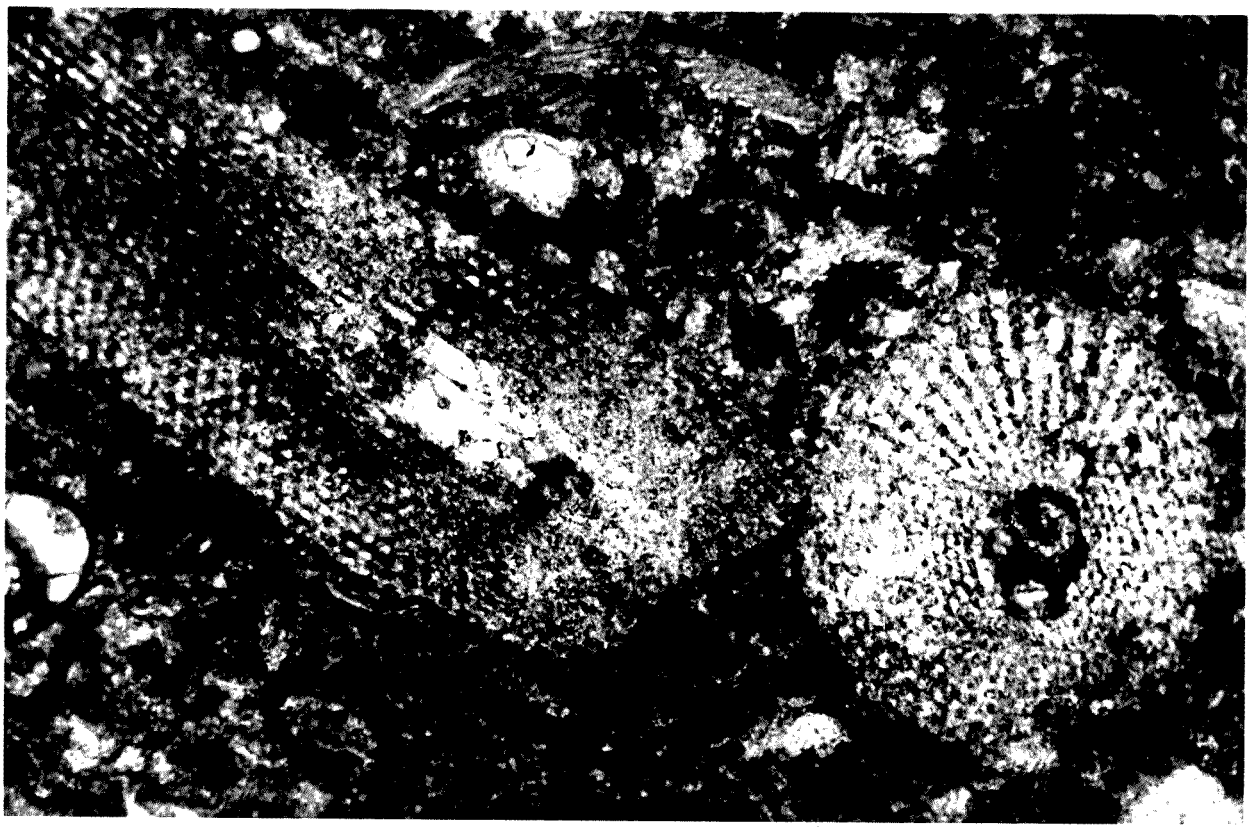
2



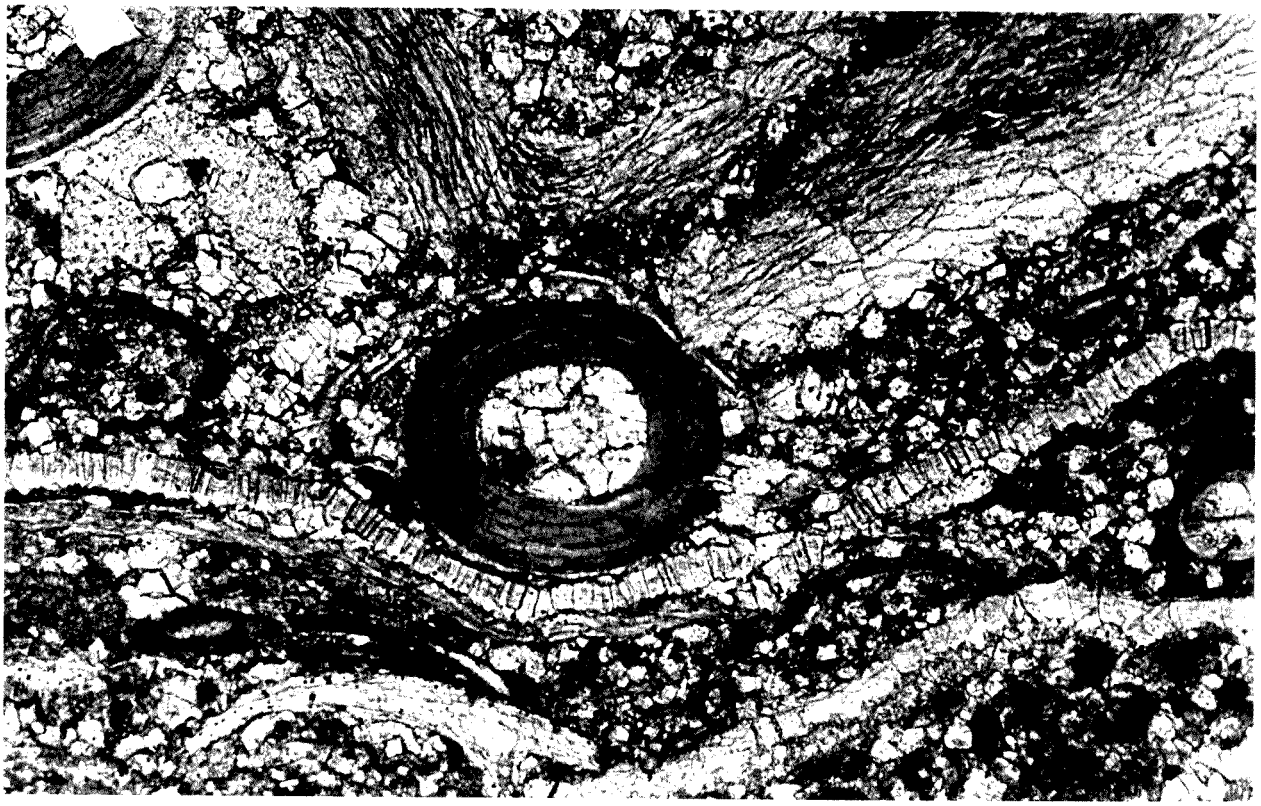
1



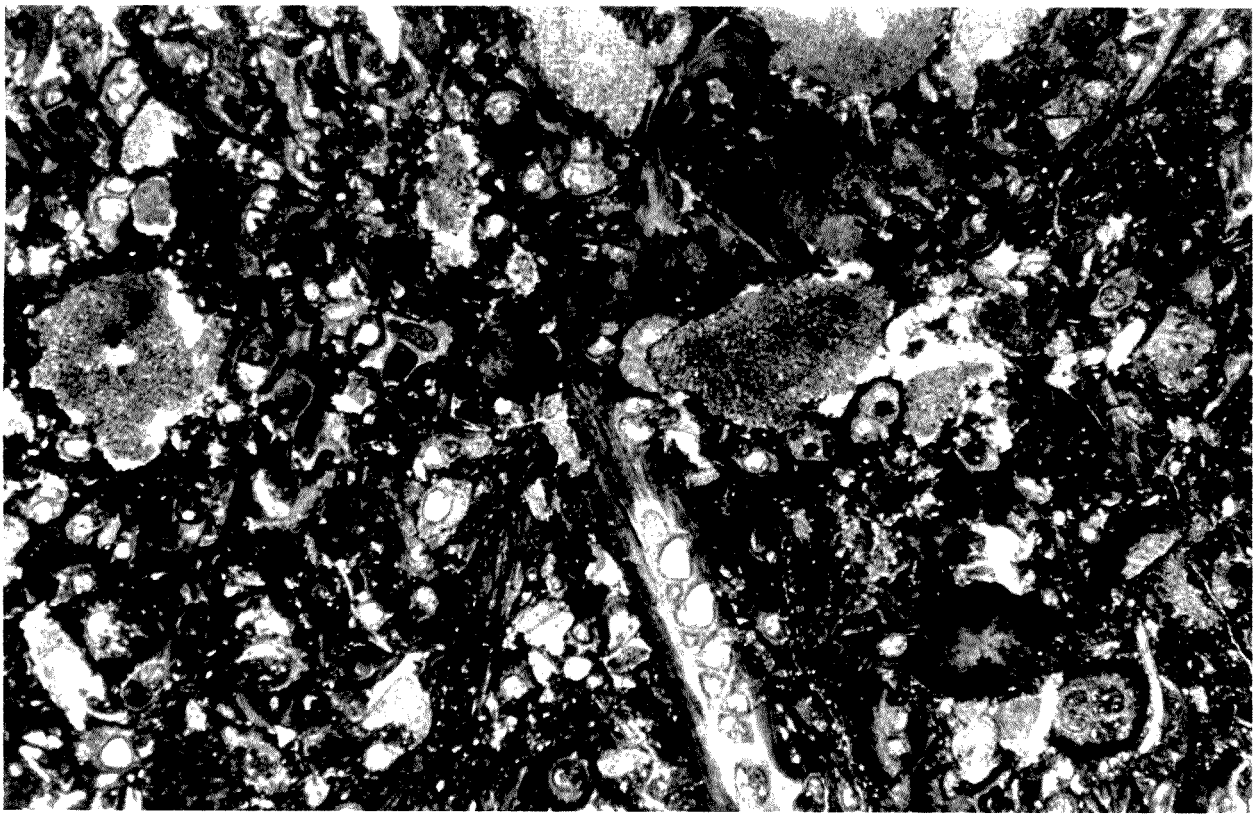
2



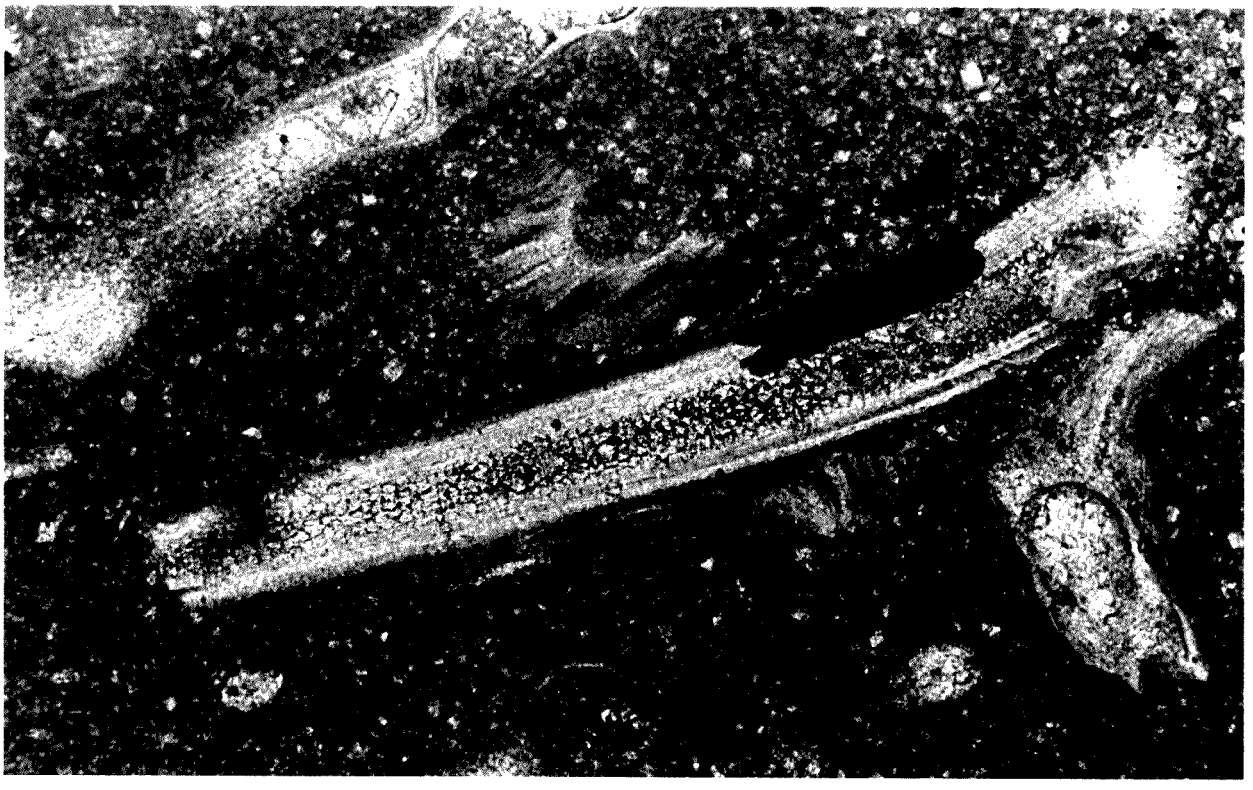
1



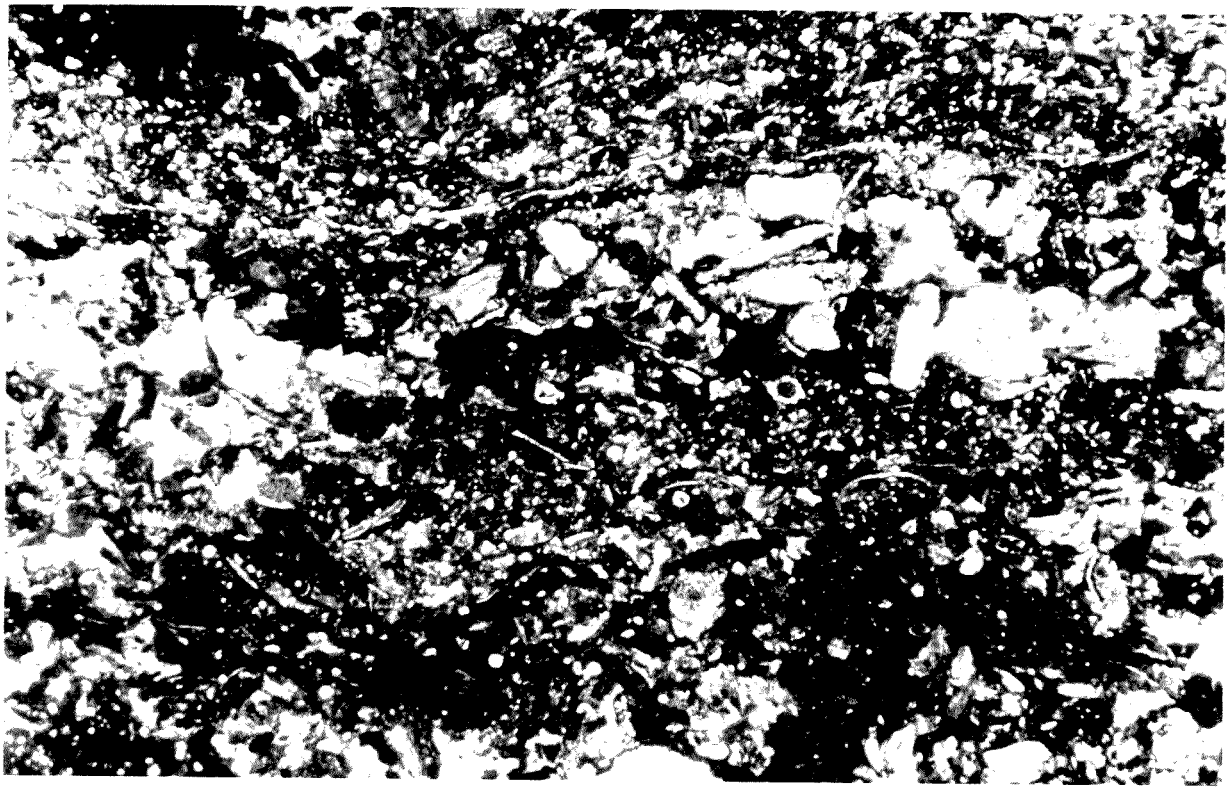
2



1



2



1



2

верх



1

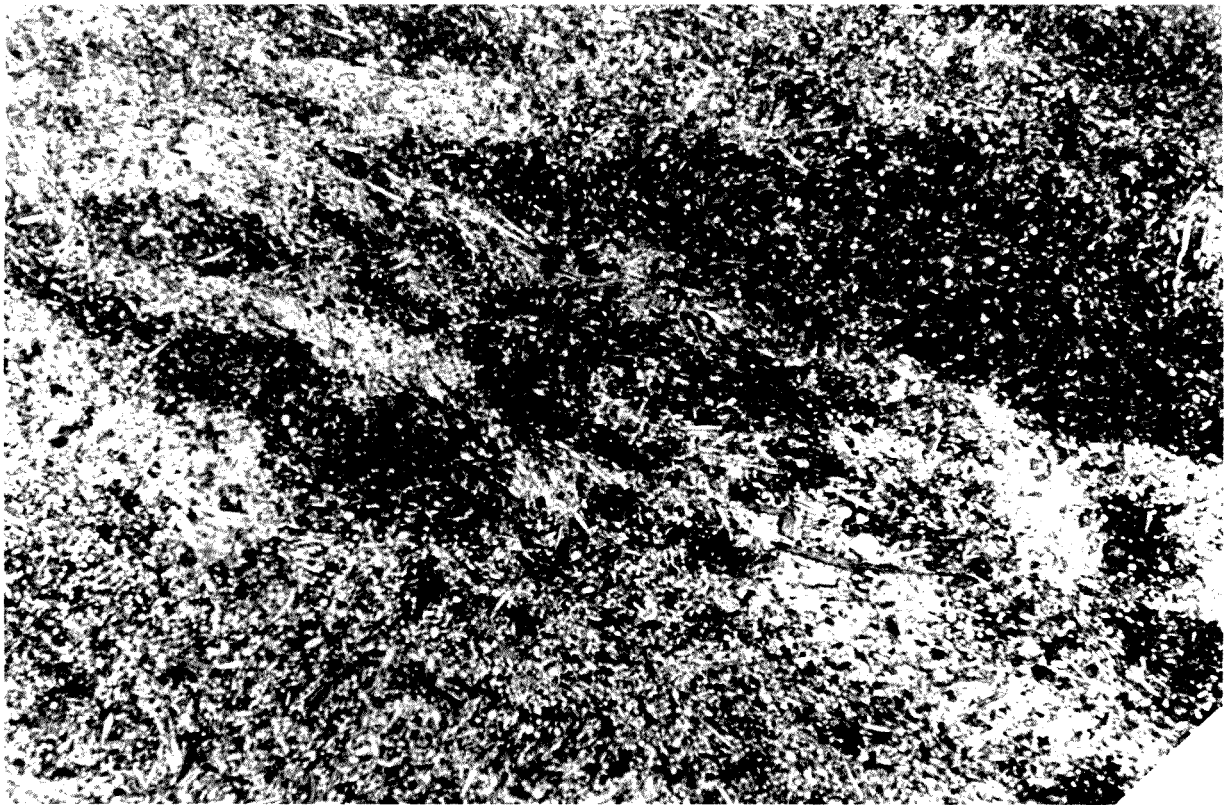
2



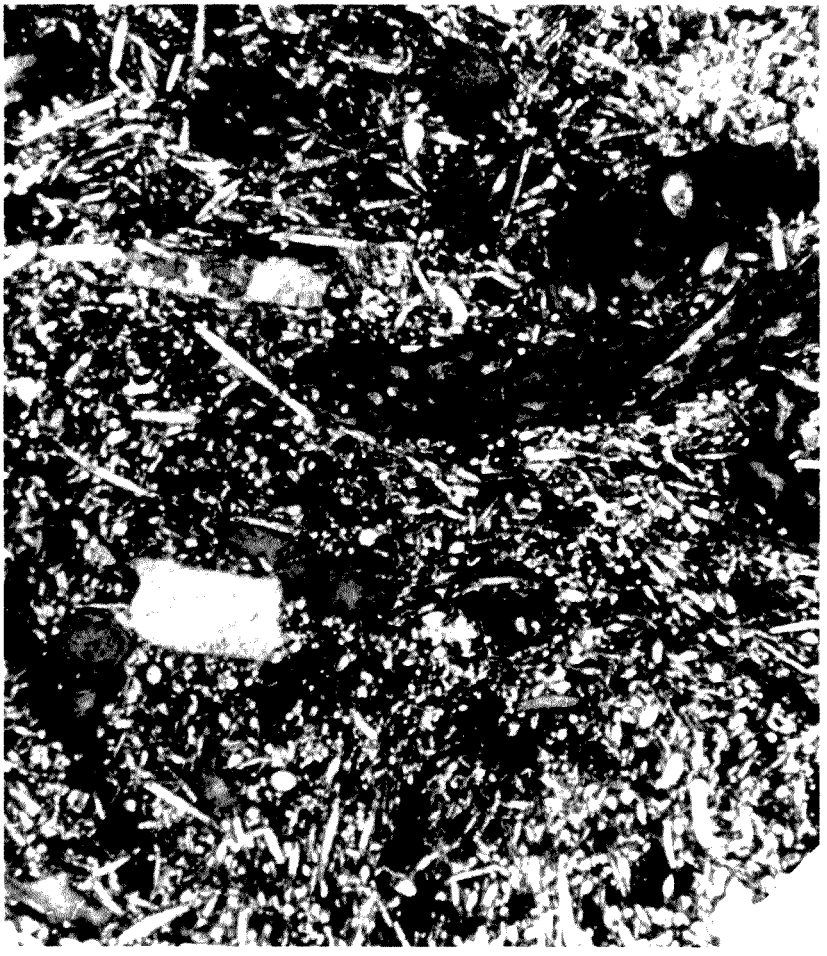
1



2



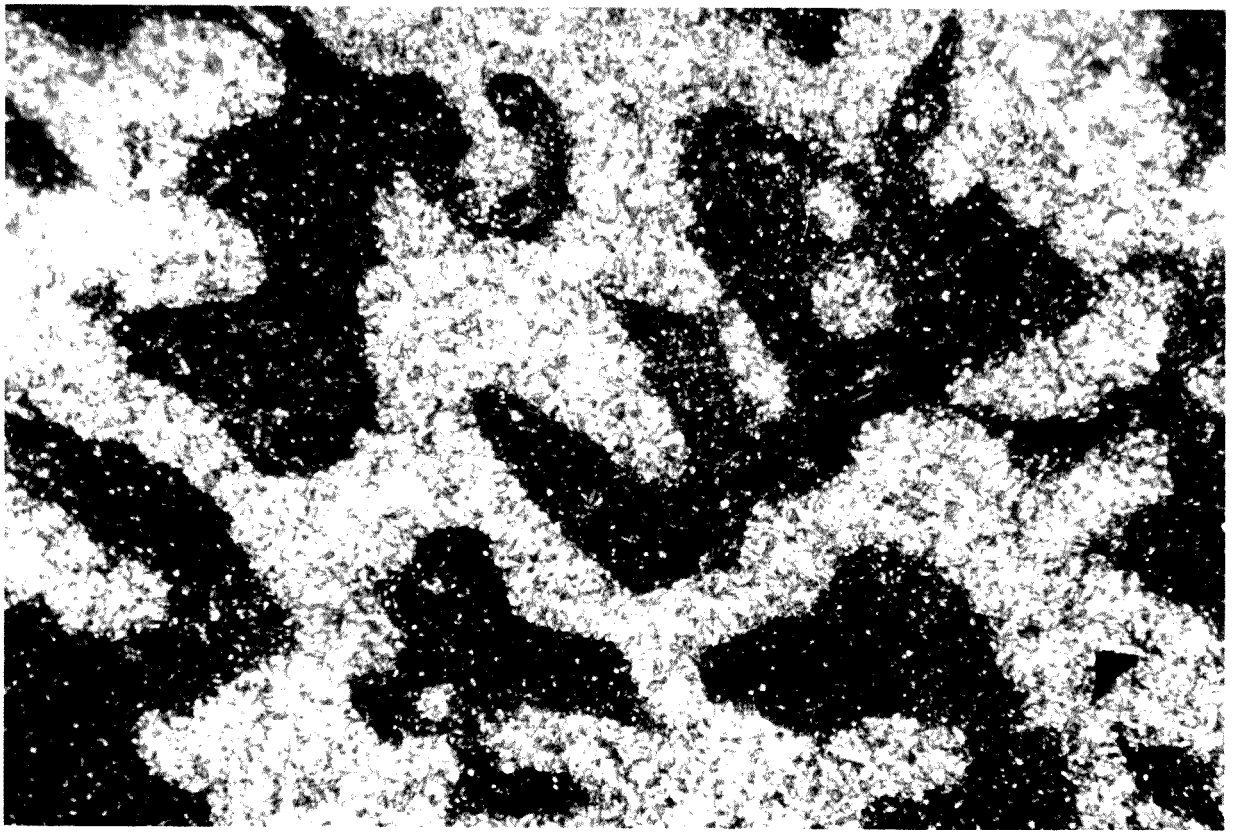
1



2



1



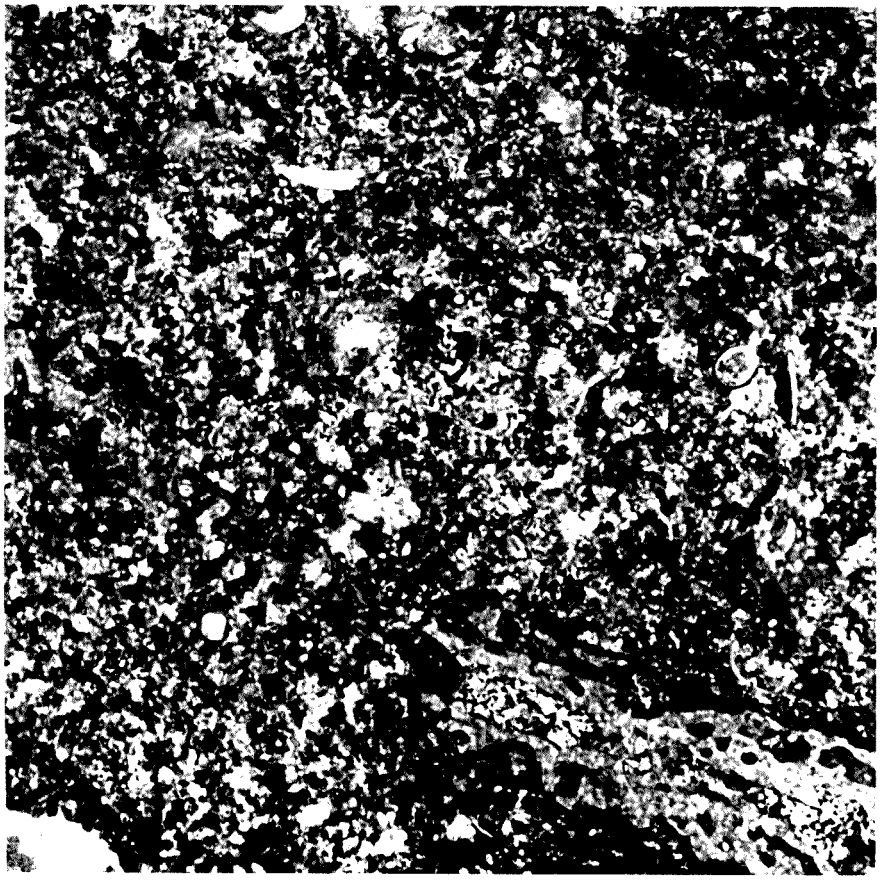
2



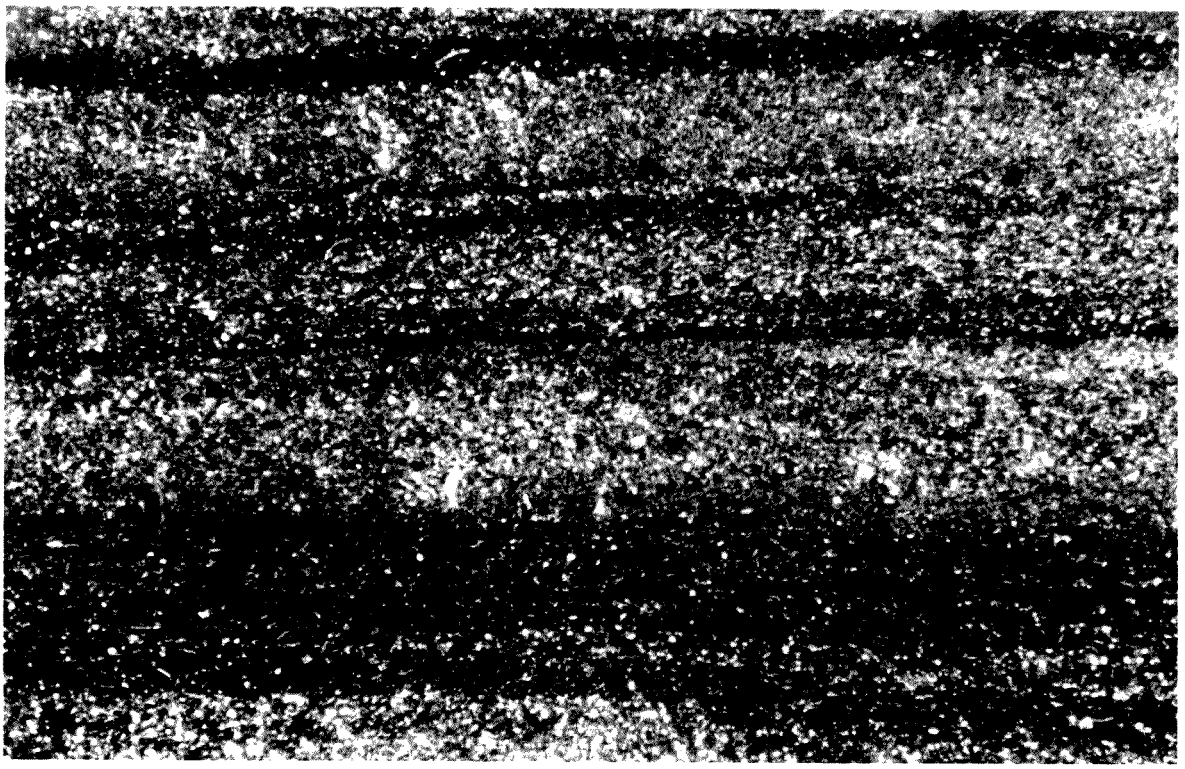
1



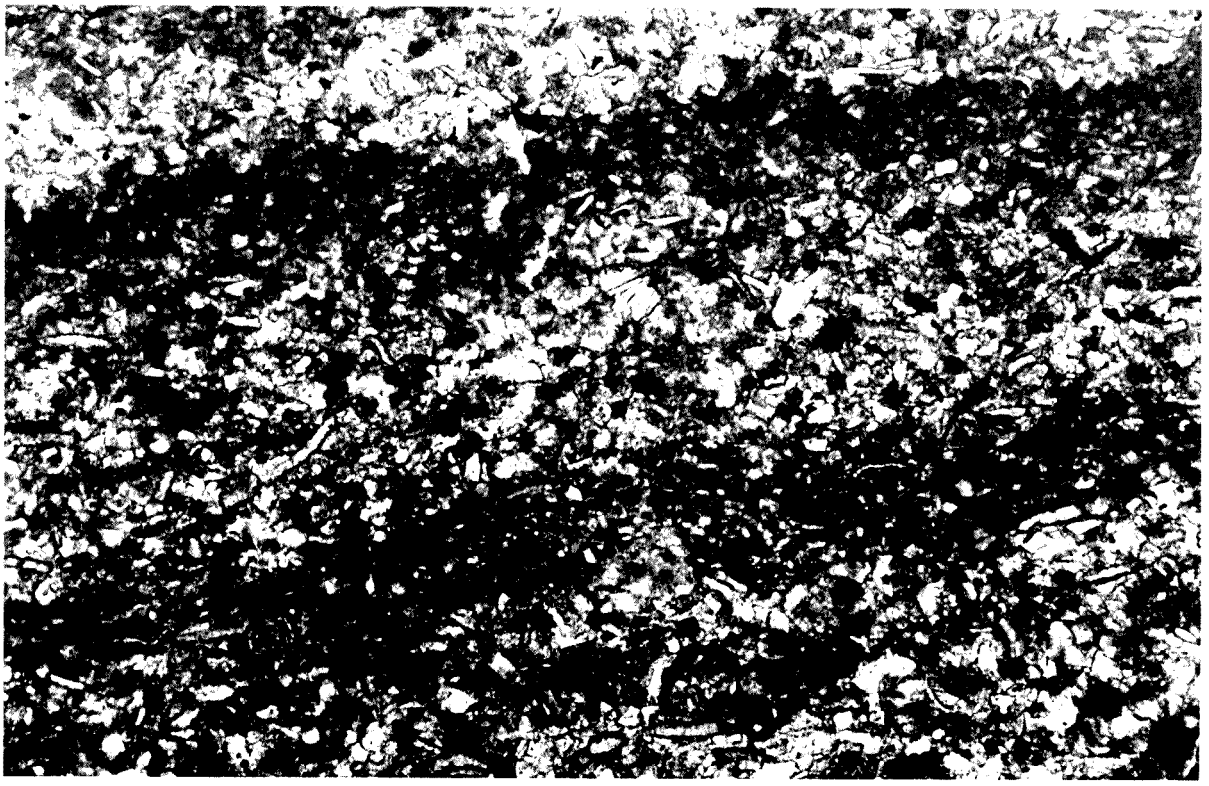
2



3



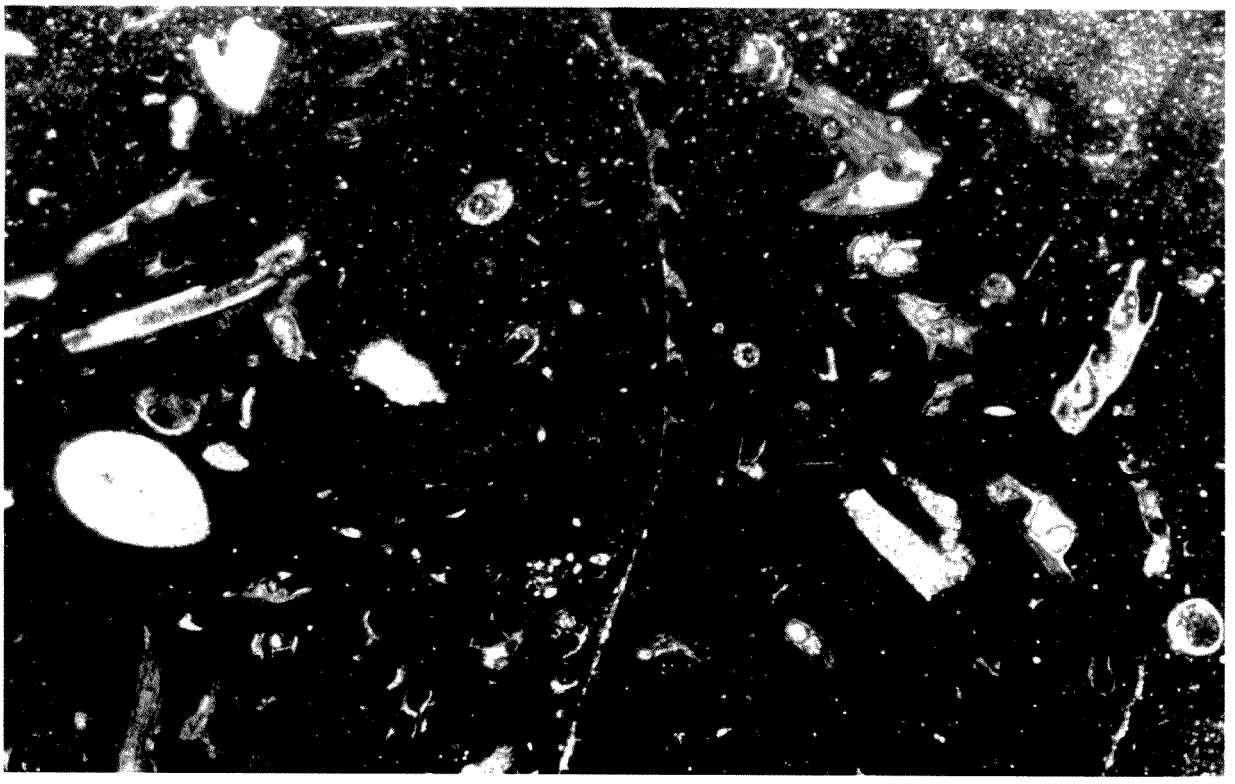
1



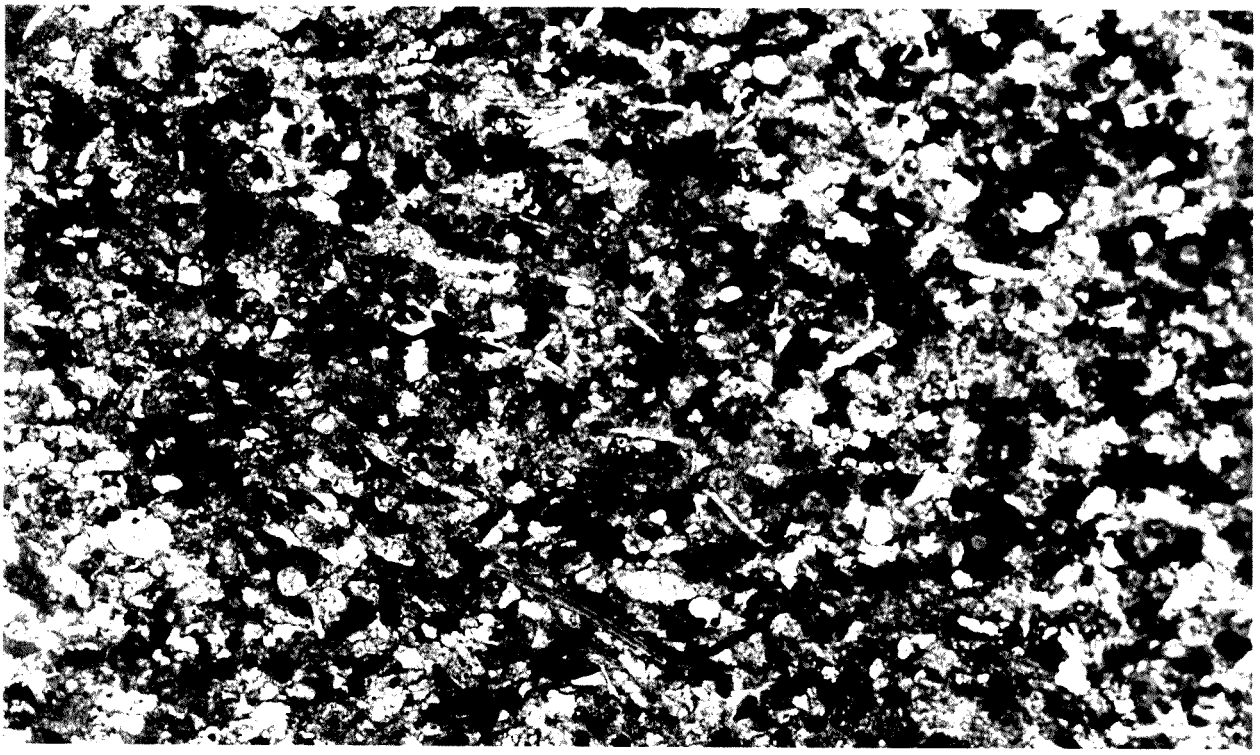
2



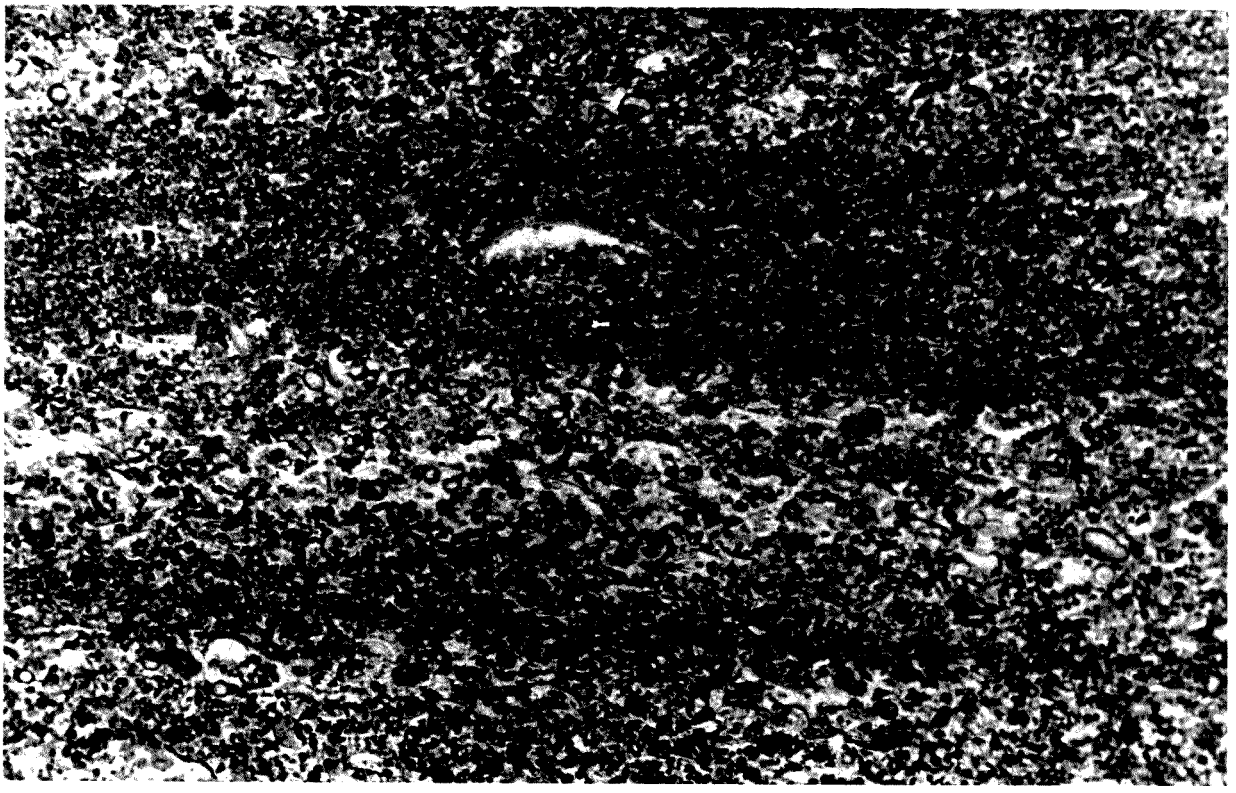
1



2



1



2



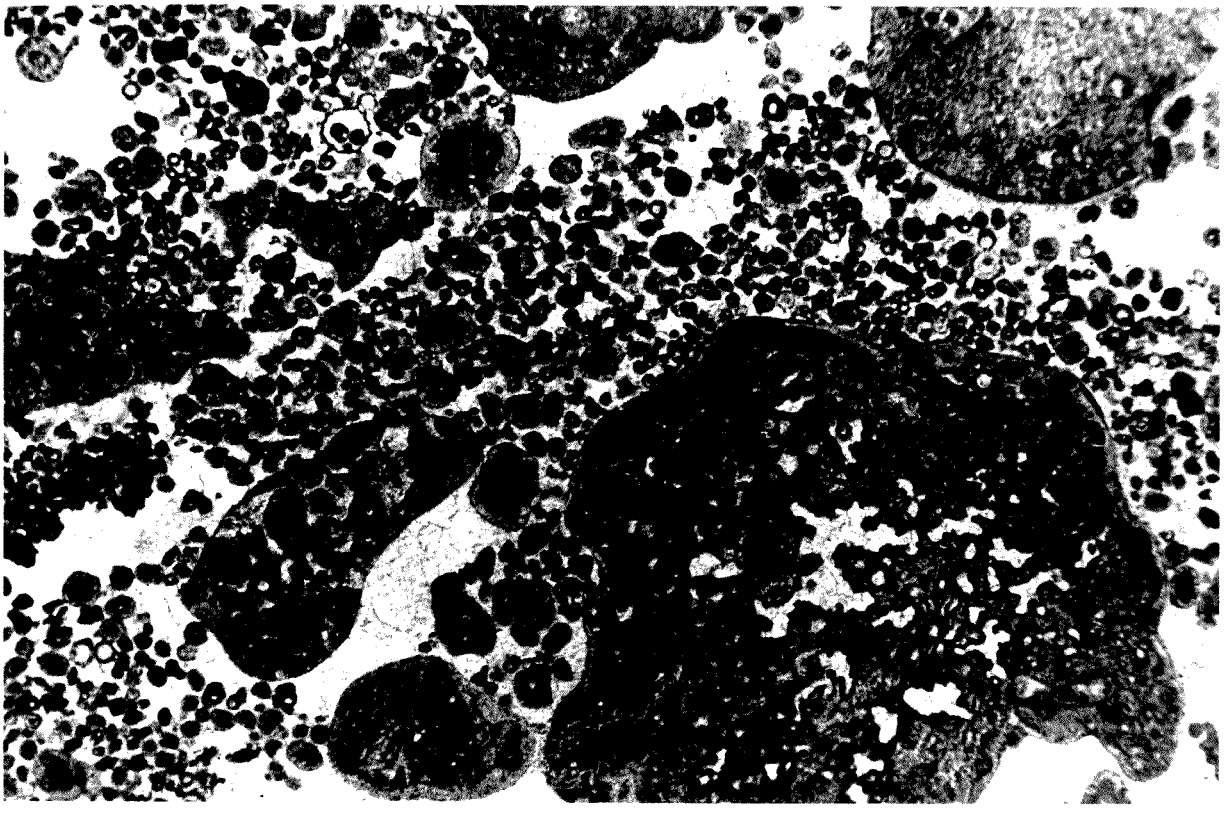
1



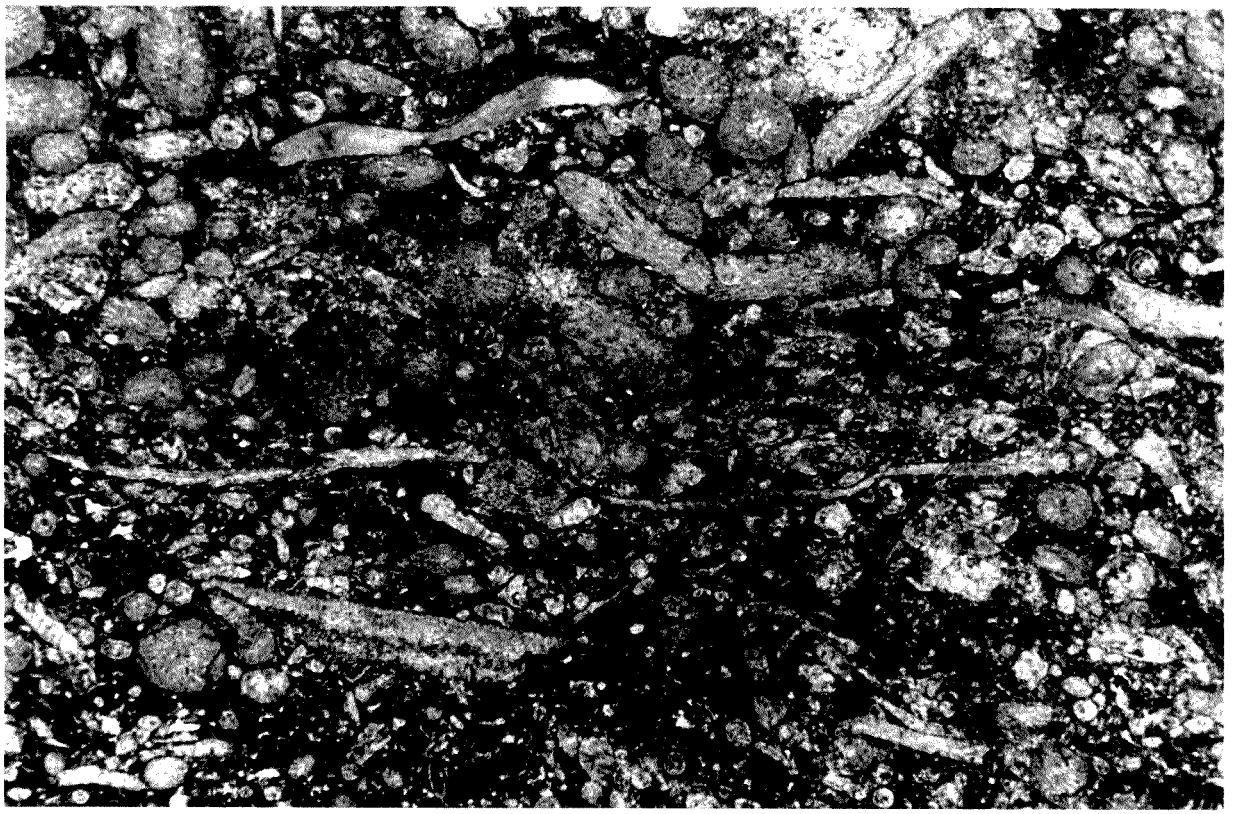
2



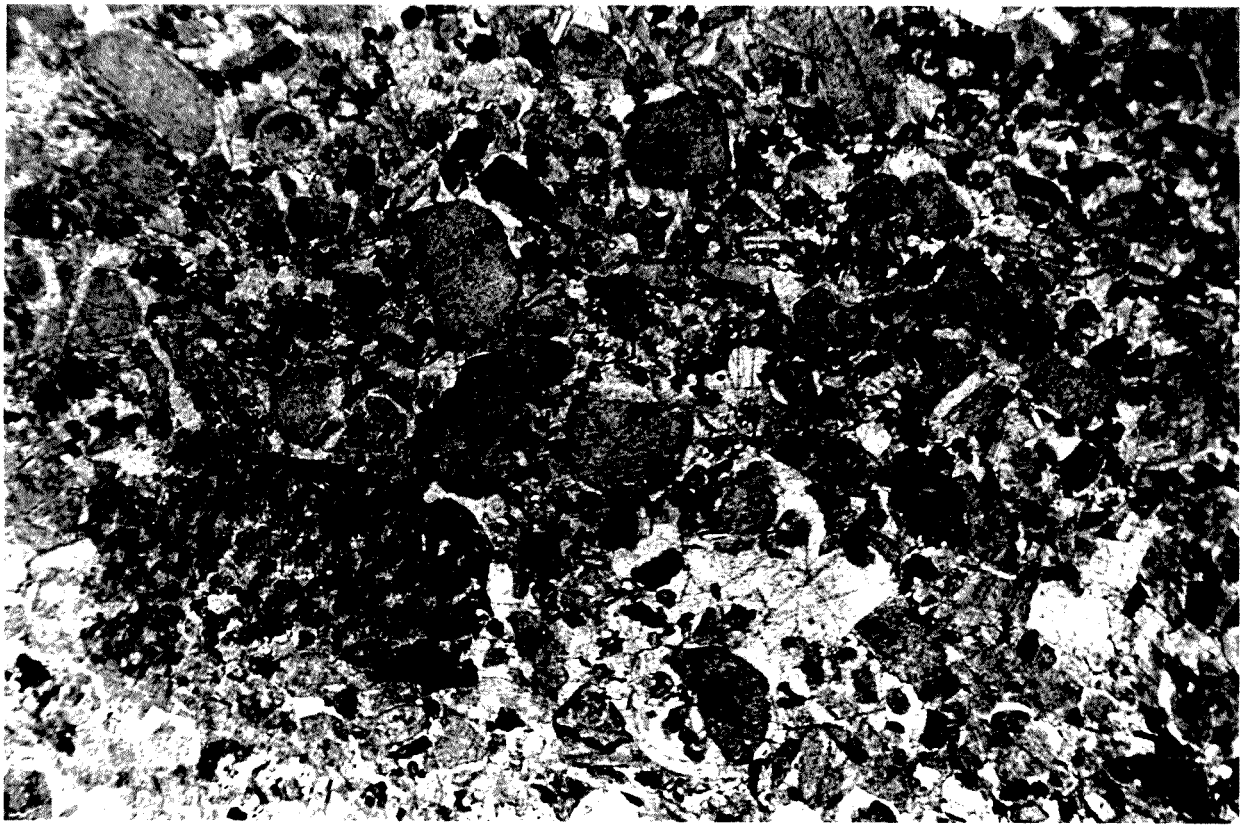
1



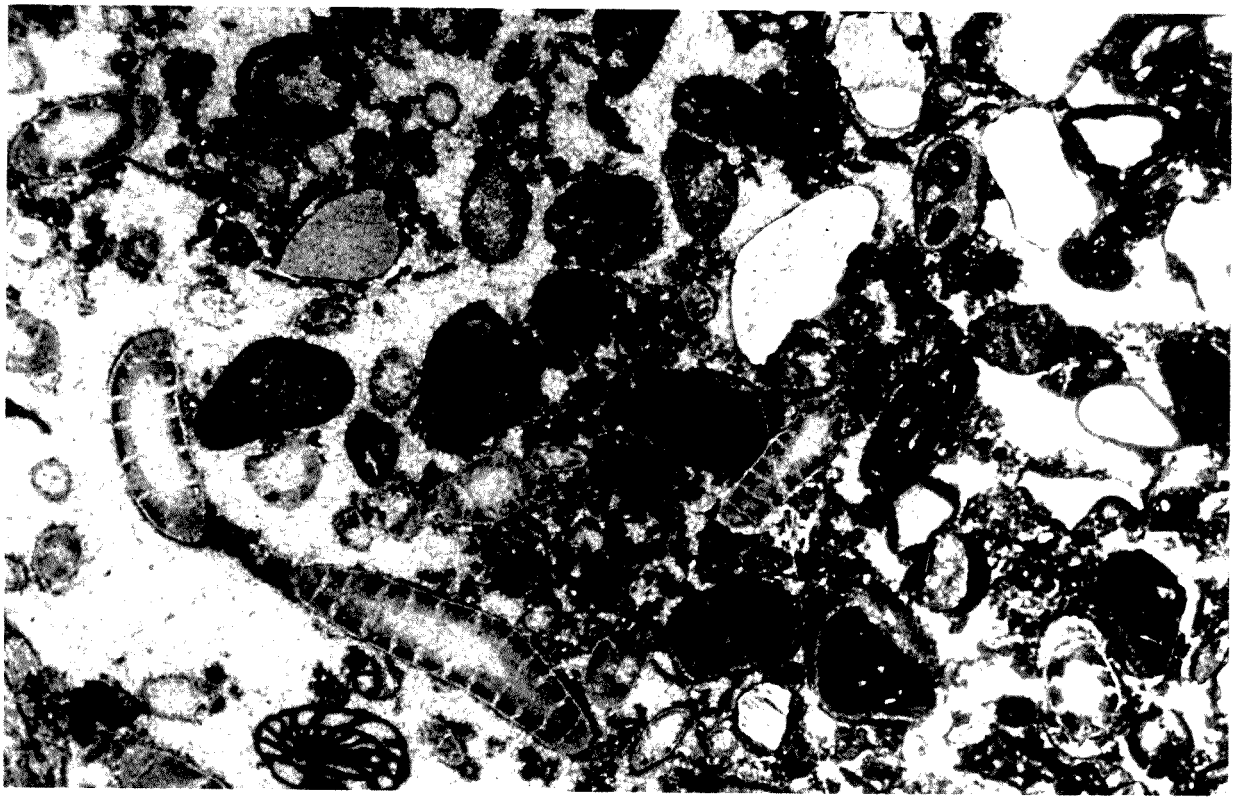
2



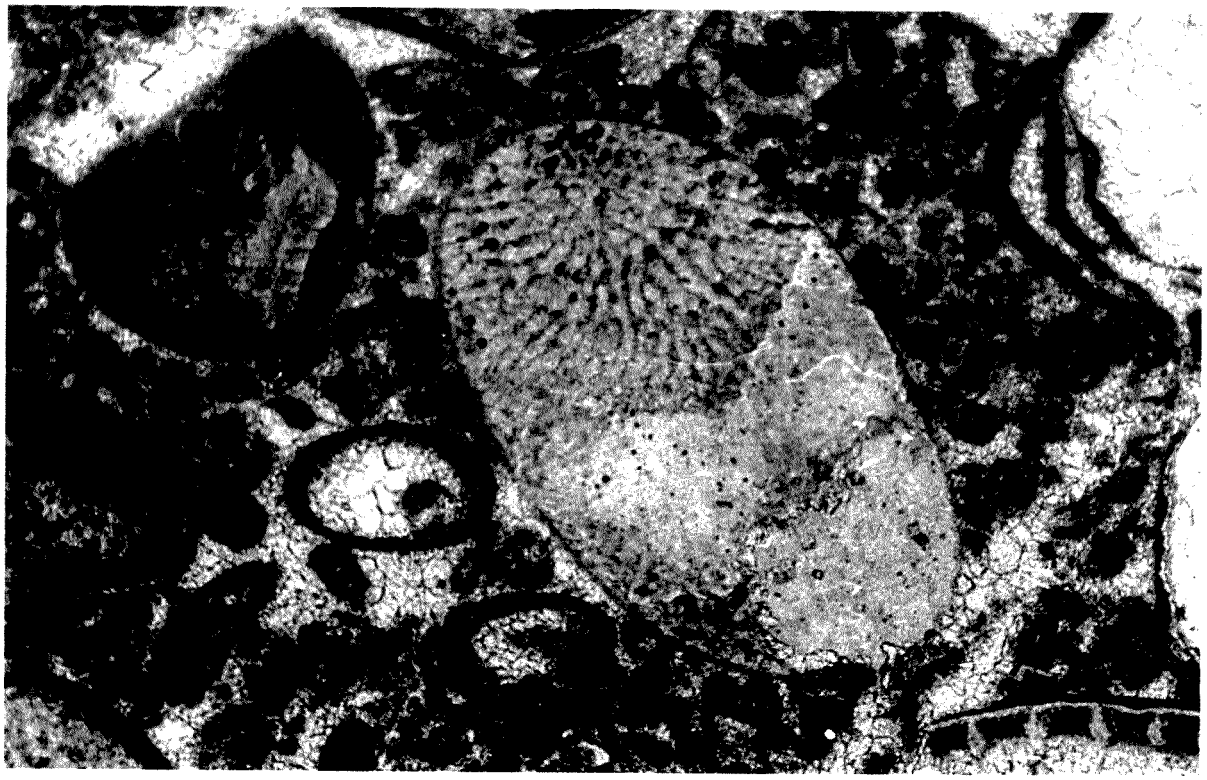
1



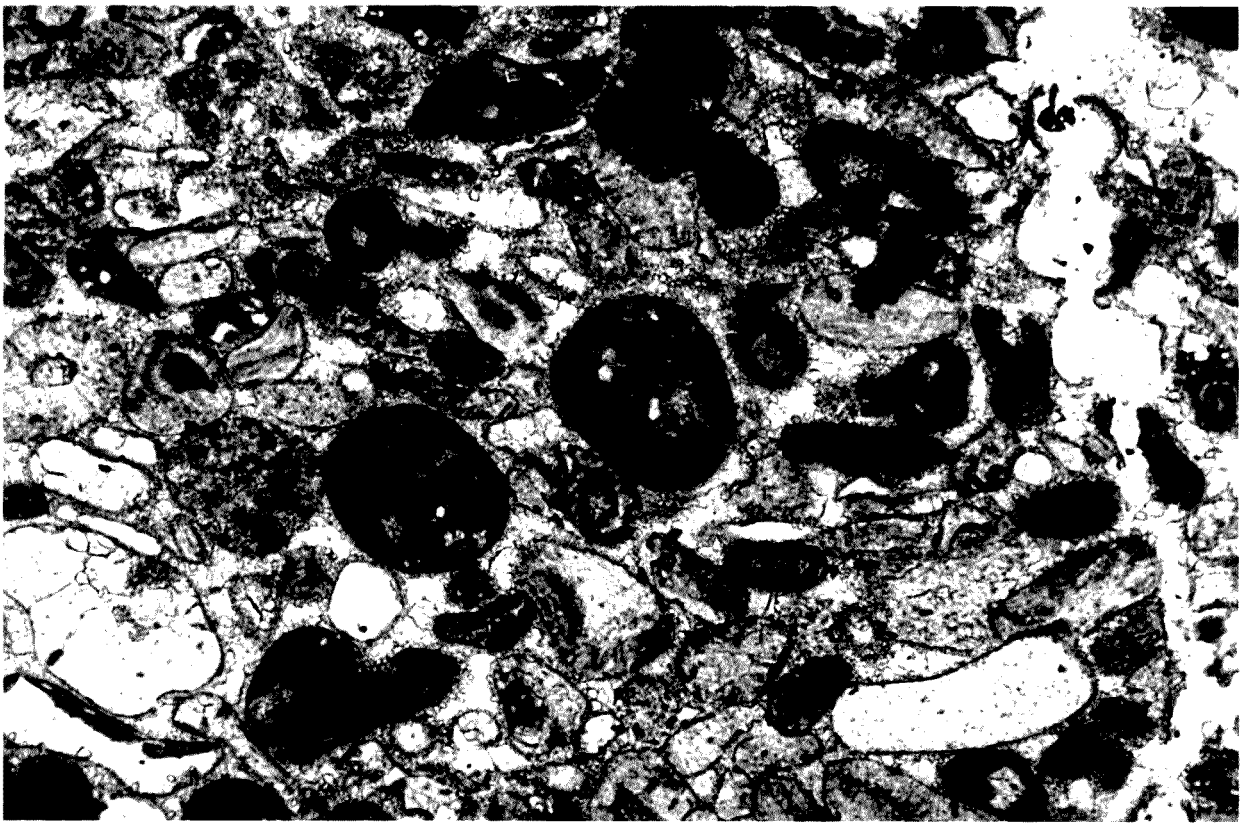
2



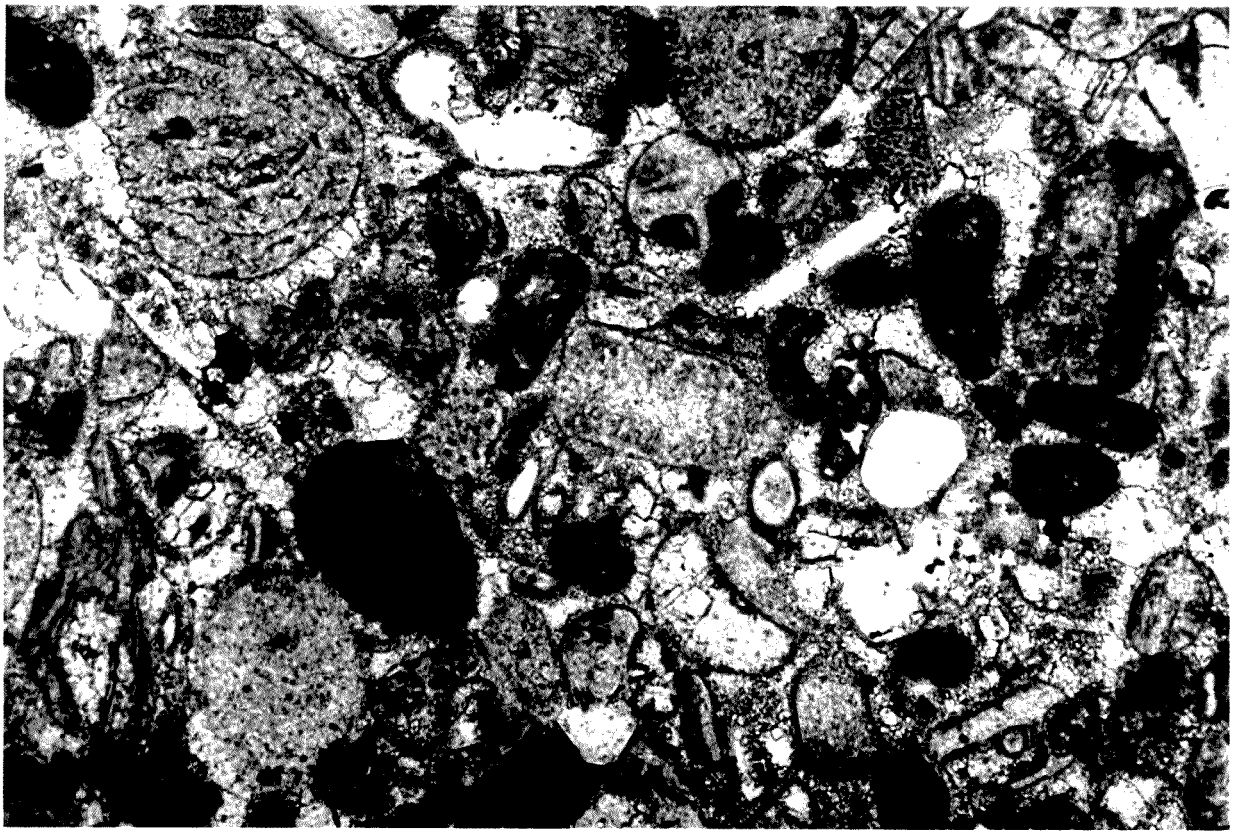
1



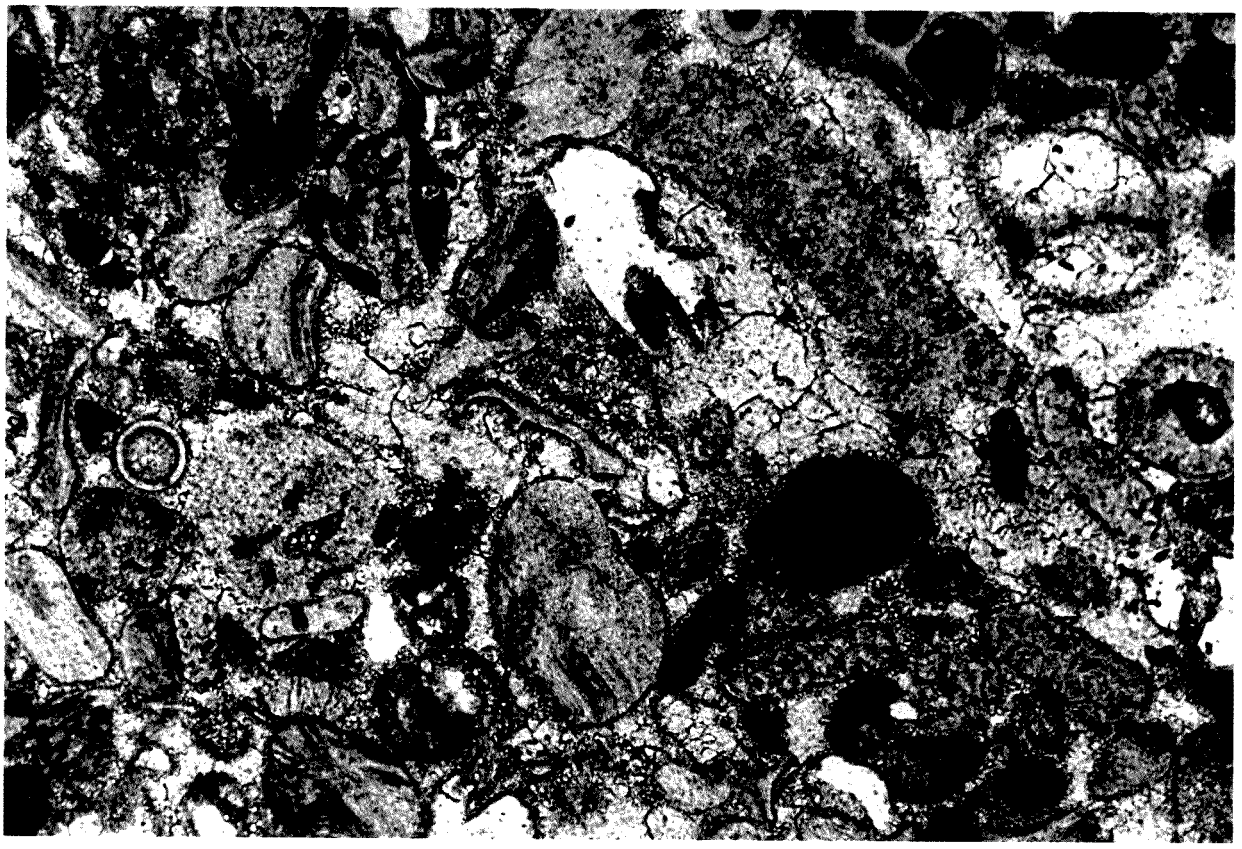
2



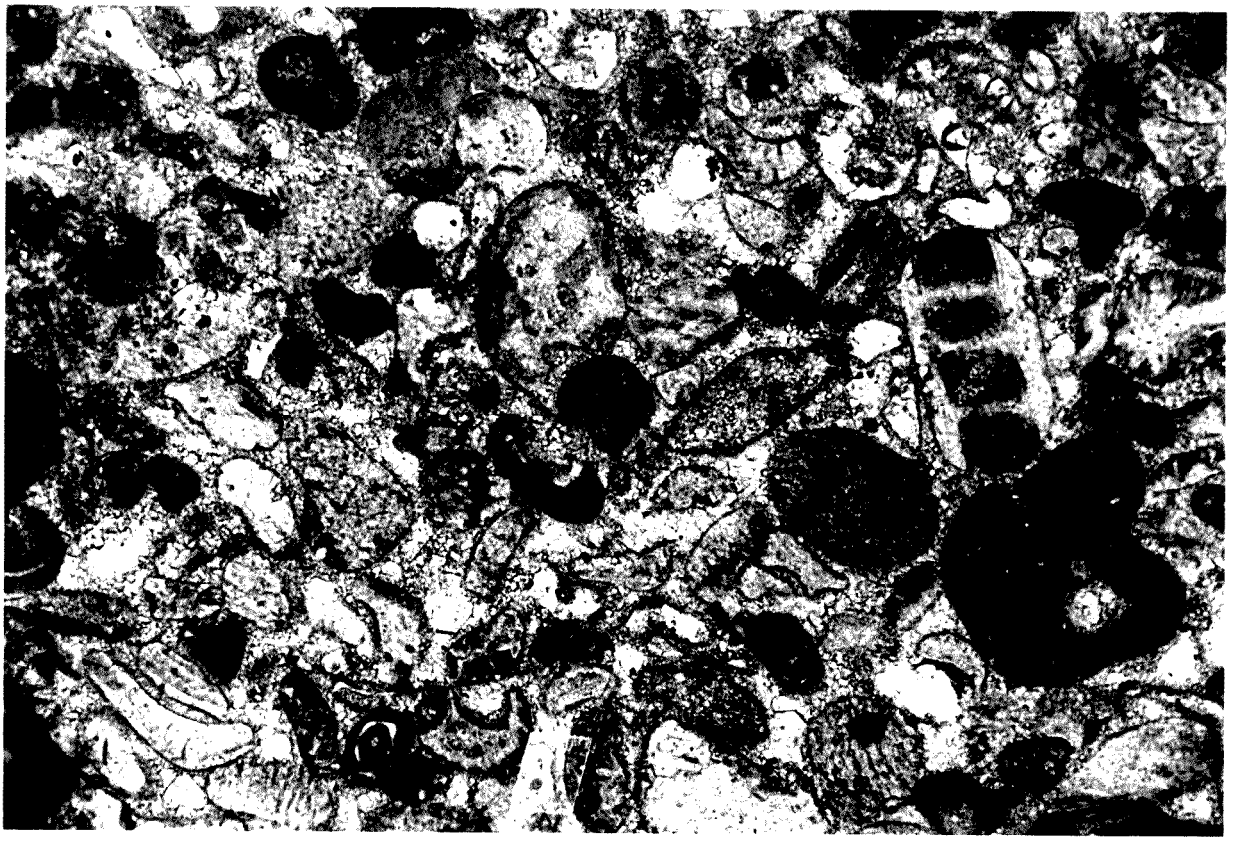
1



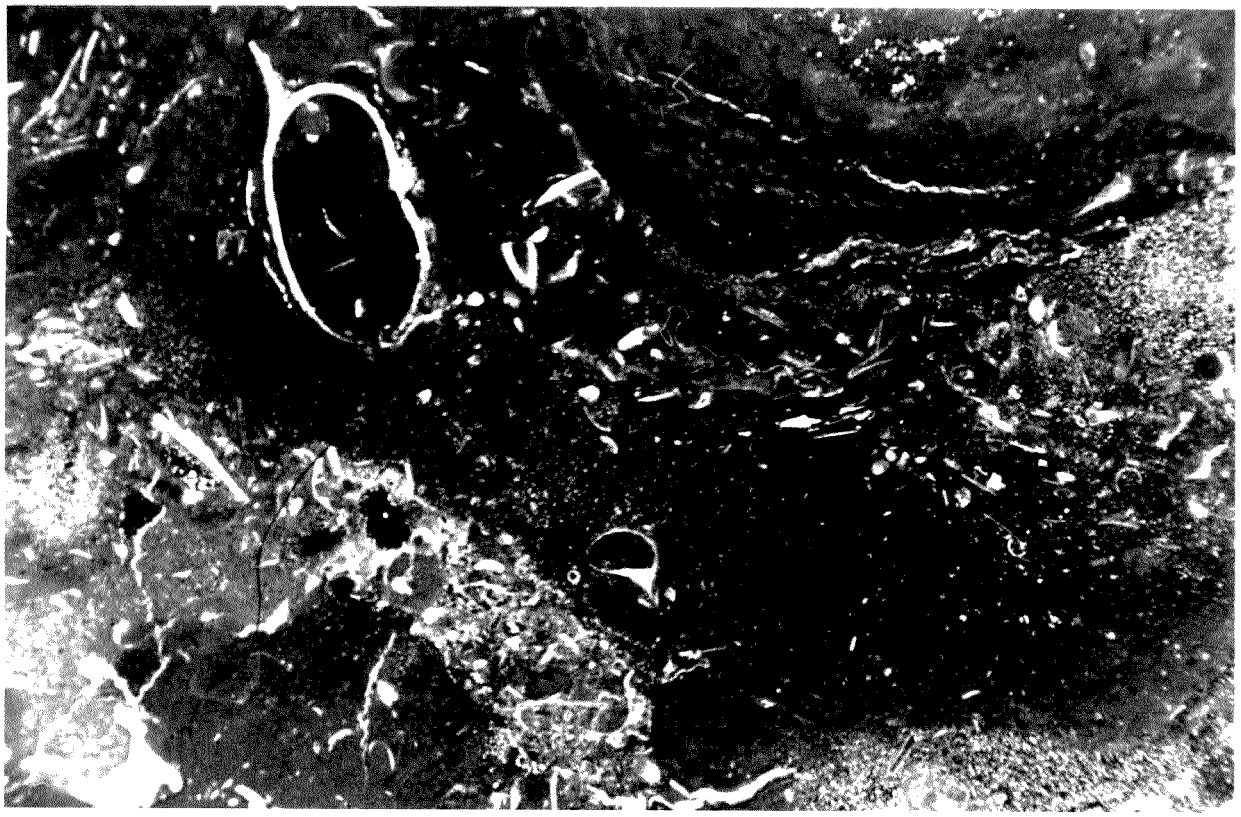
2



1



2



1

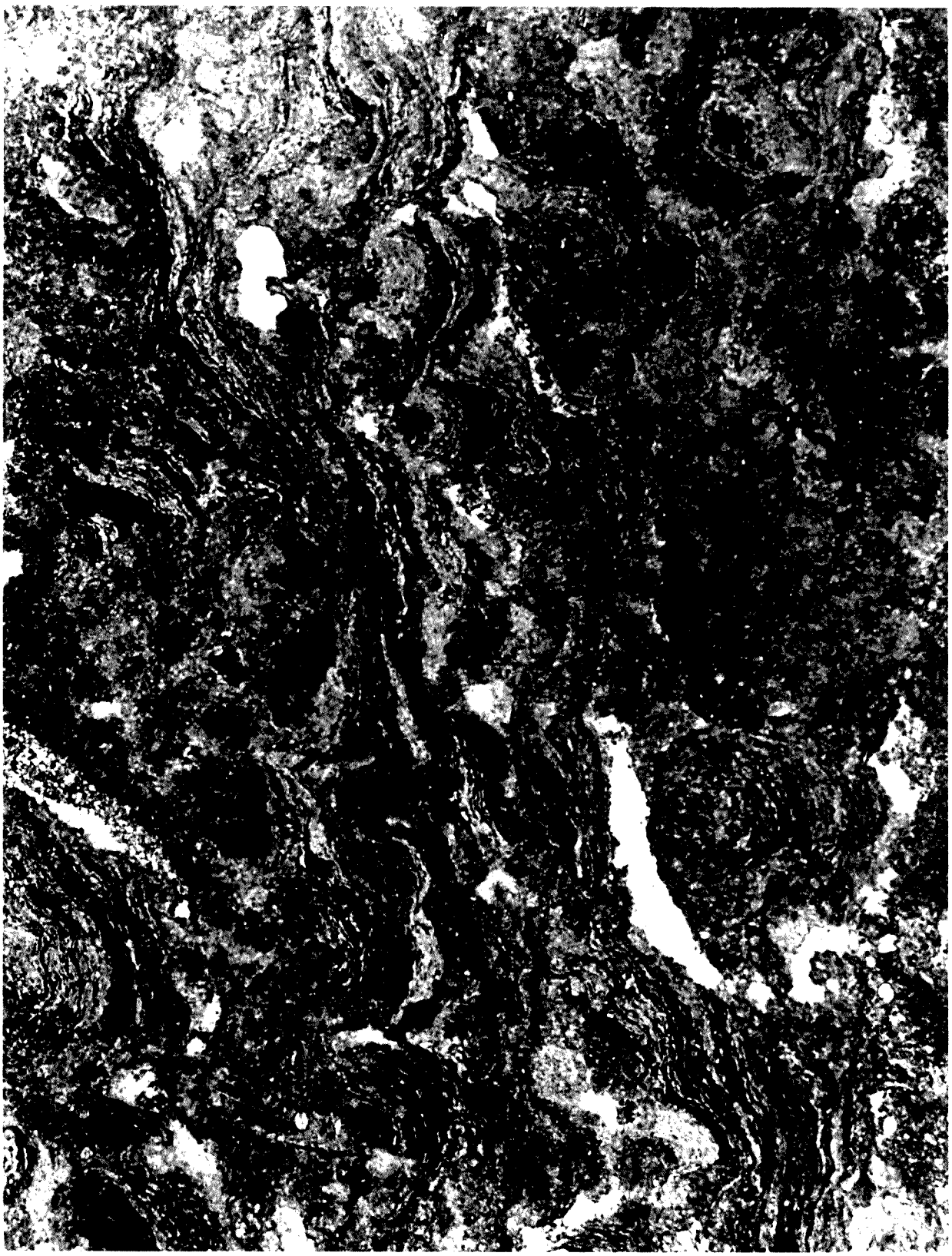


2

ЧАСТЬ III. Сложные по строению и бесскелетные форменные компоненты

Табл. 47-98

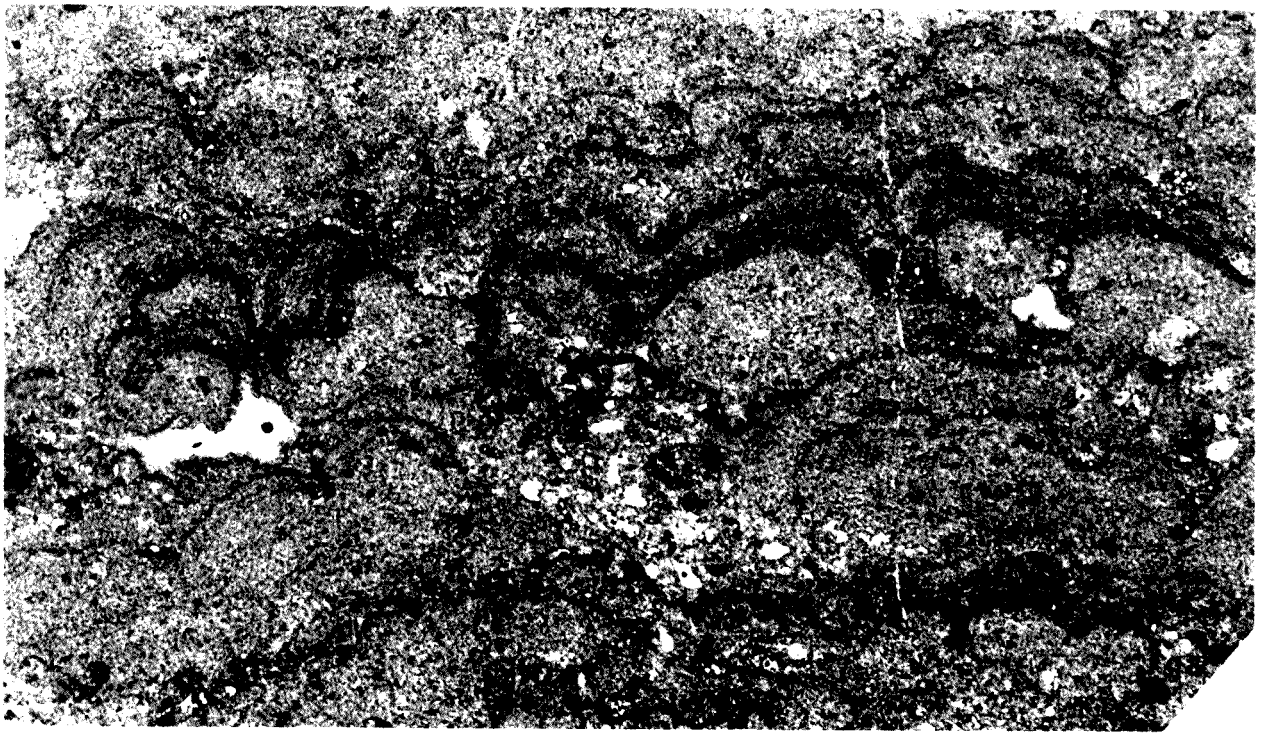
https://zrazhic.ru/


верх

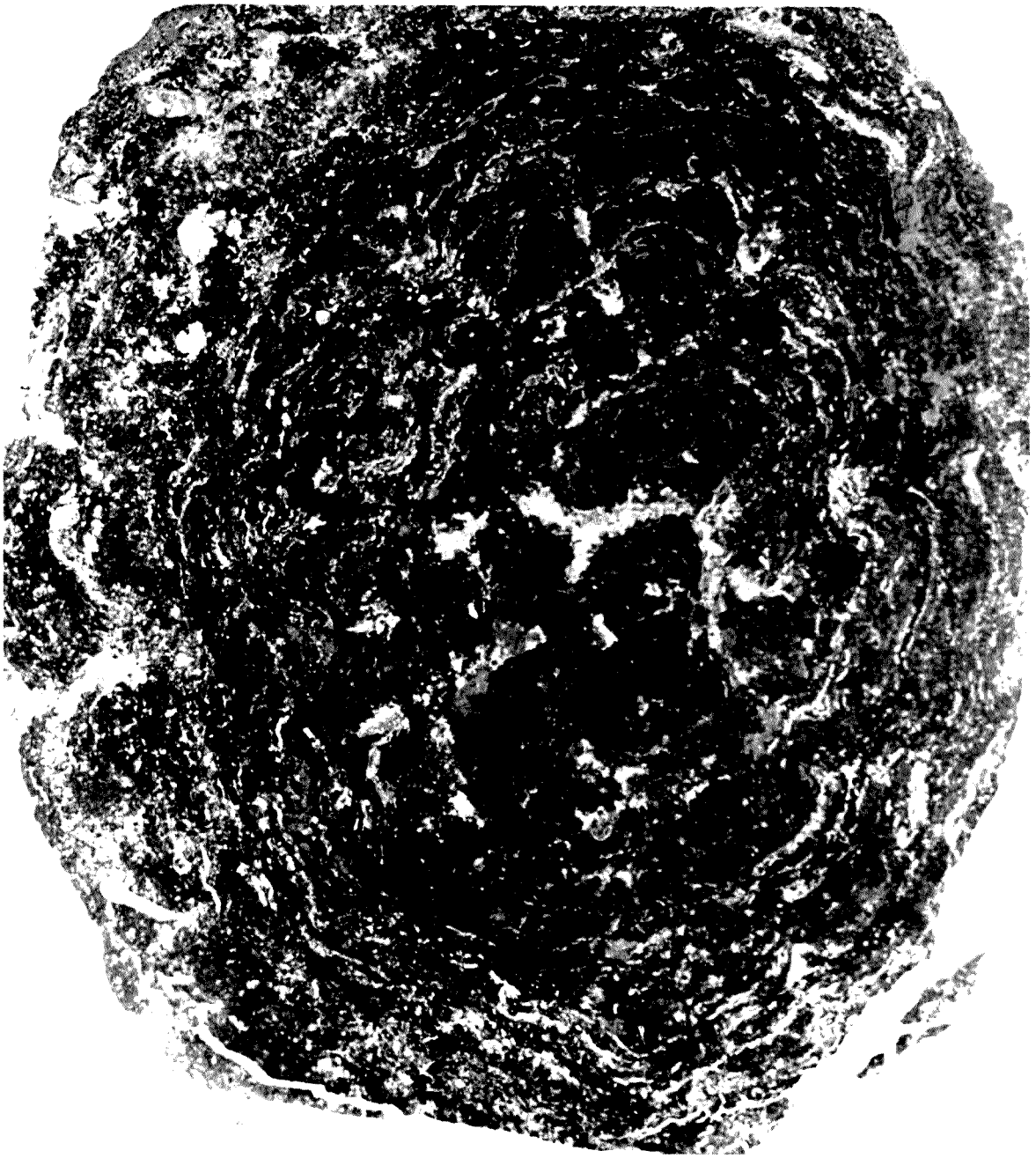


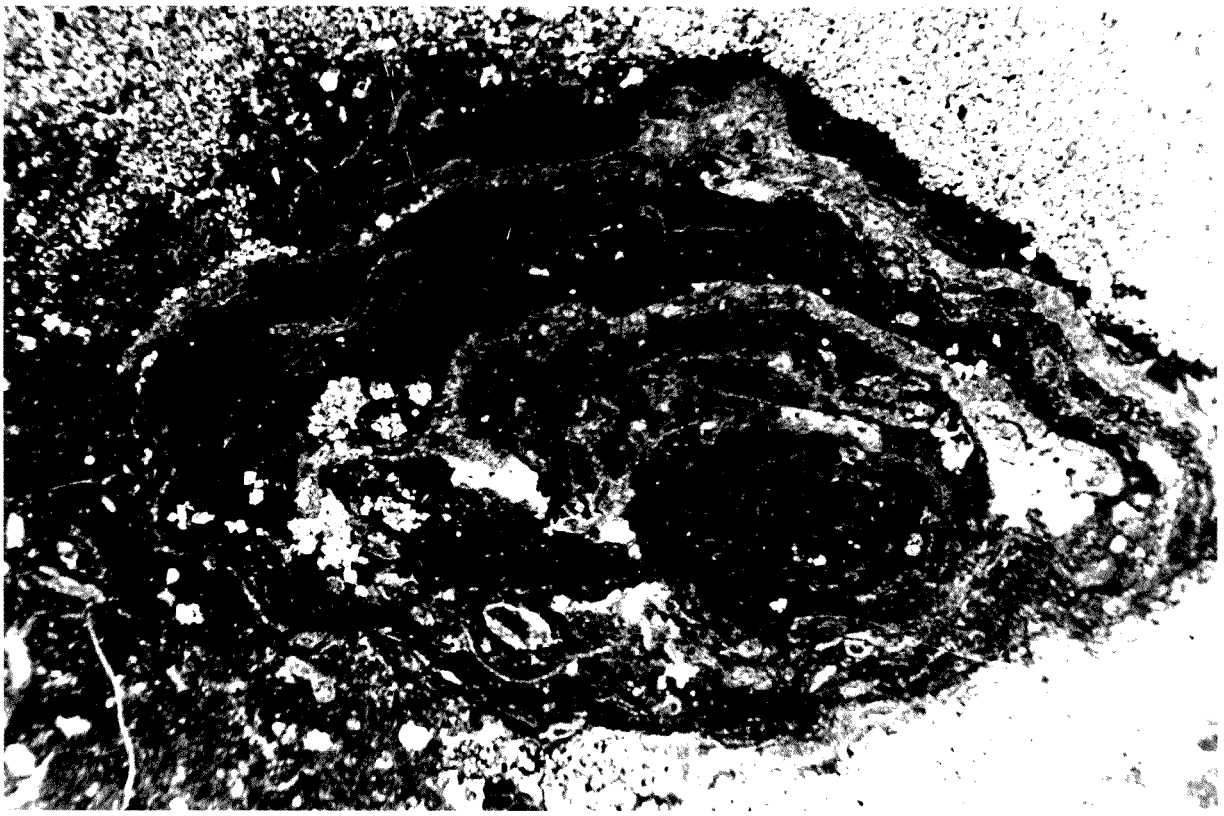


1

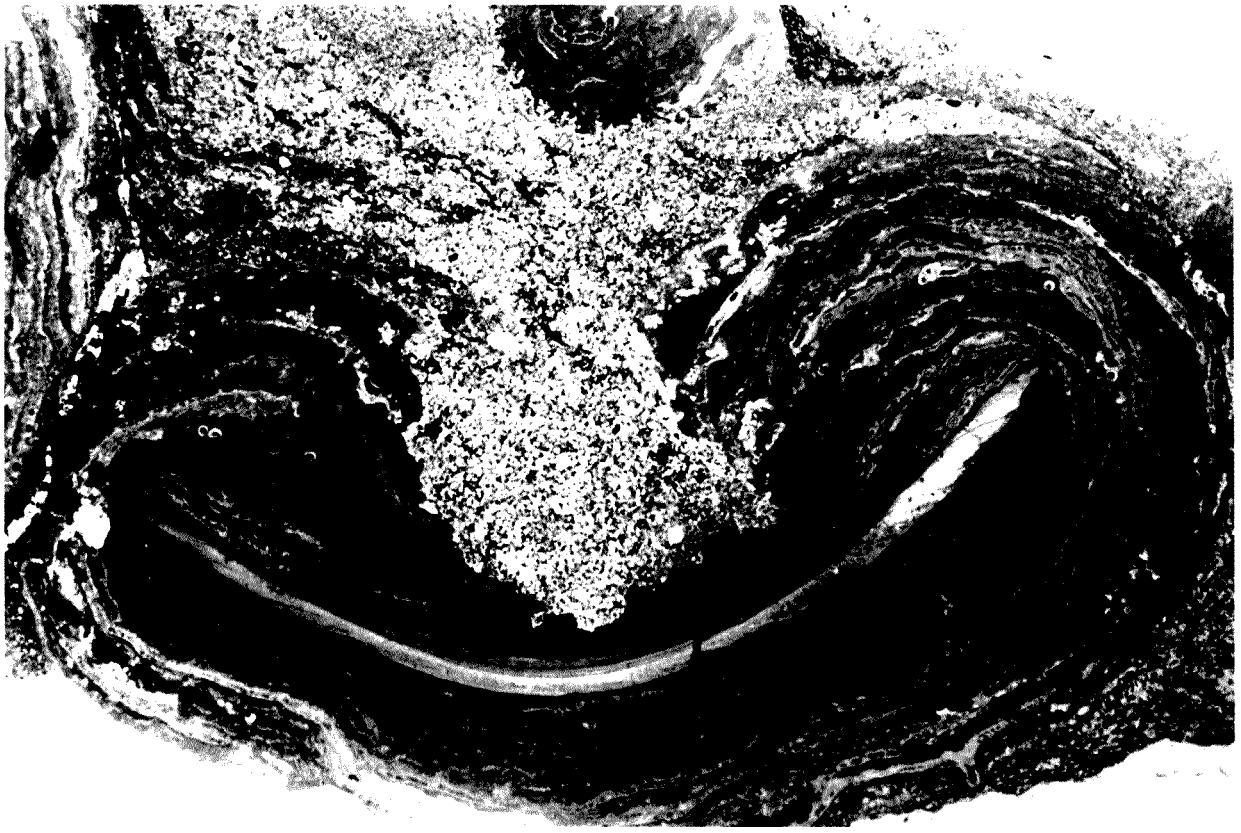


2





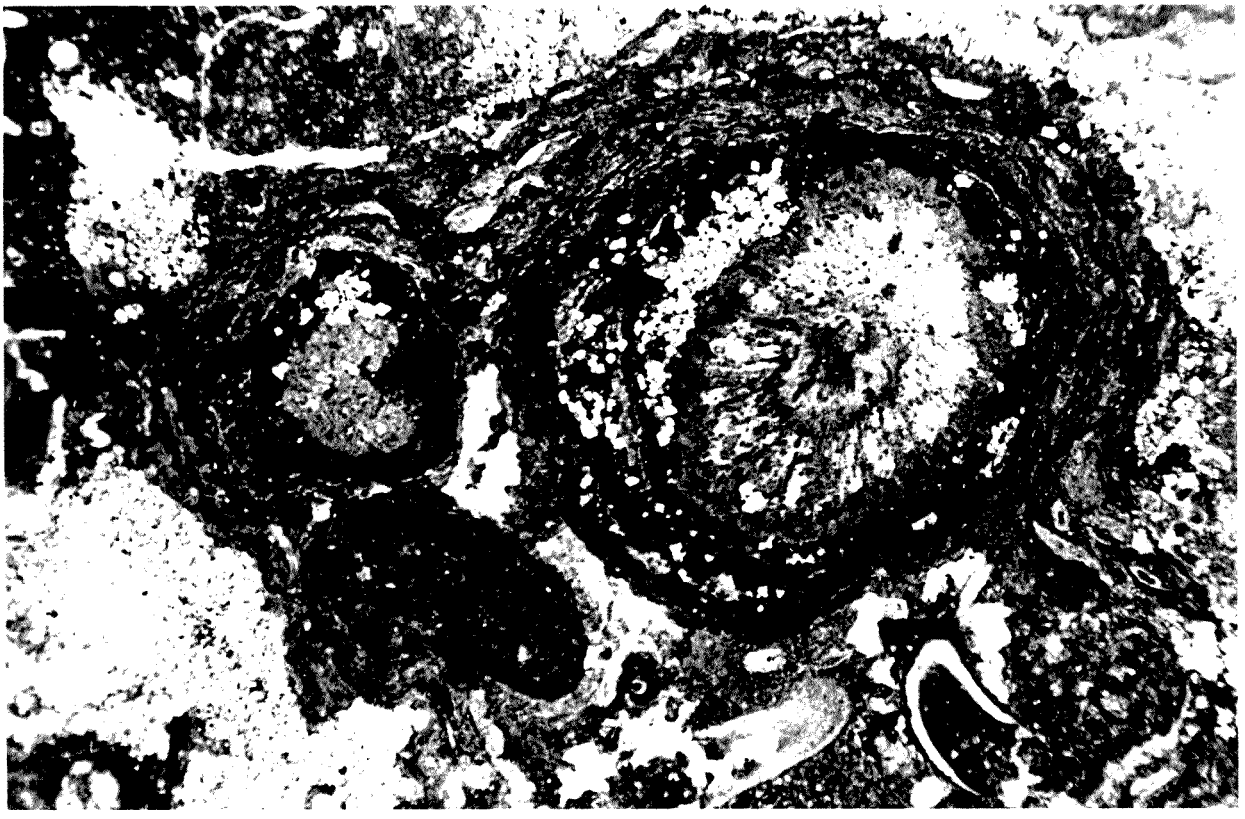
1



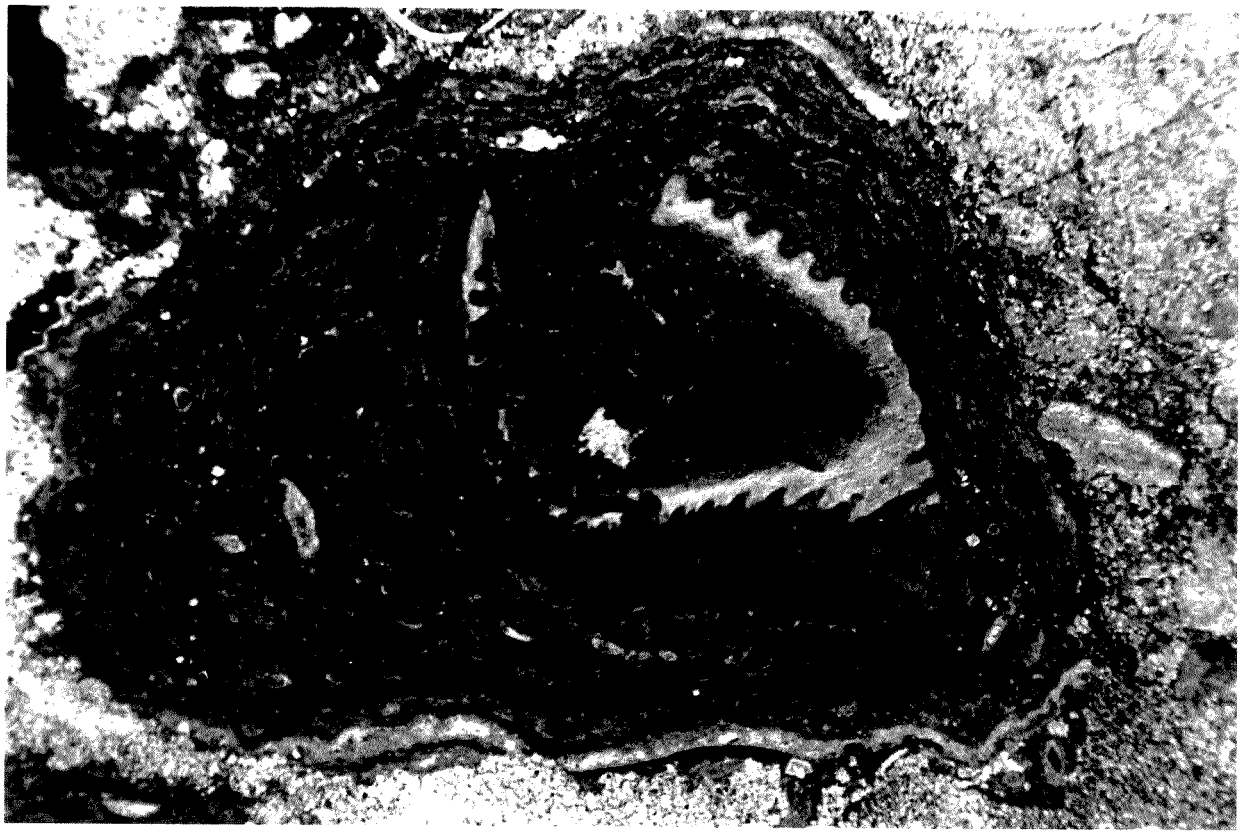
2



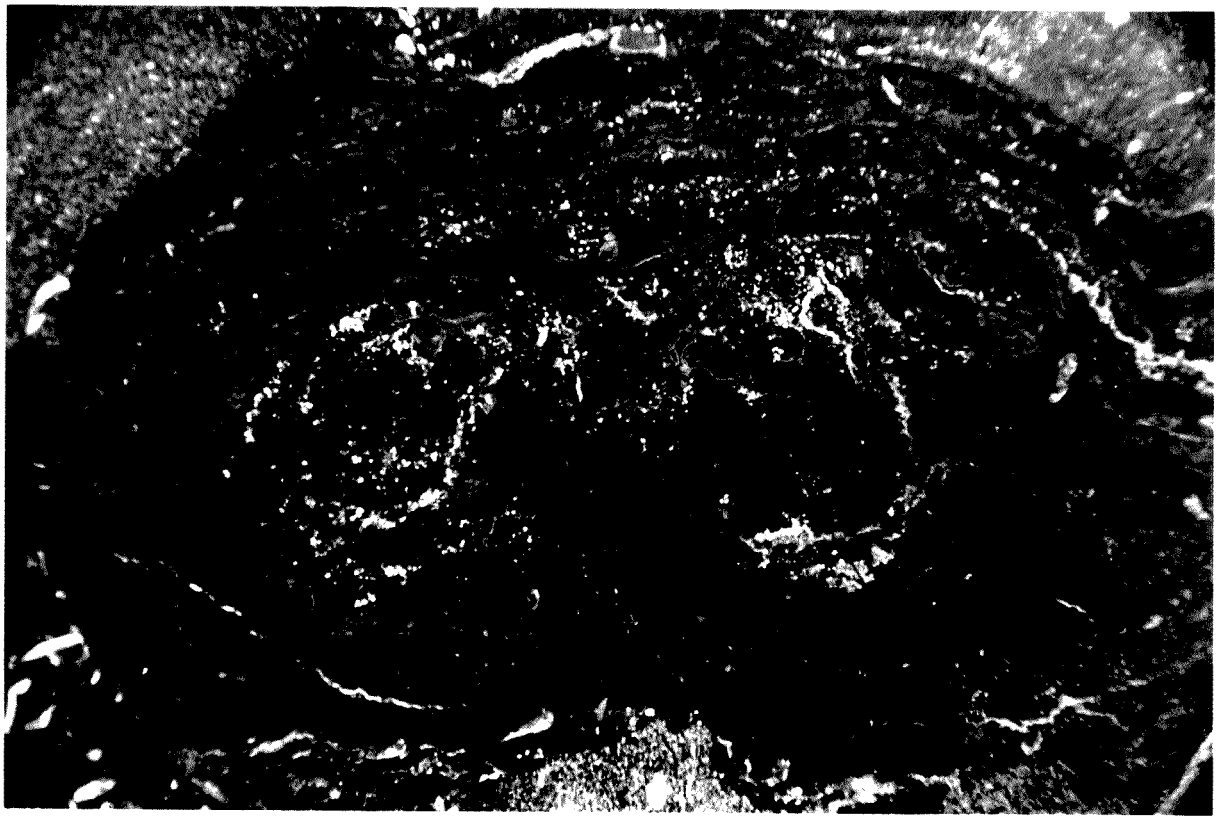
1



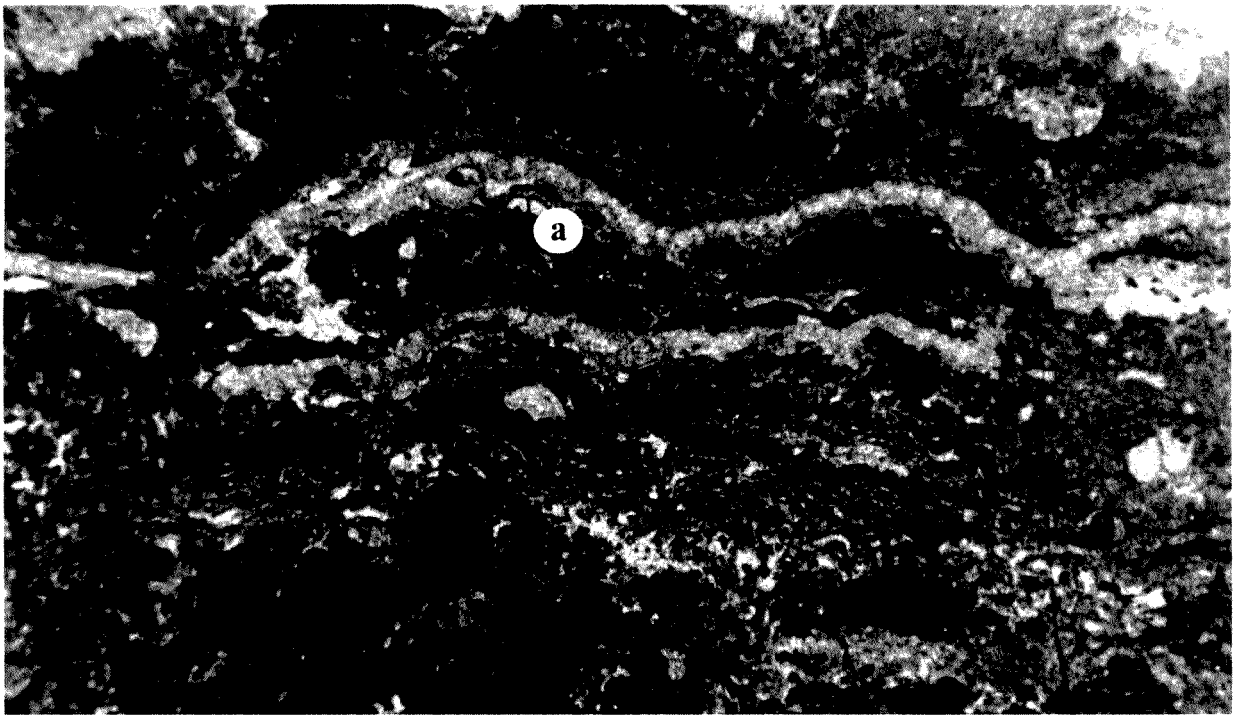
2



1



2



1



2



1



2

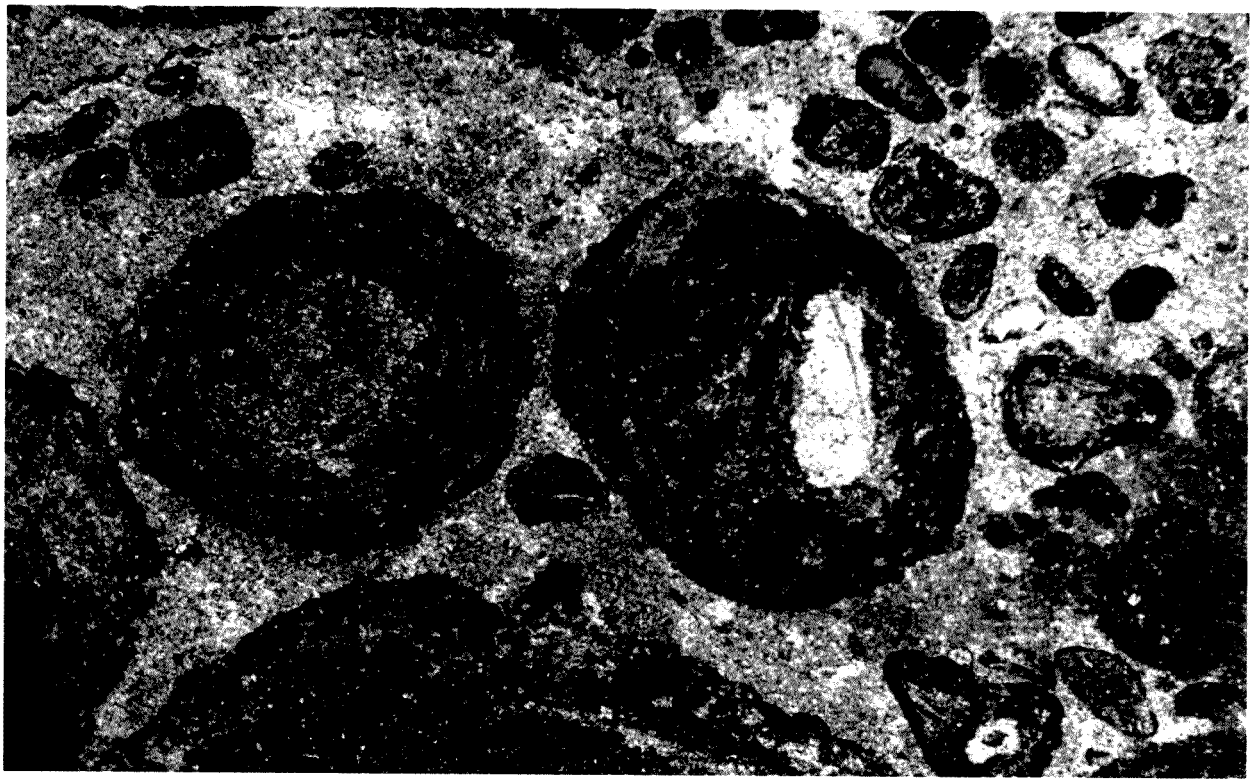




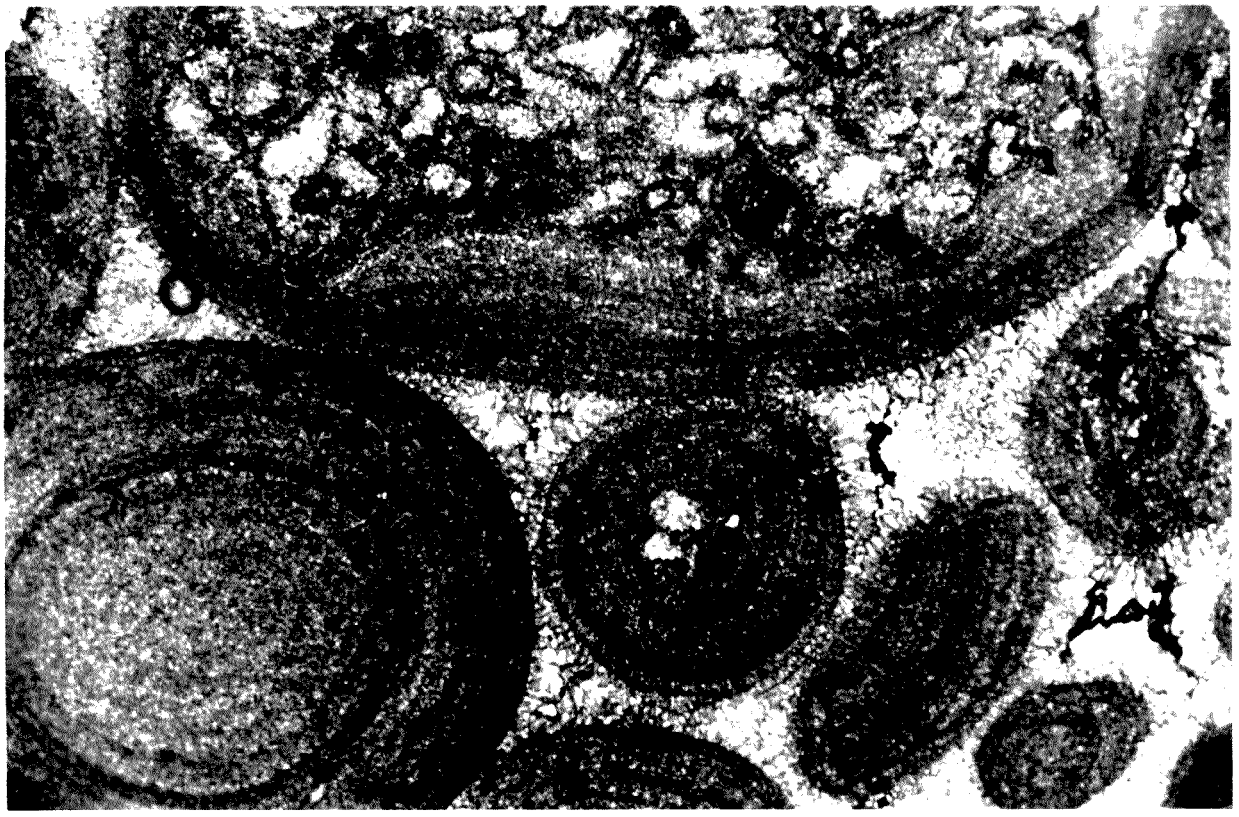
1



2



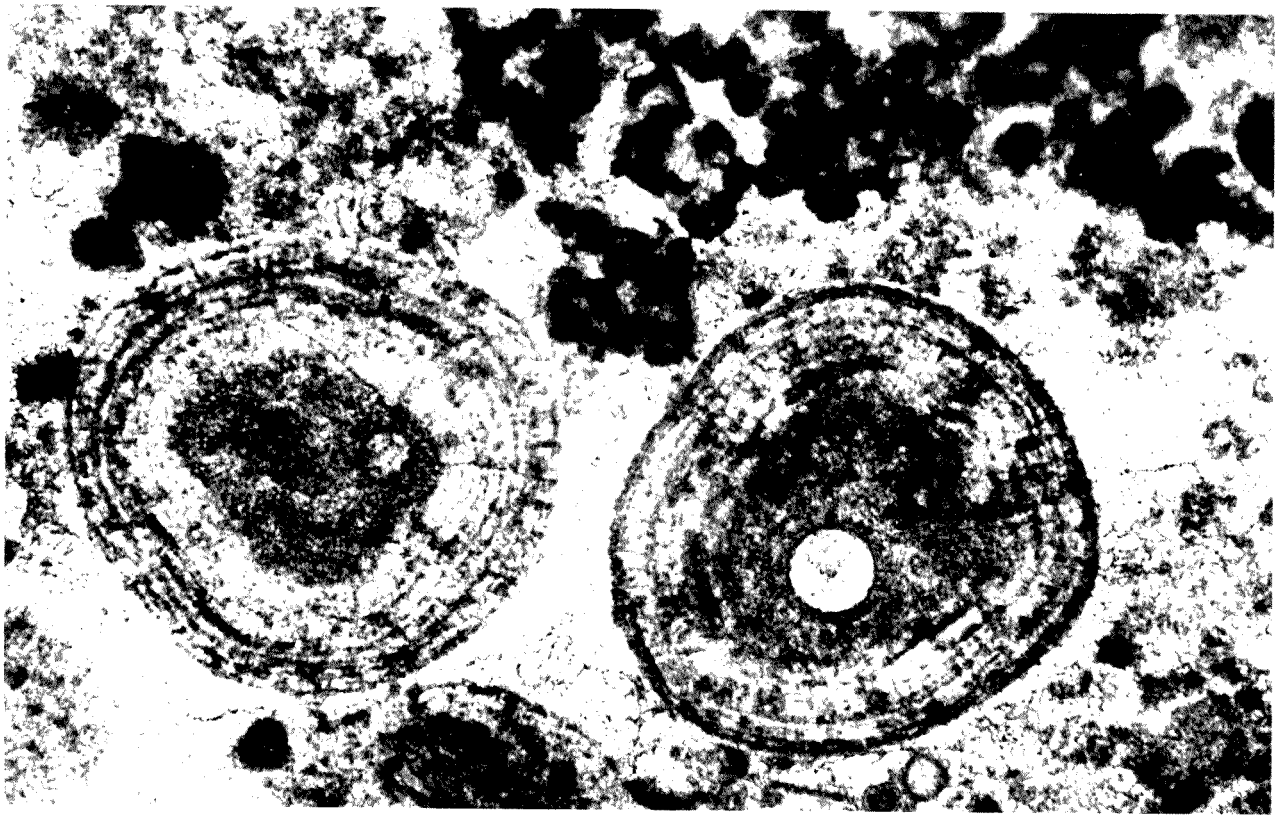
3



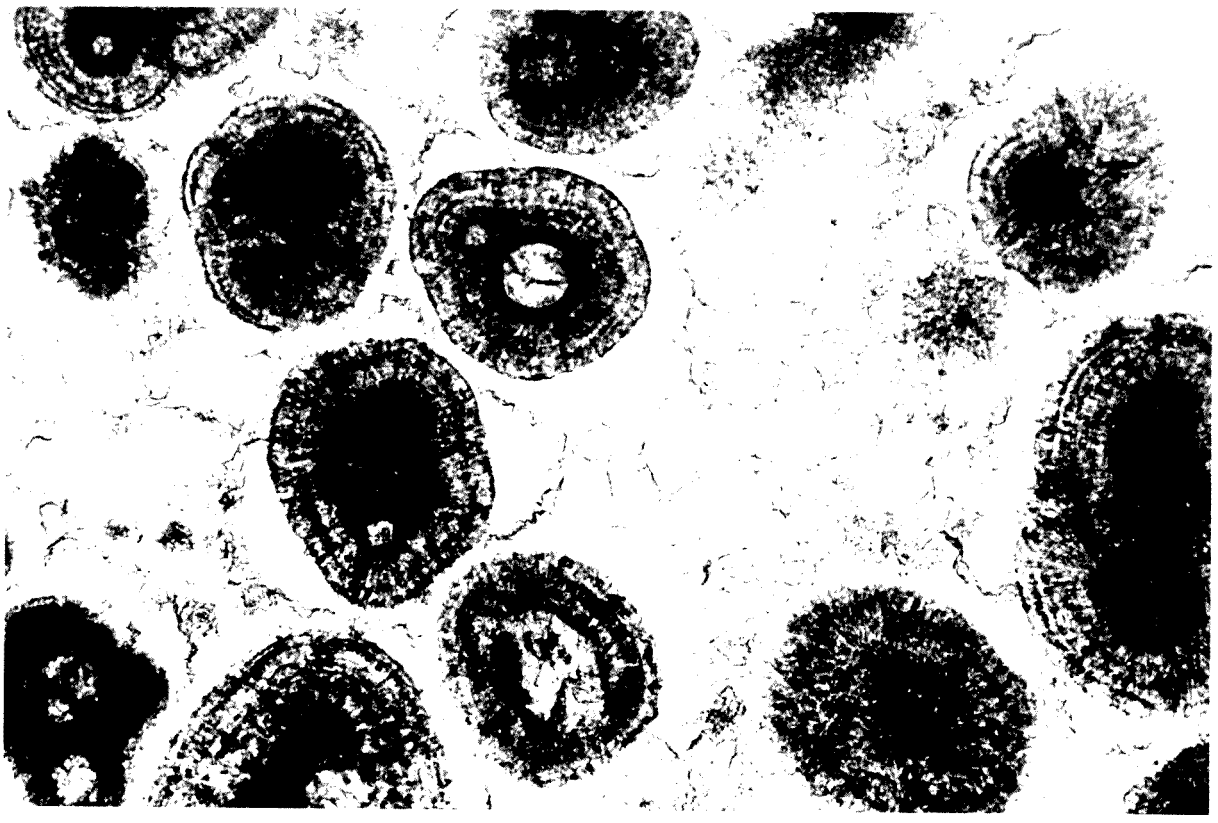
1



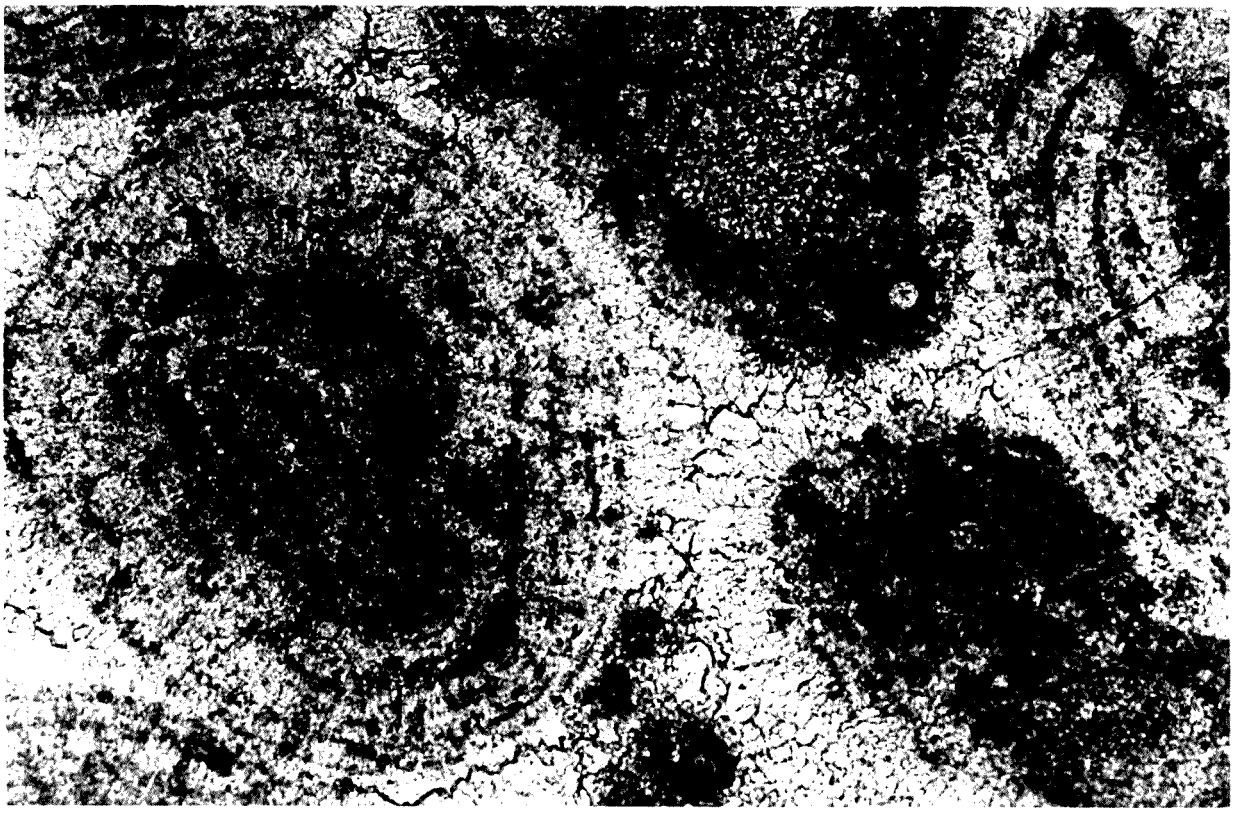
2



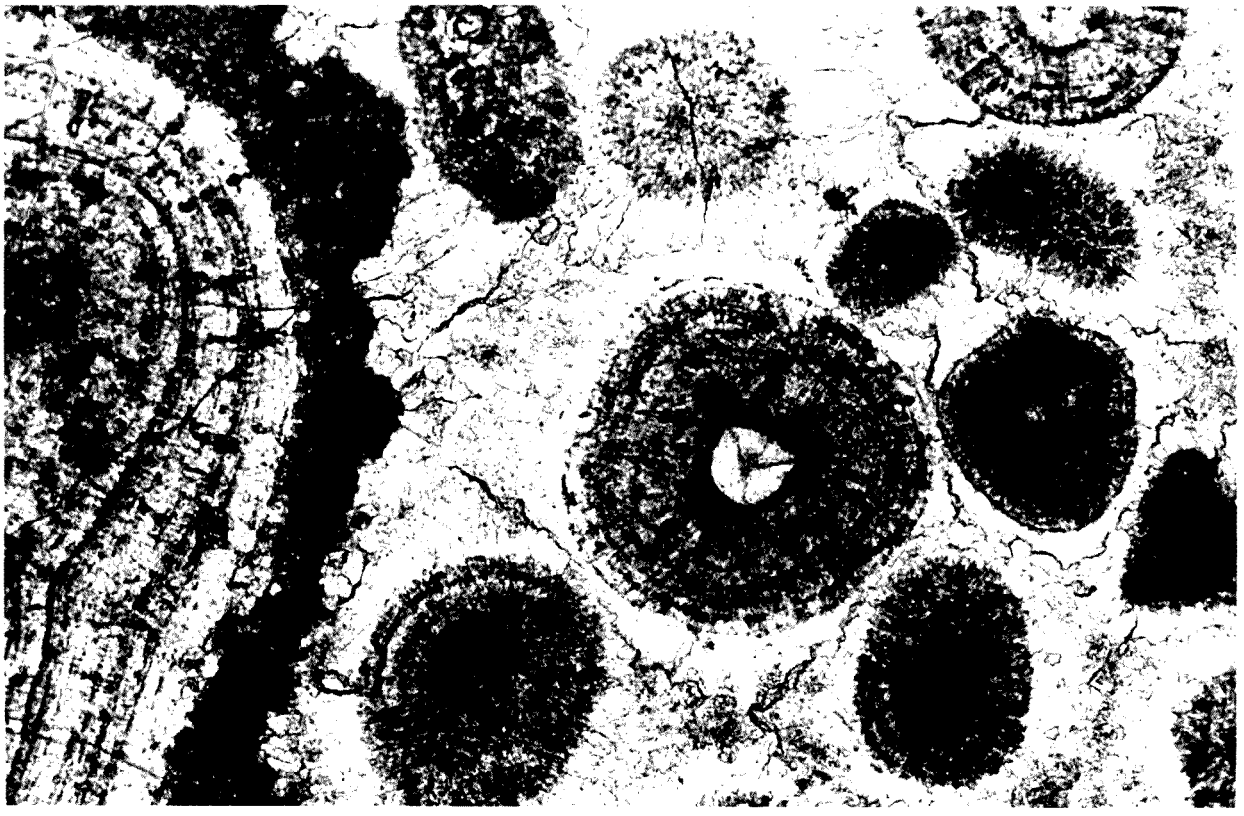
1



2



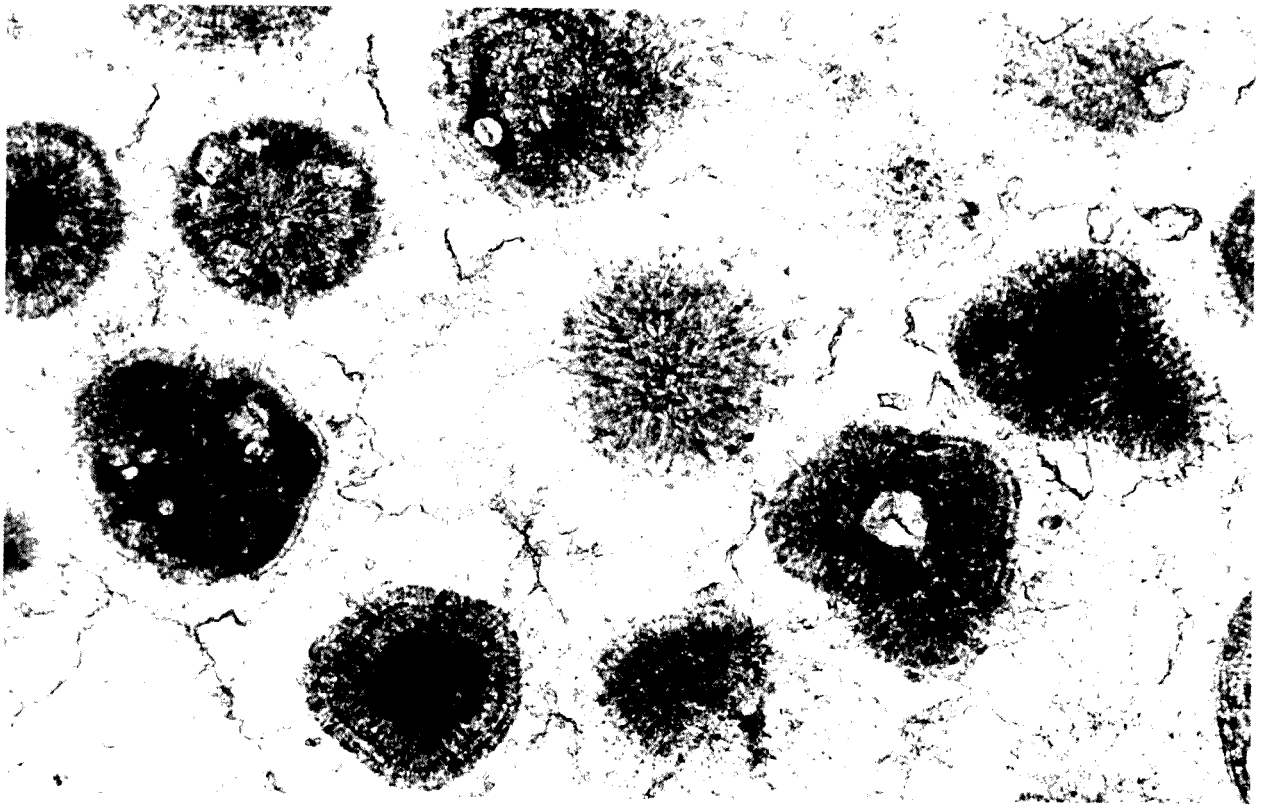
1



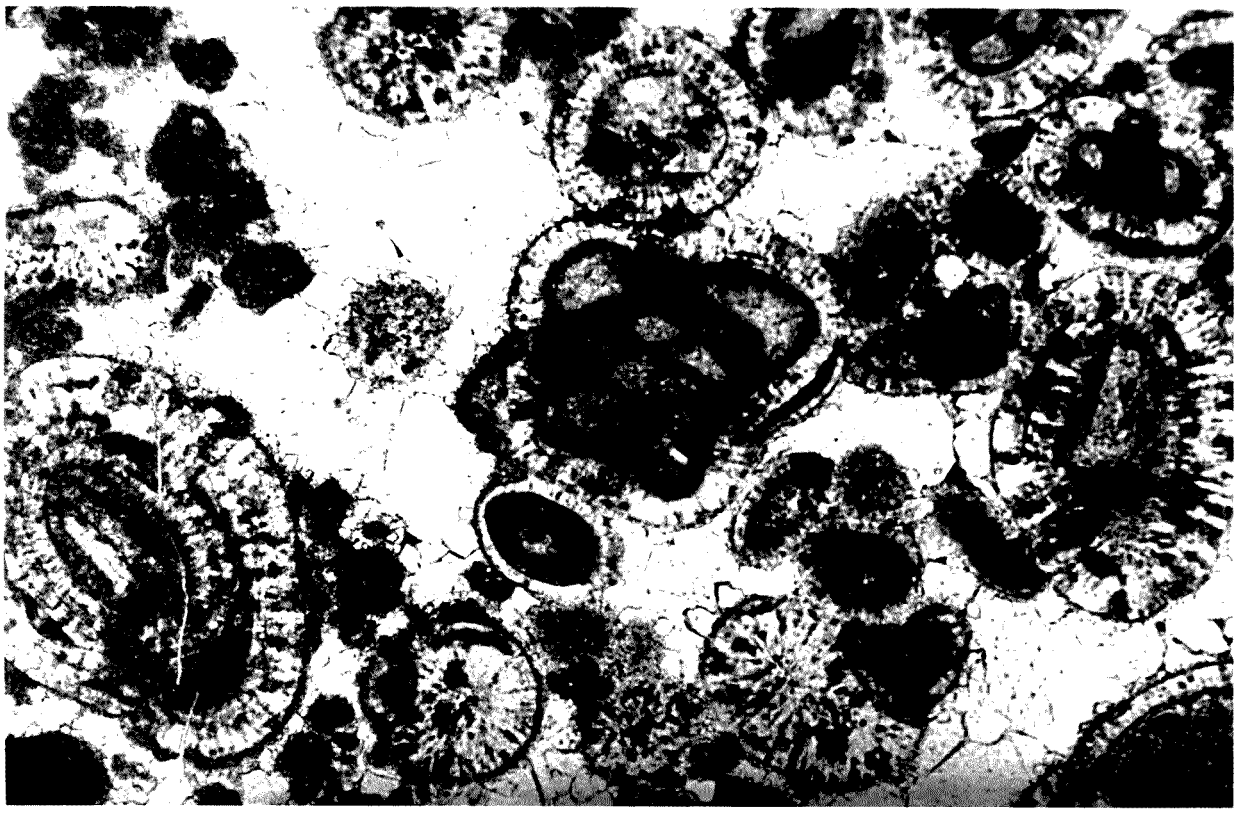
2



1



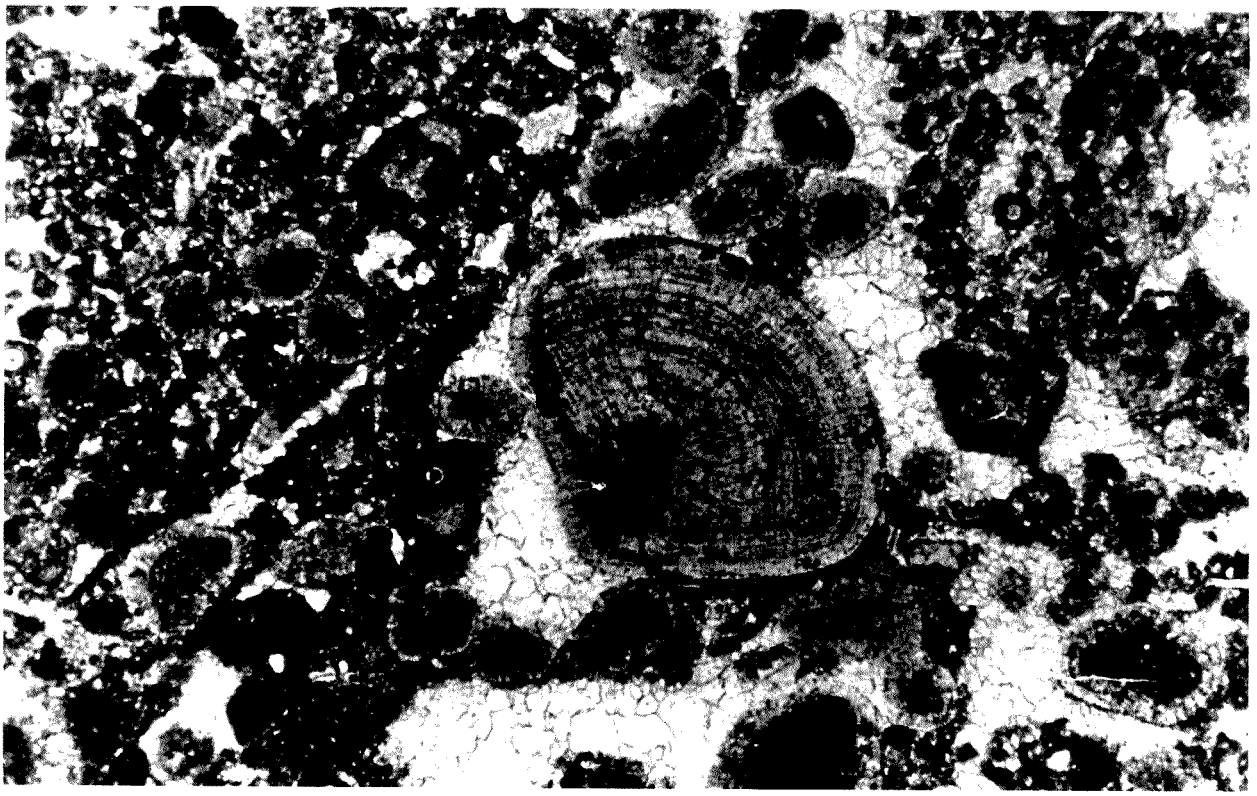
2



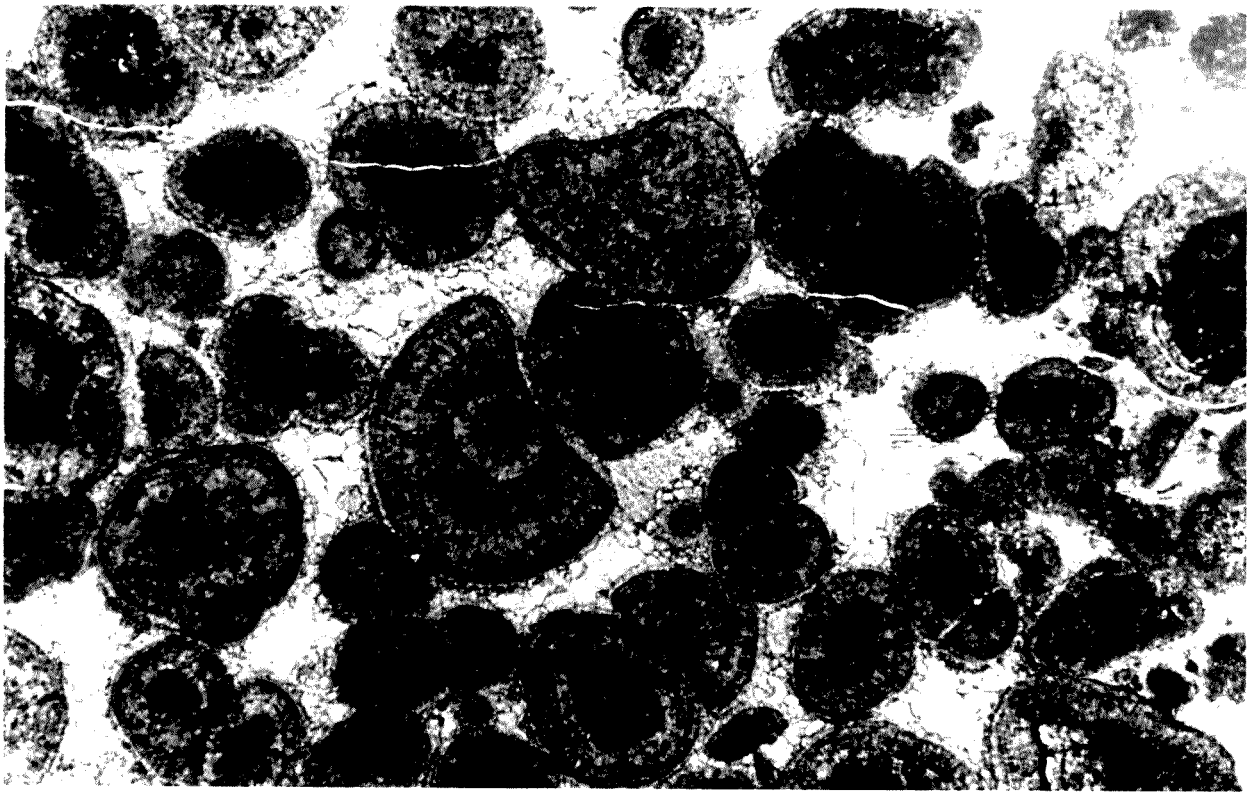
1



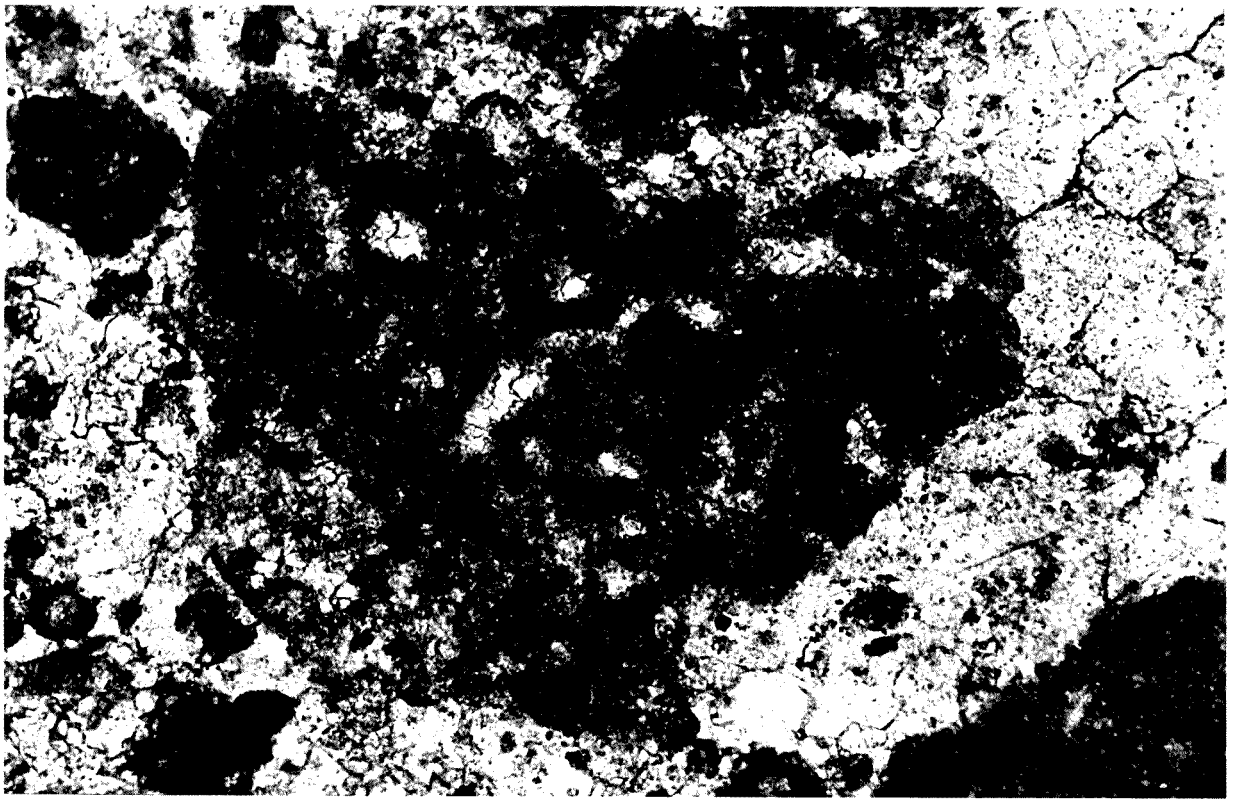
2



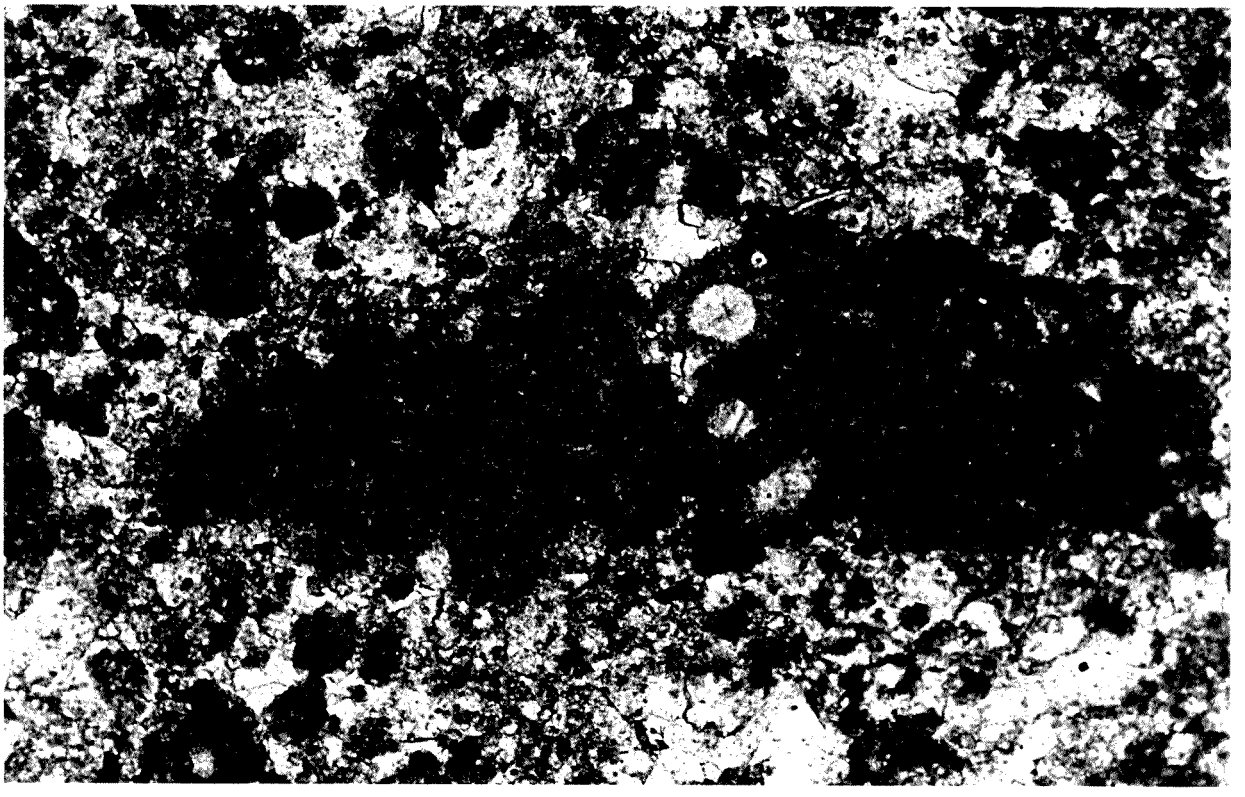
1



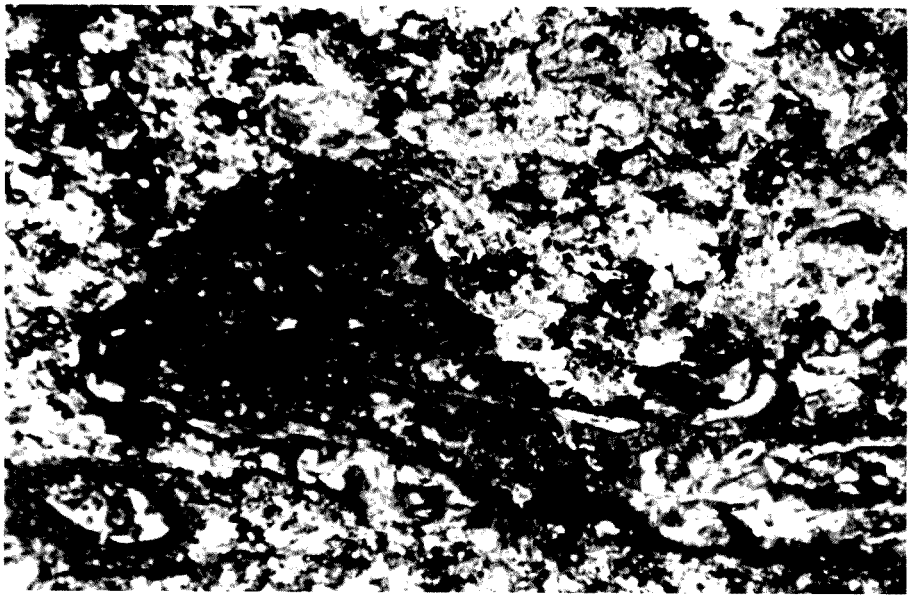
2



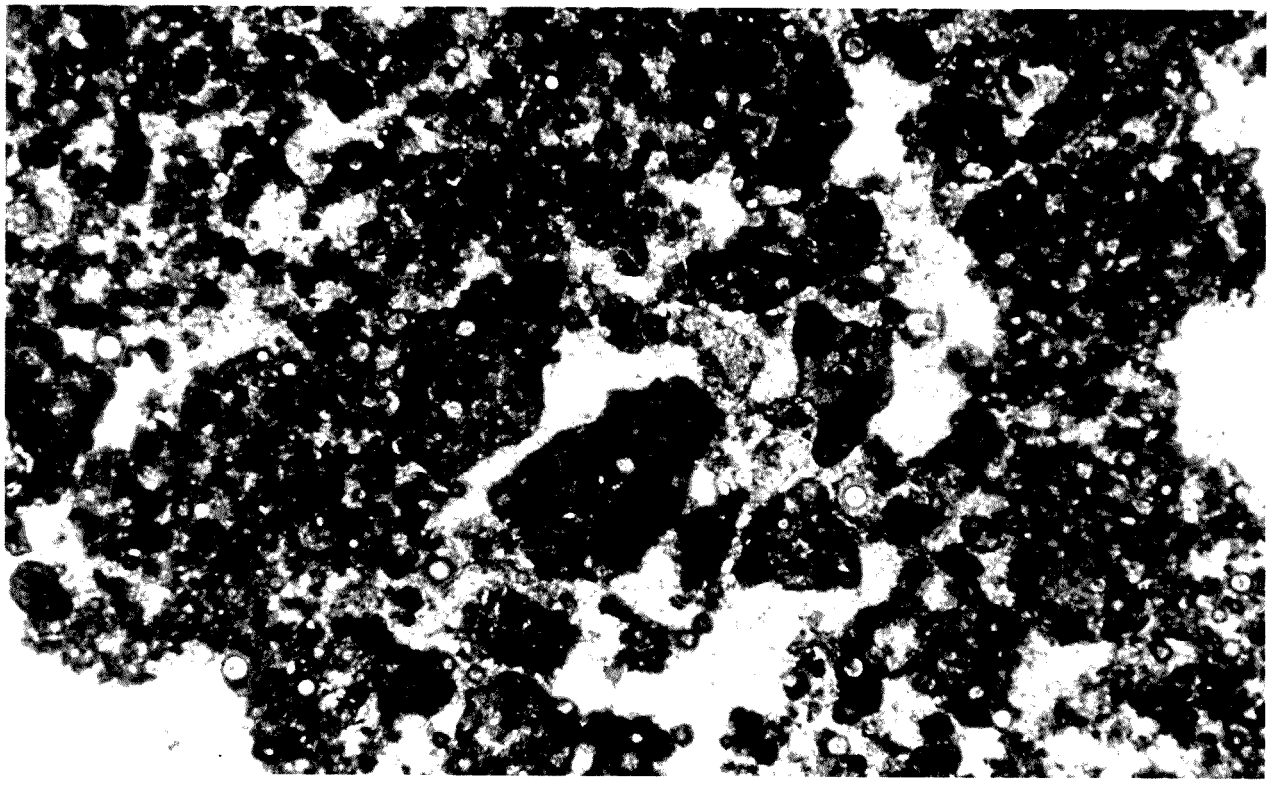
1



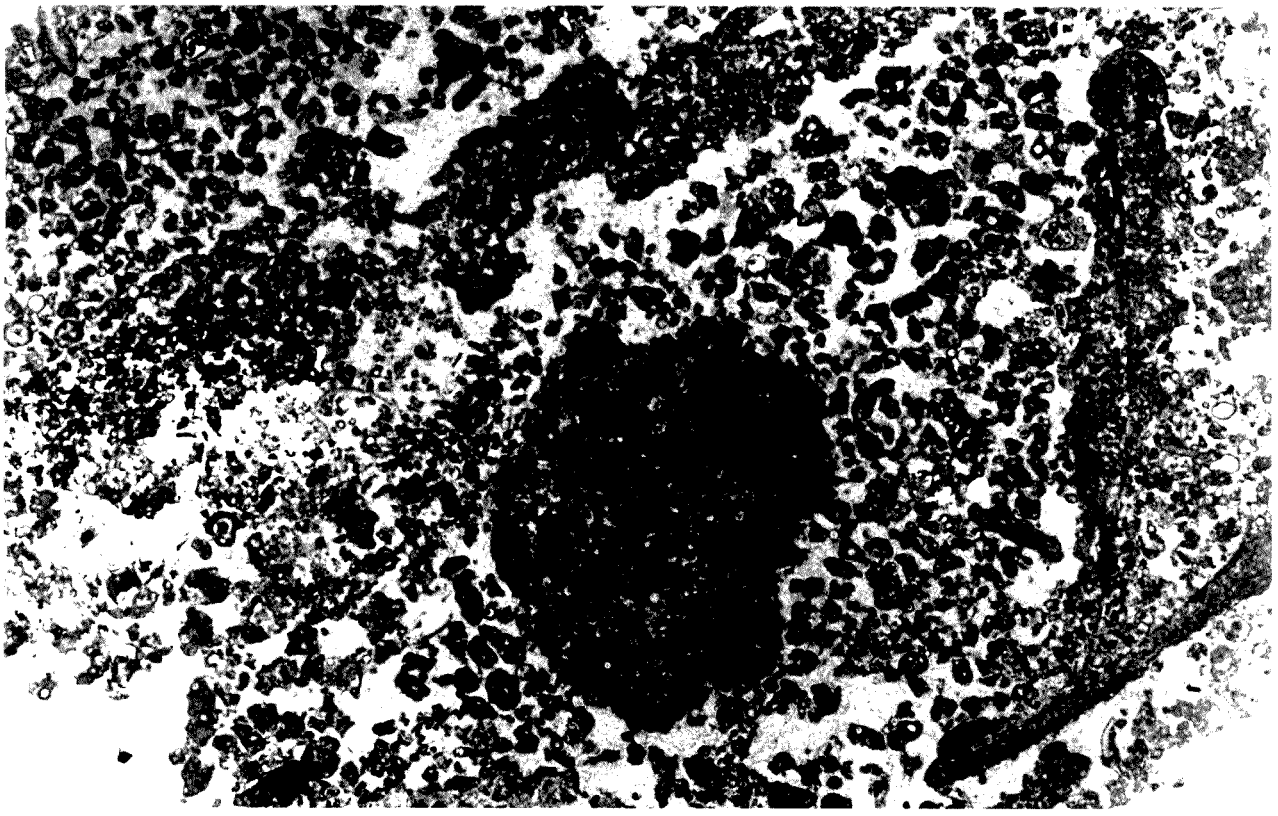
2



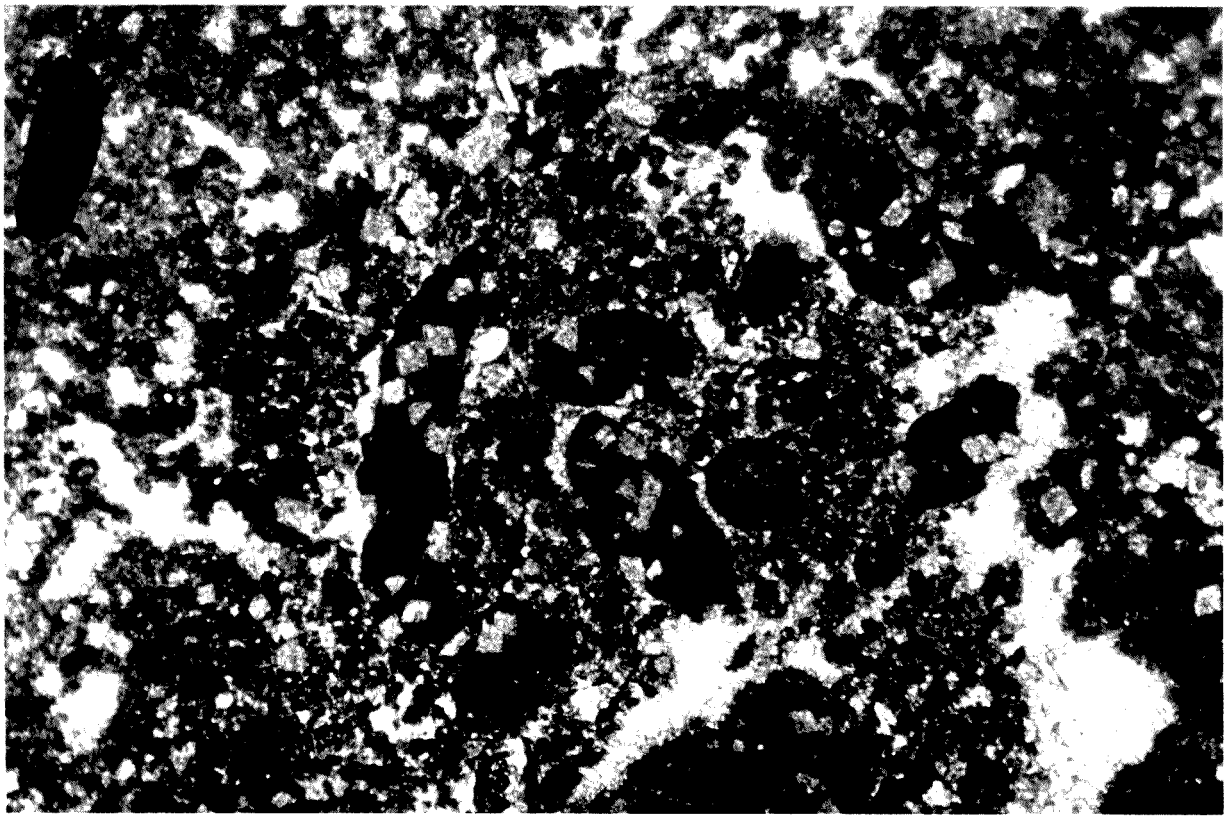
1



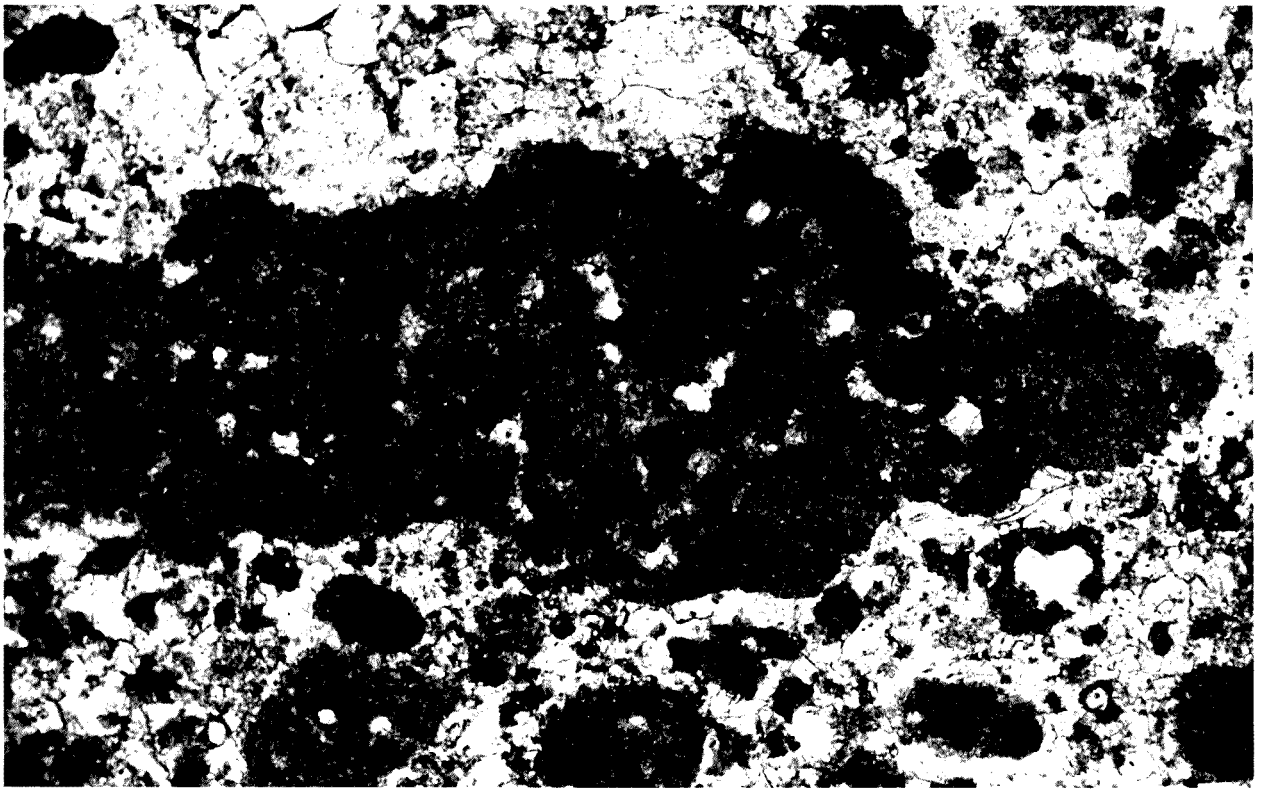
2



1



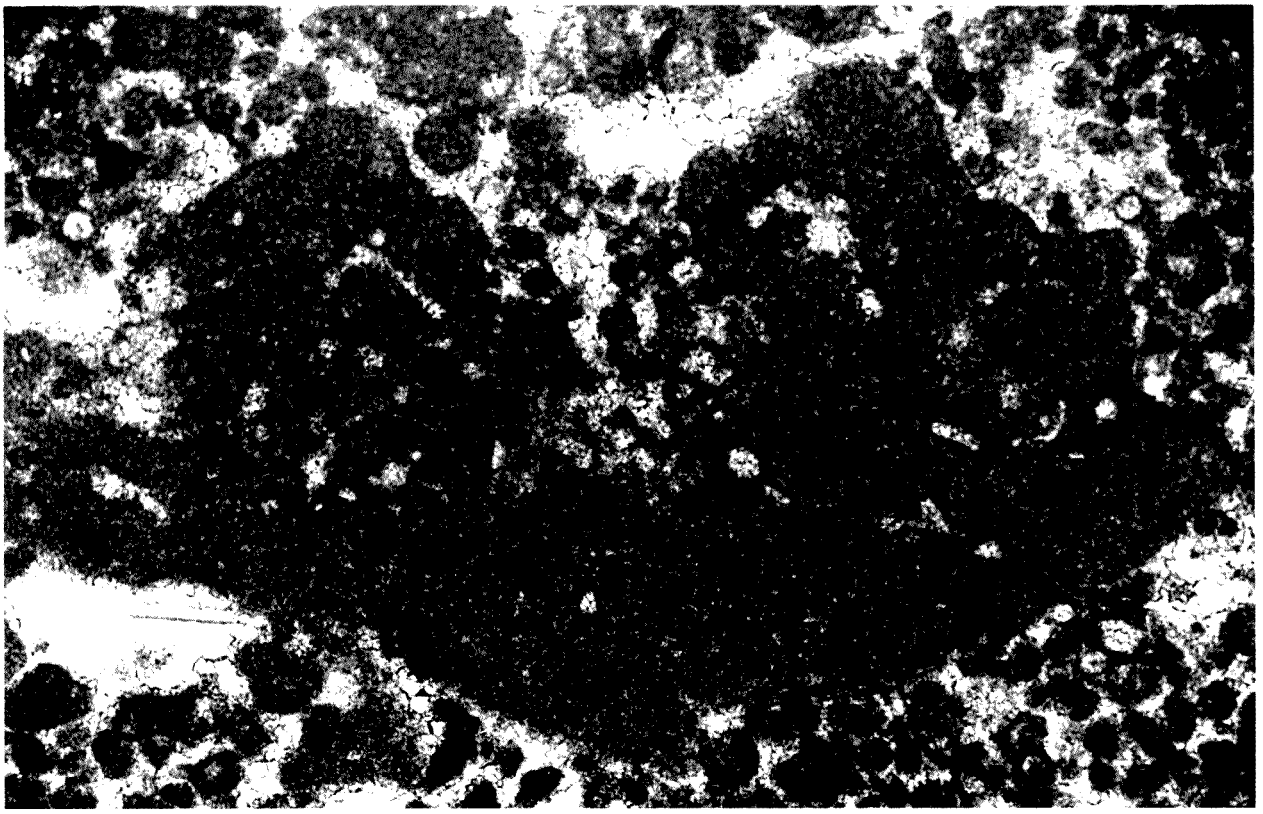
2



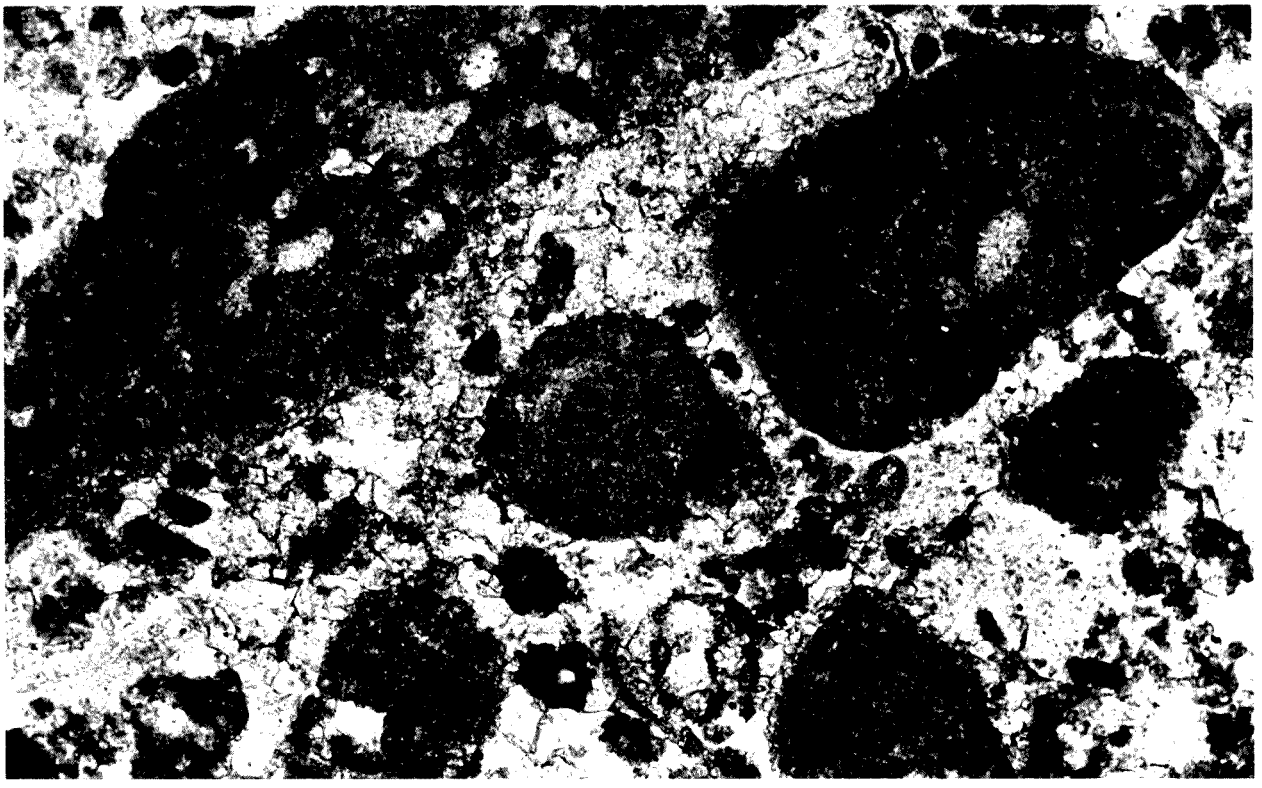
1



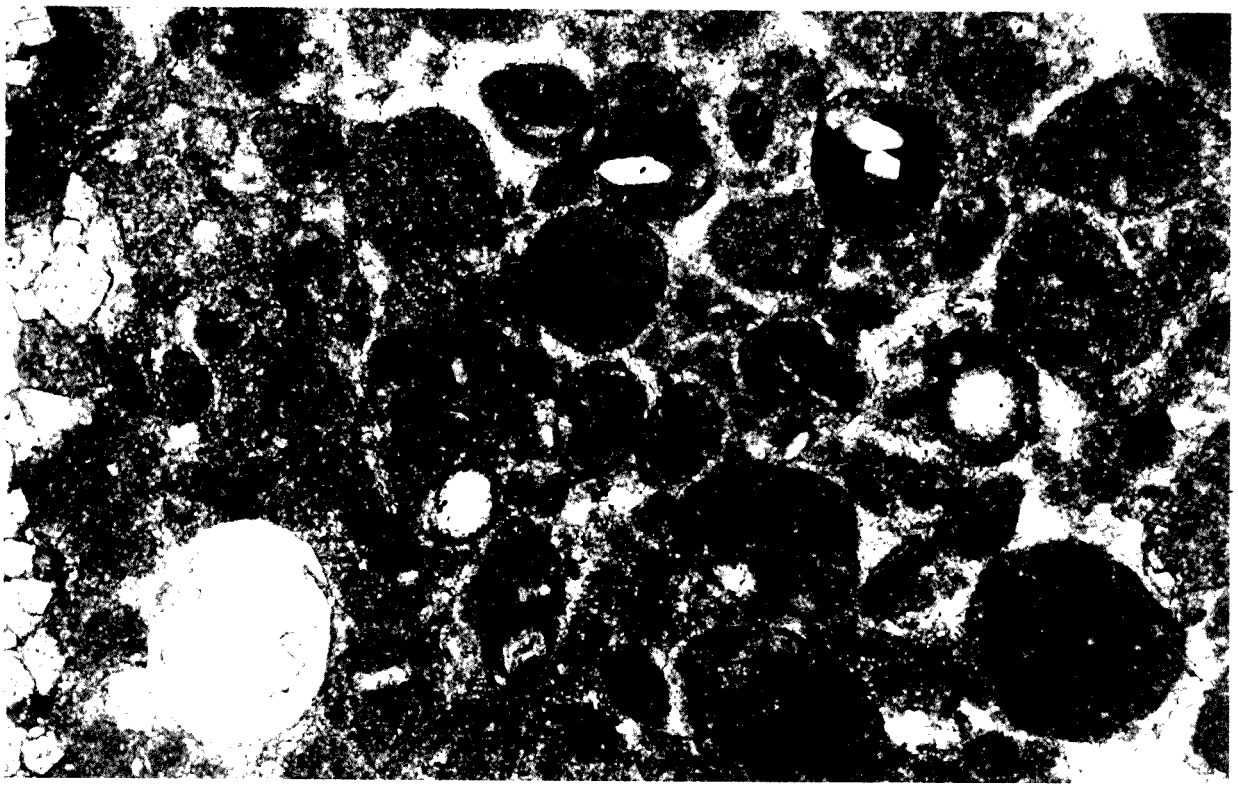
2



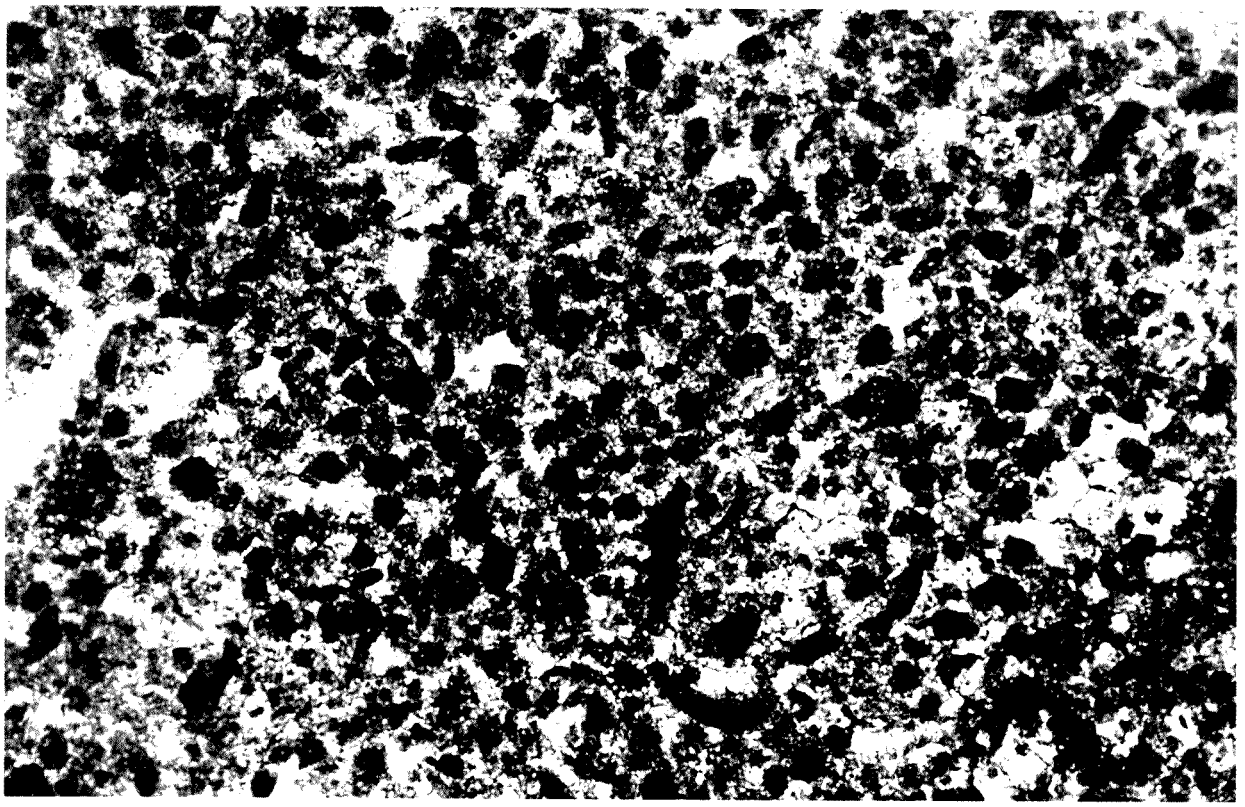
1



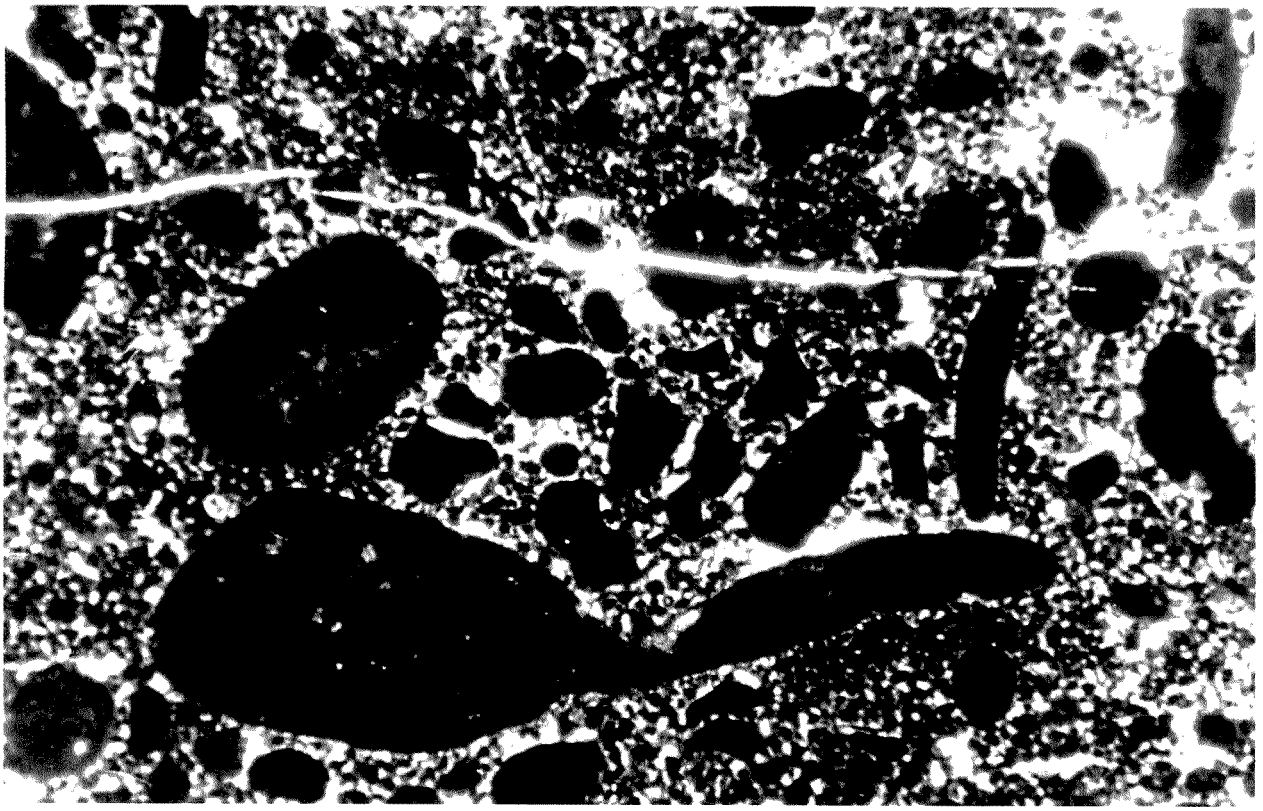
2



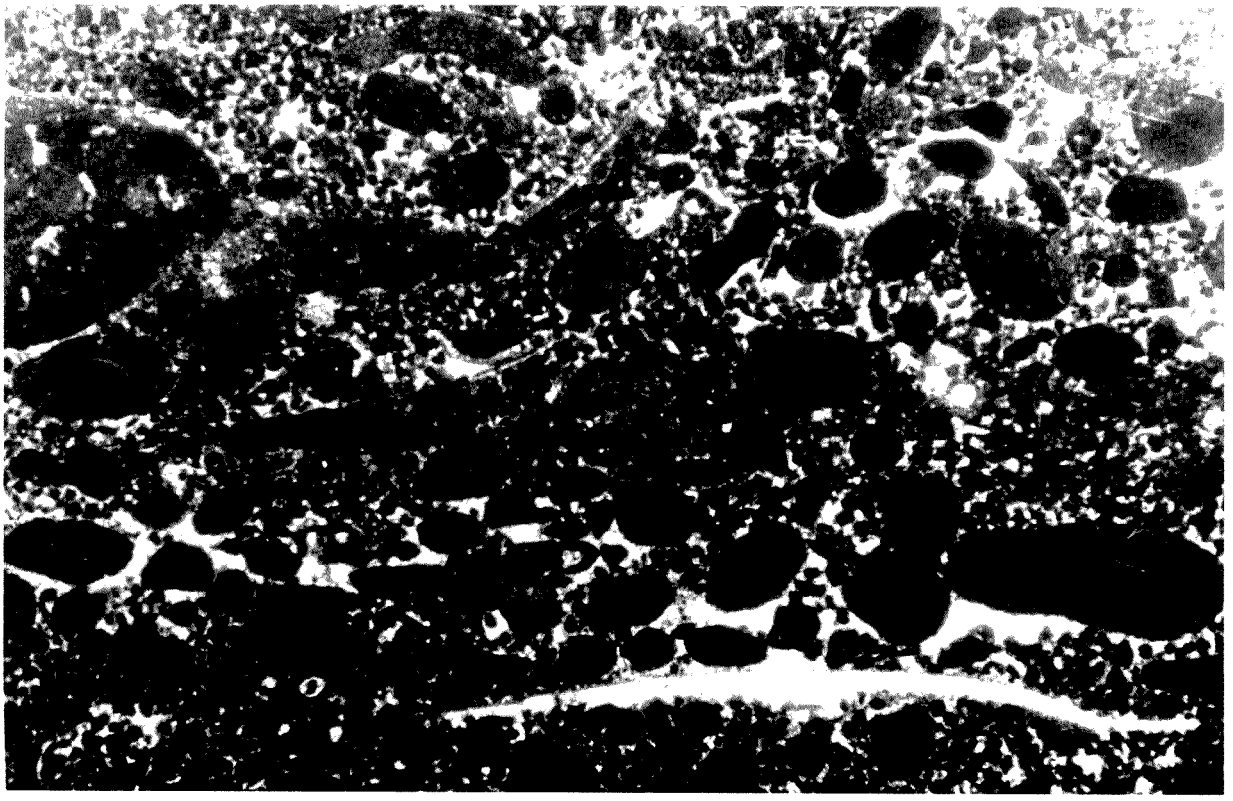
1



2



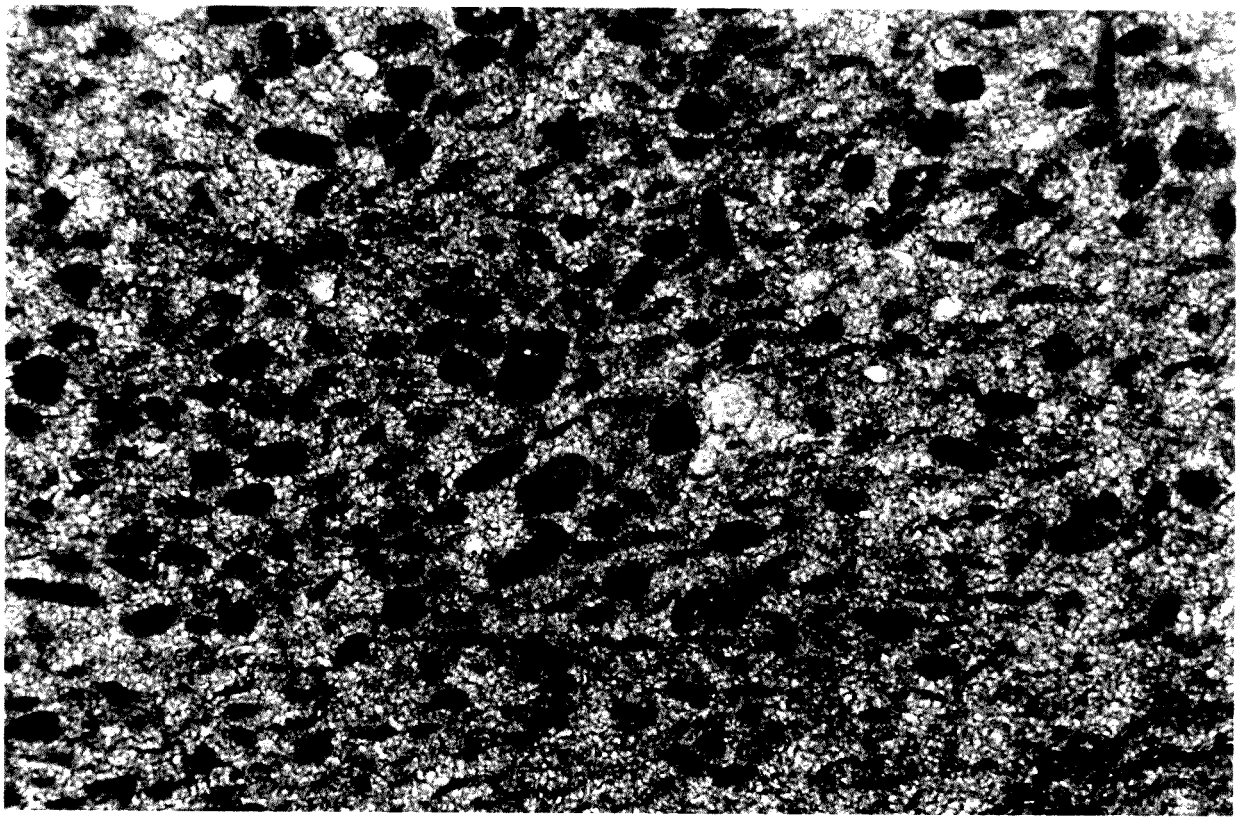
1



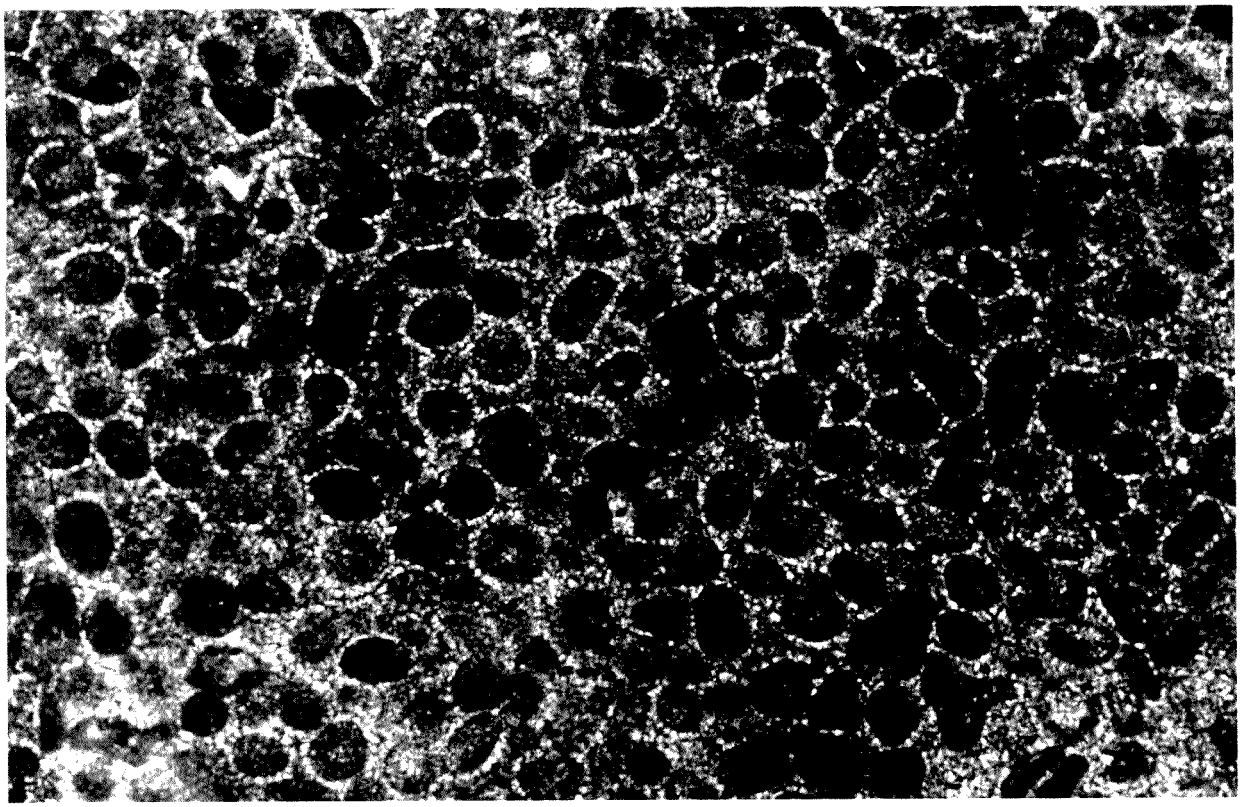
2



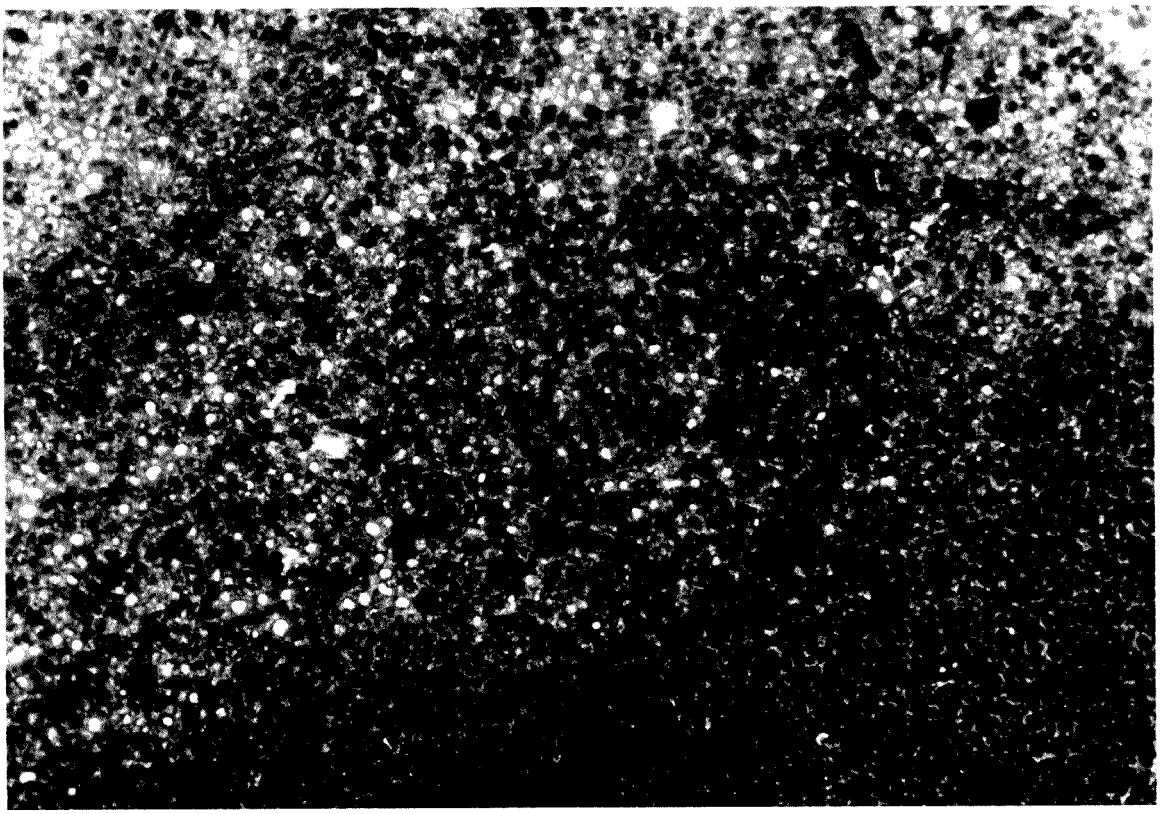
1



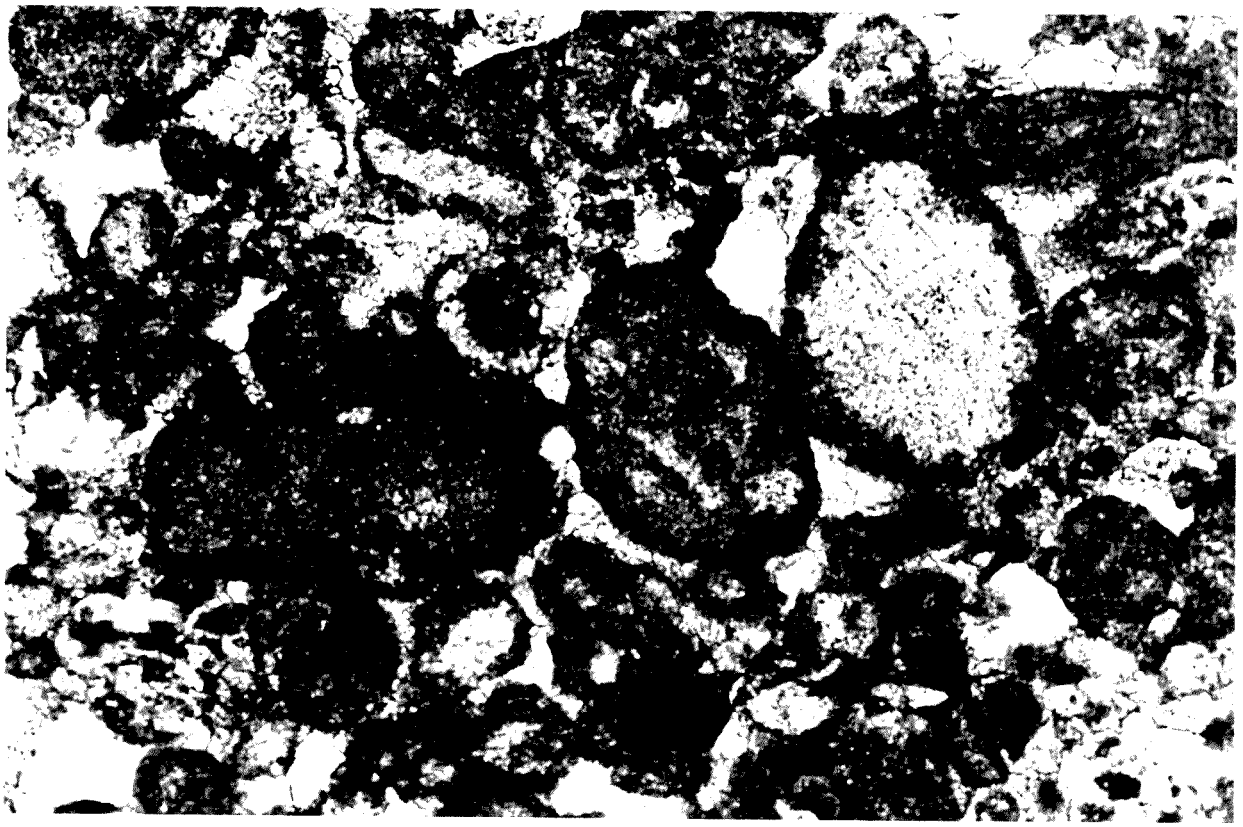
2



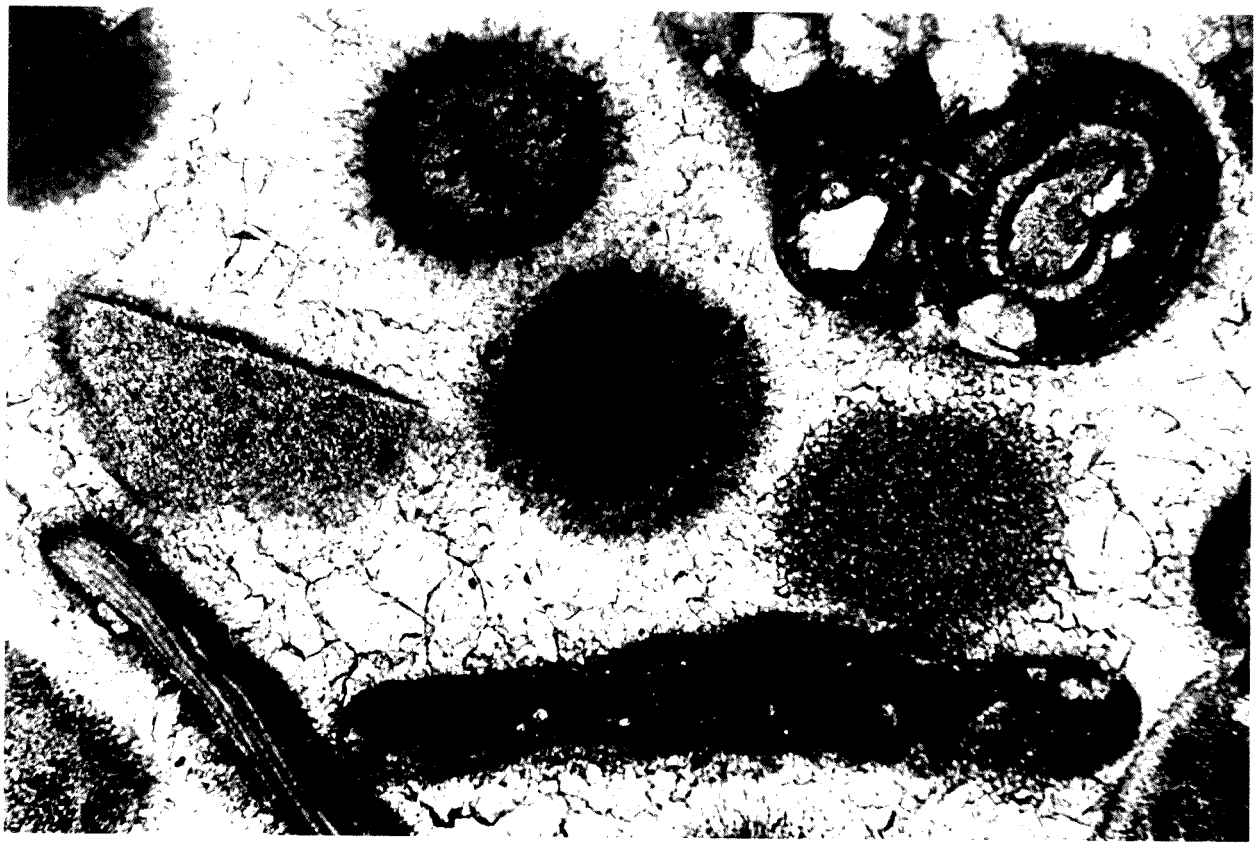
1



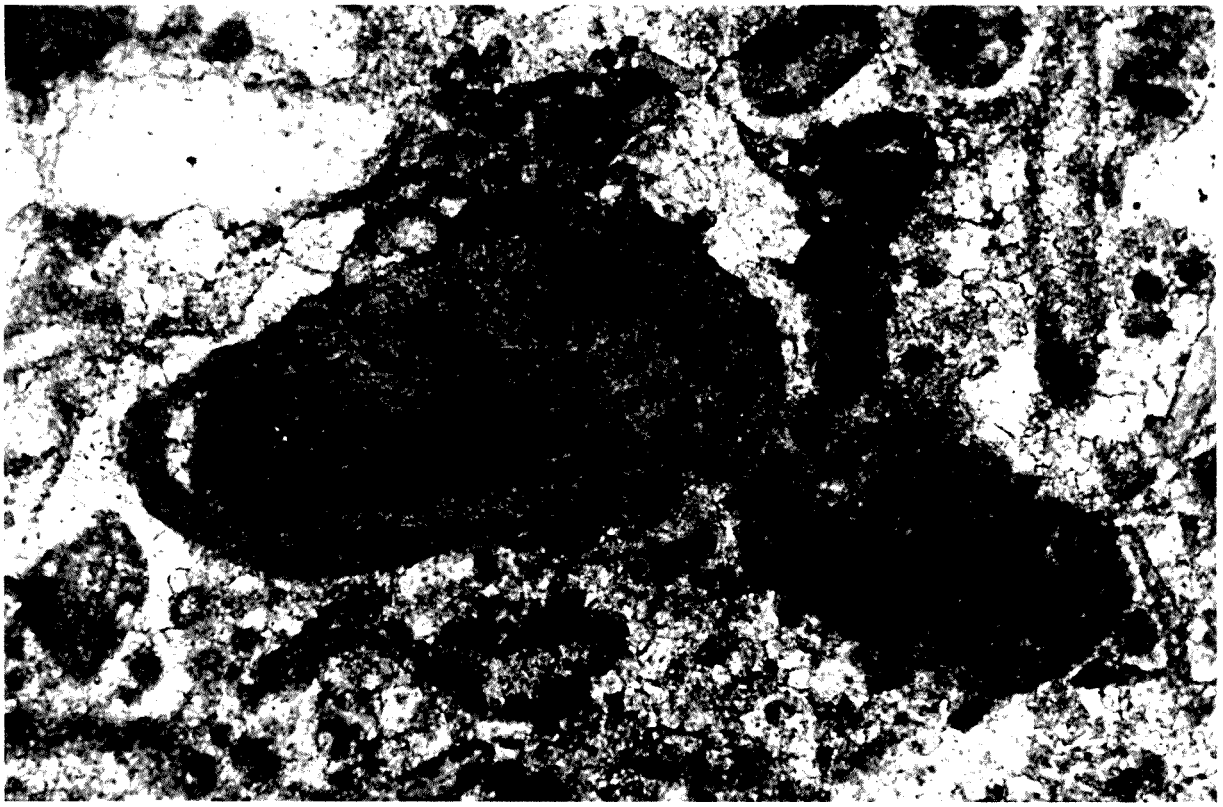
2



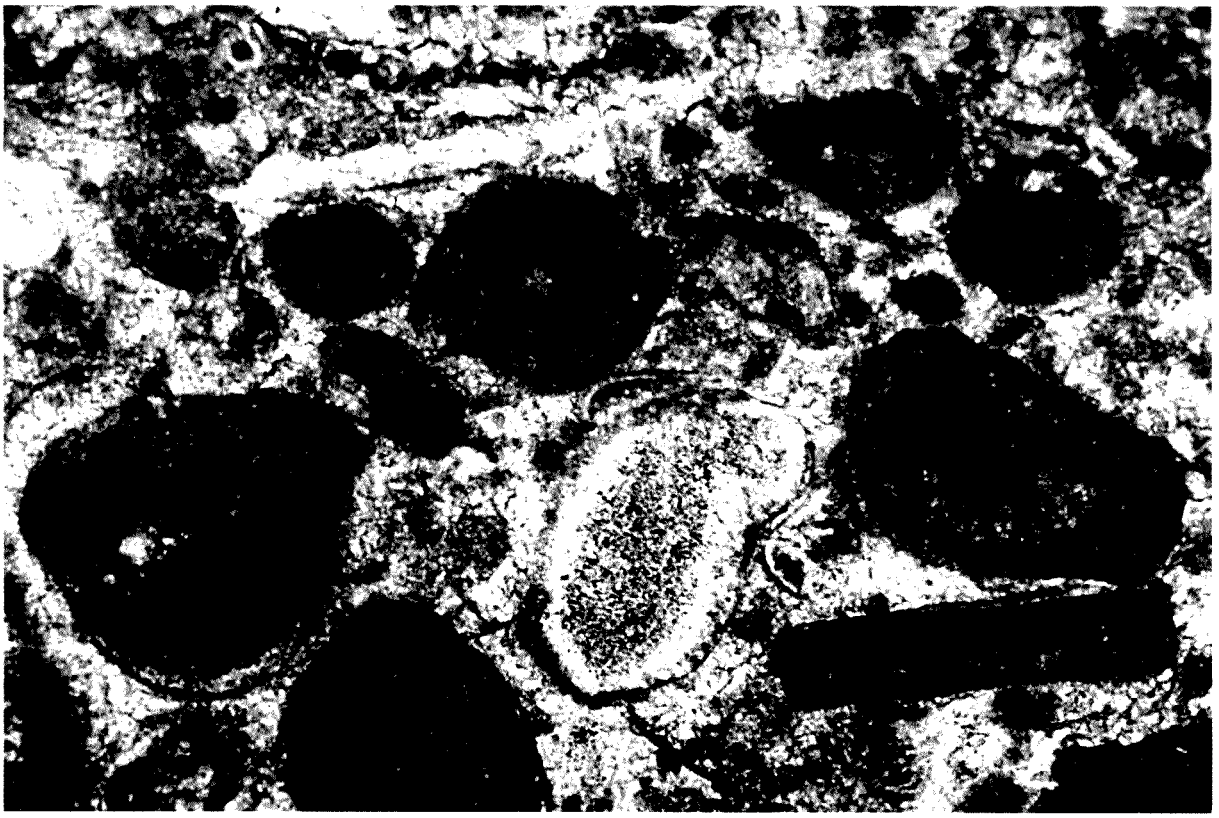
1



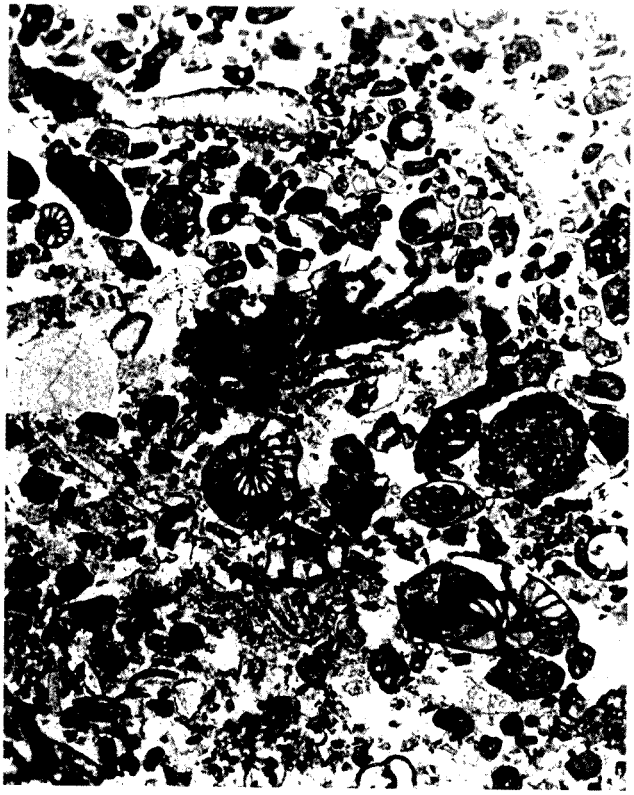
2



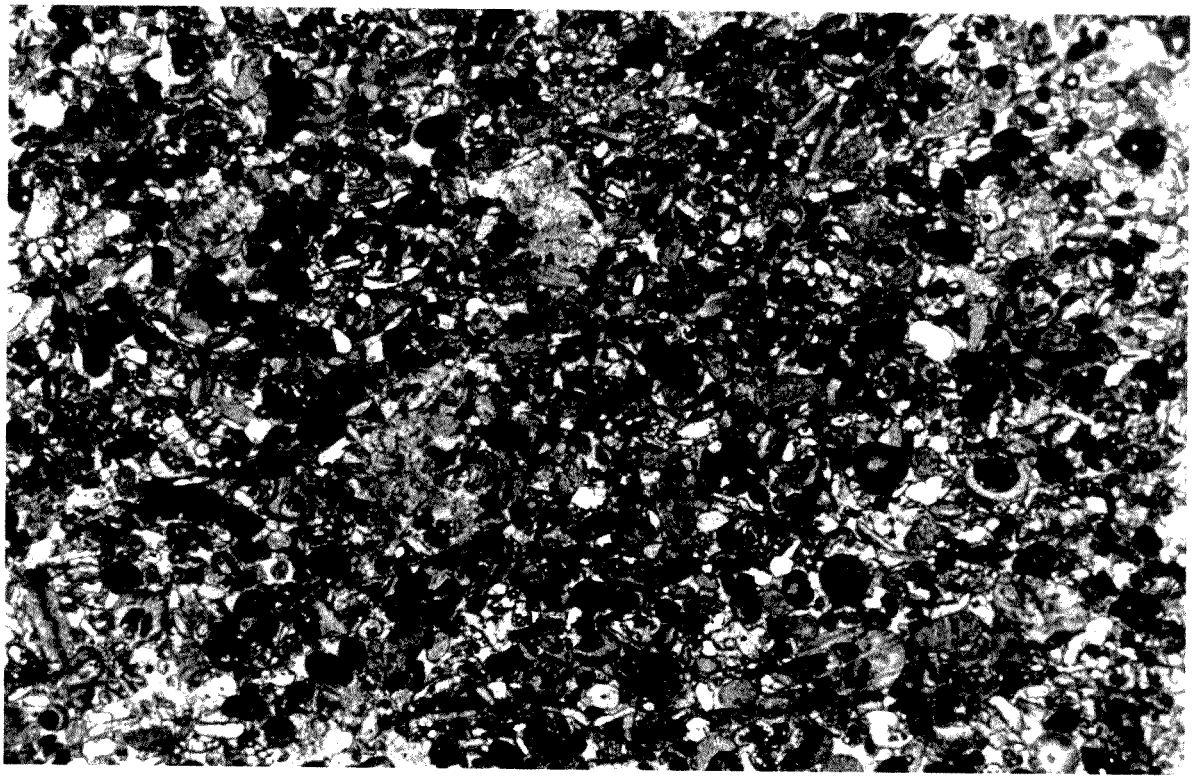
1



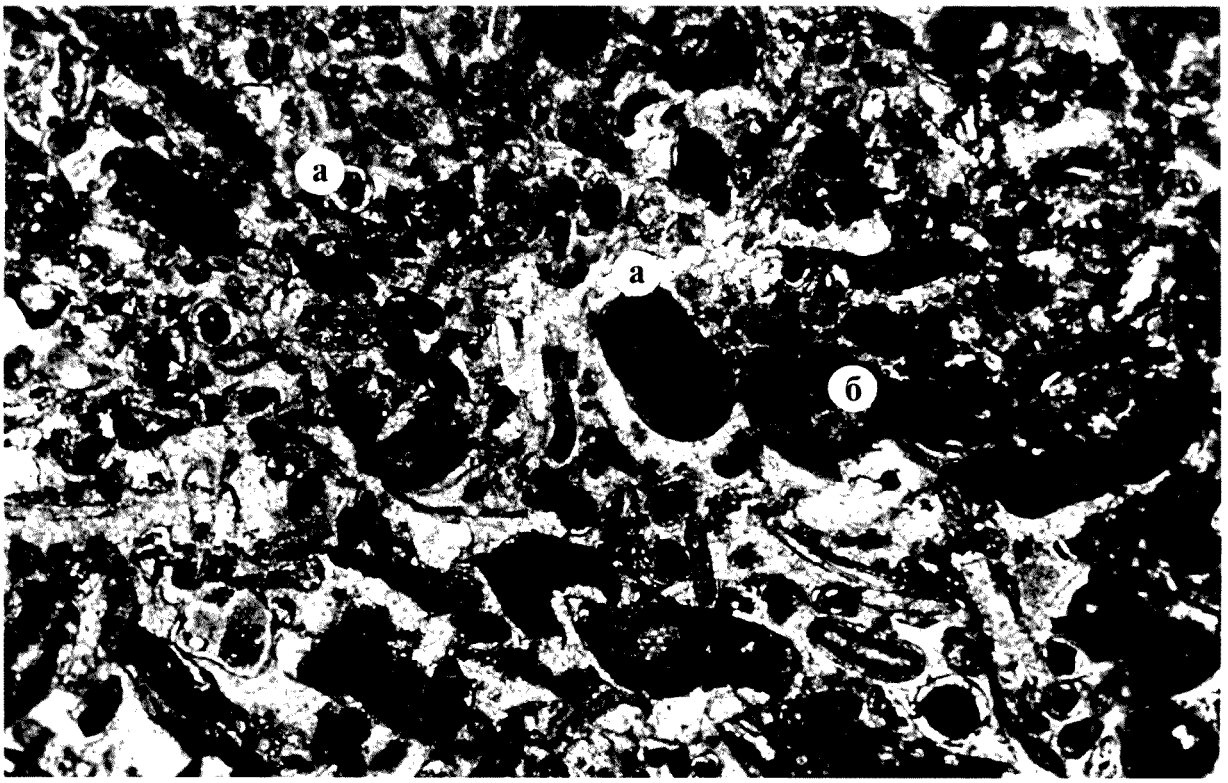
2



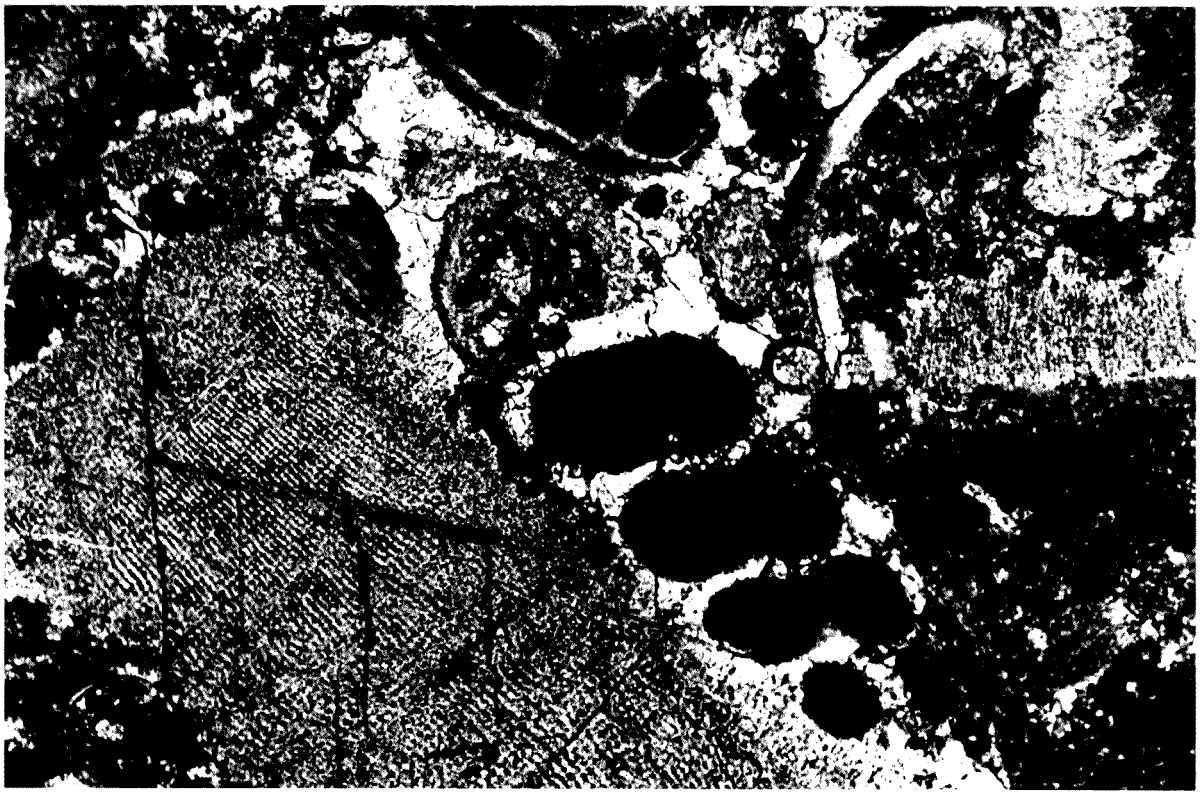
1



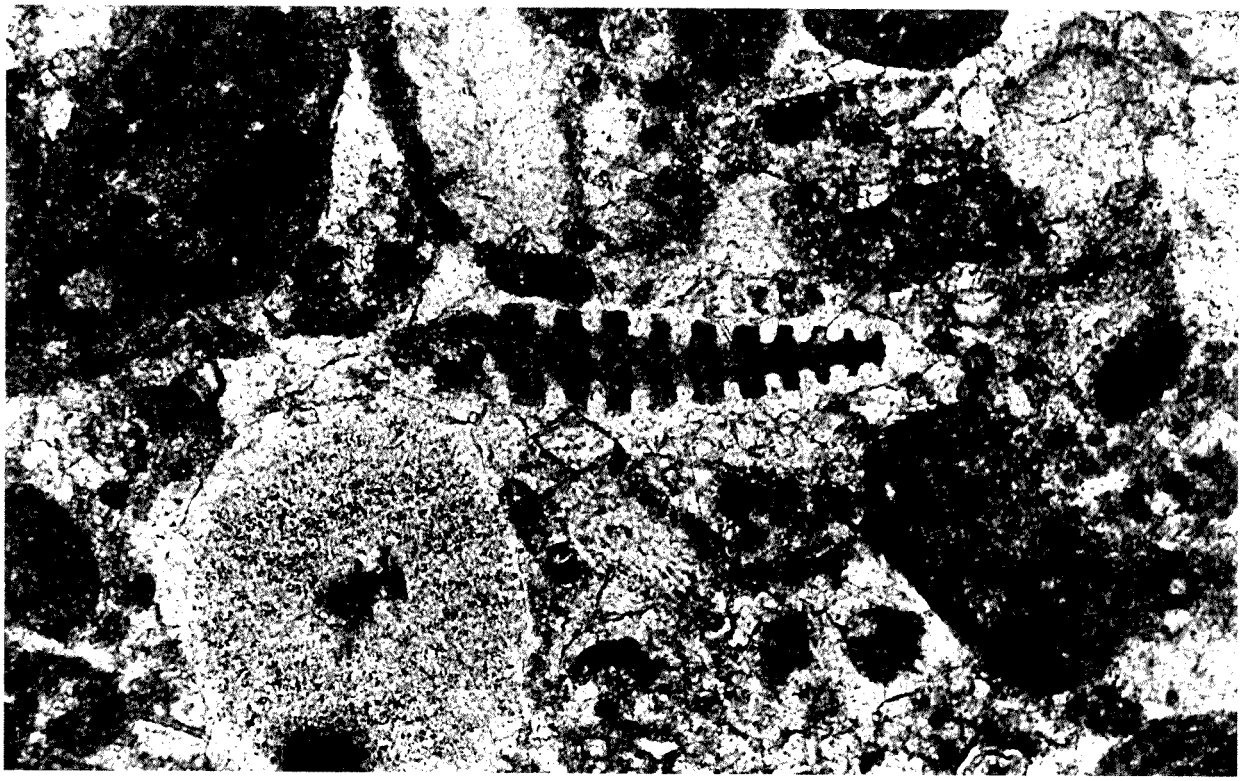
2



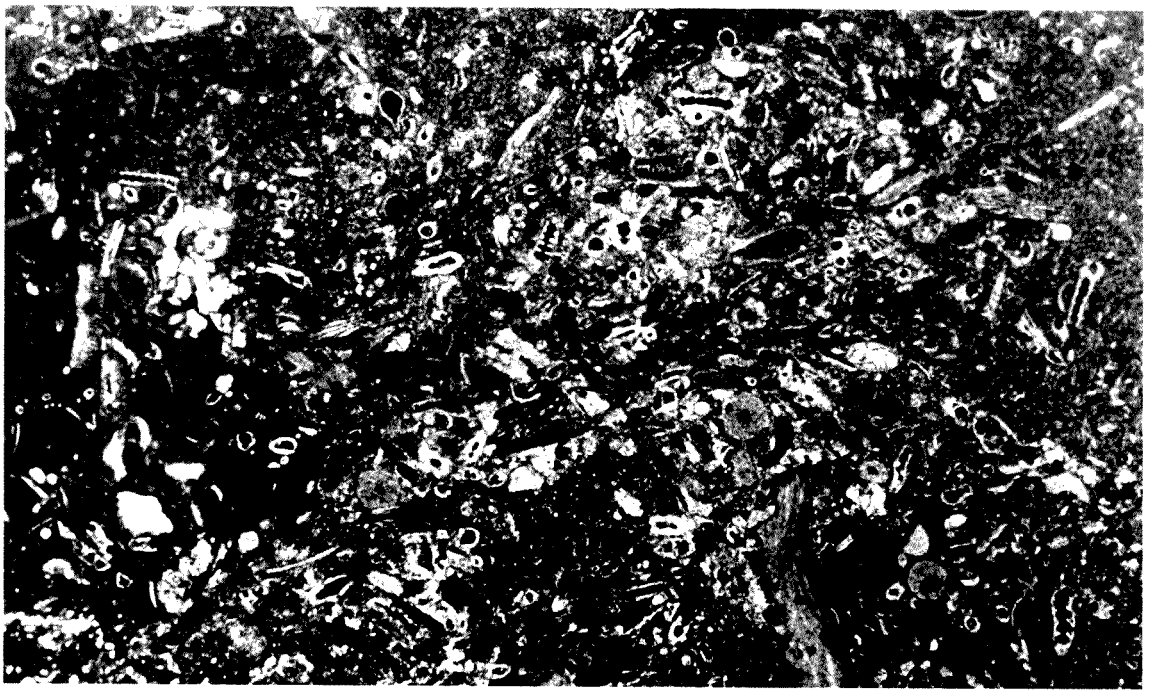
1



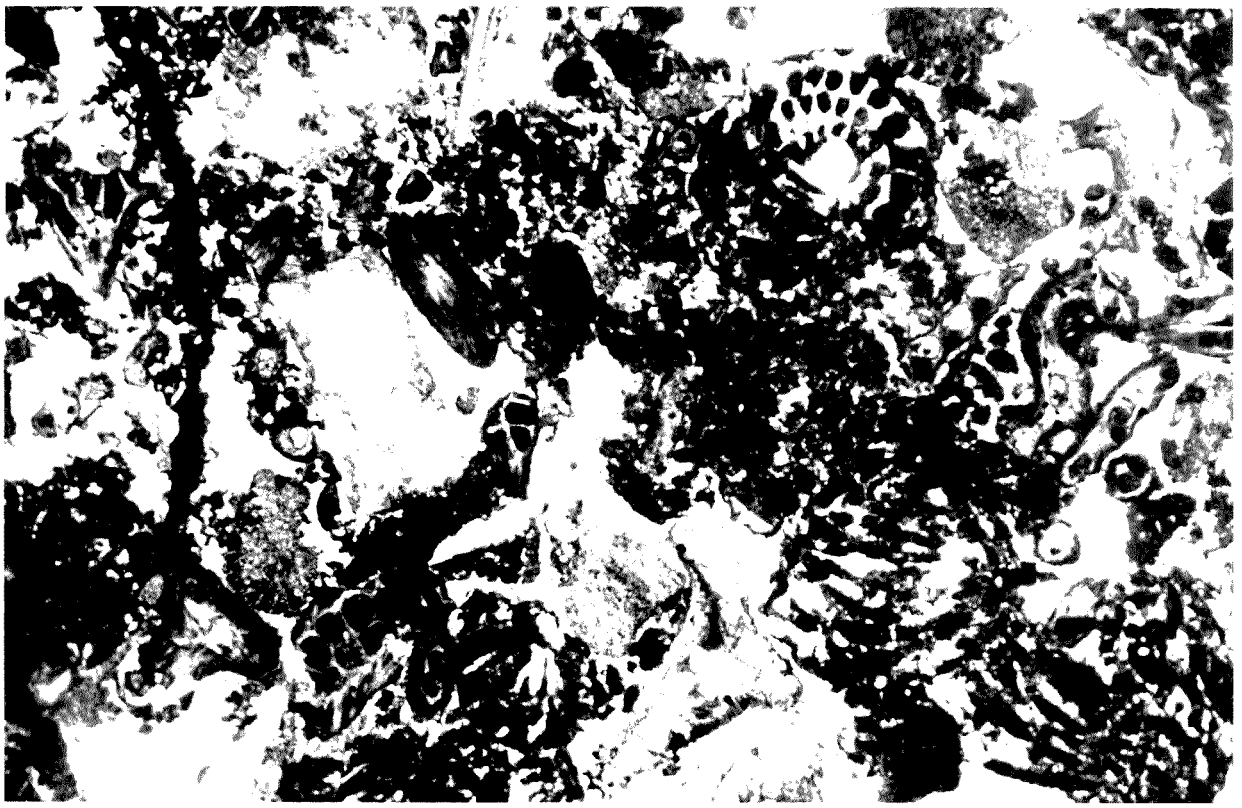
2



1



2



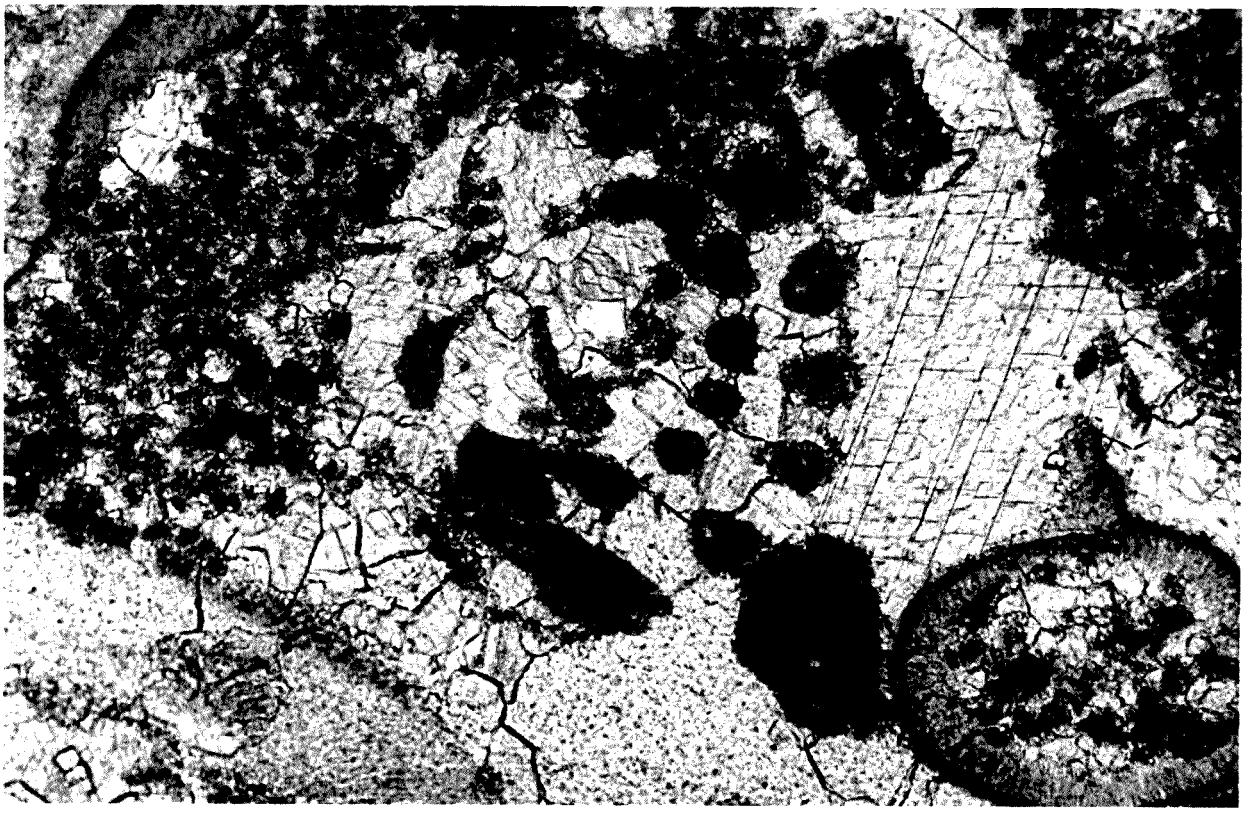
1



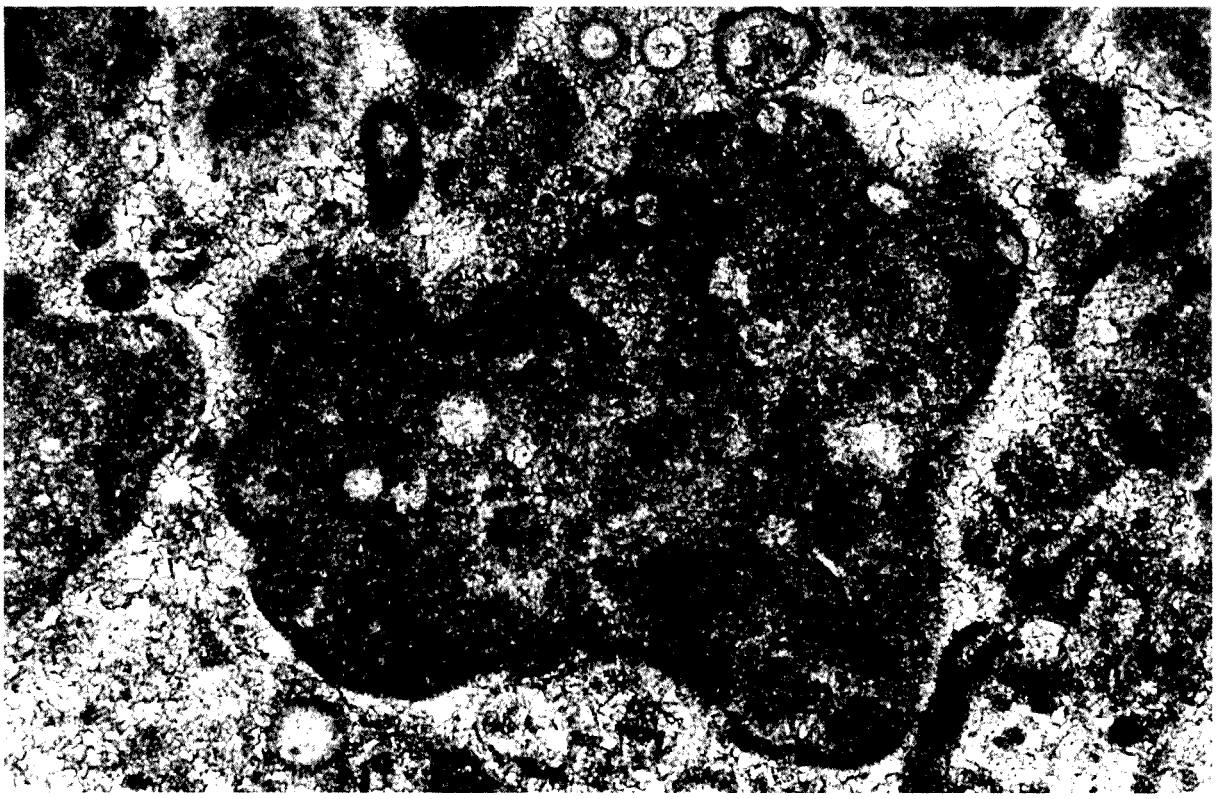
2



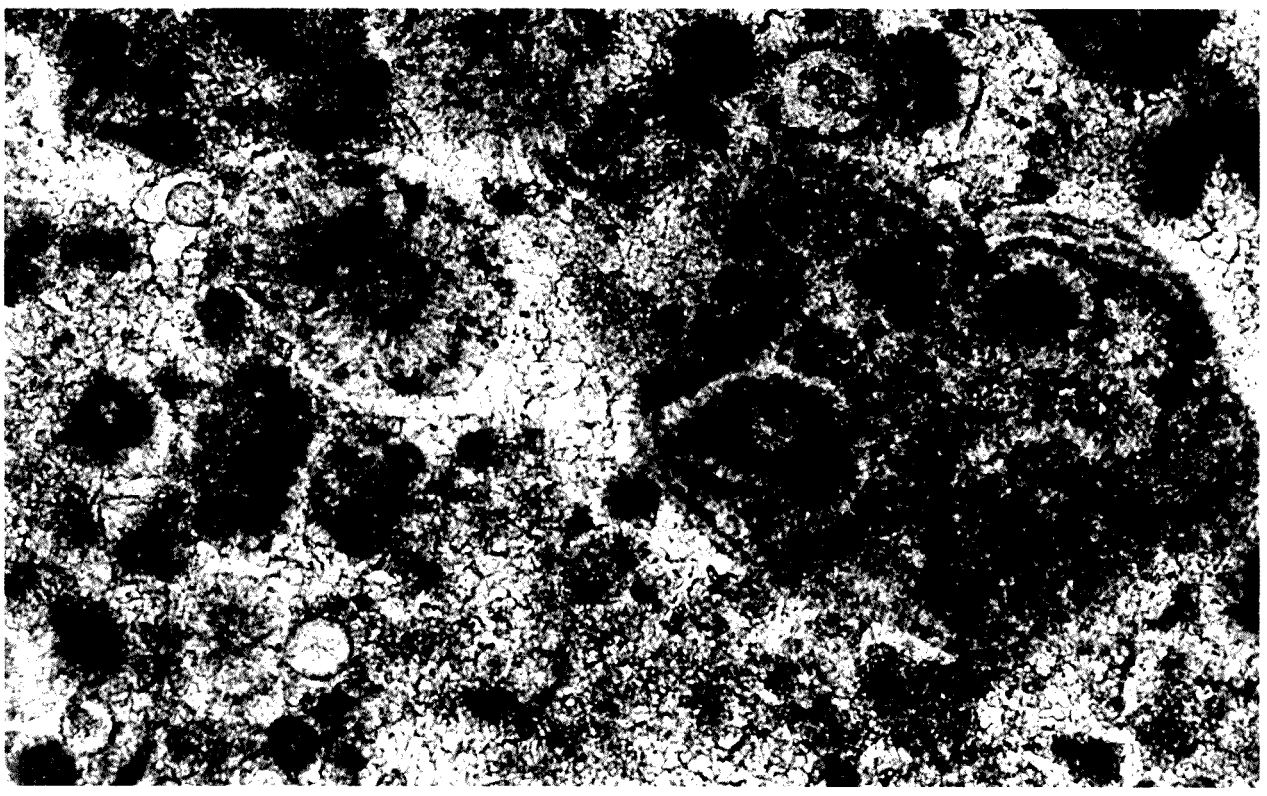
1



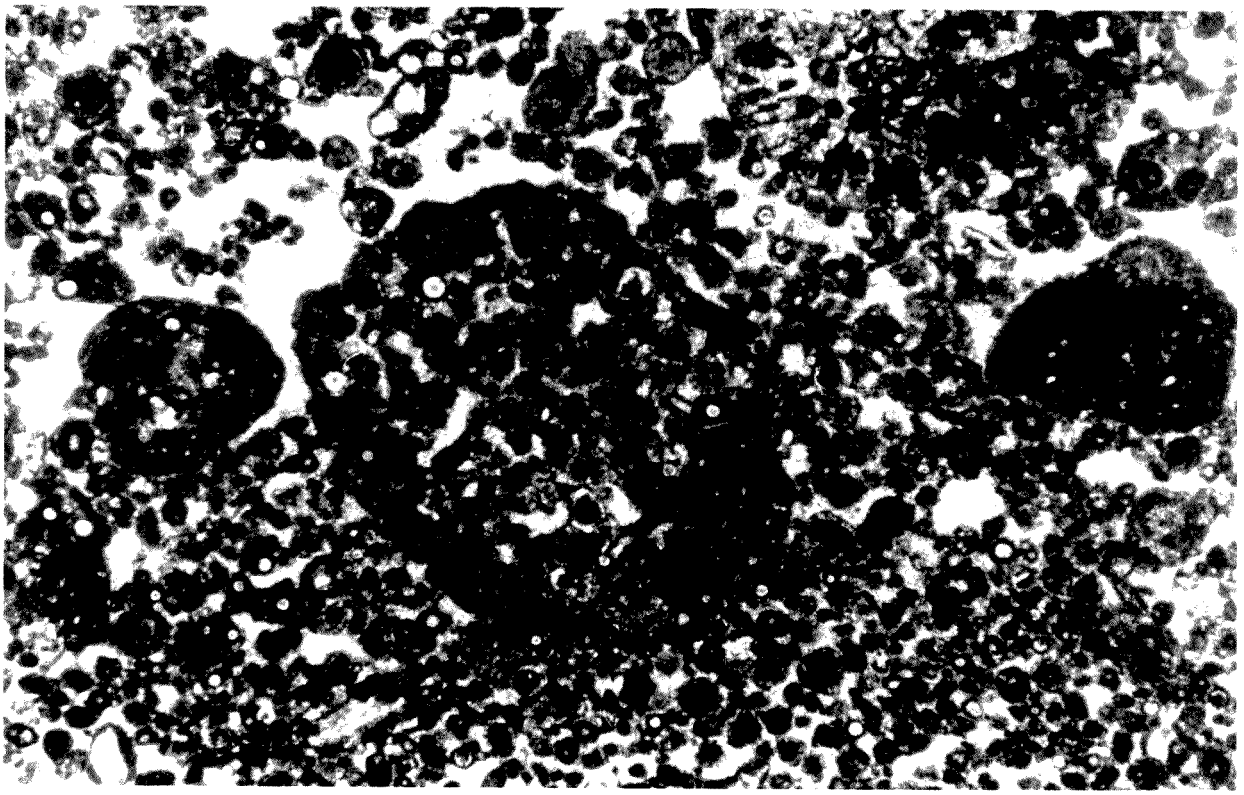
2



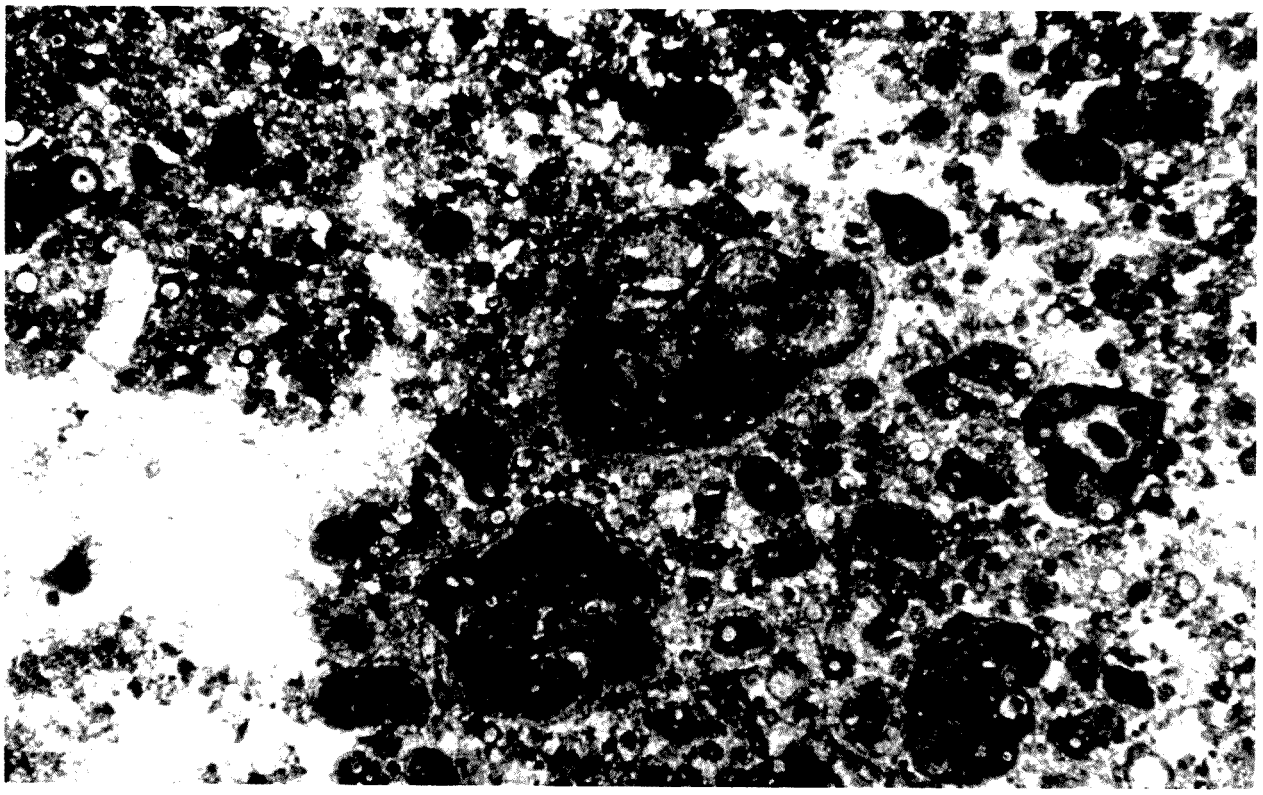
1



2



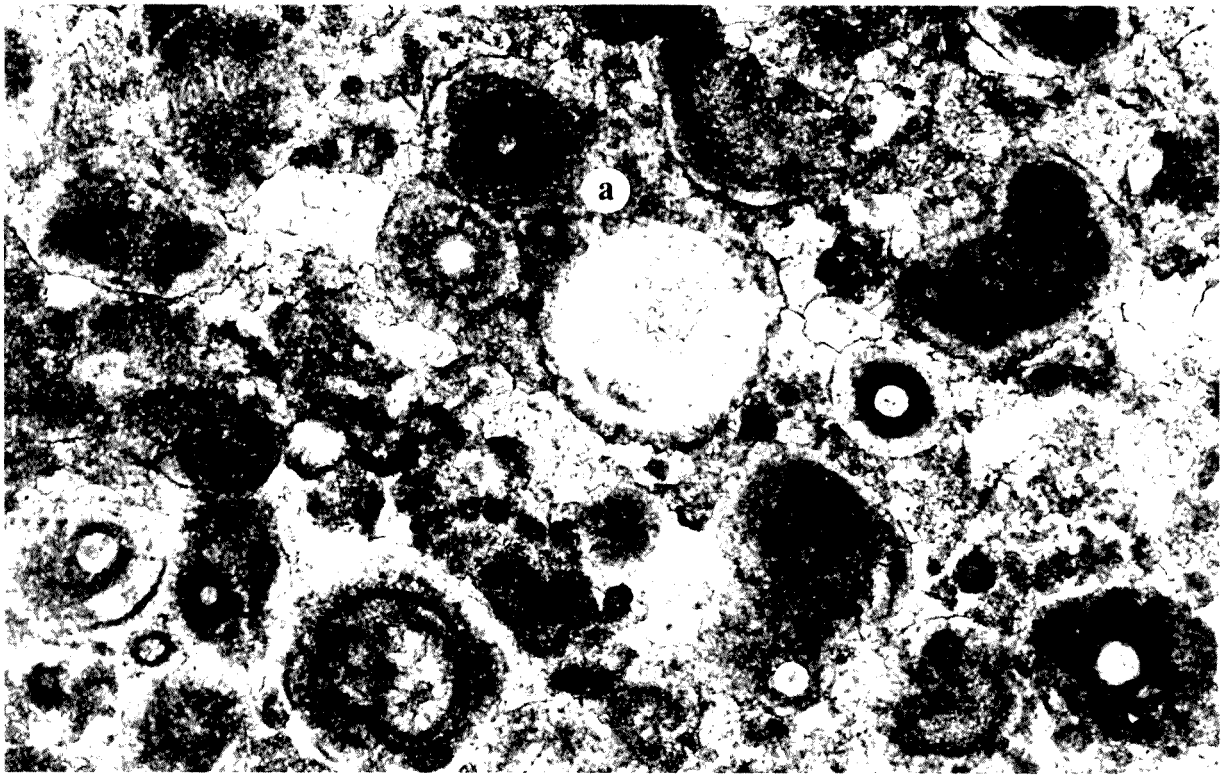
1



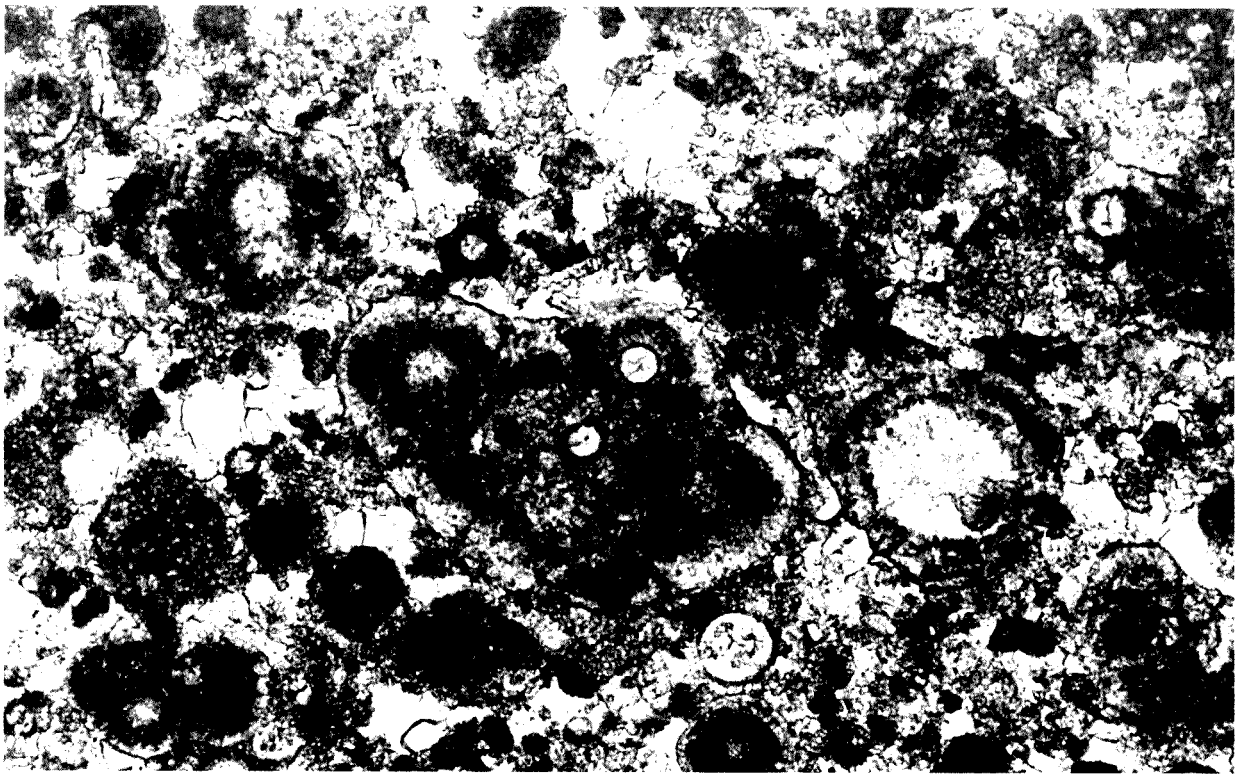
2



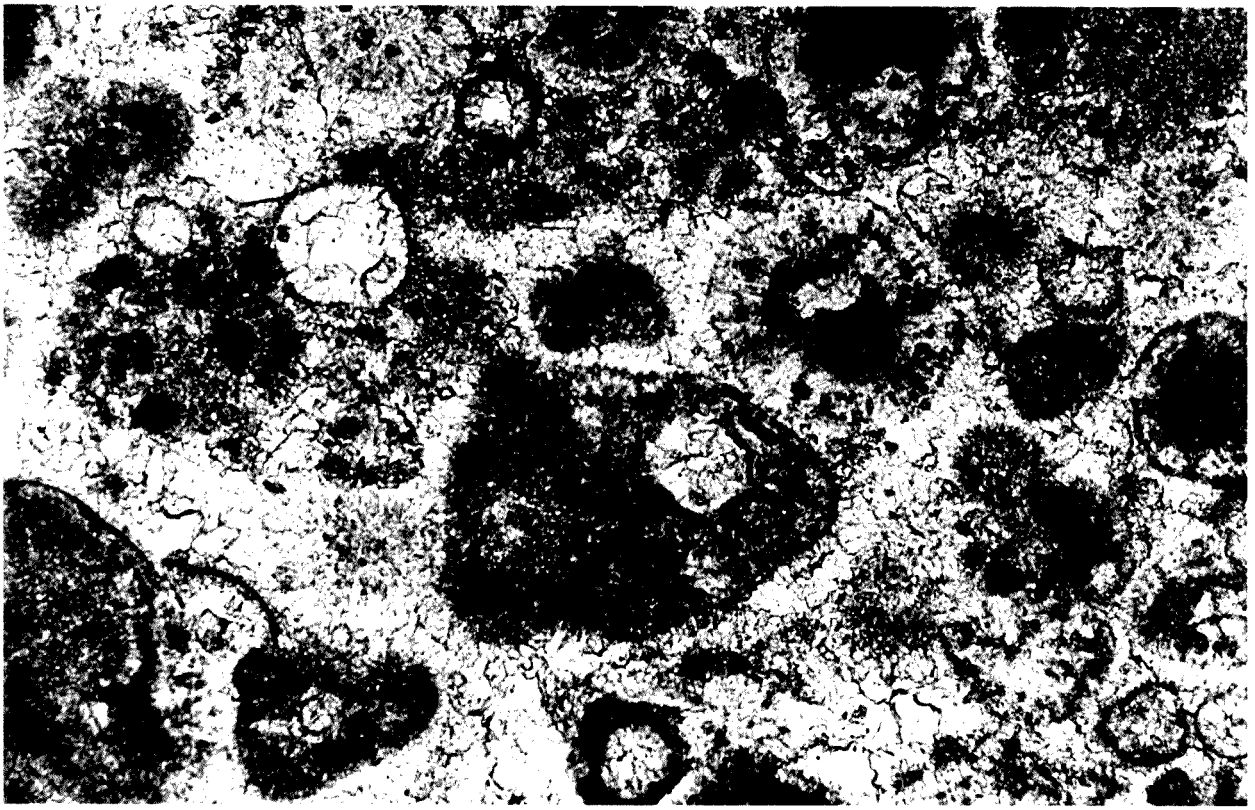
1



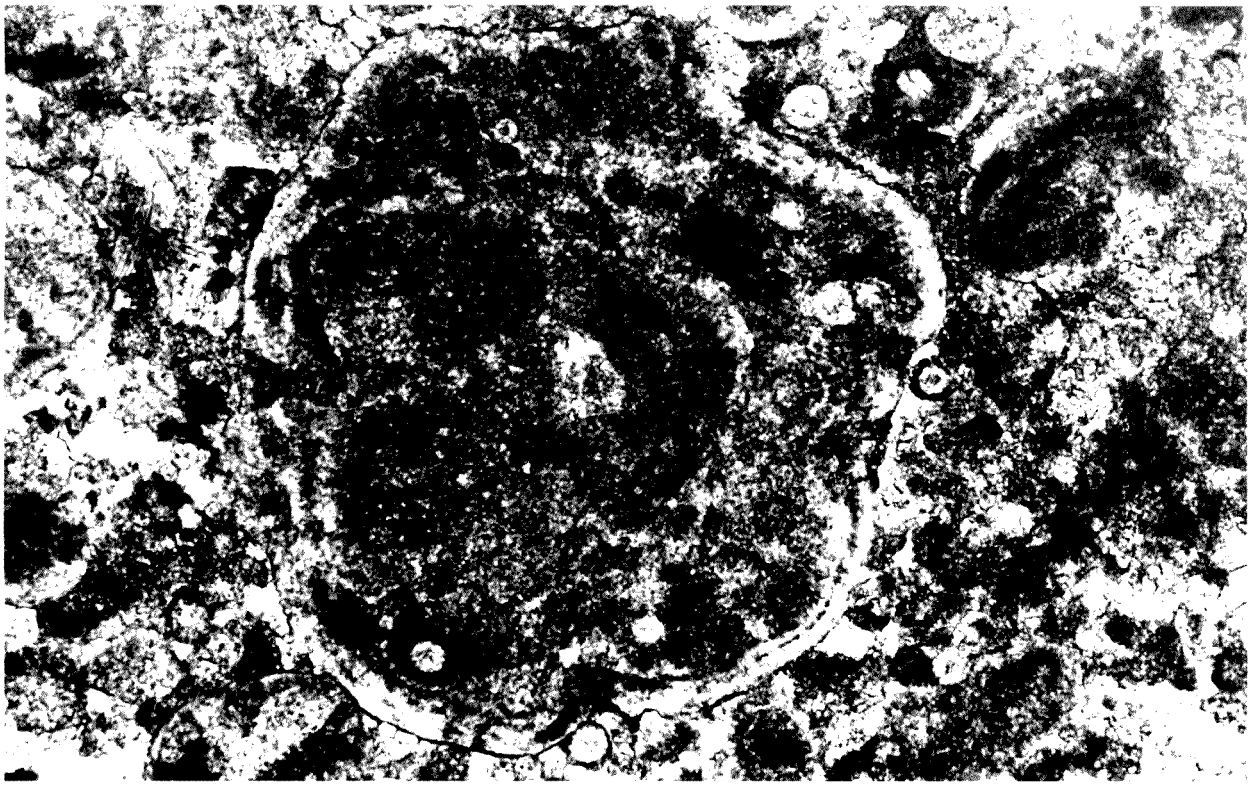
2



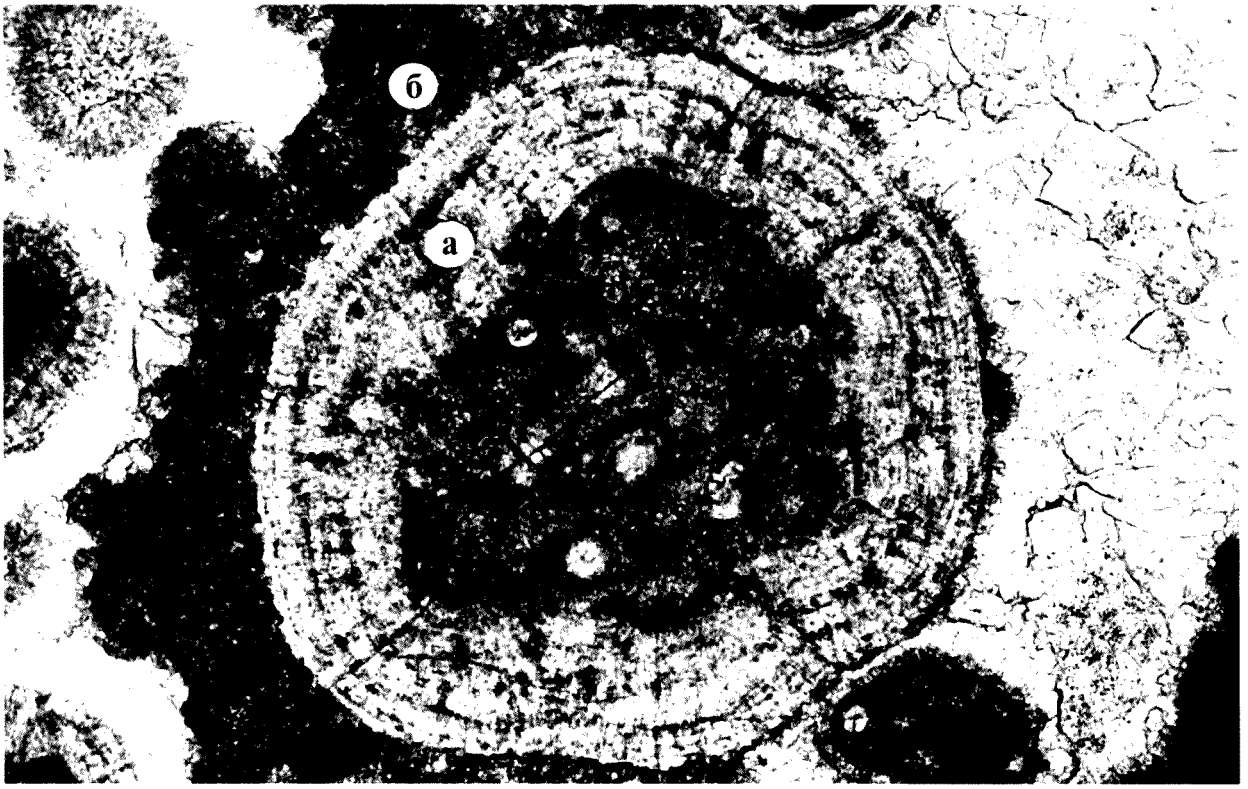
1



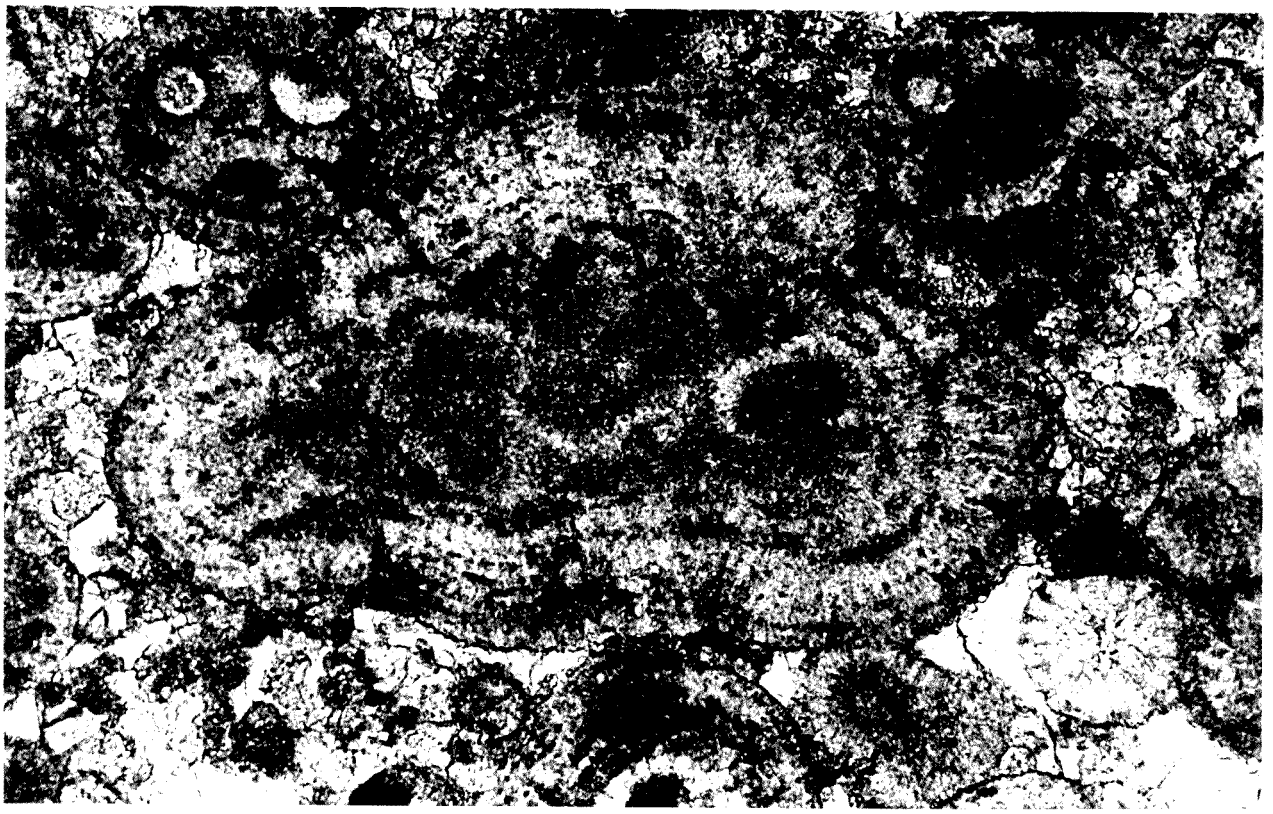
2



1



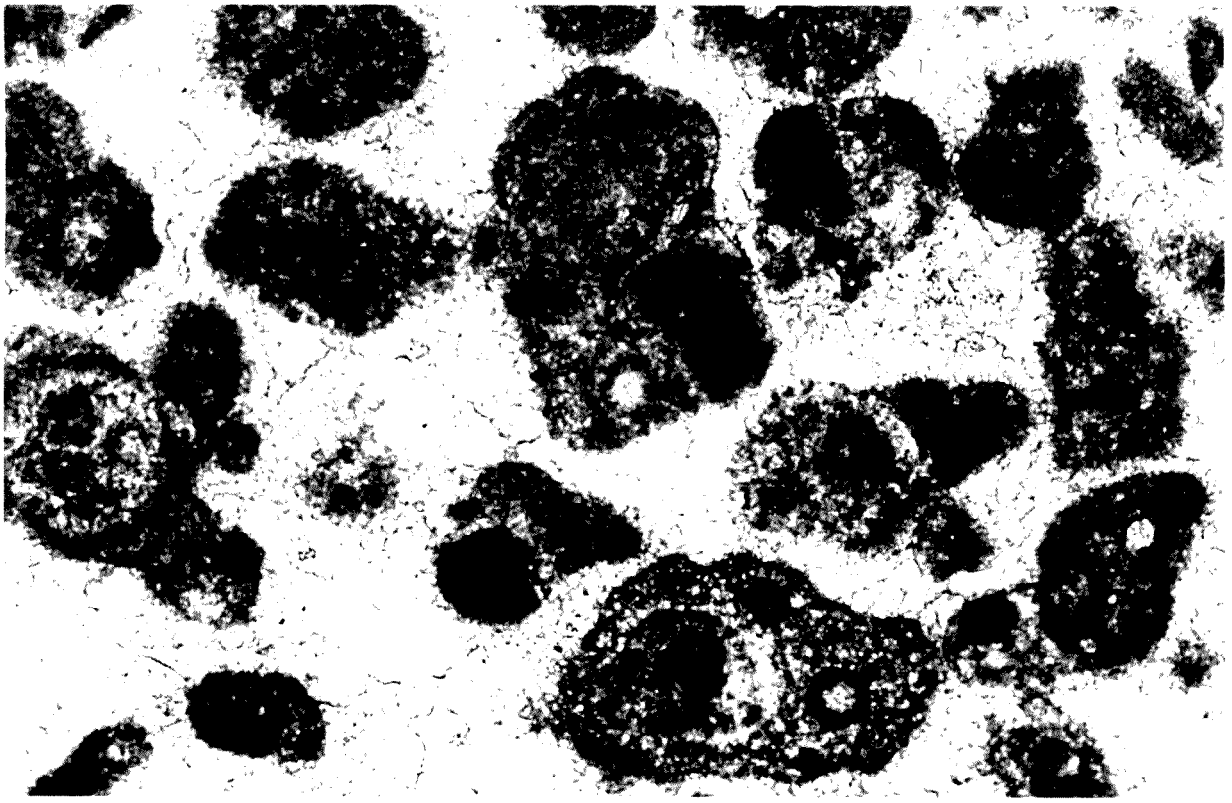
2



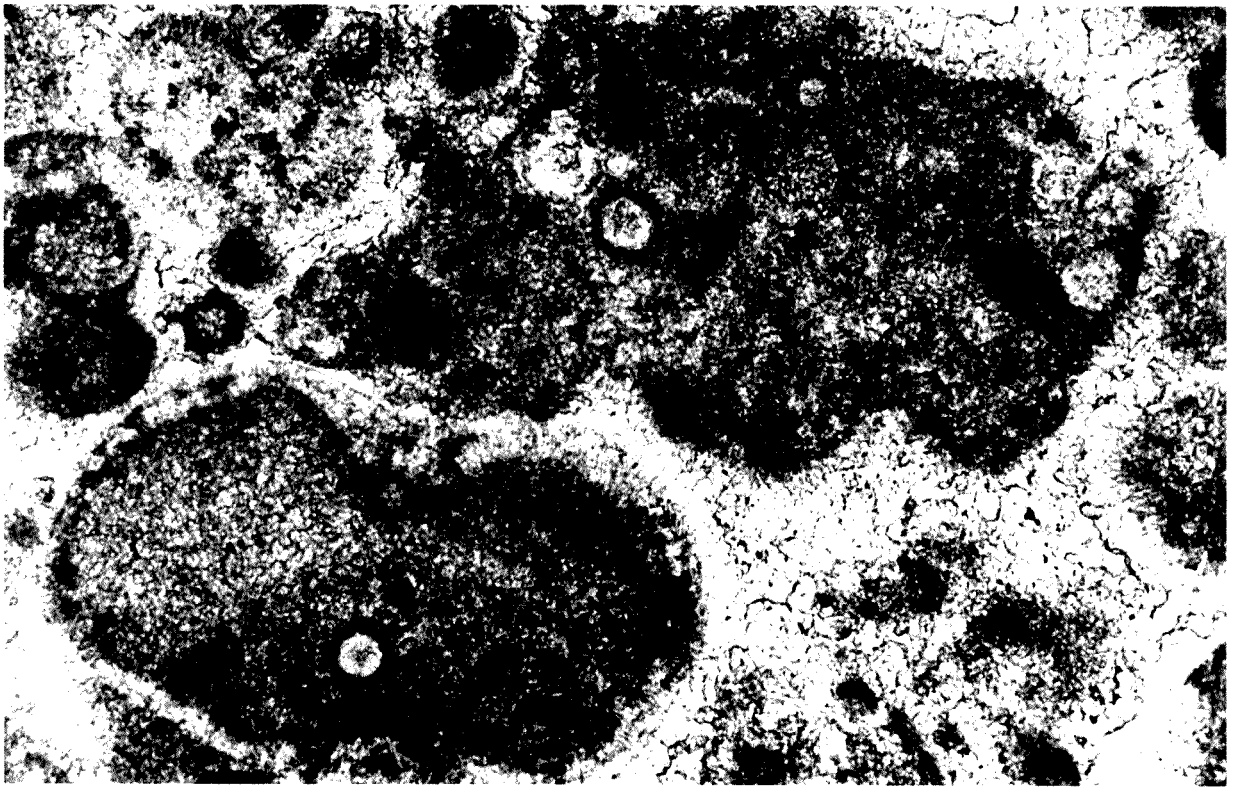
1



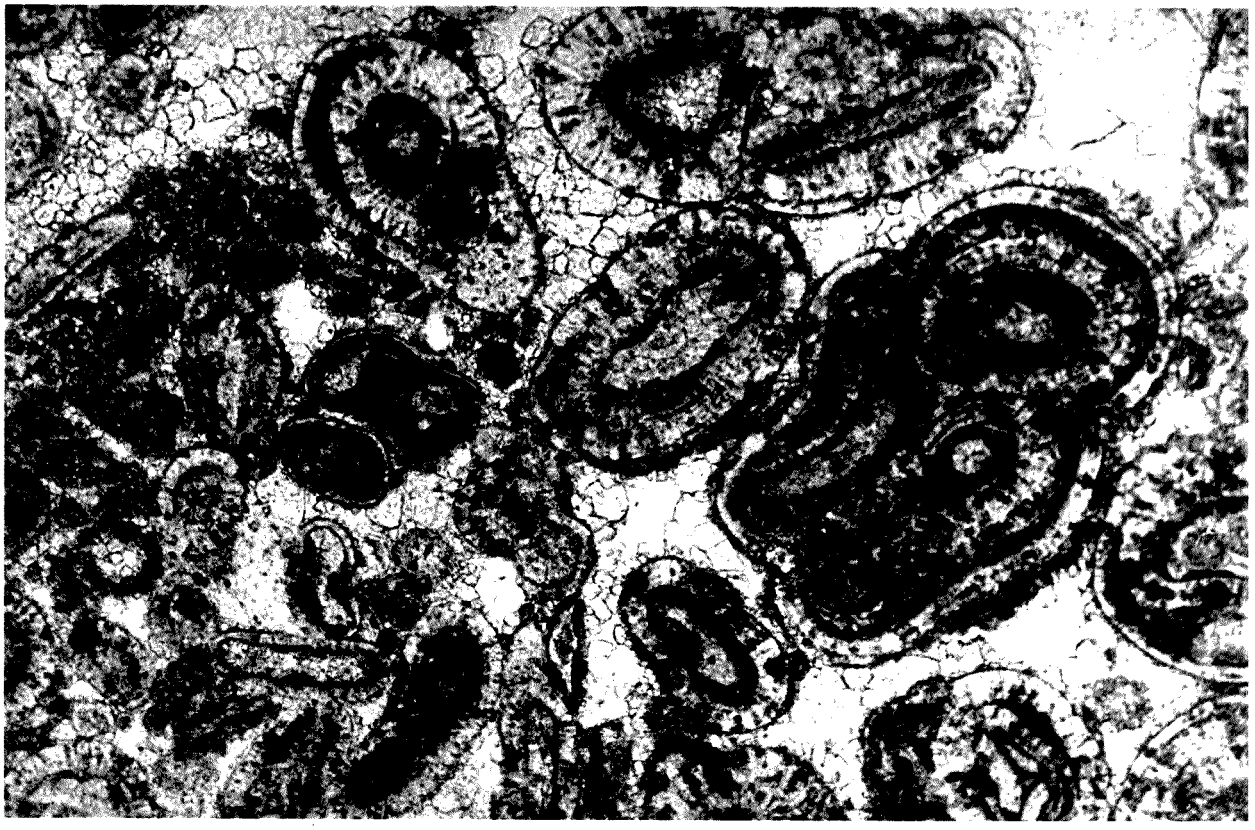
2



1



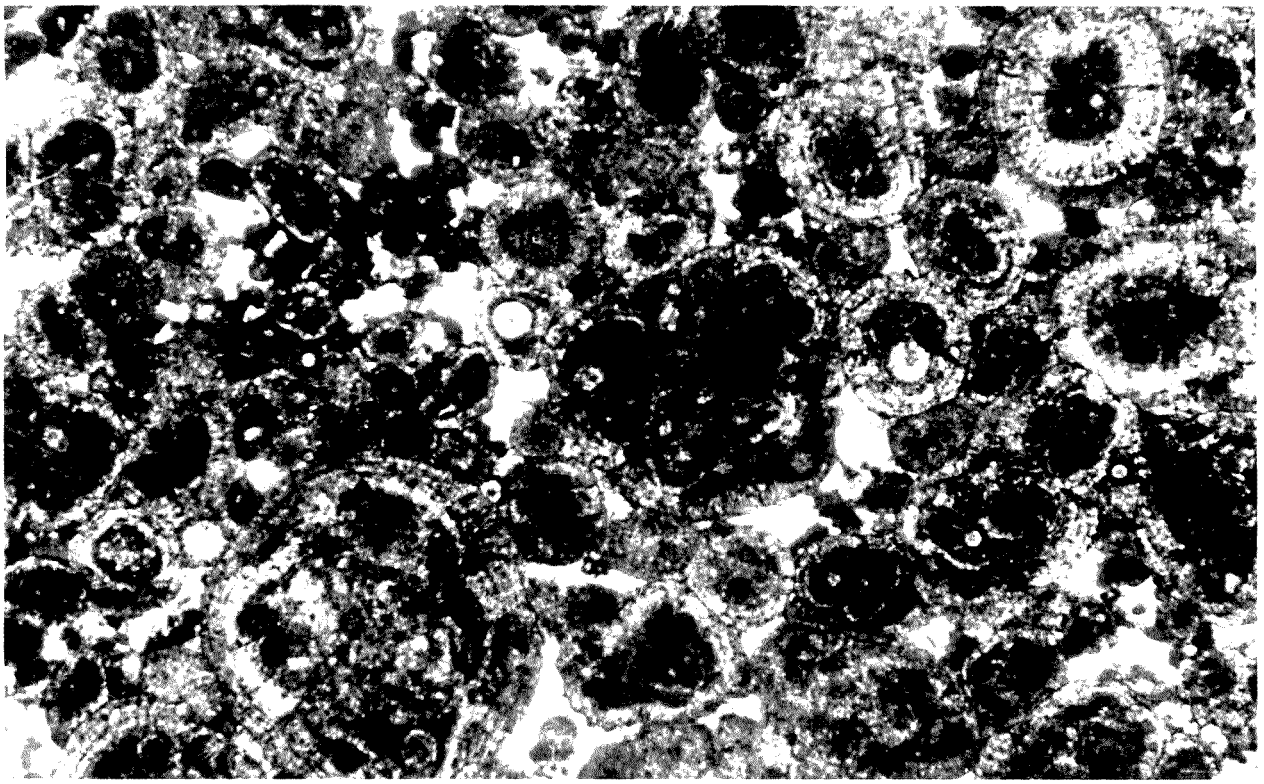
2



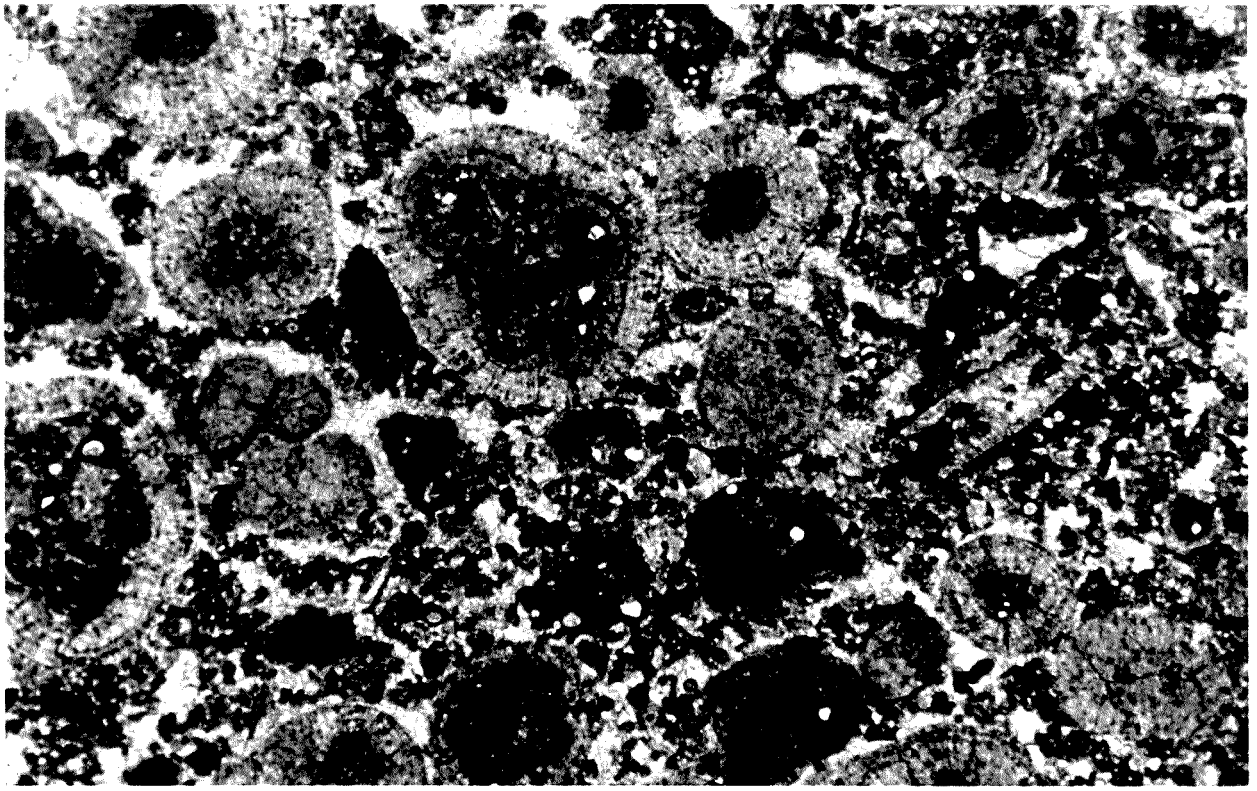
1



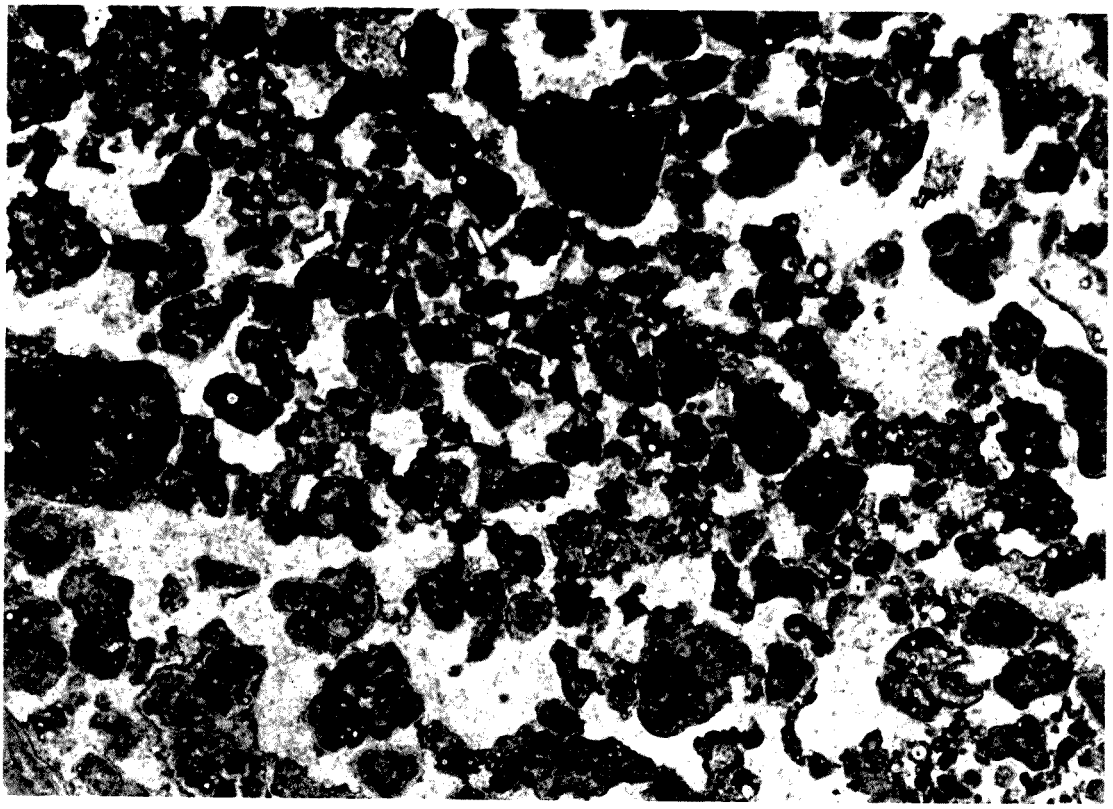
2



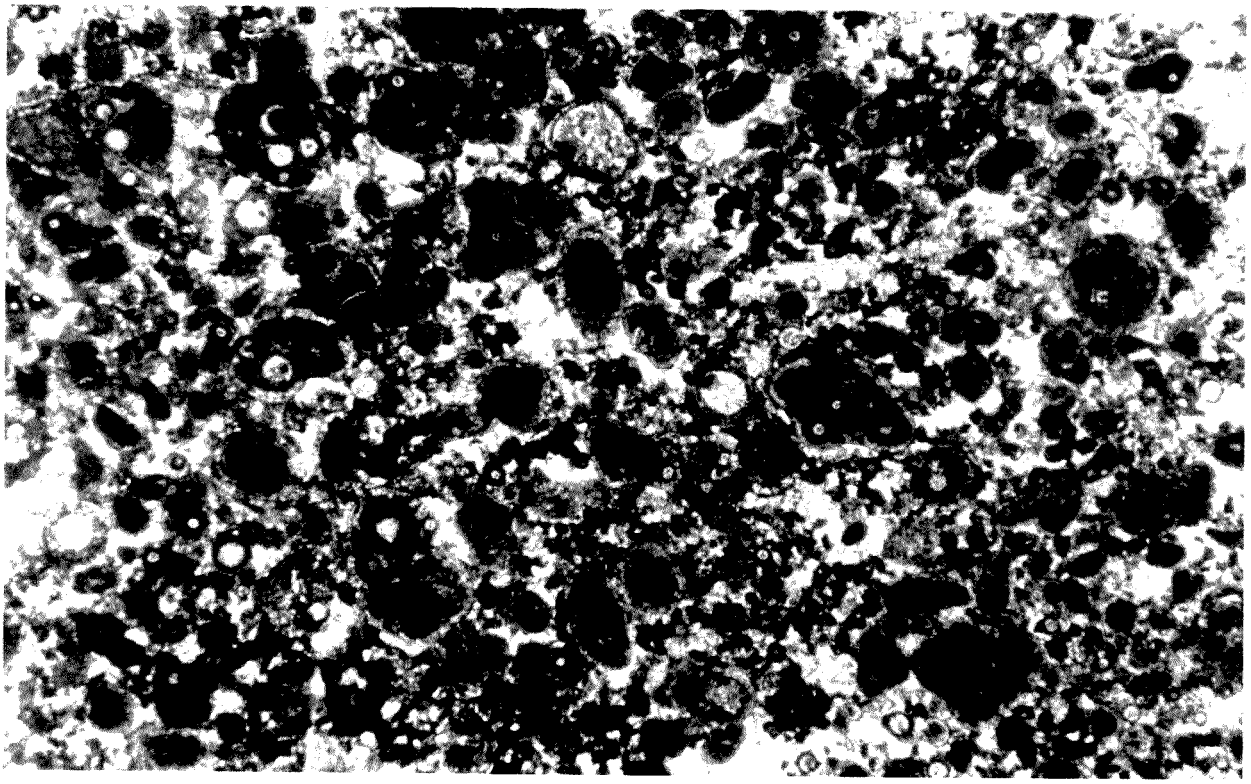
1



2

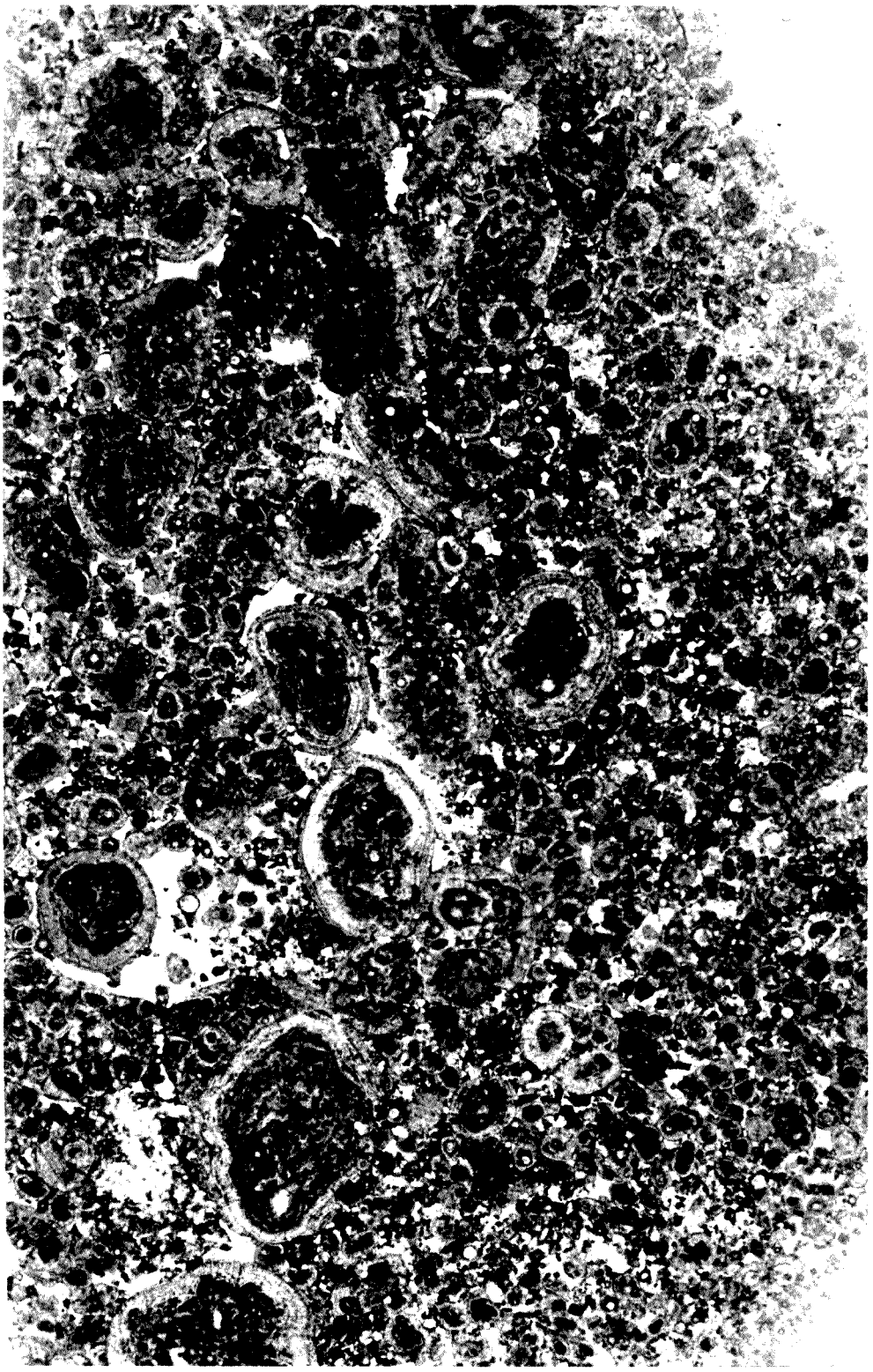


1



2

верх

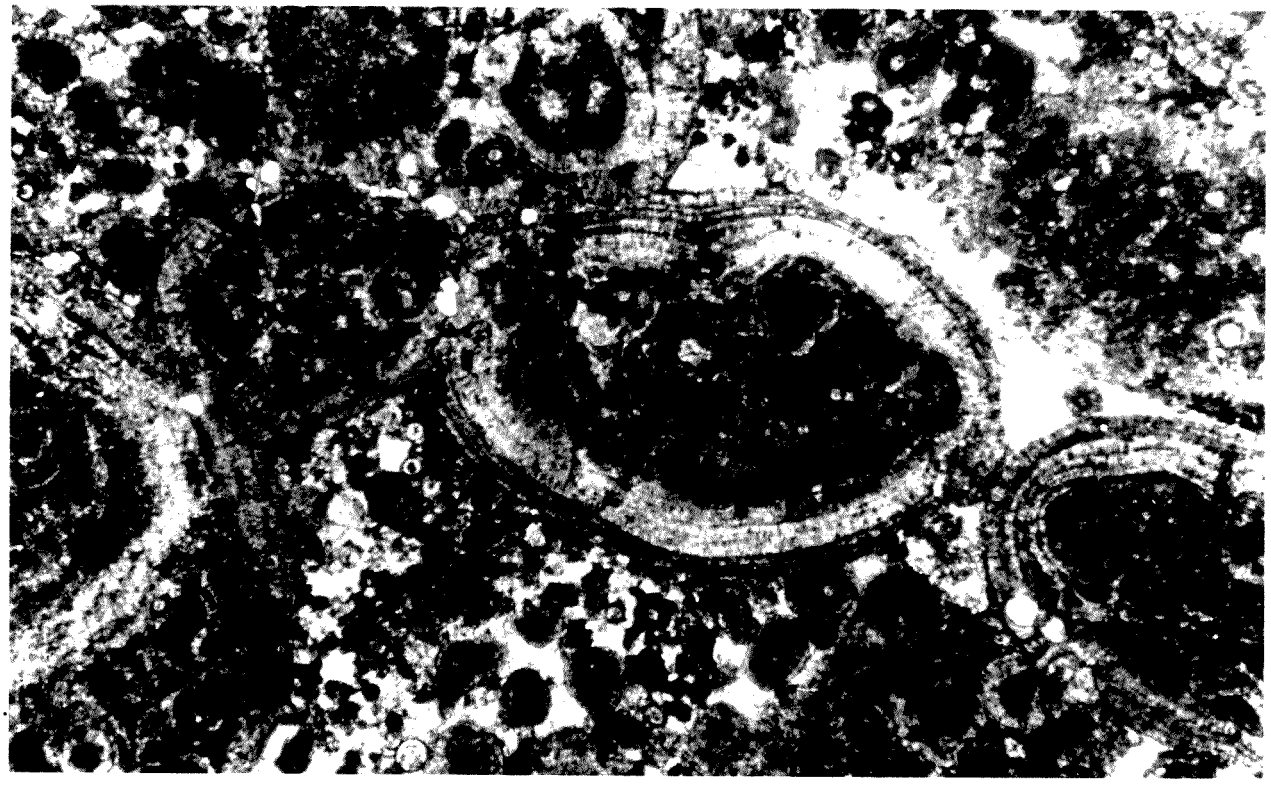




1



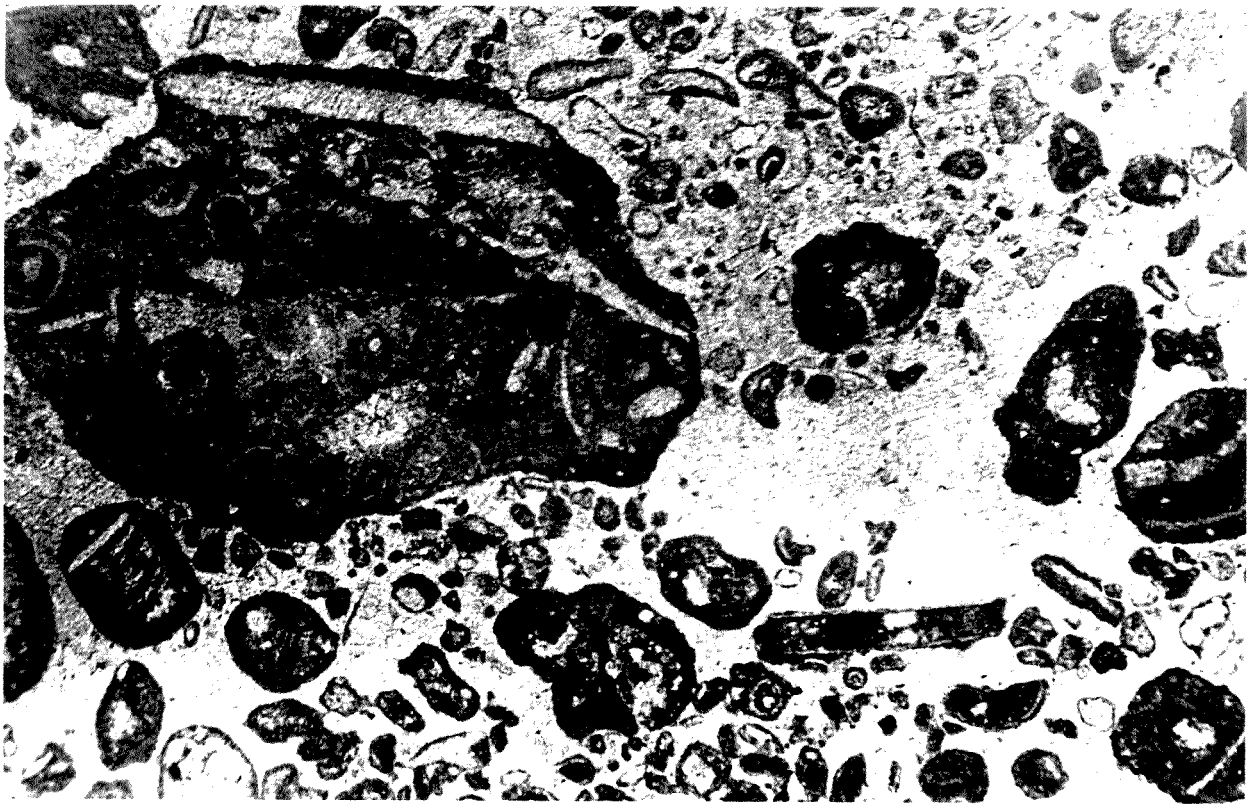
2



3



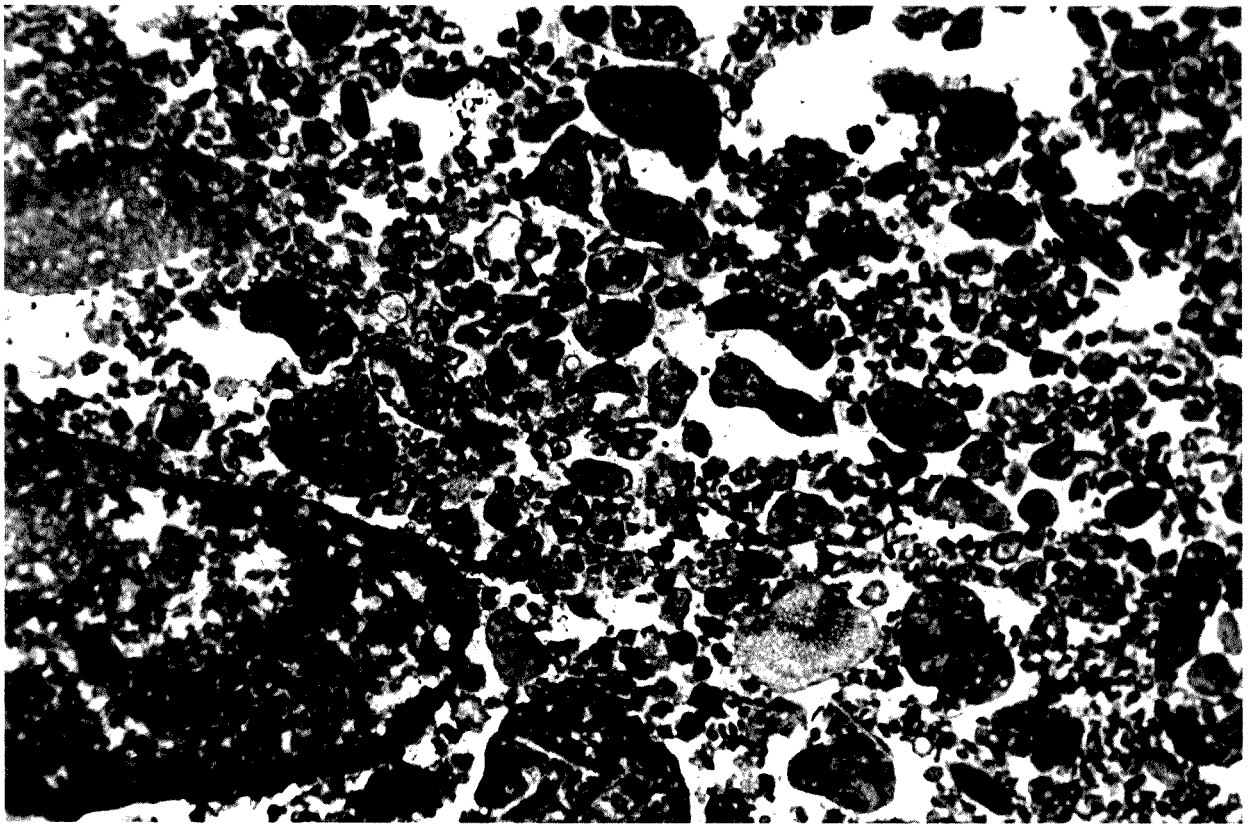
1



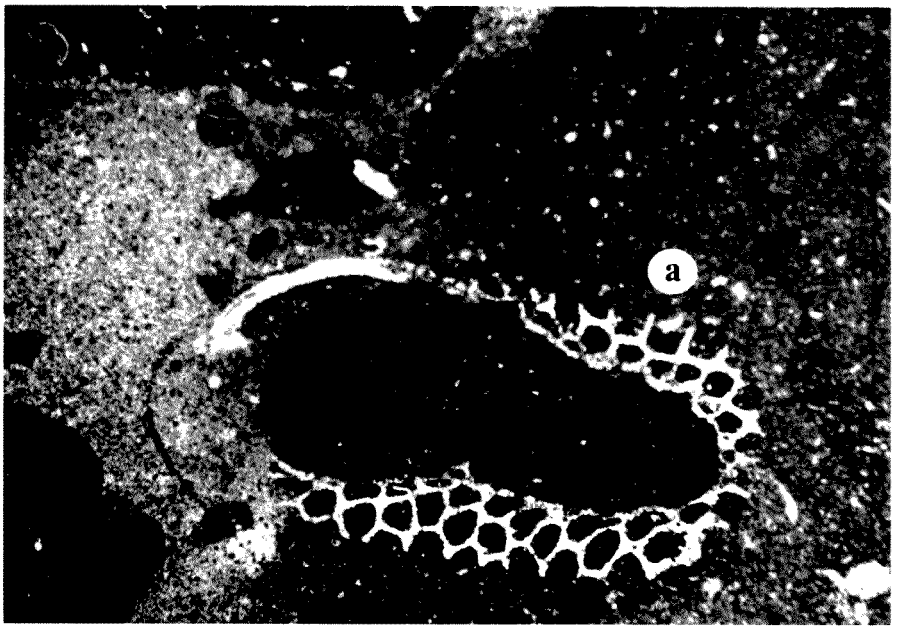
2



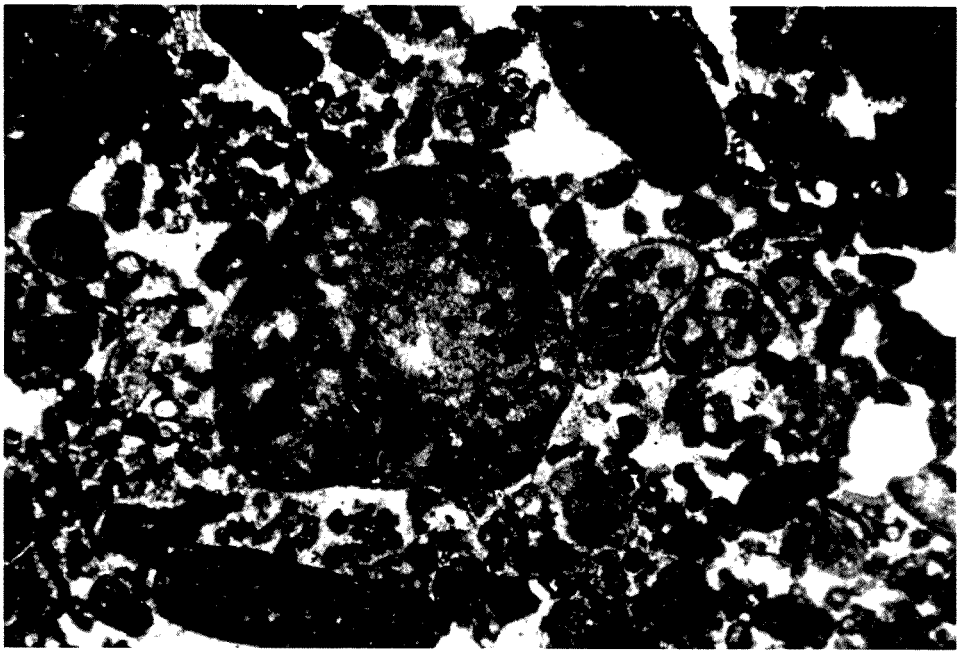
1



2



1



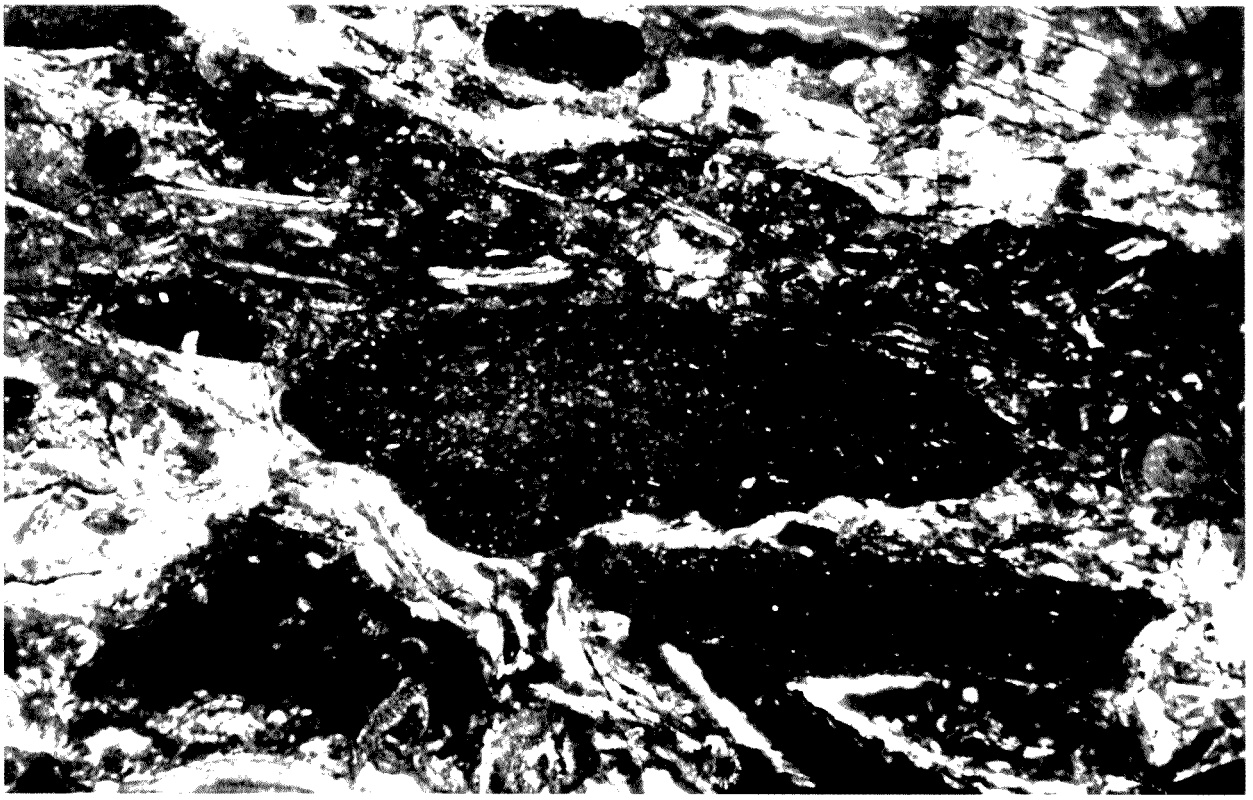
2



1



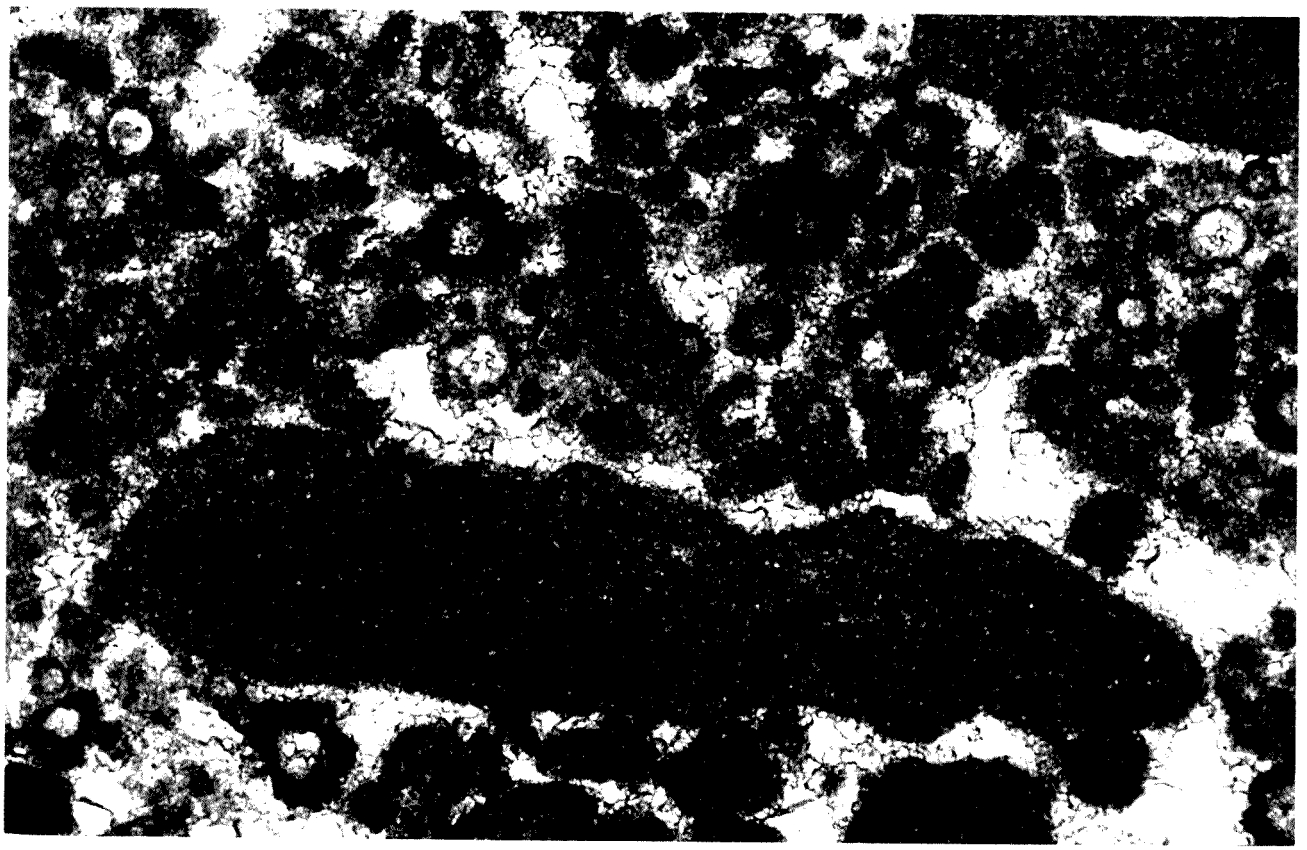
2



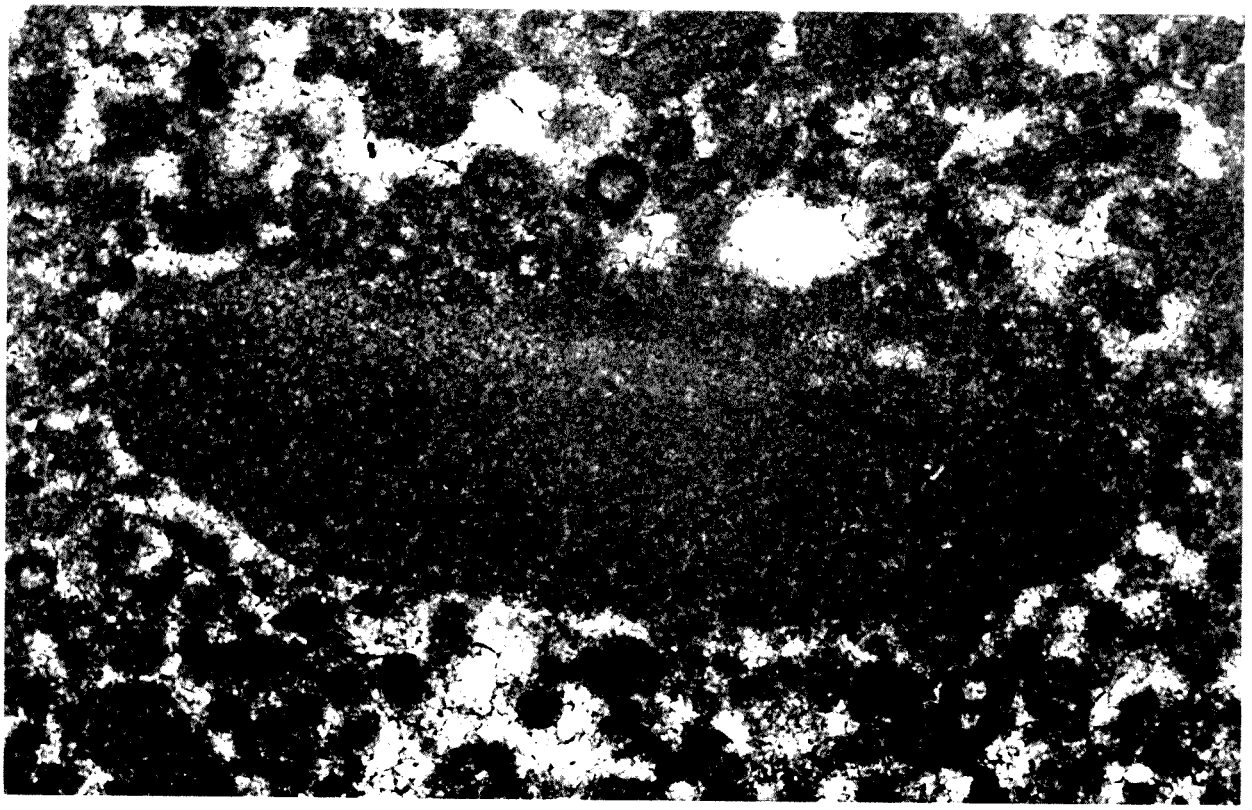
1



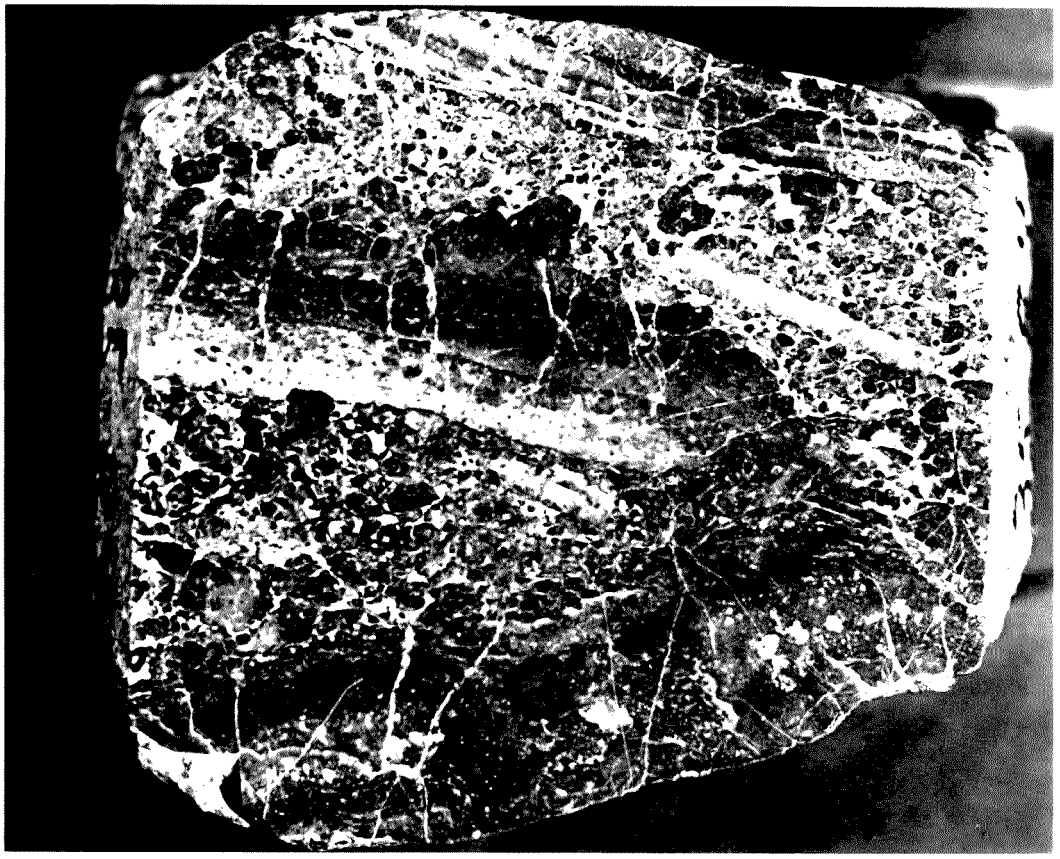
2



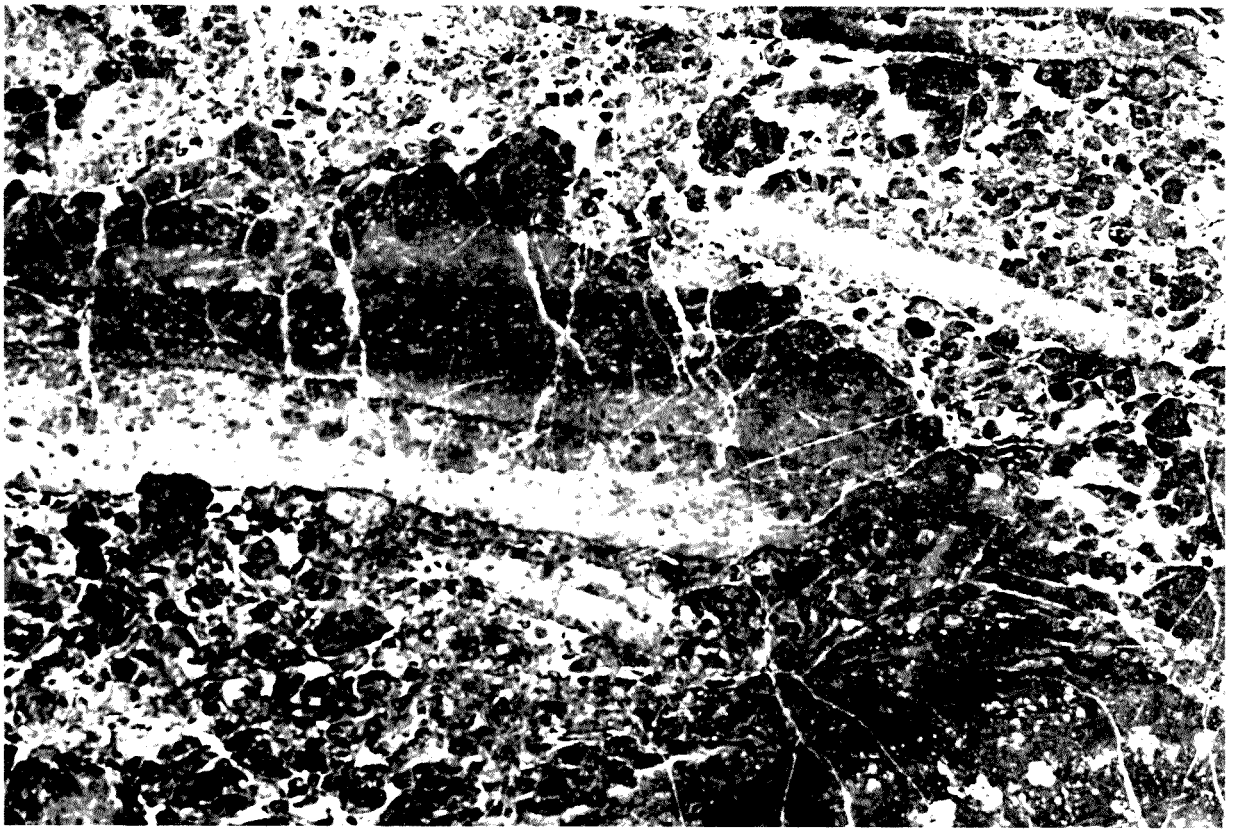
1



2



1



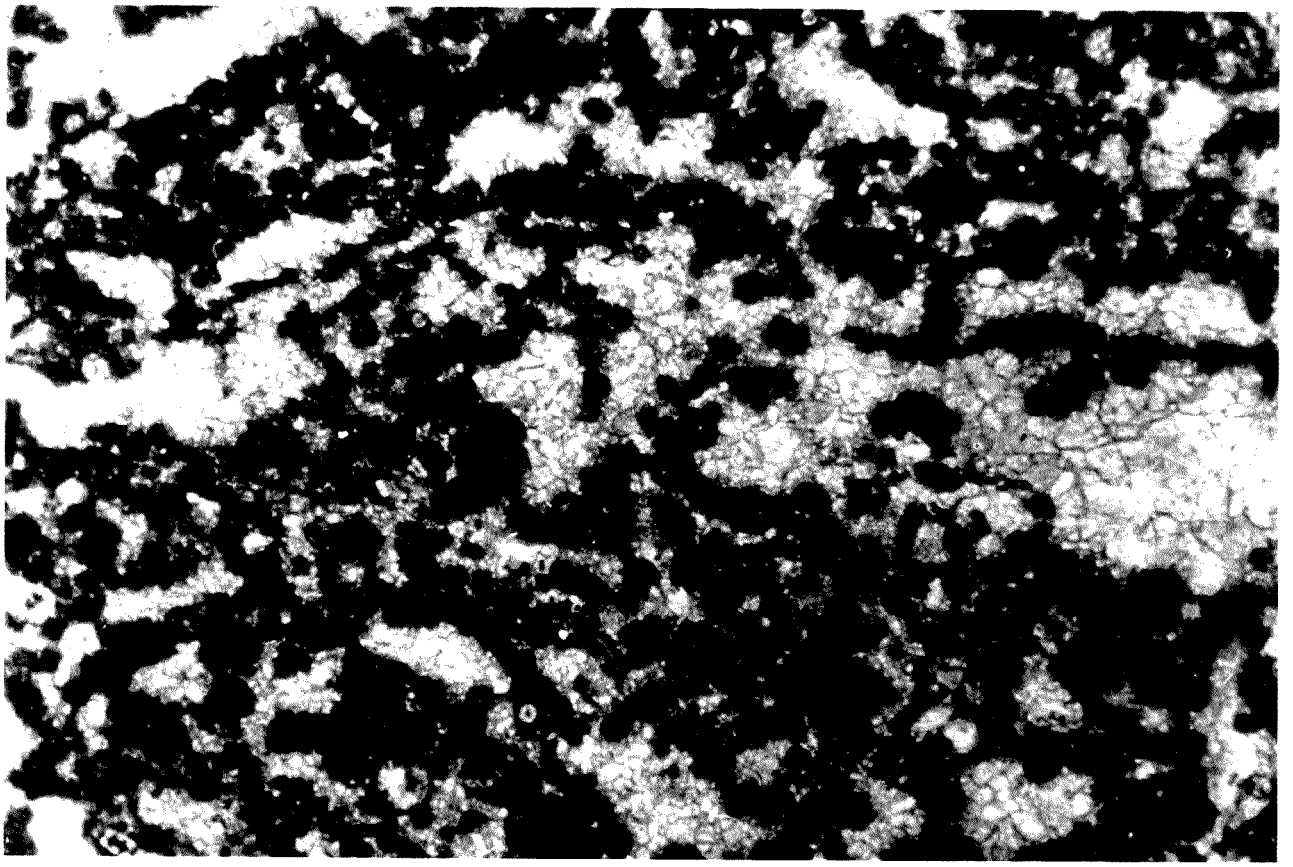
2

http://zrazmic.ru/

ЧАСТЬ IV. Агрегаты минералов

Табл. 99-158

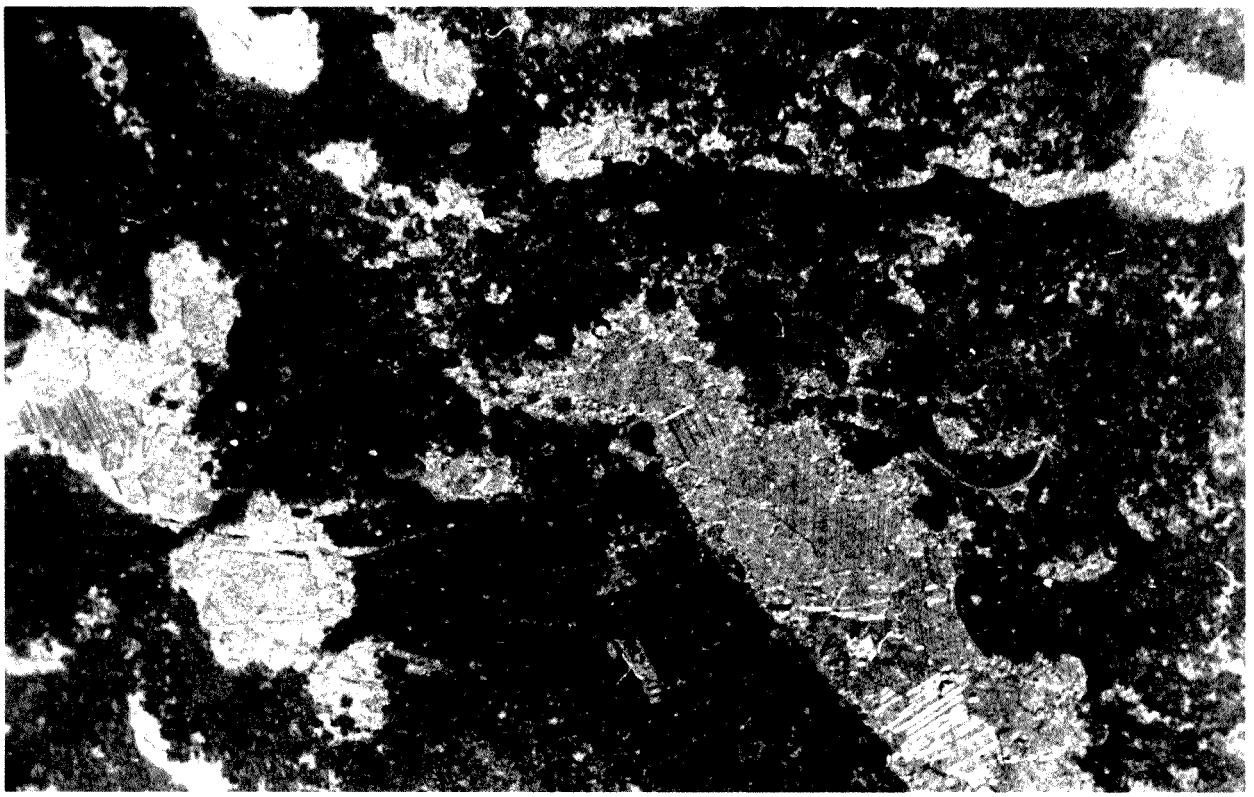
https://jzrasic.ru/



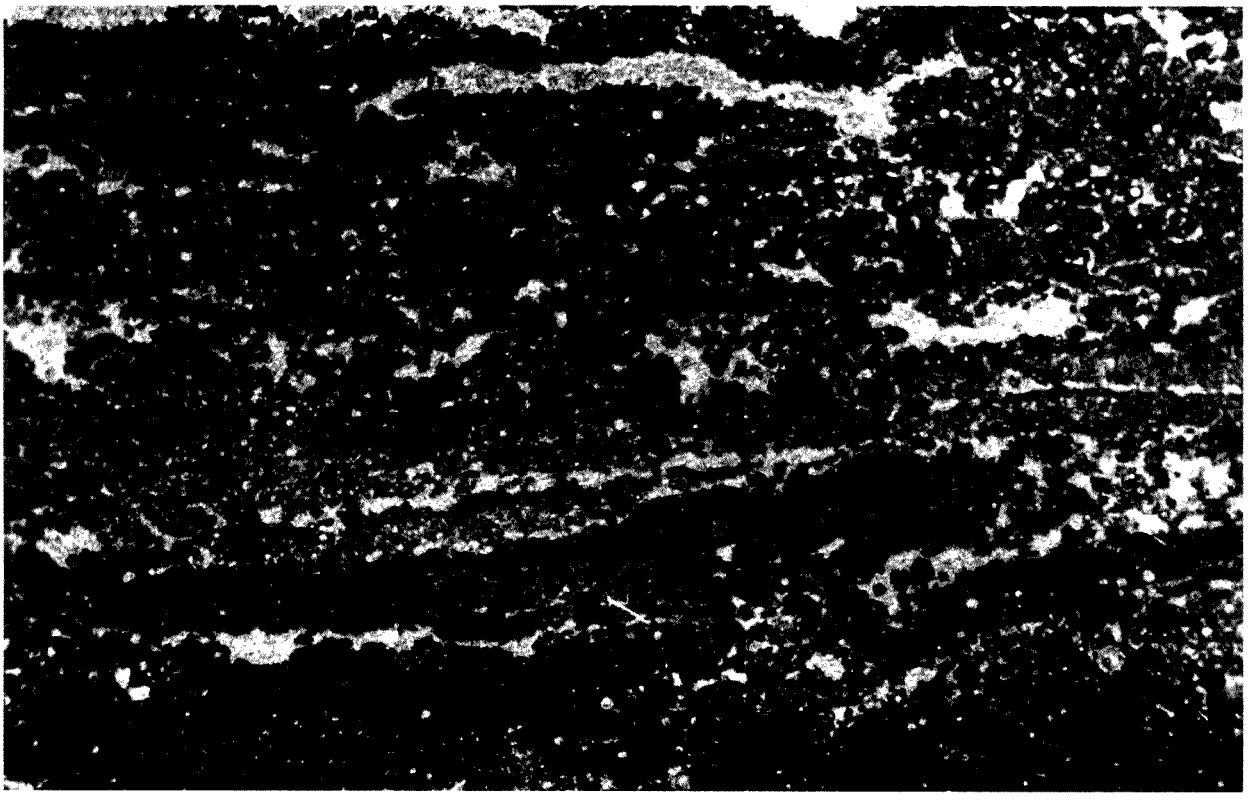
1



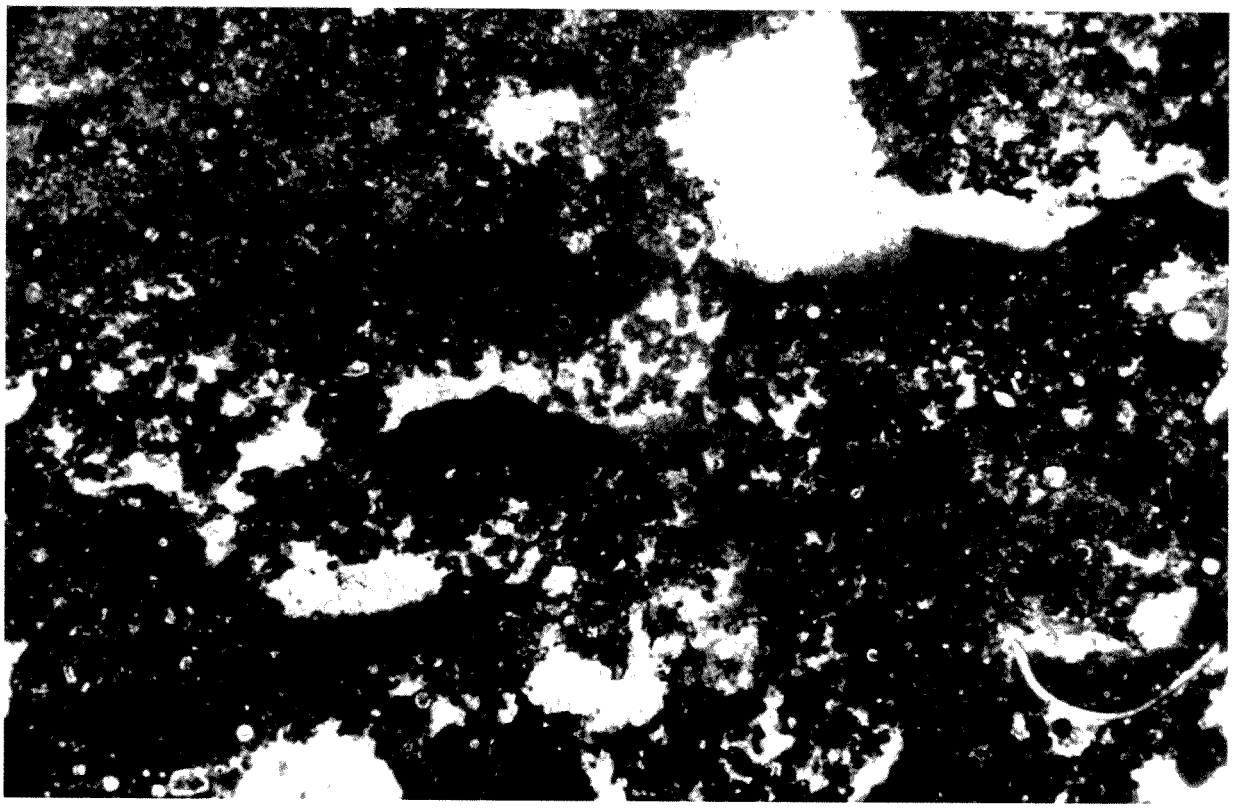
2



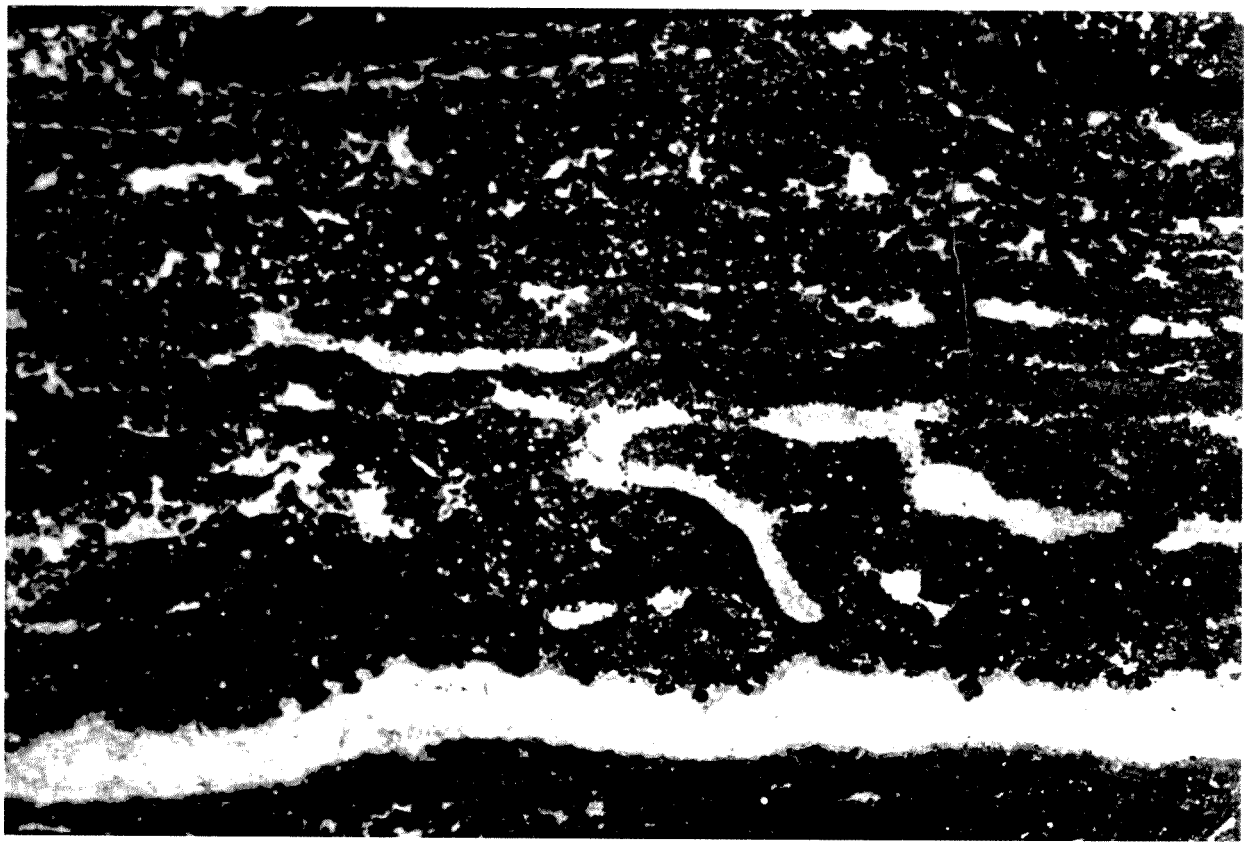
1



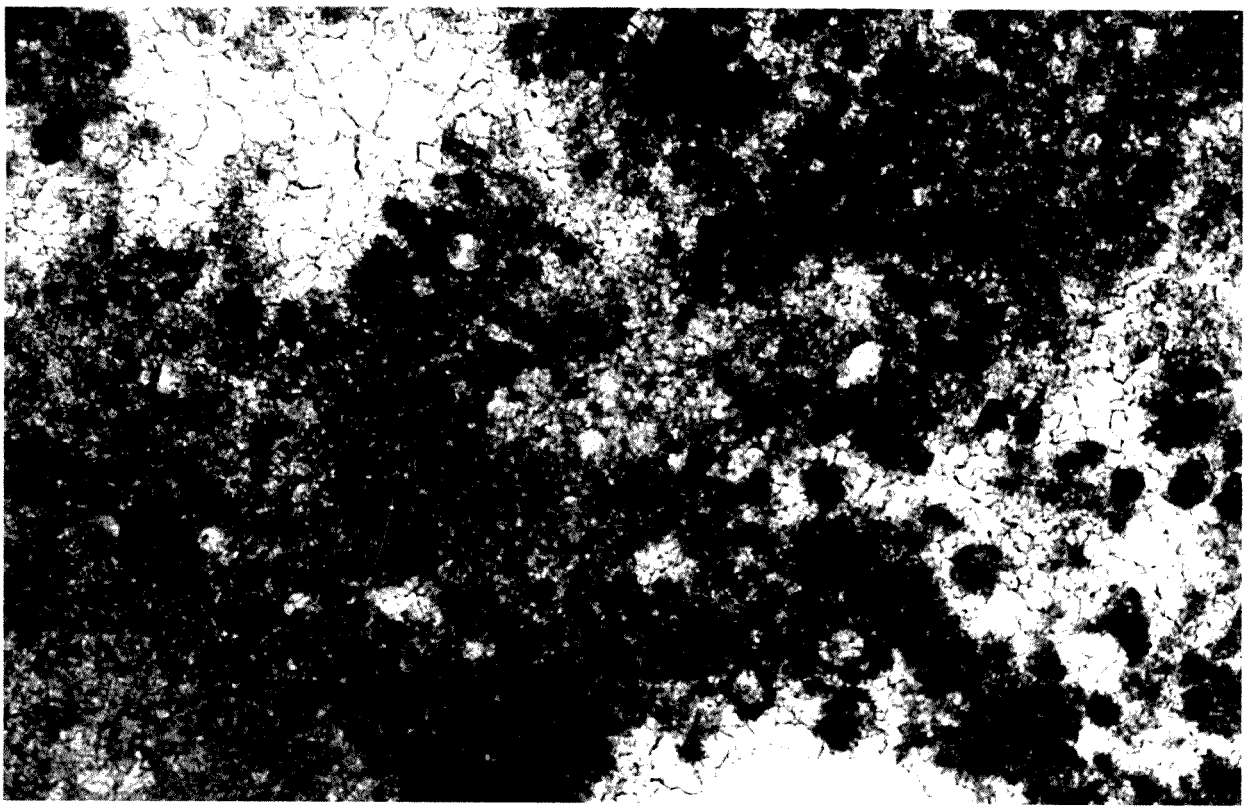
2



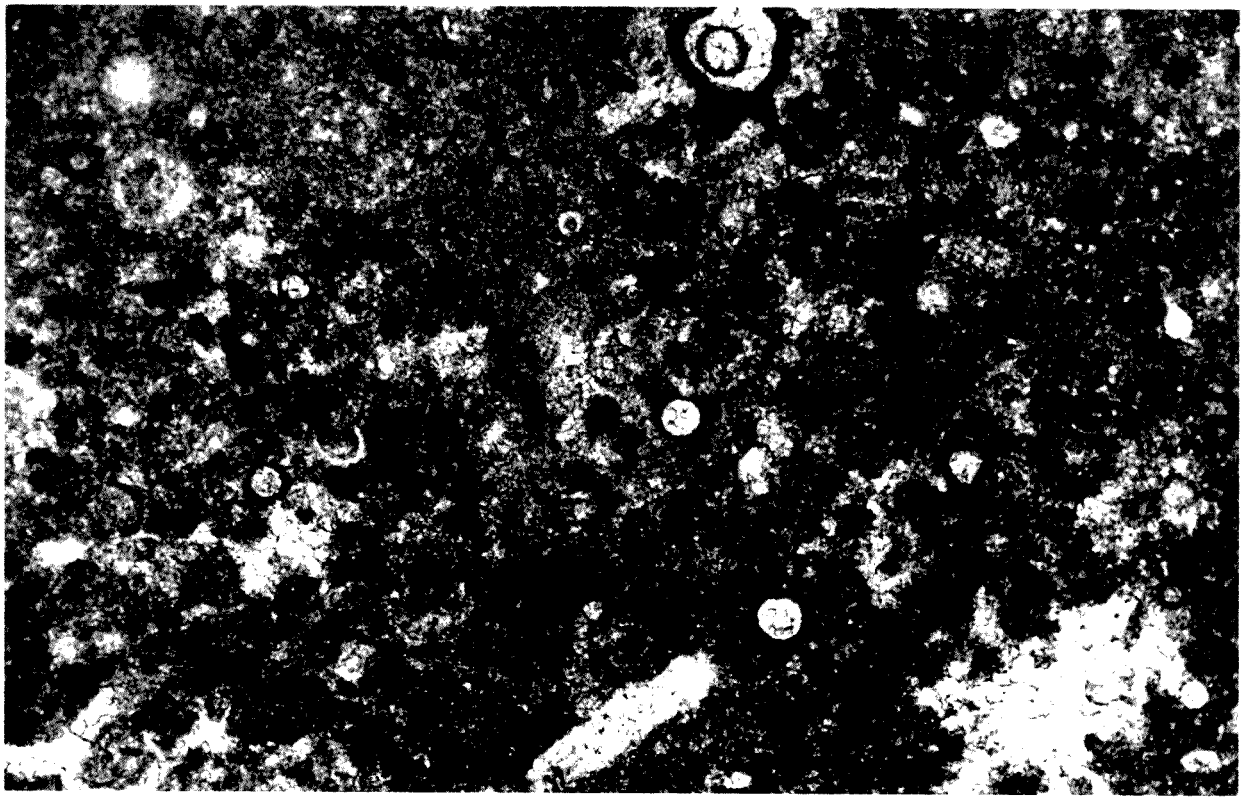
1



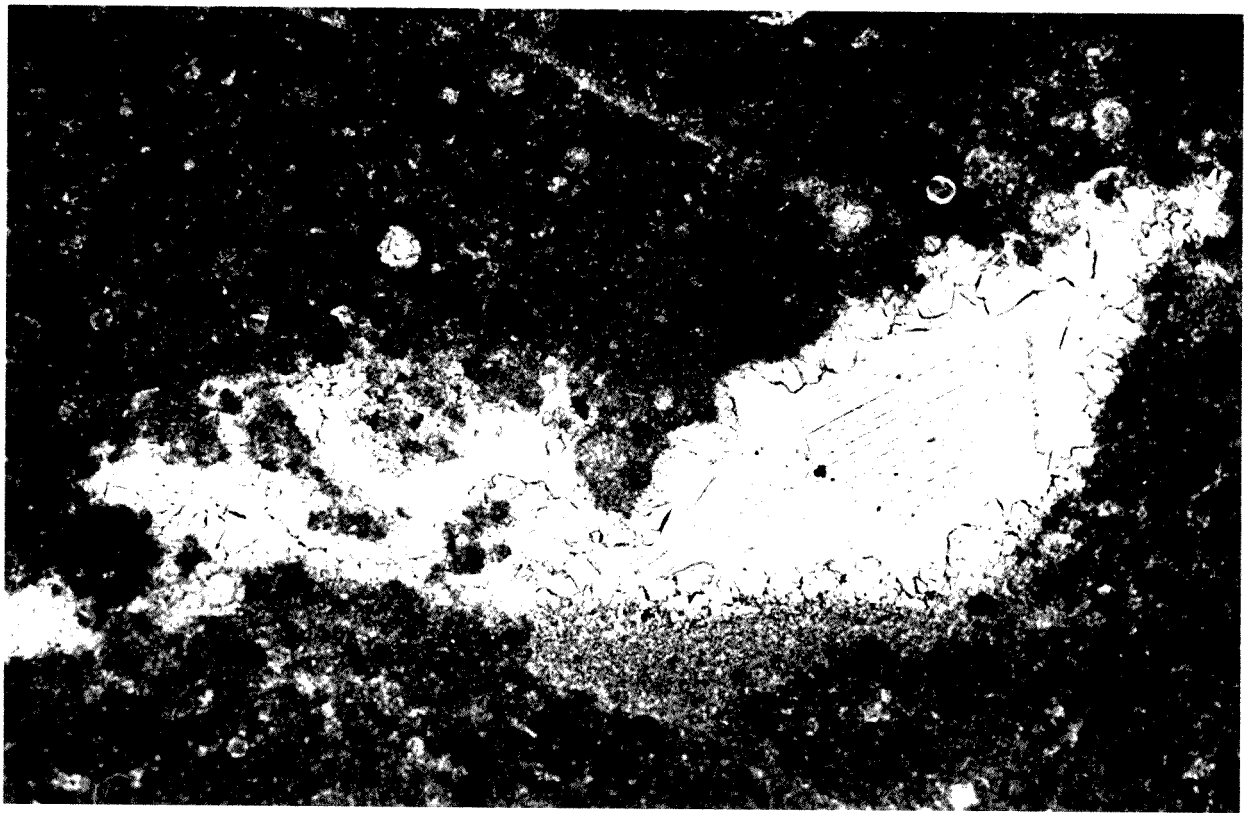
2



1



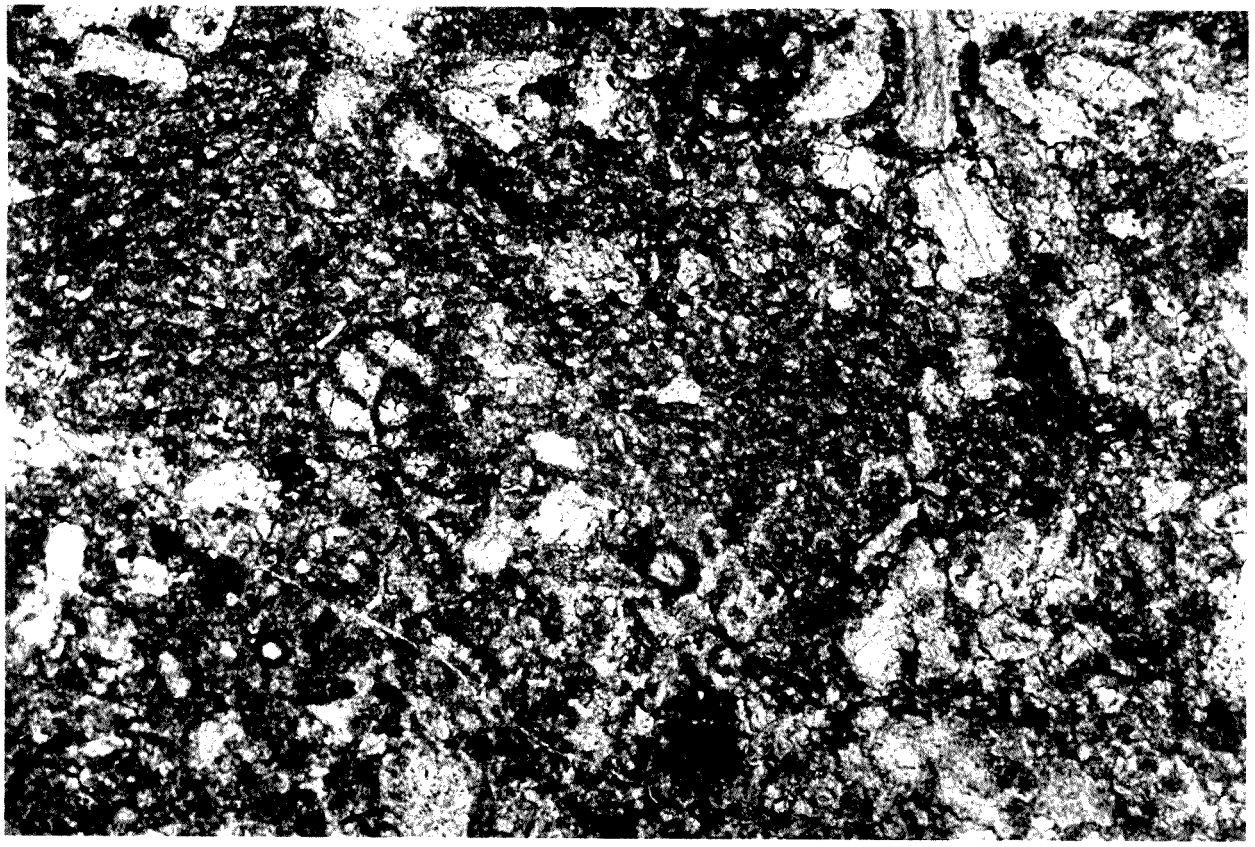
2



1



2

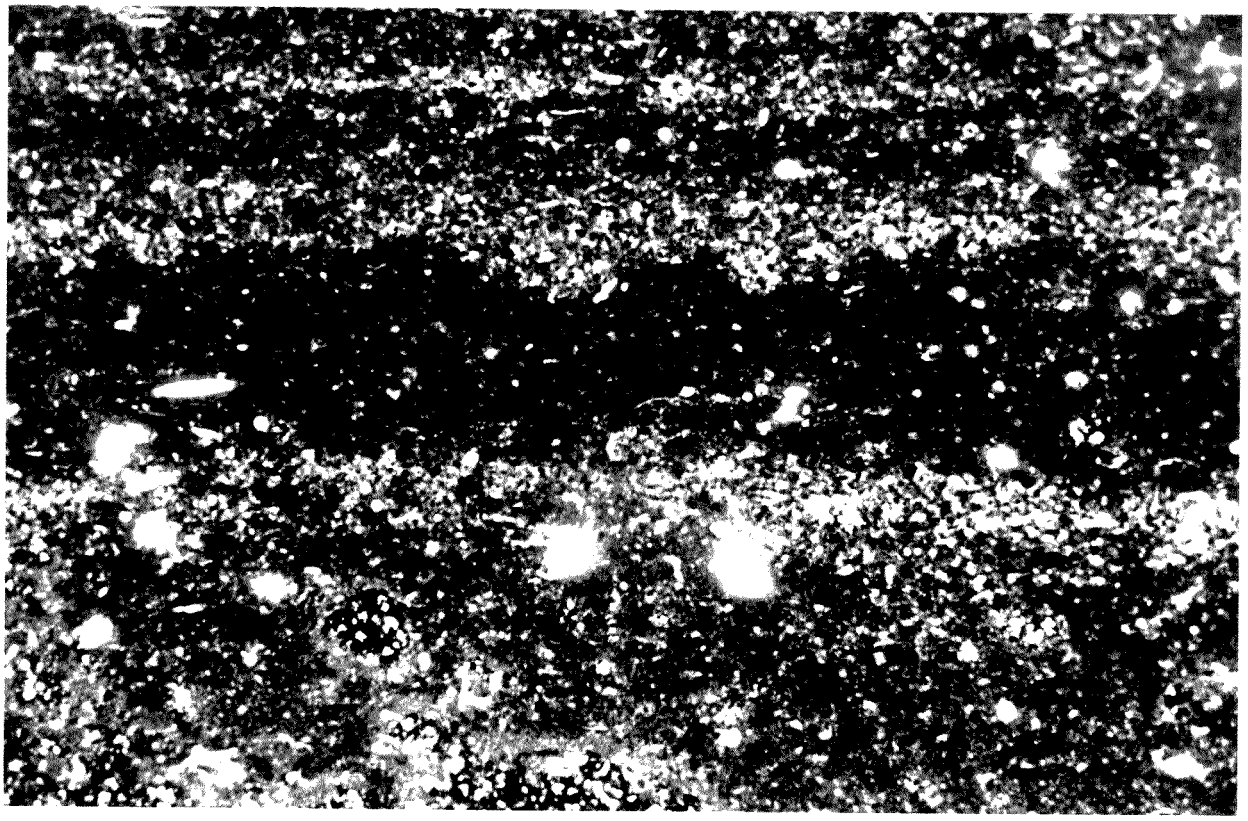


1





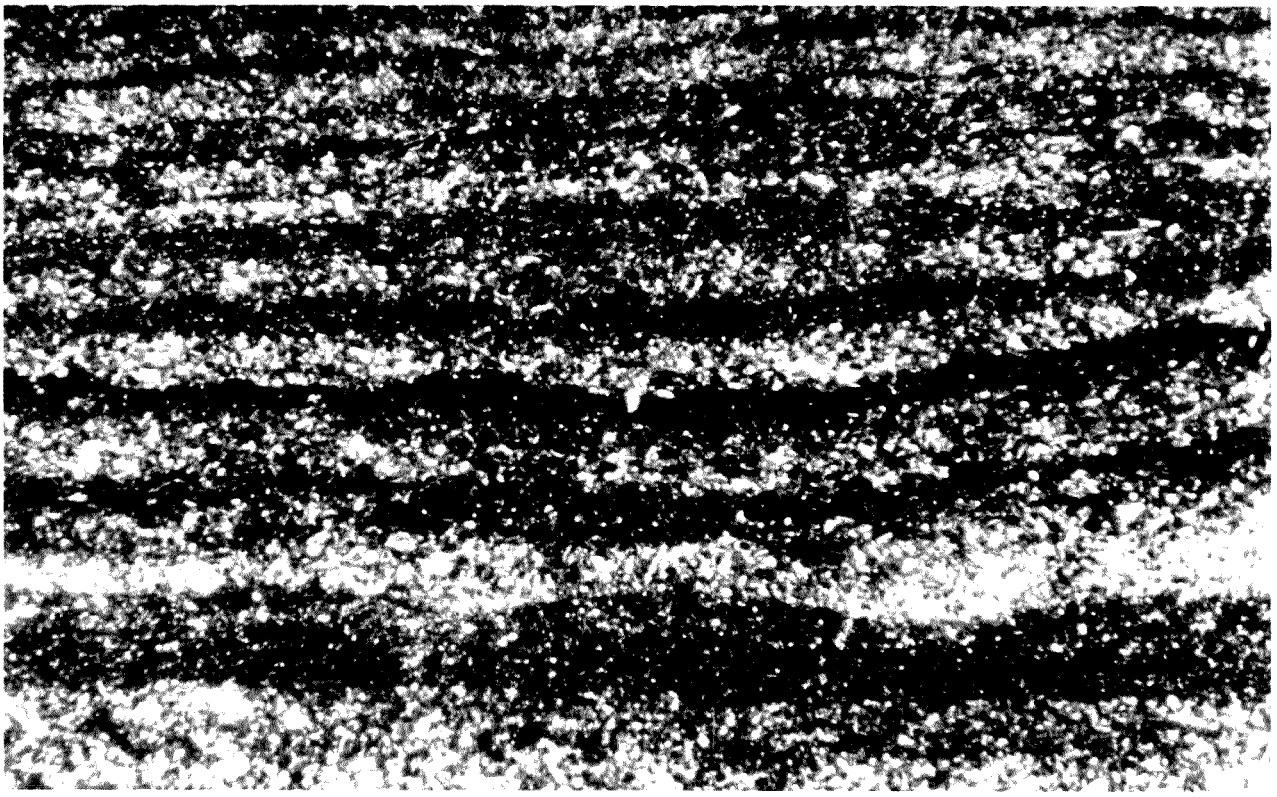
1



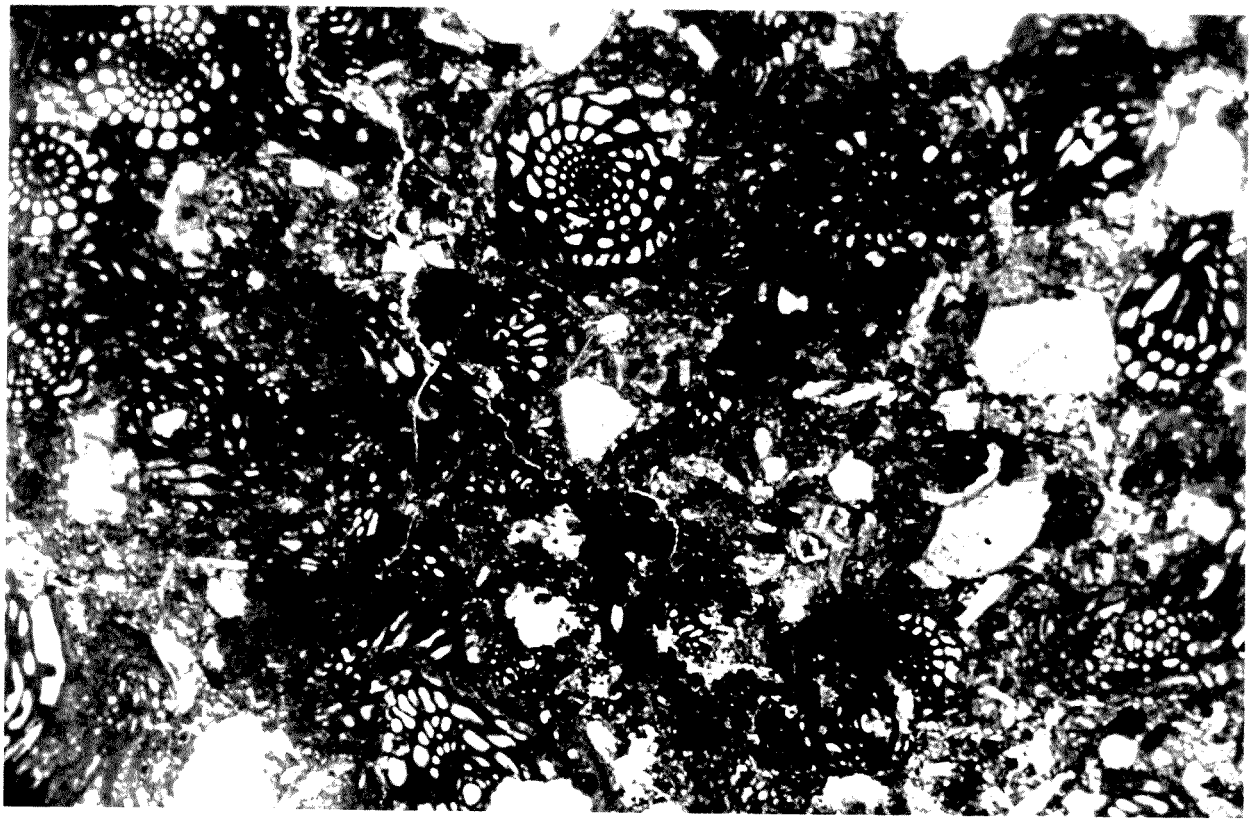
2



1



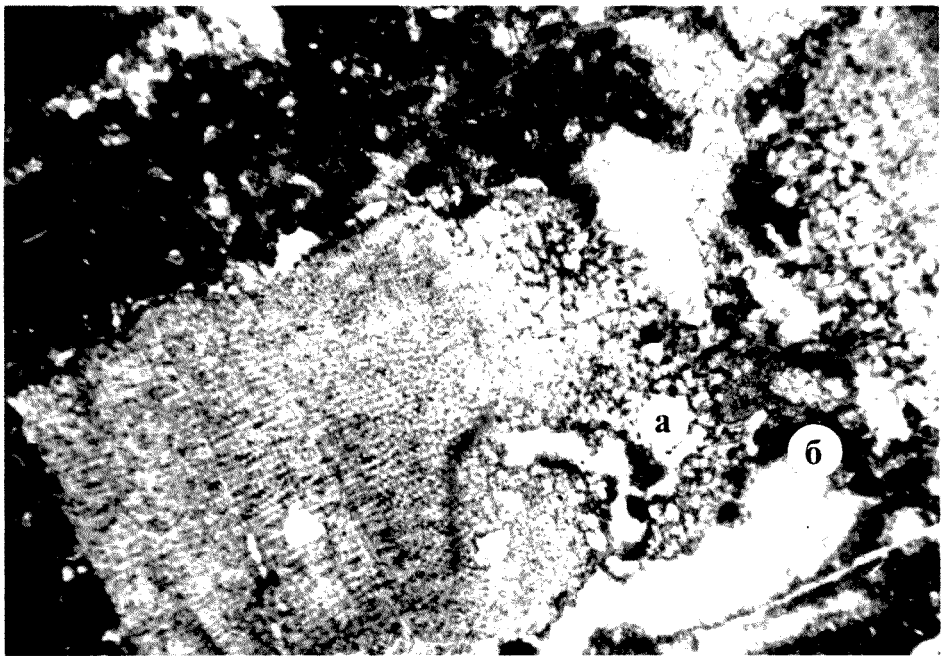
2



1



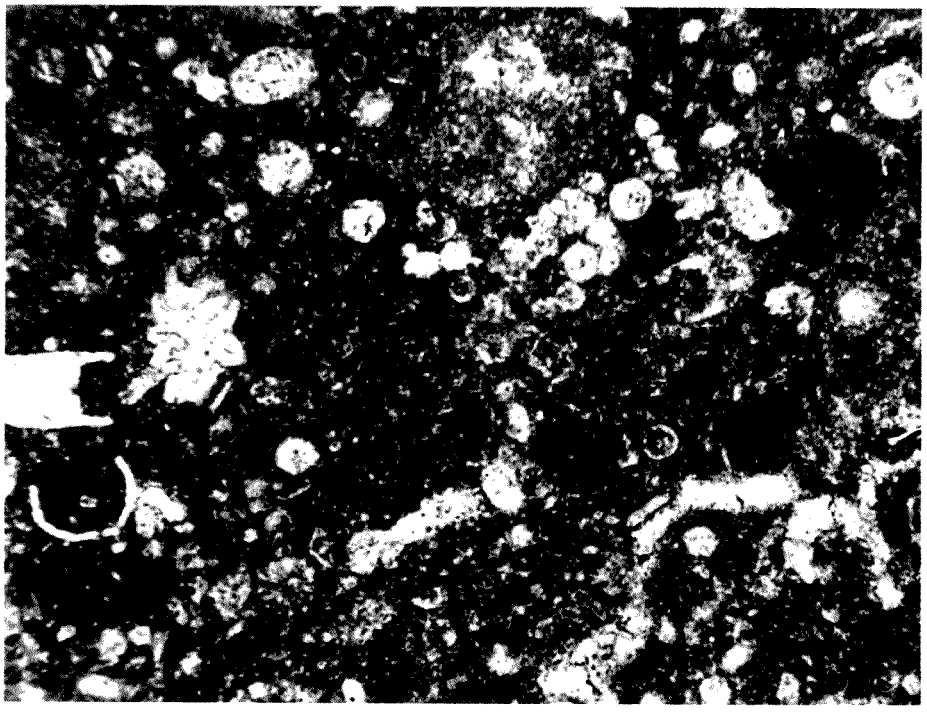
2



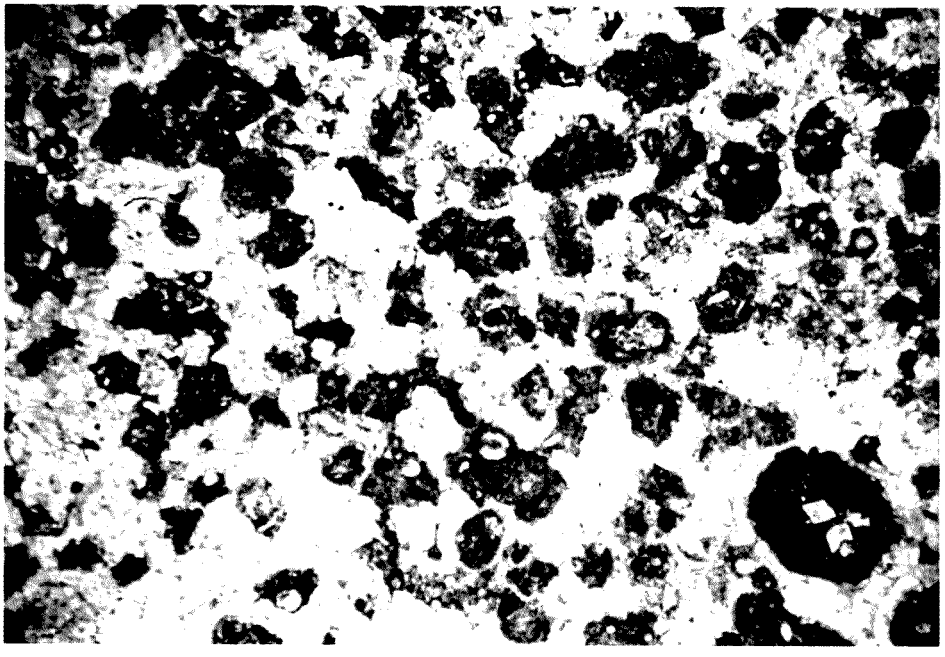
1



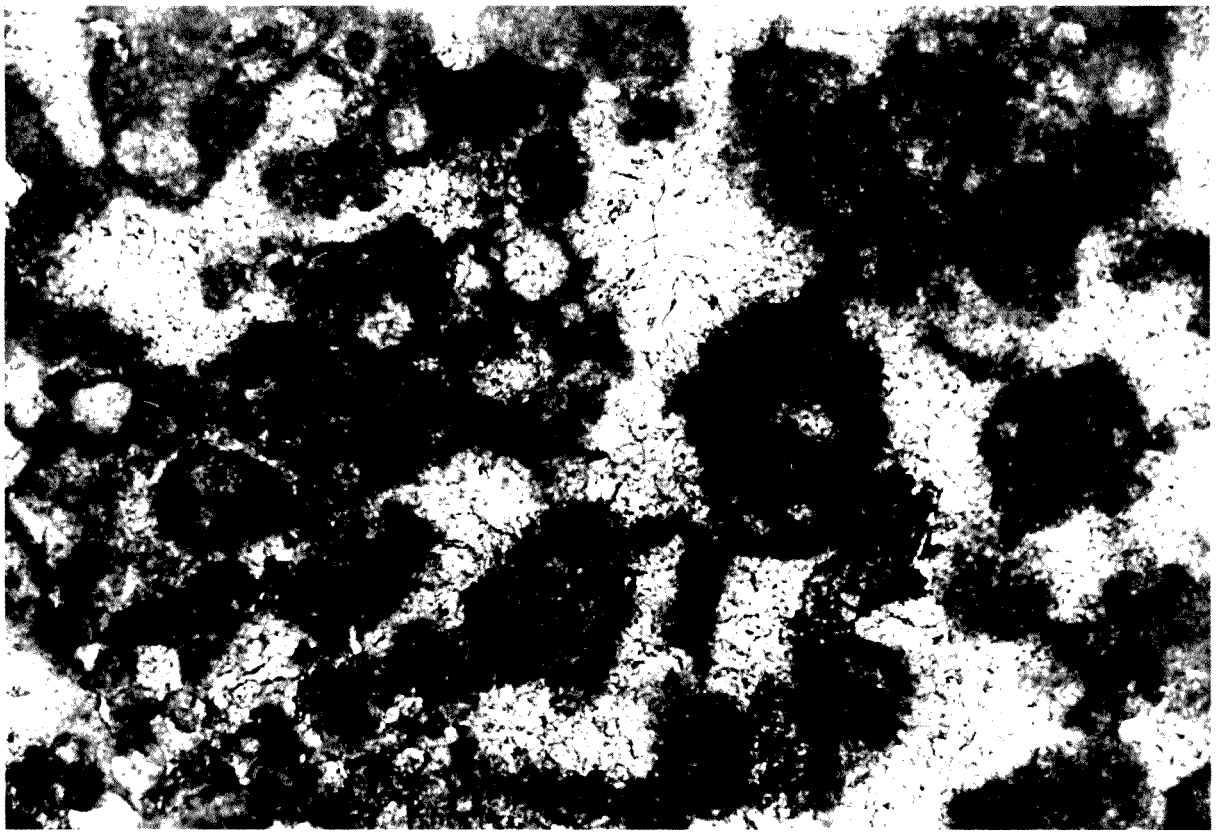
2



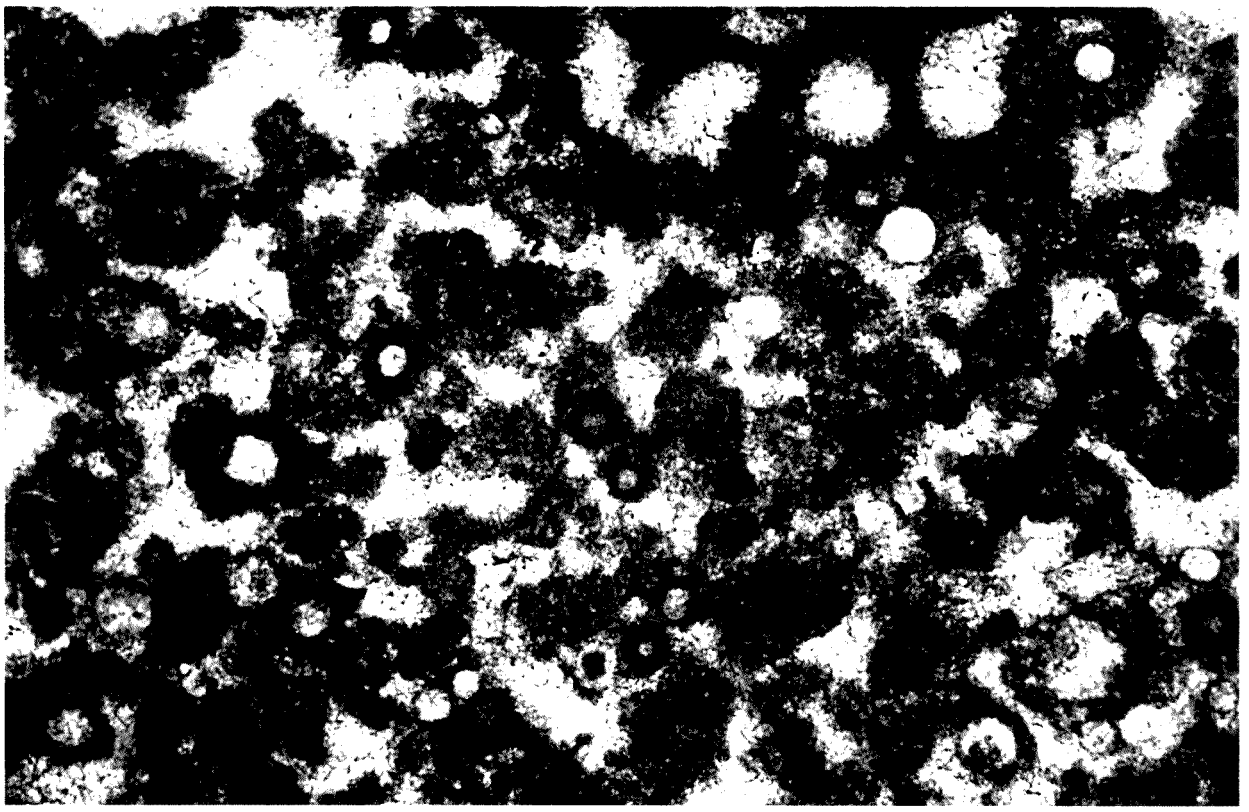
1



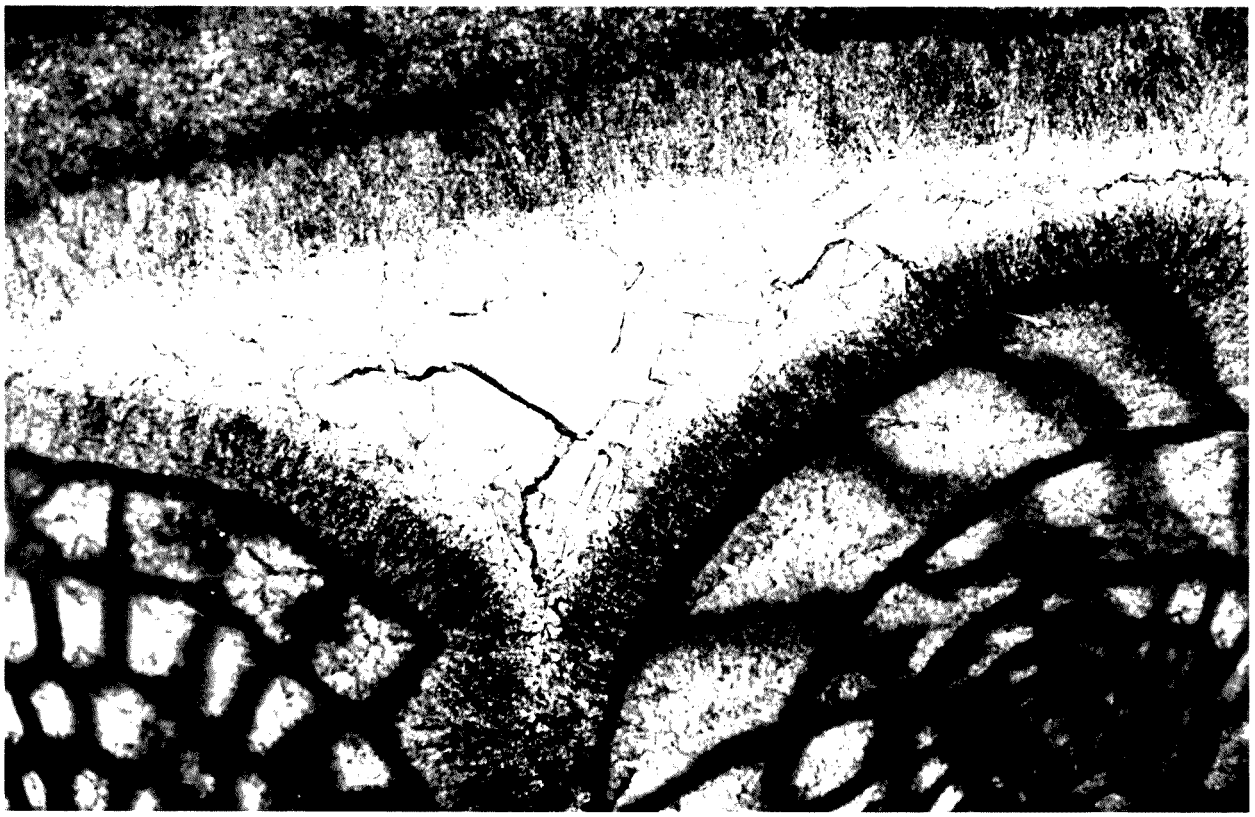
2



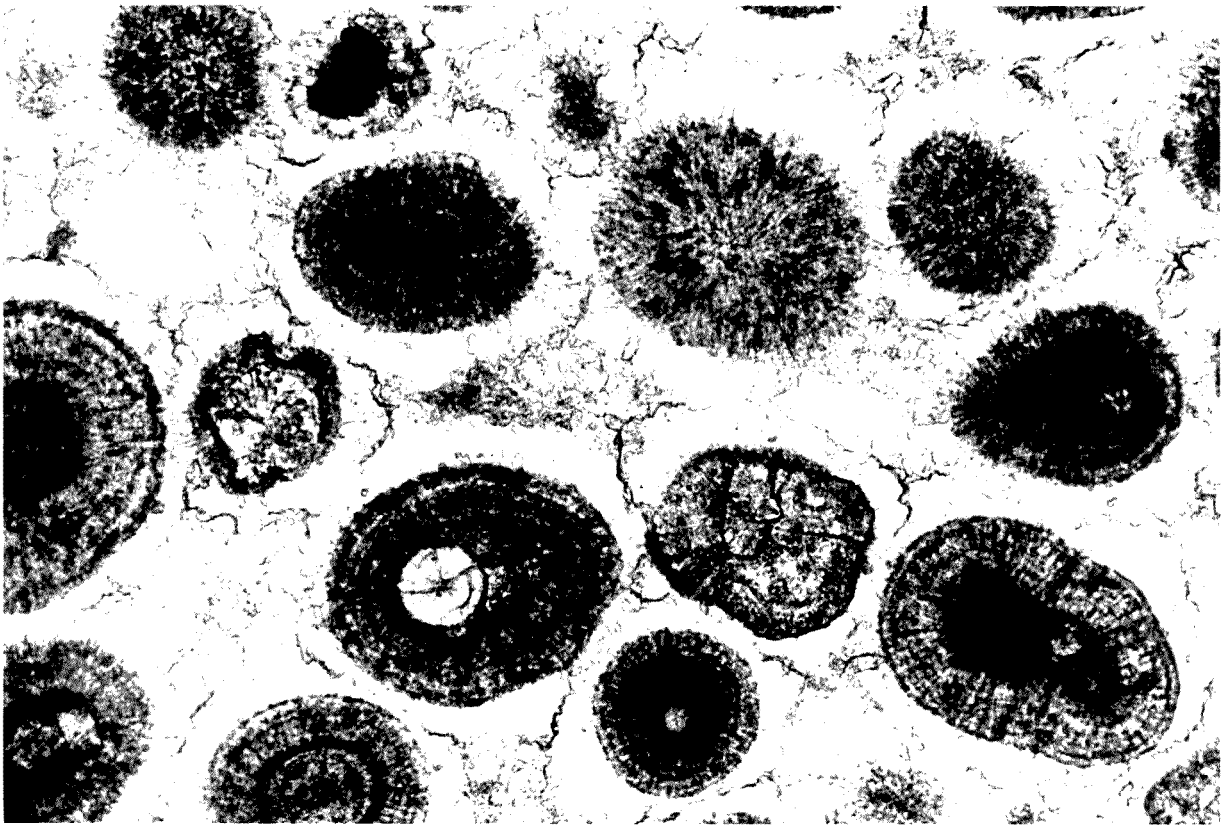
1



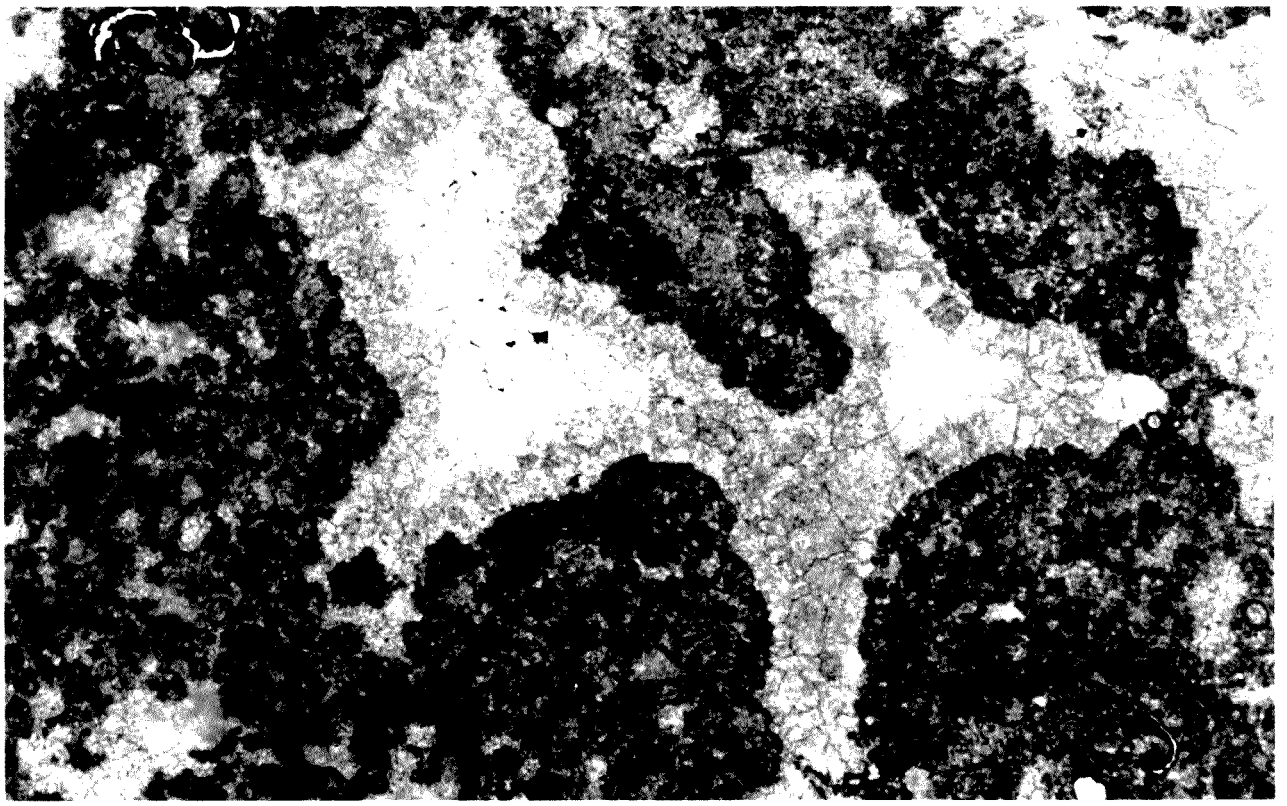
2



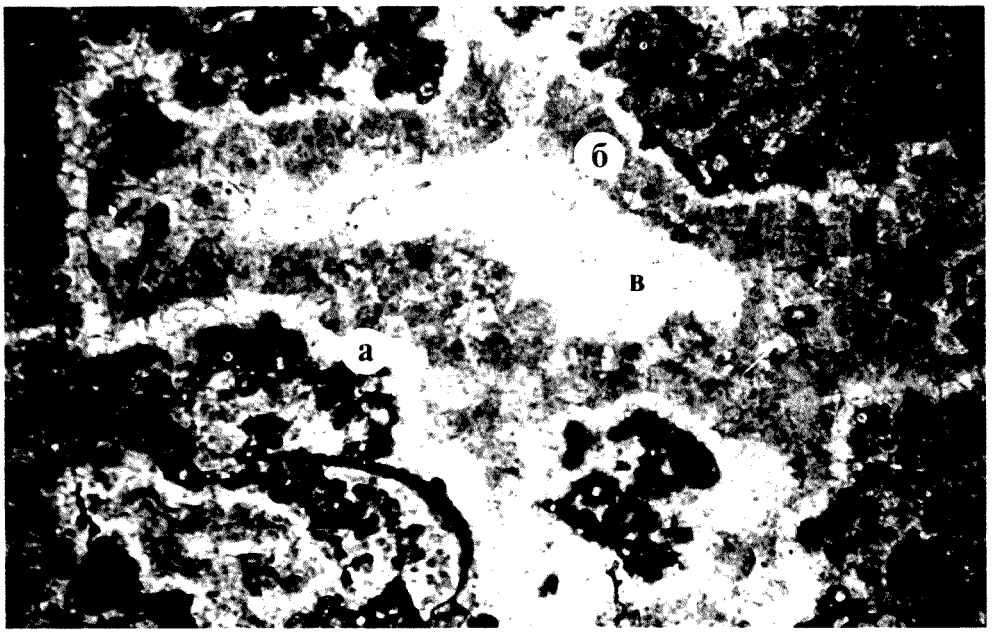
1



2



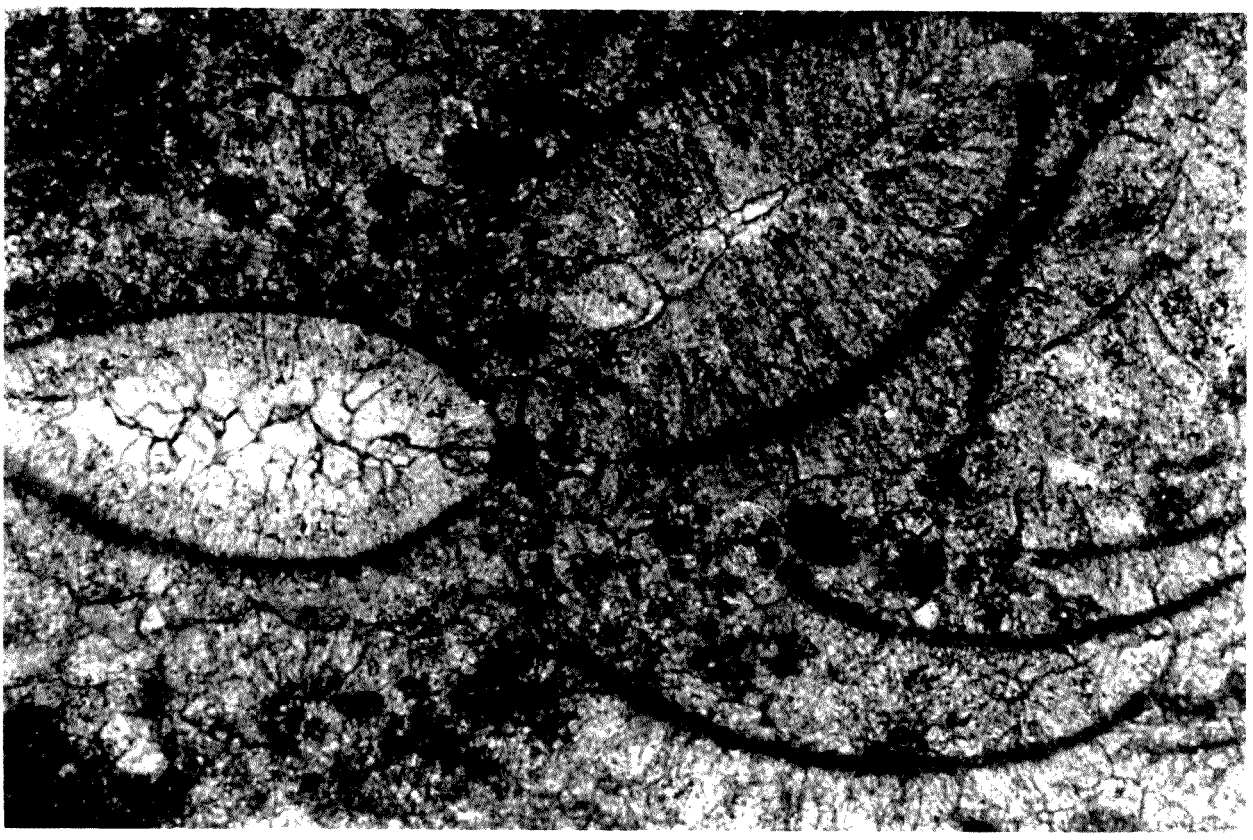
1



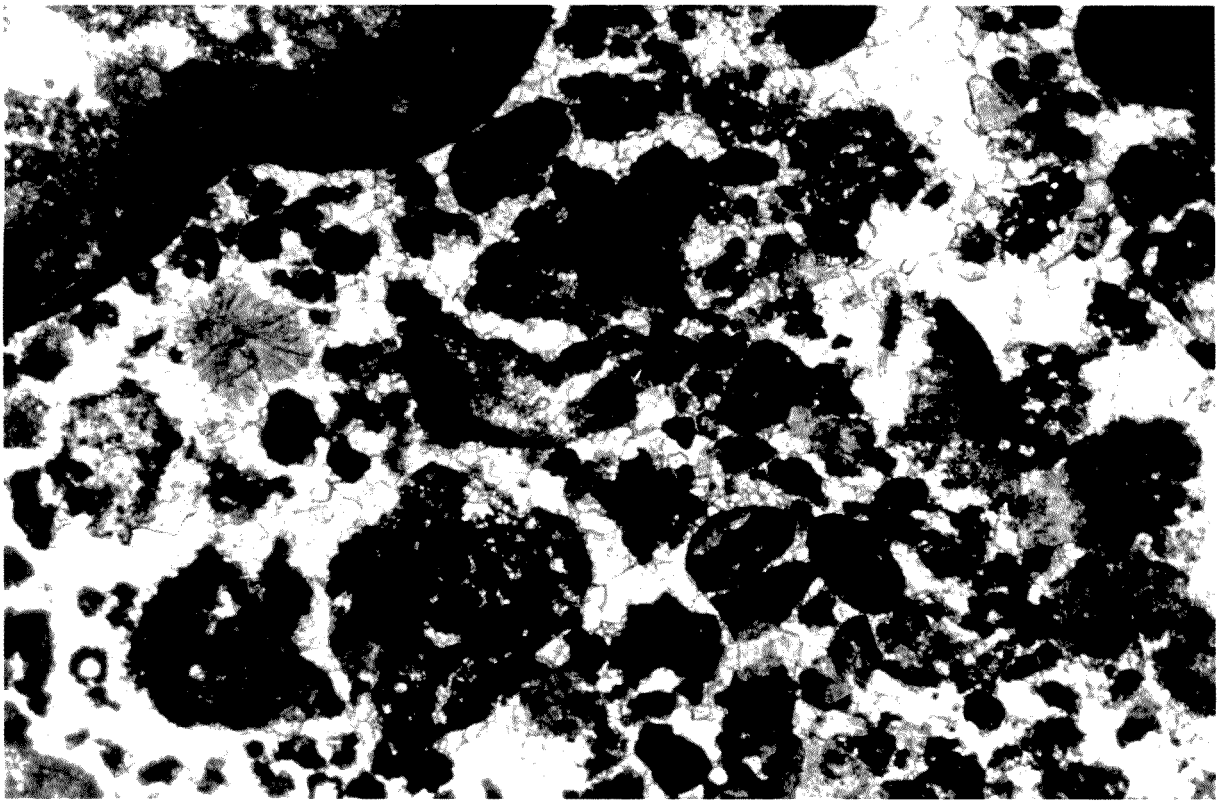
2



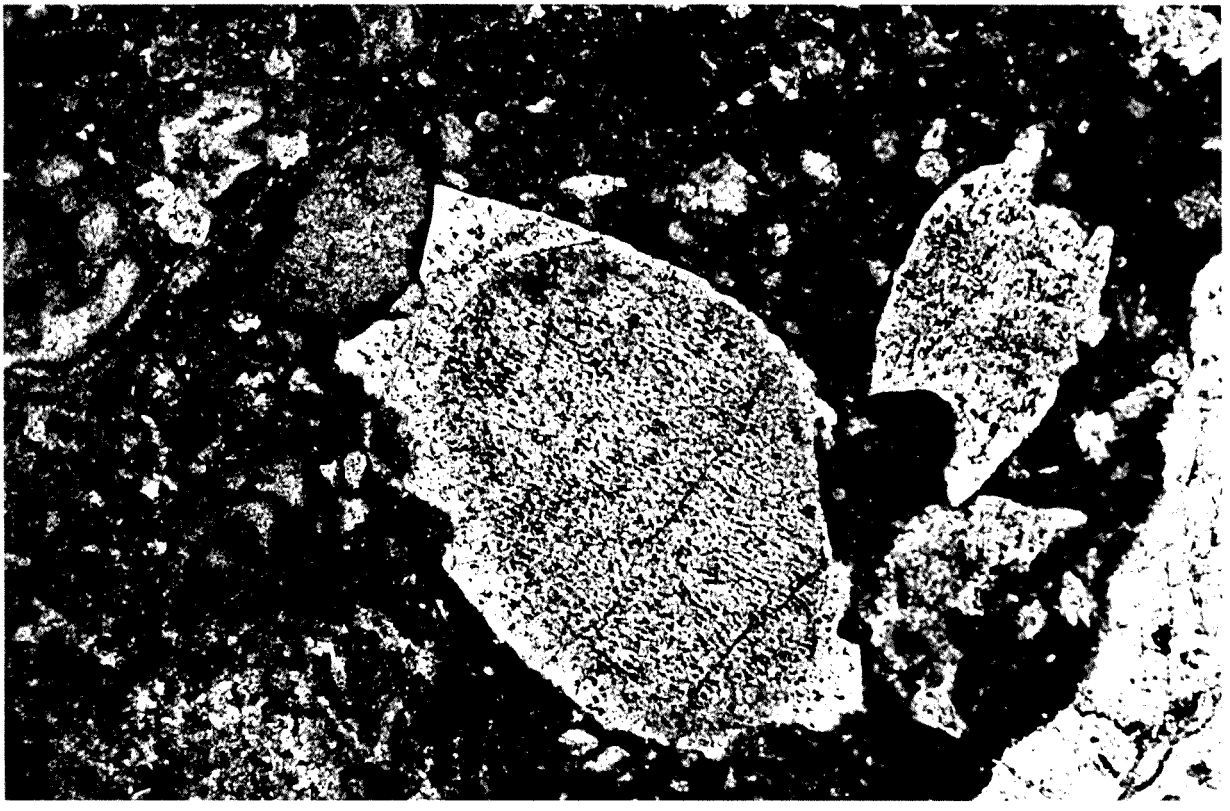
1



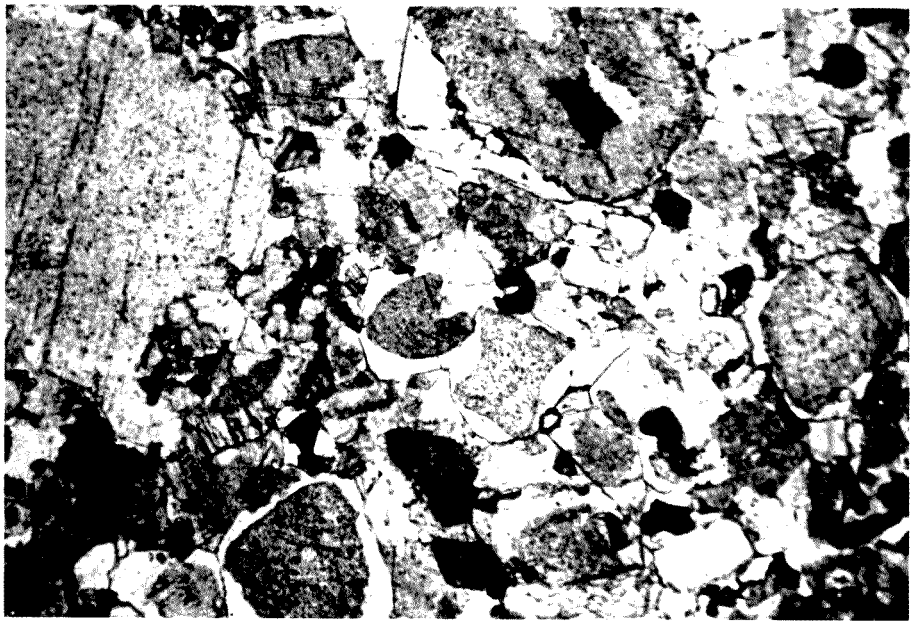
2



1



2



1



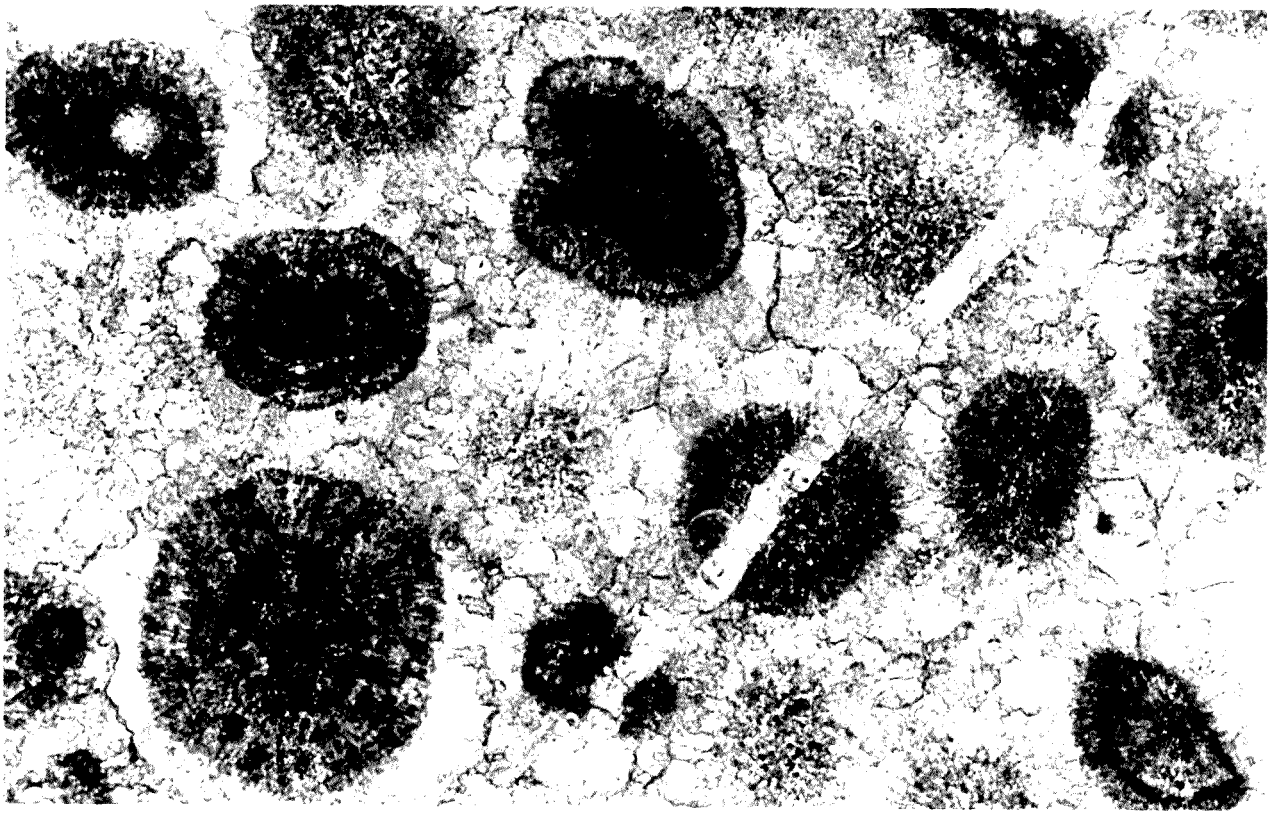
2



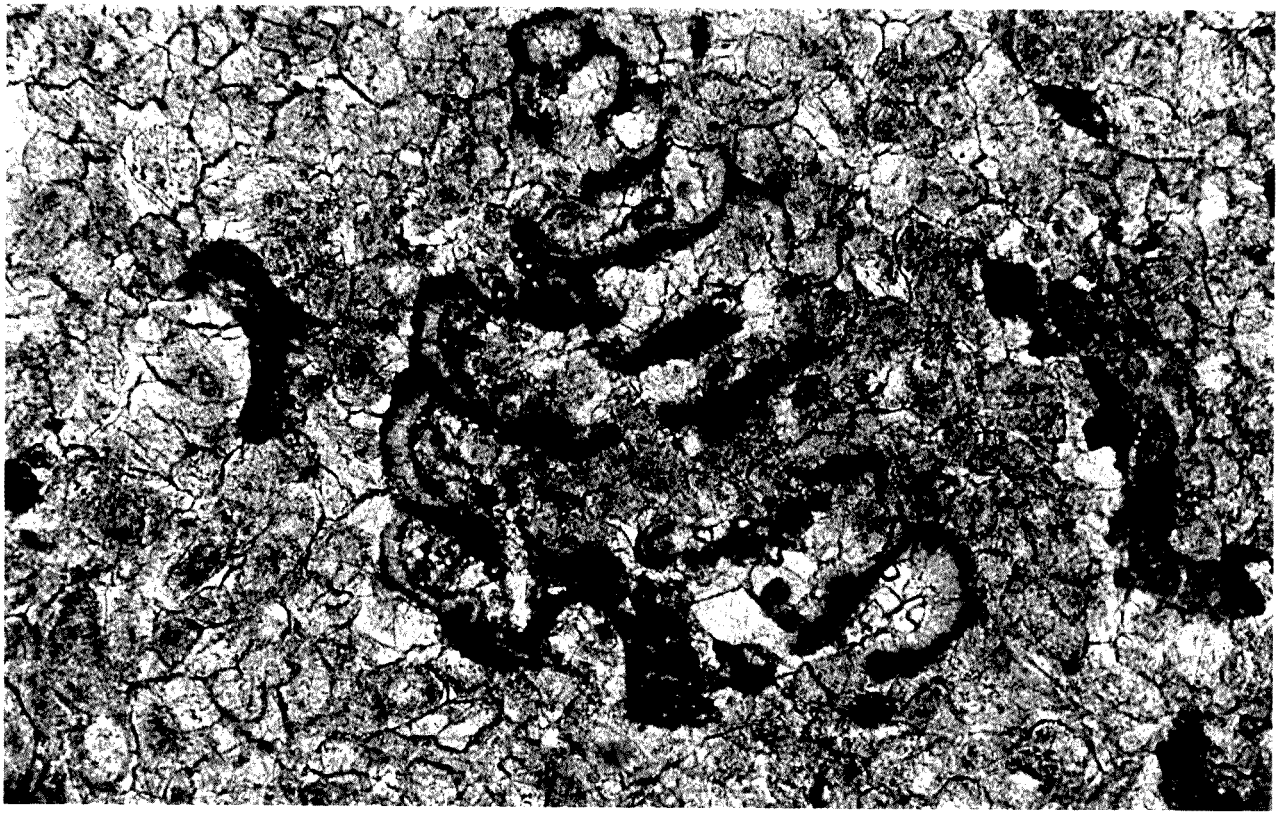
1



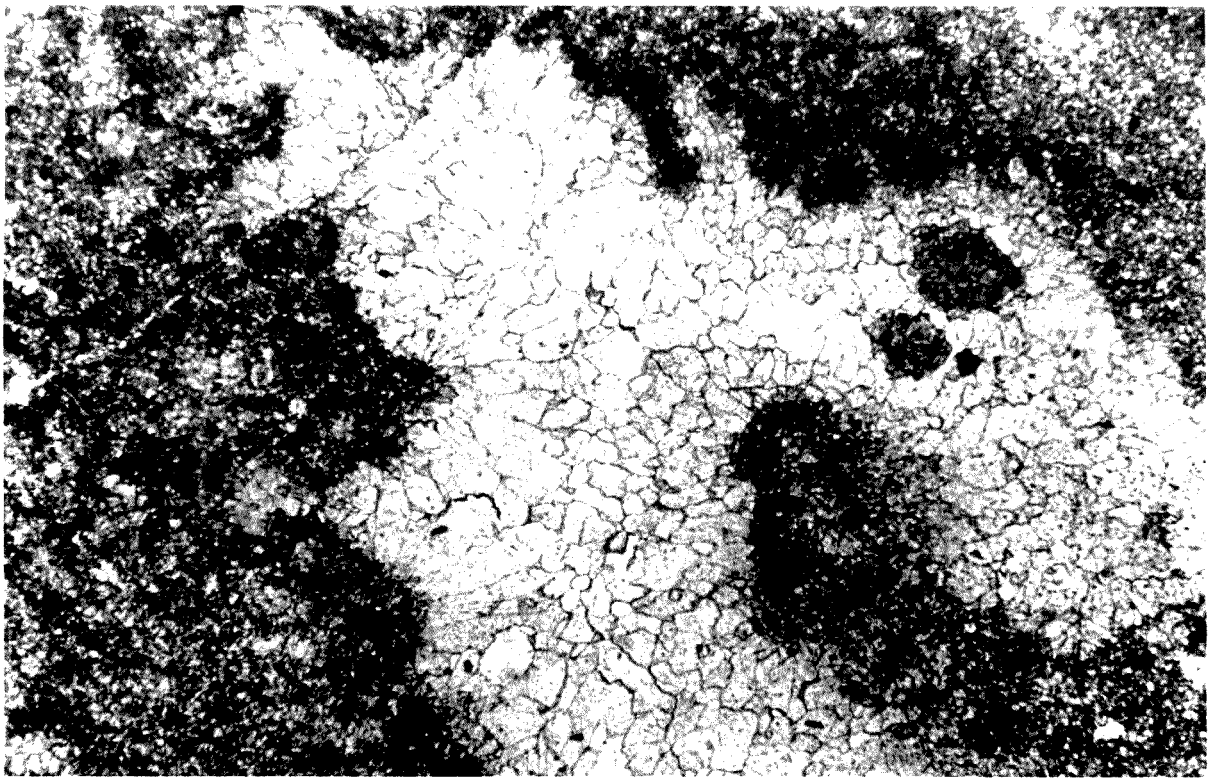
2



1



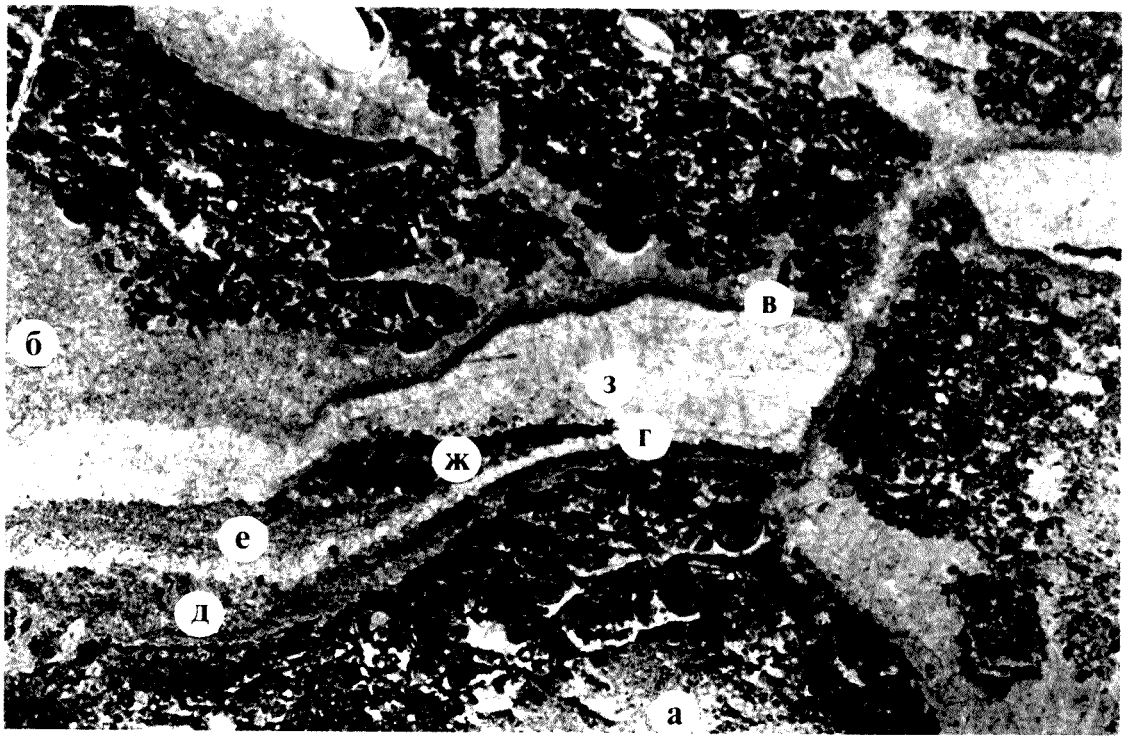
2



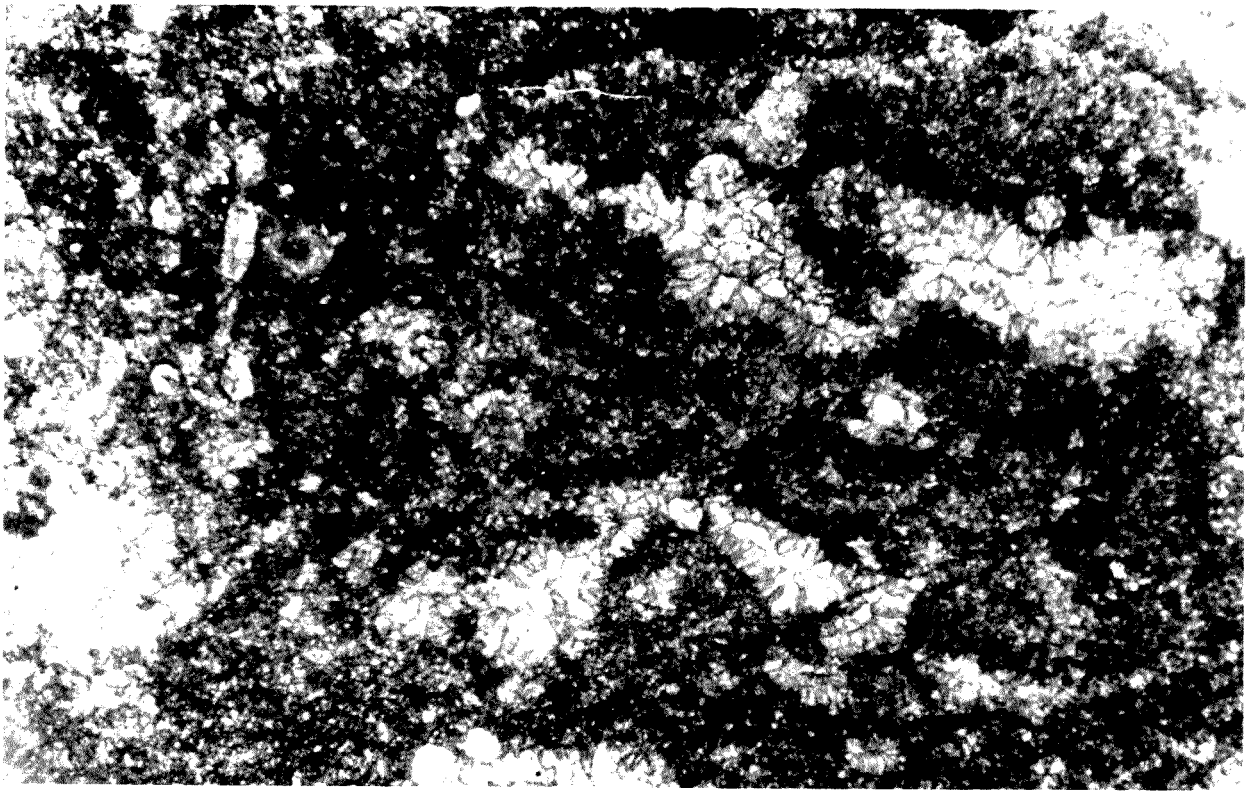
1



2

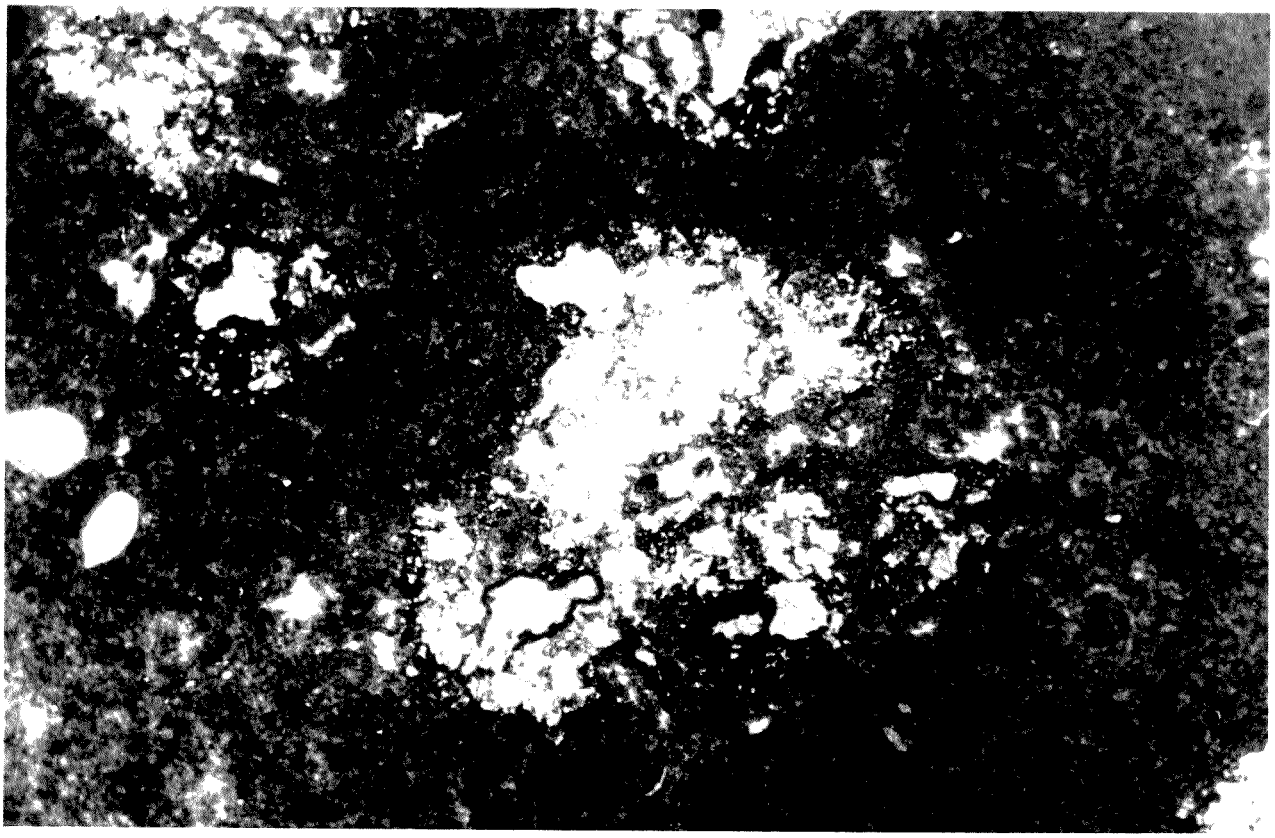


1

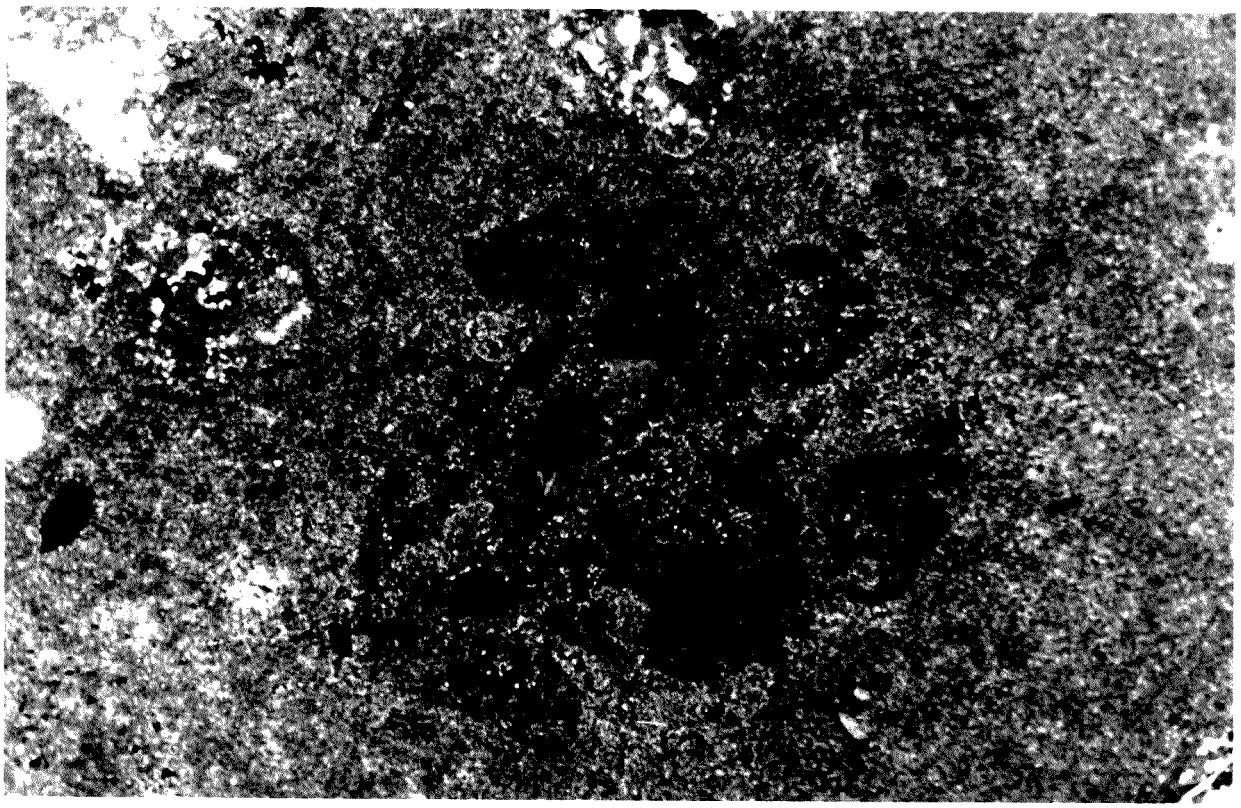


2

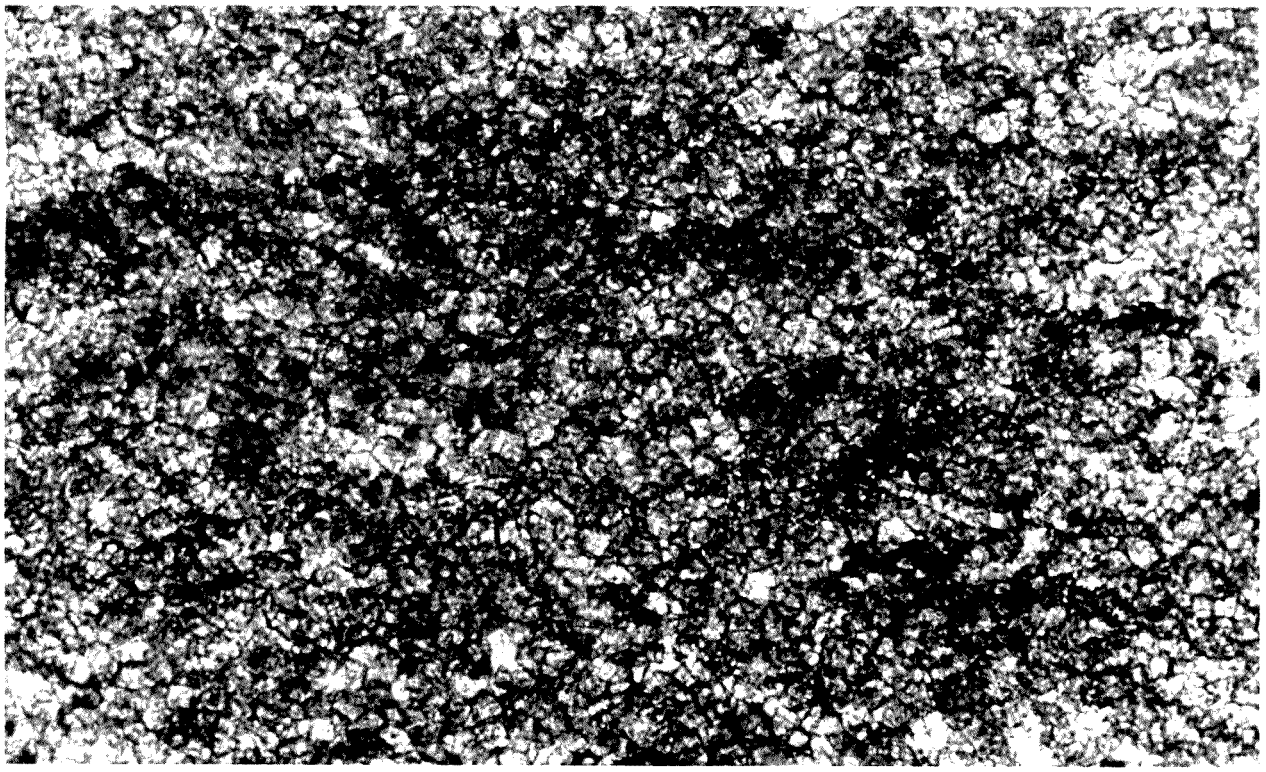




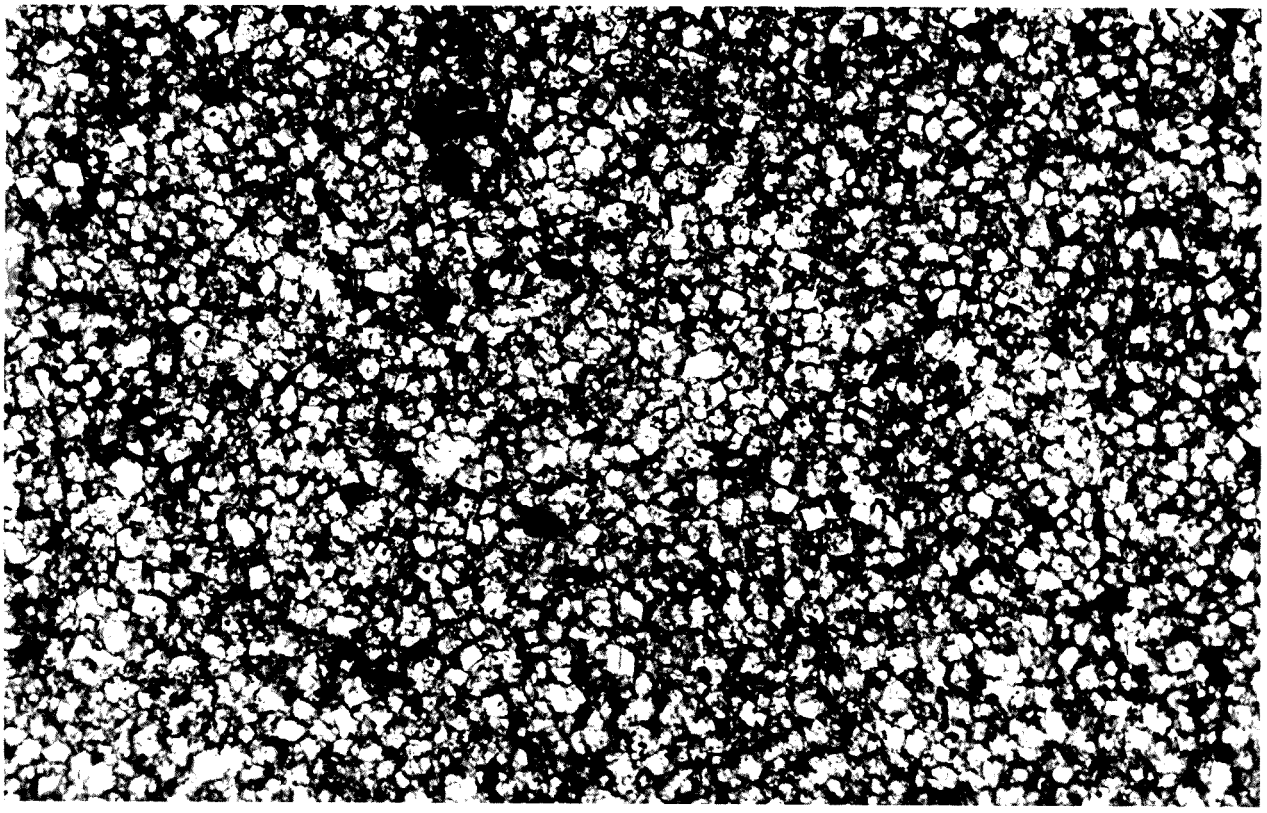
1



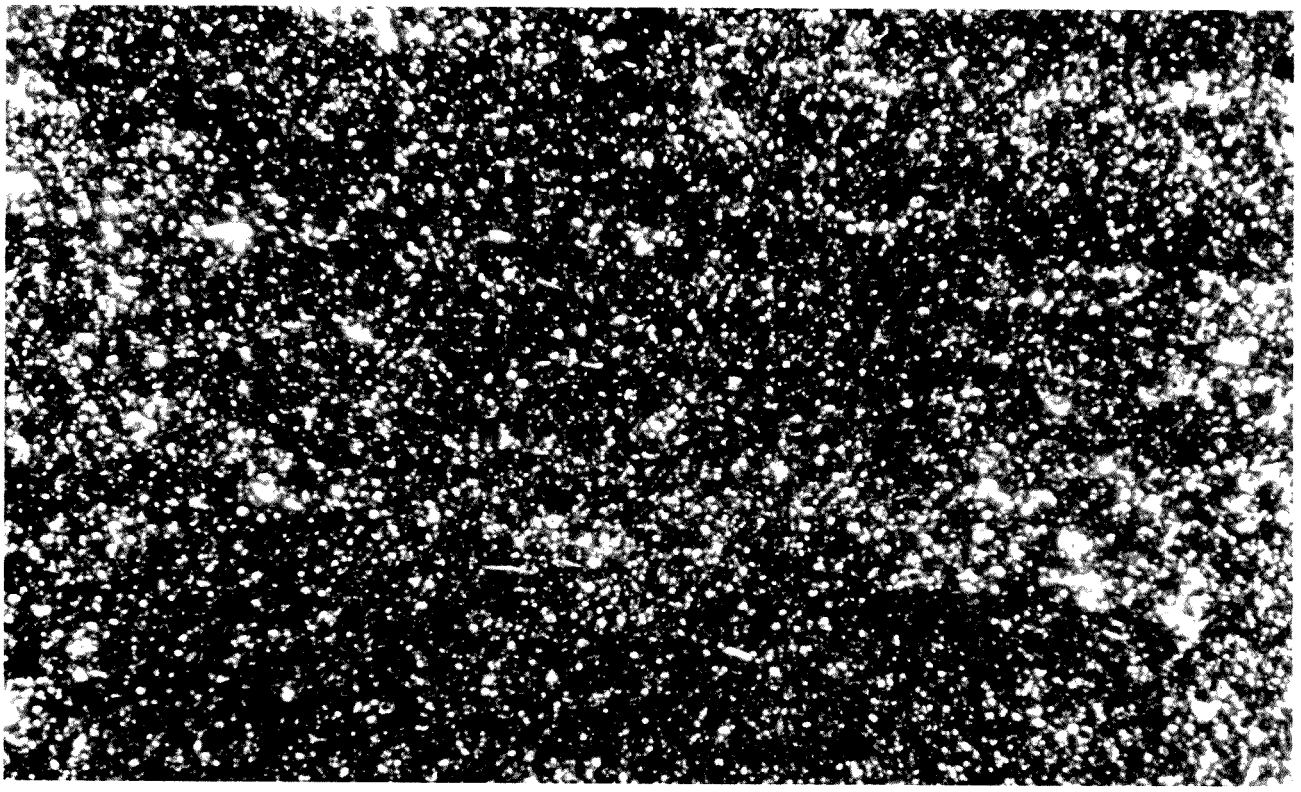
2



1



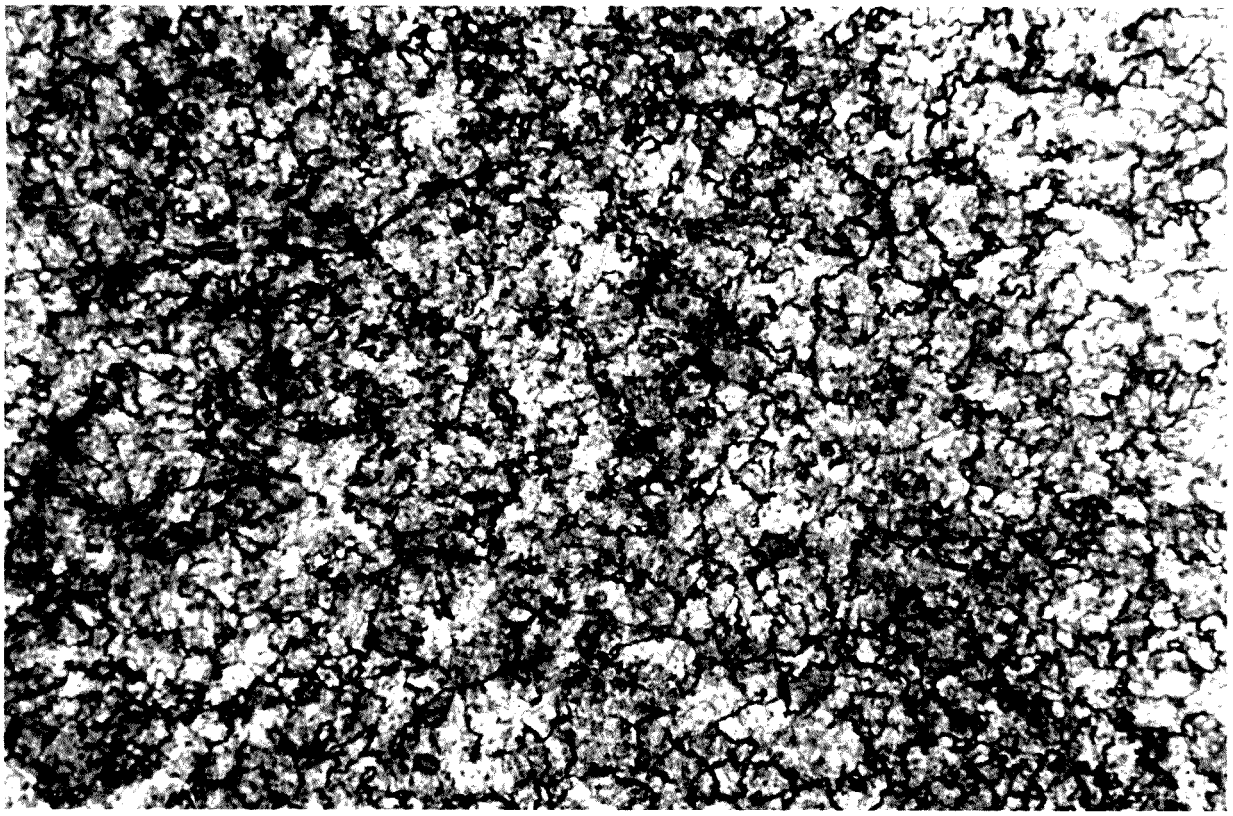
2



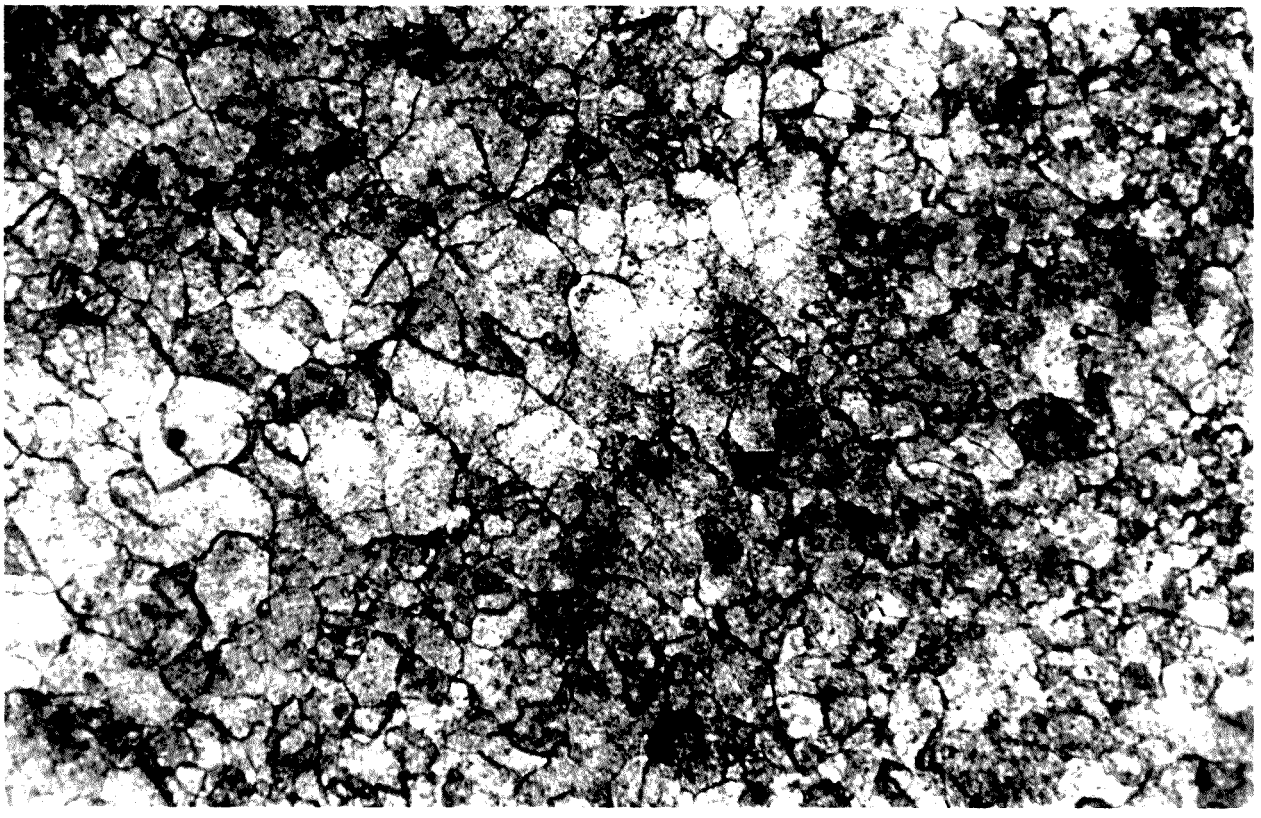
1



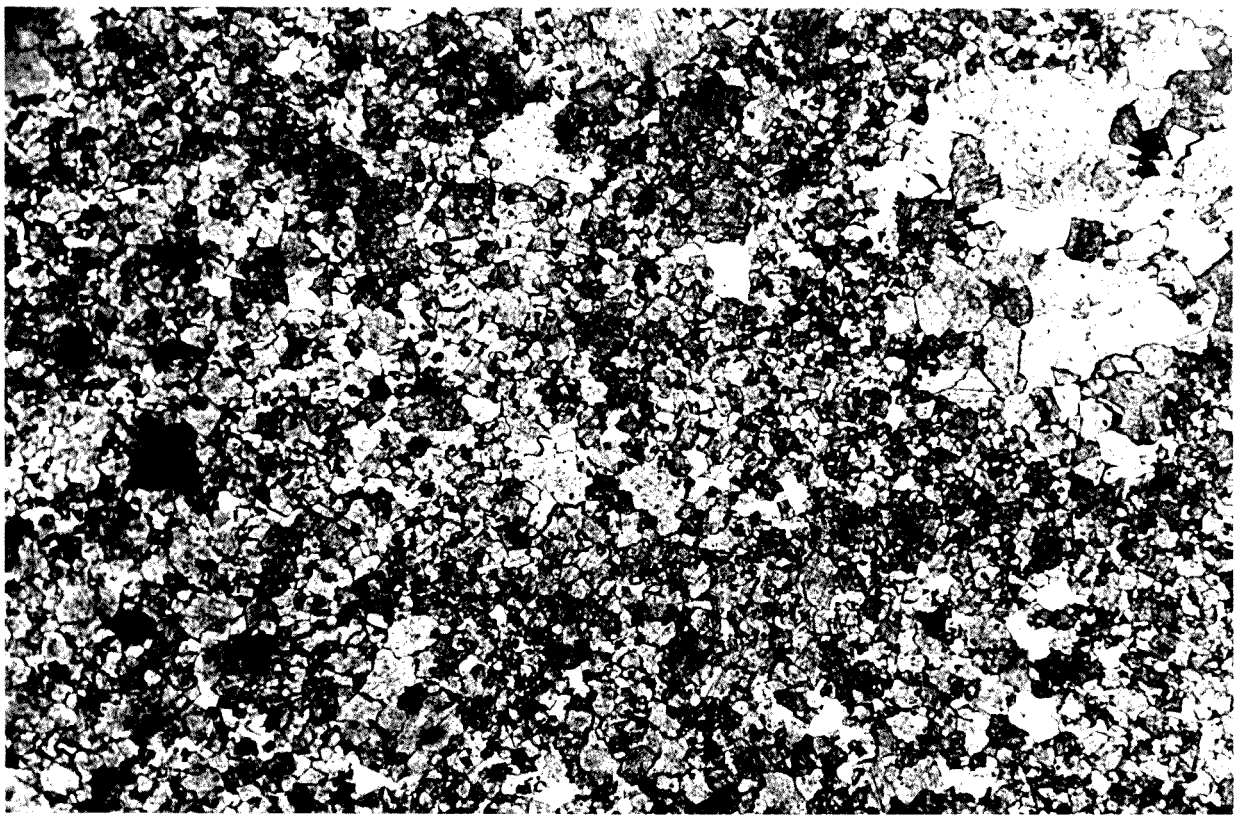
2



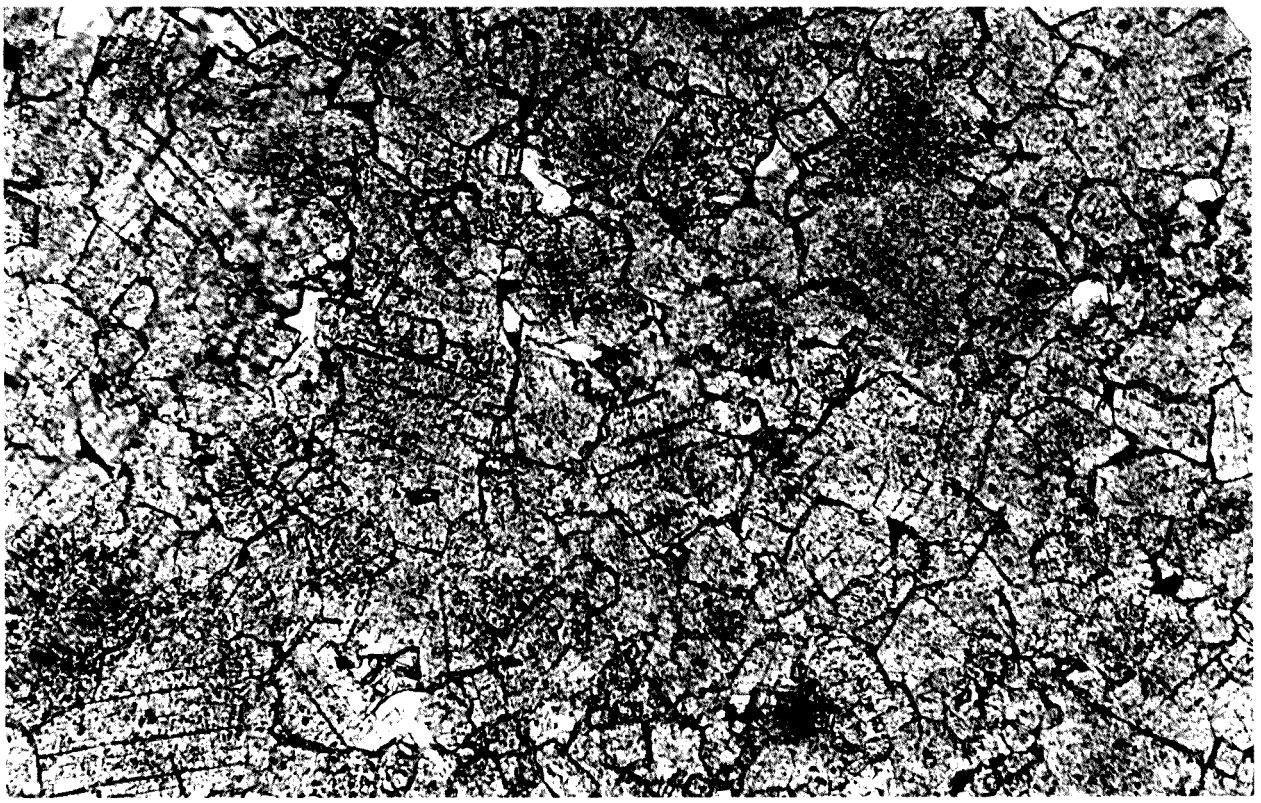
1



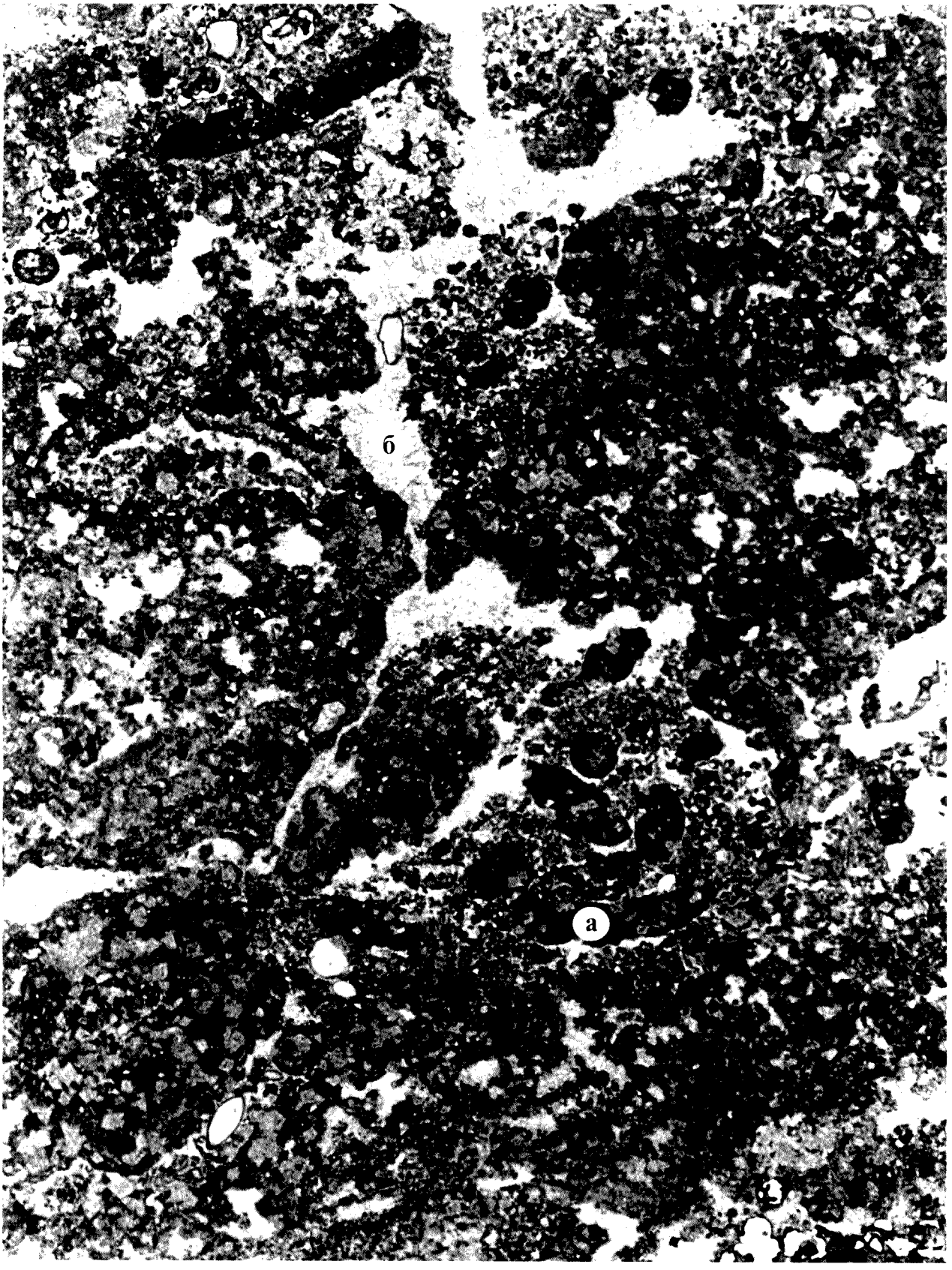
2

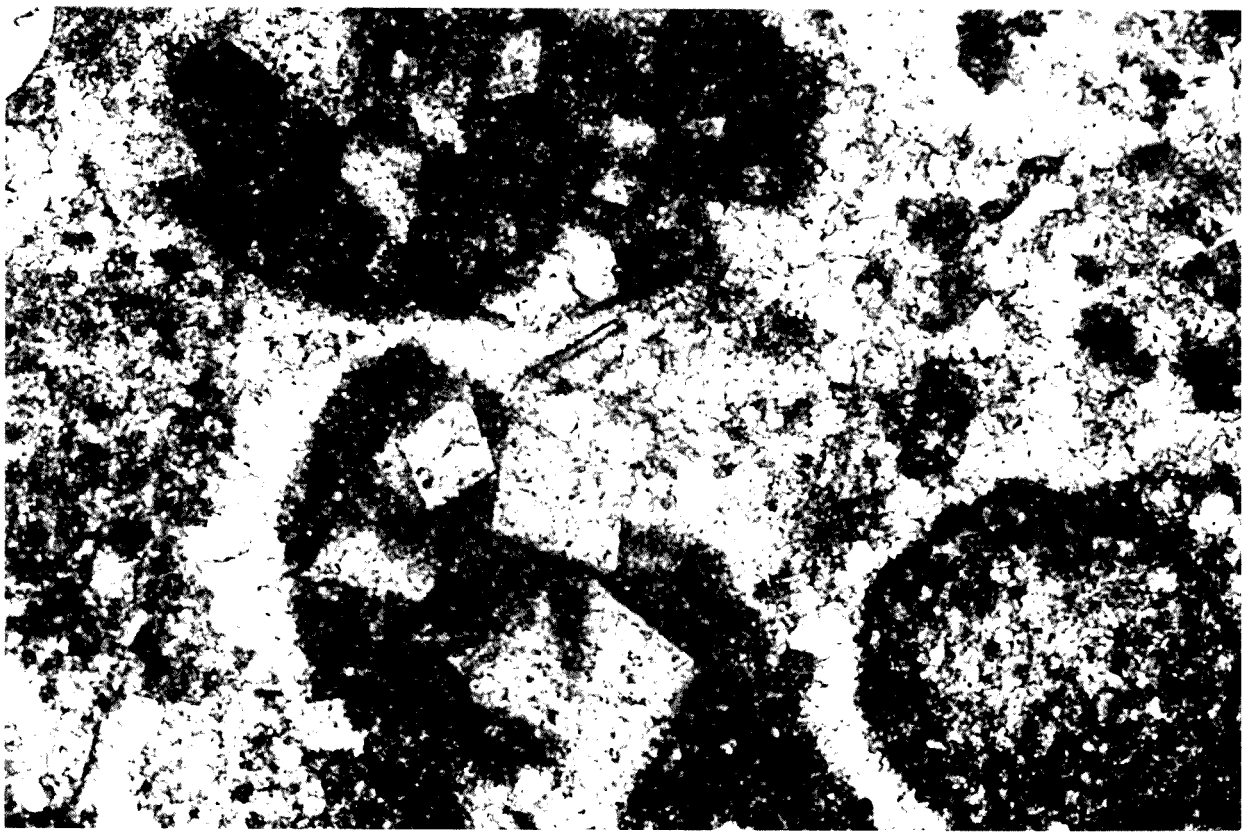


1



2

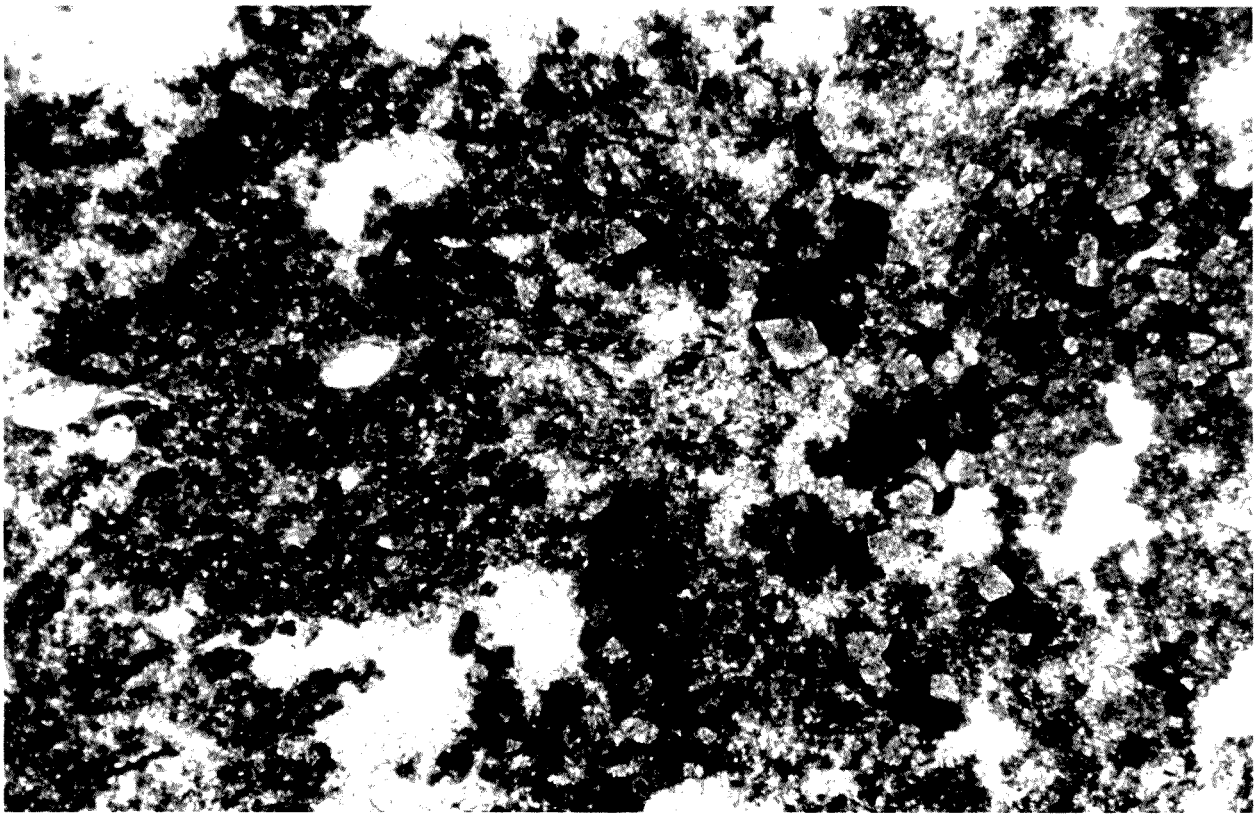

б
а



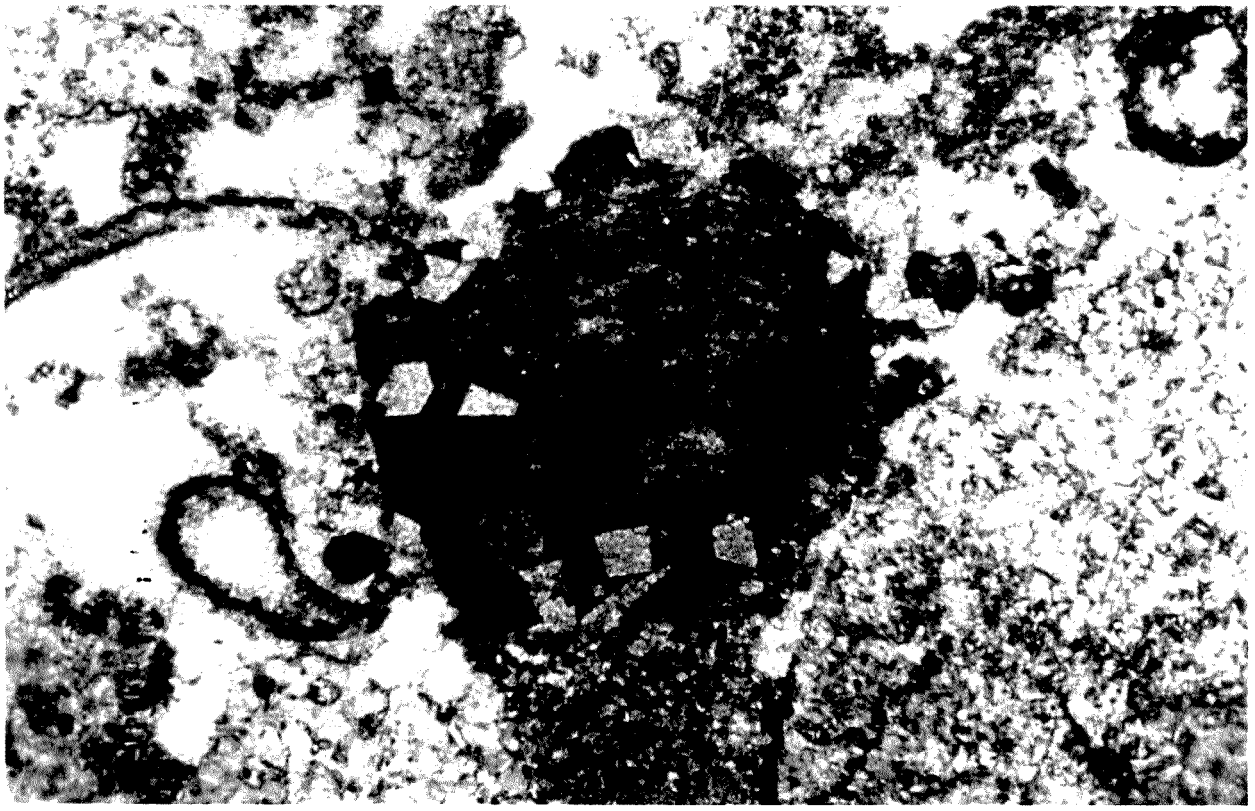
1



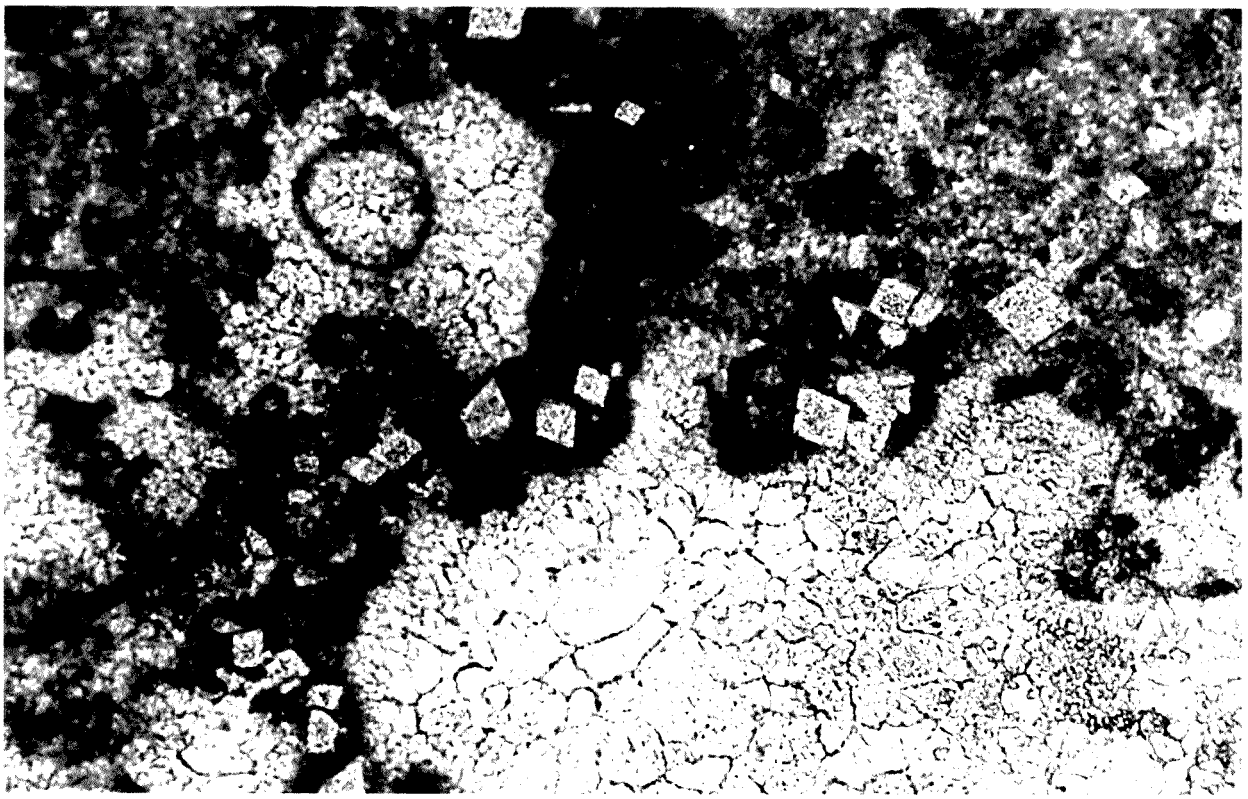
2



1



2



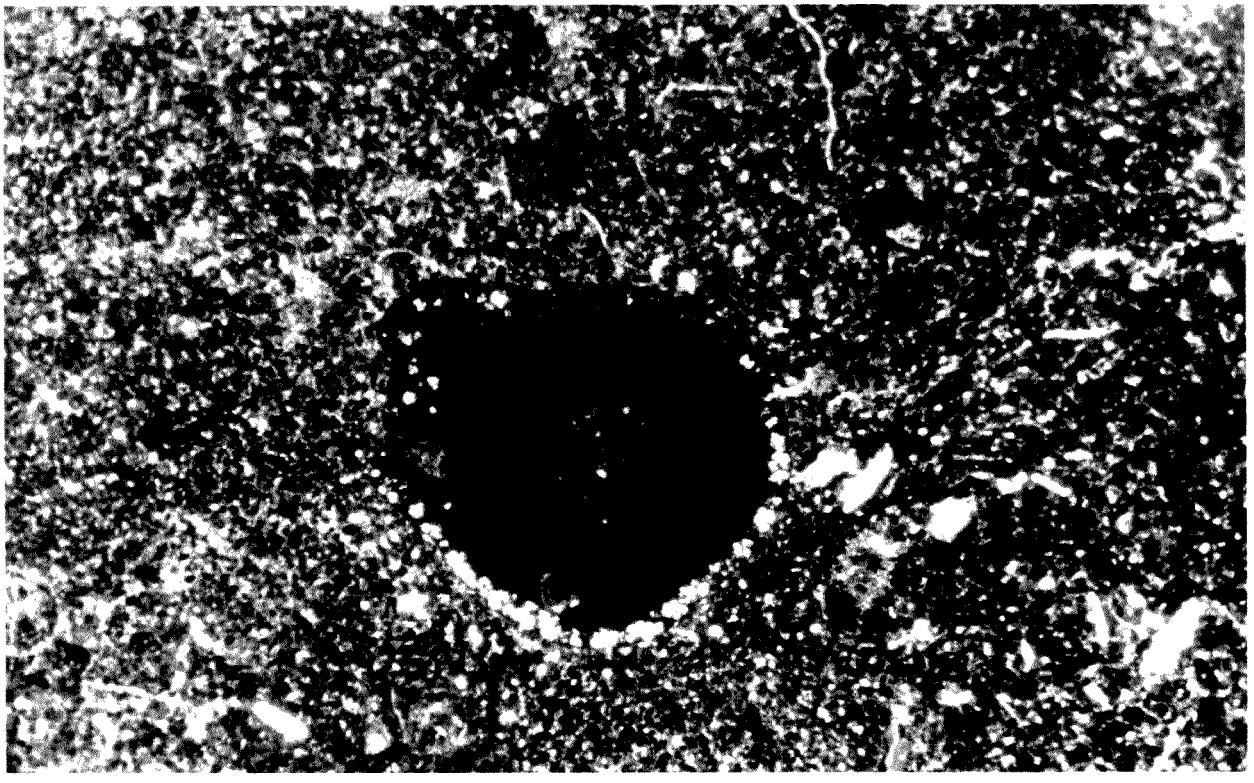
1



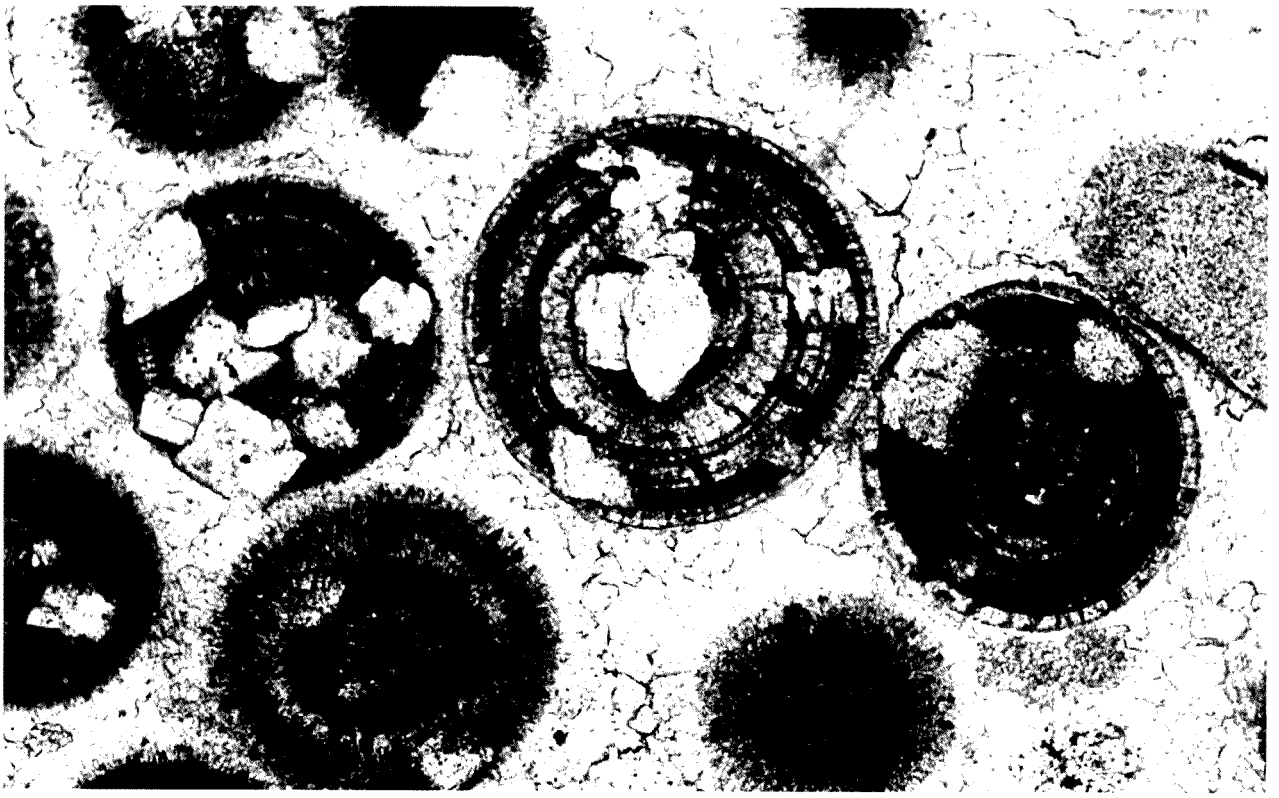
2



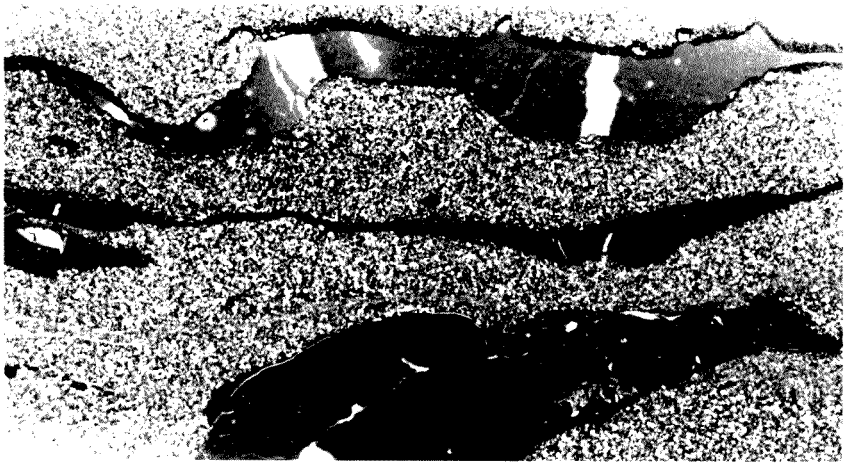
1



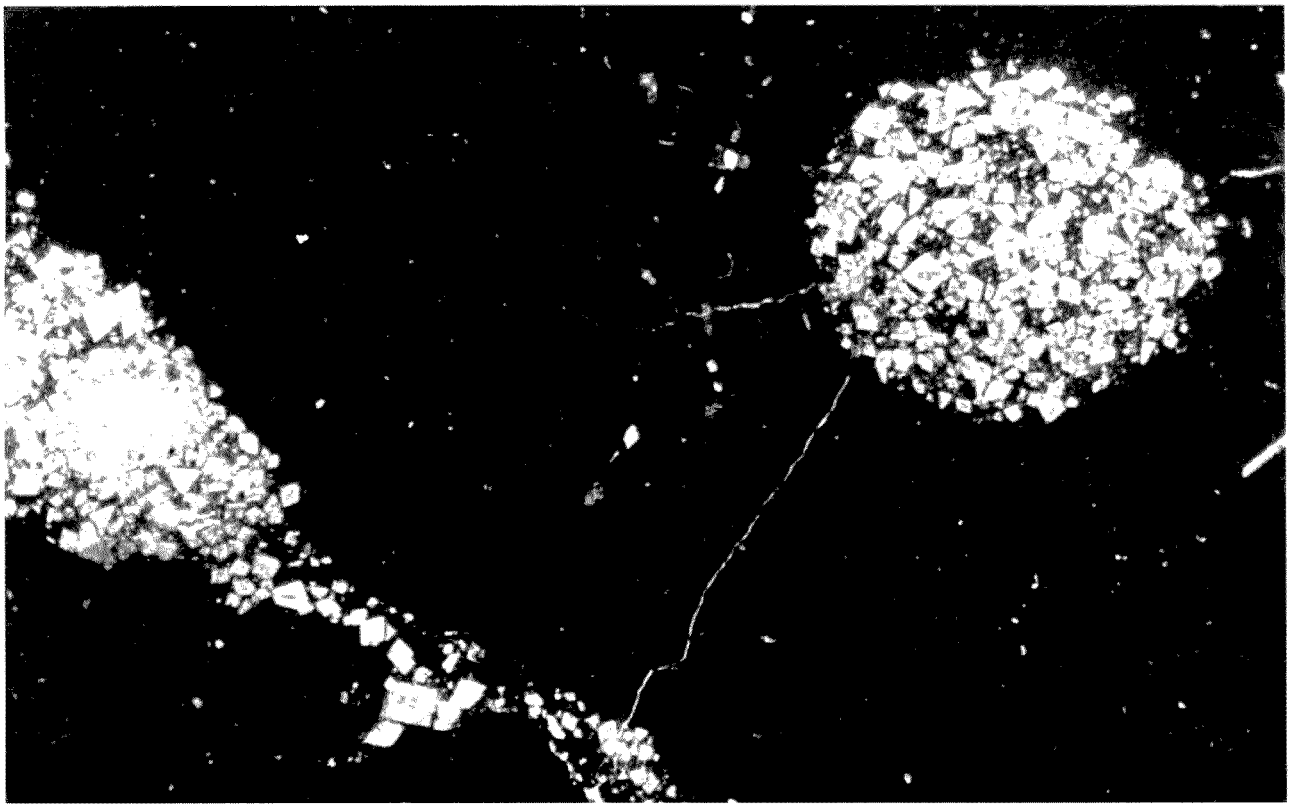
2



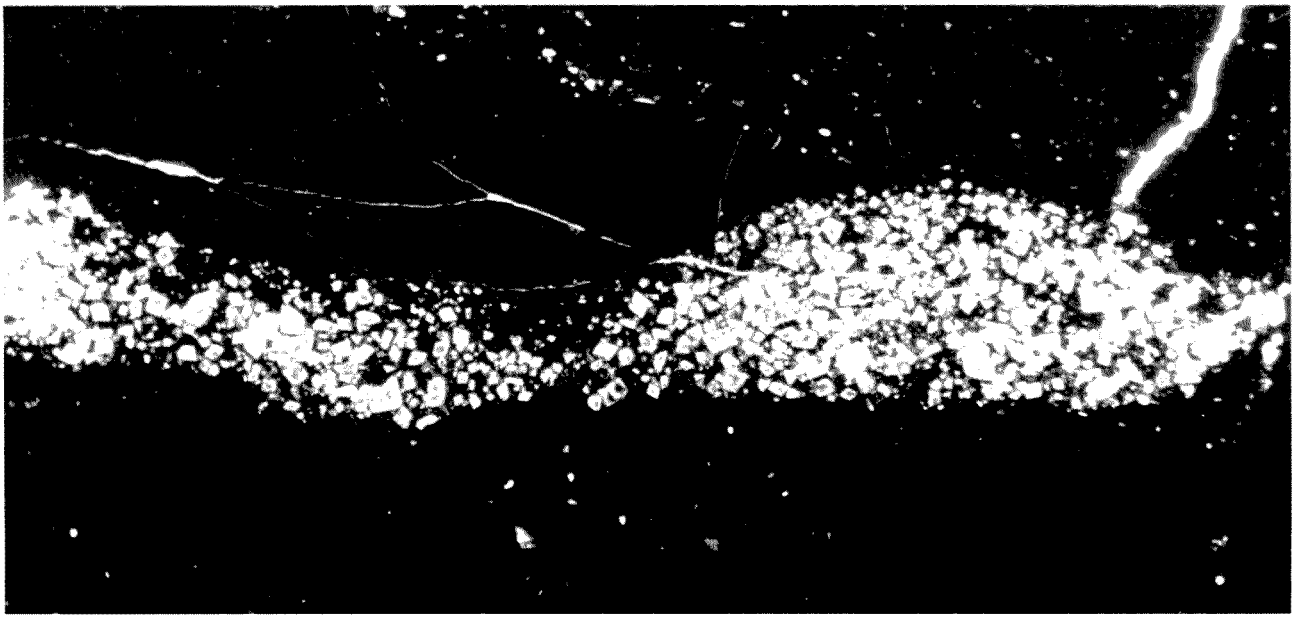
1



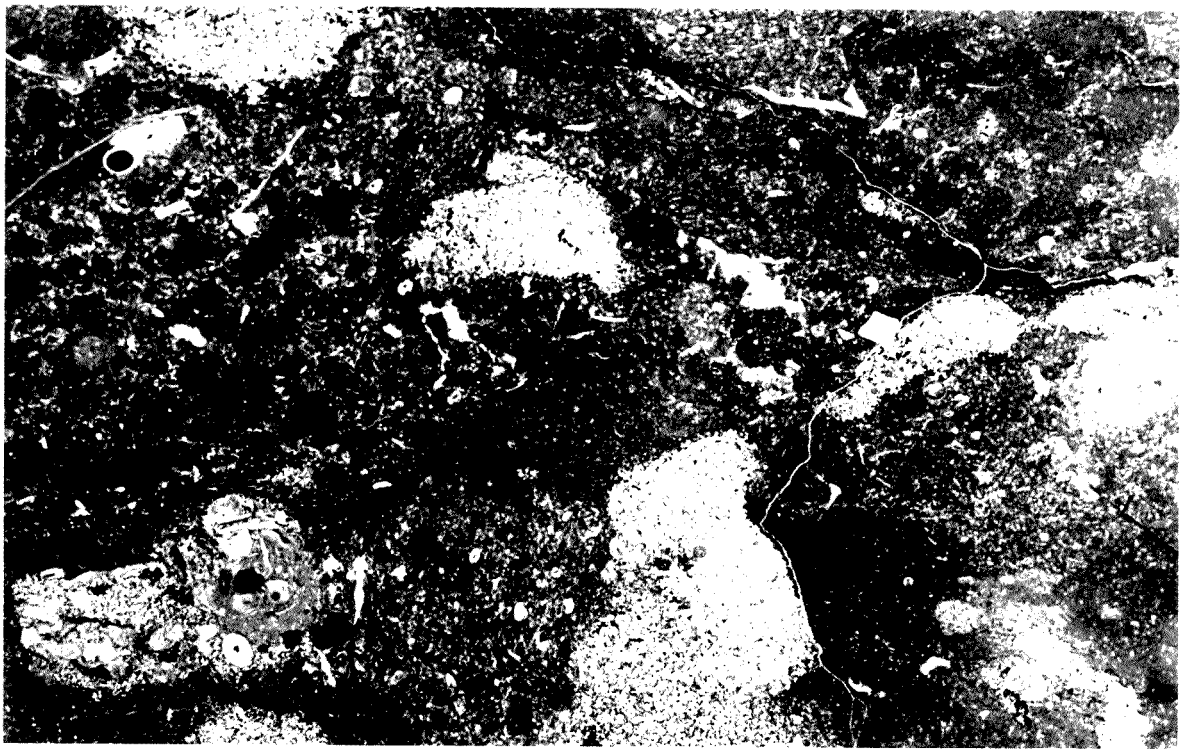
2



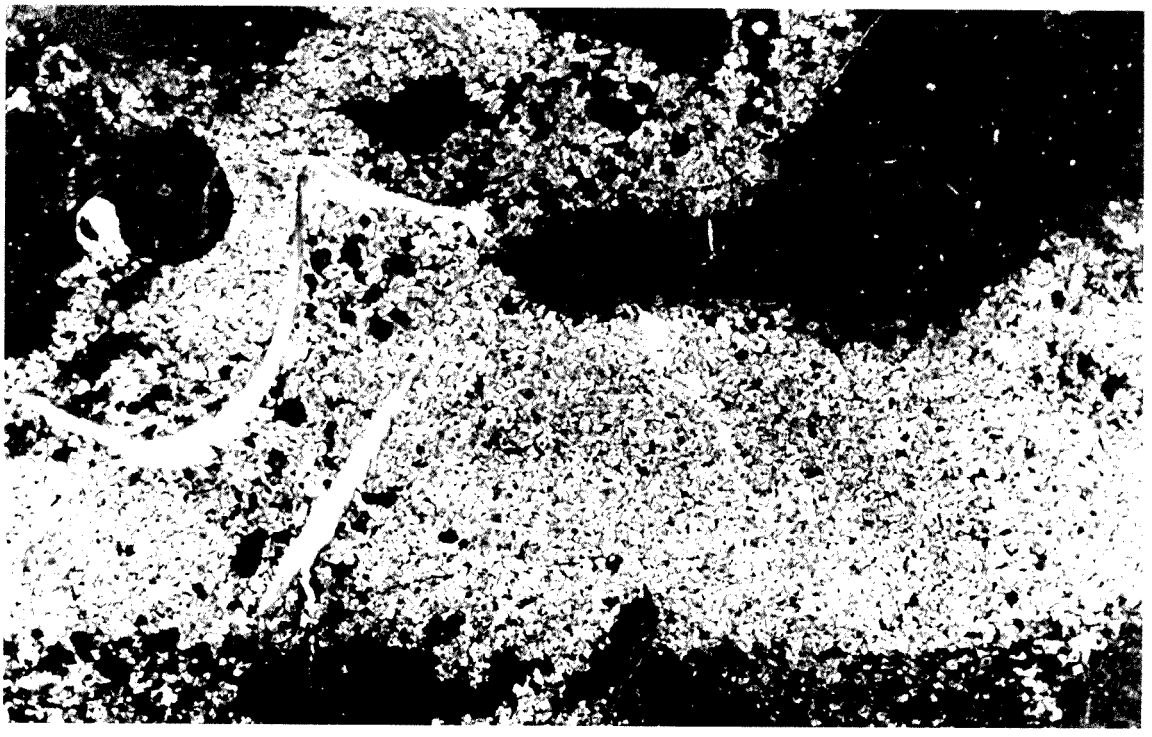
1



2

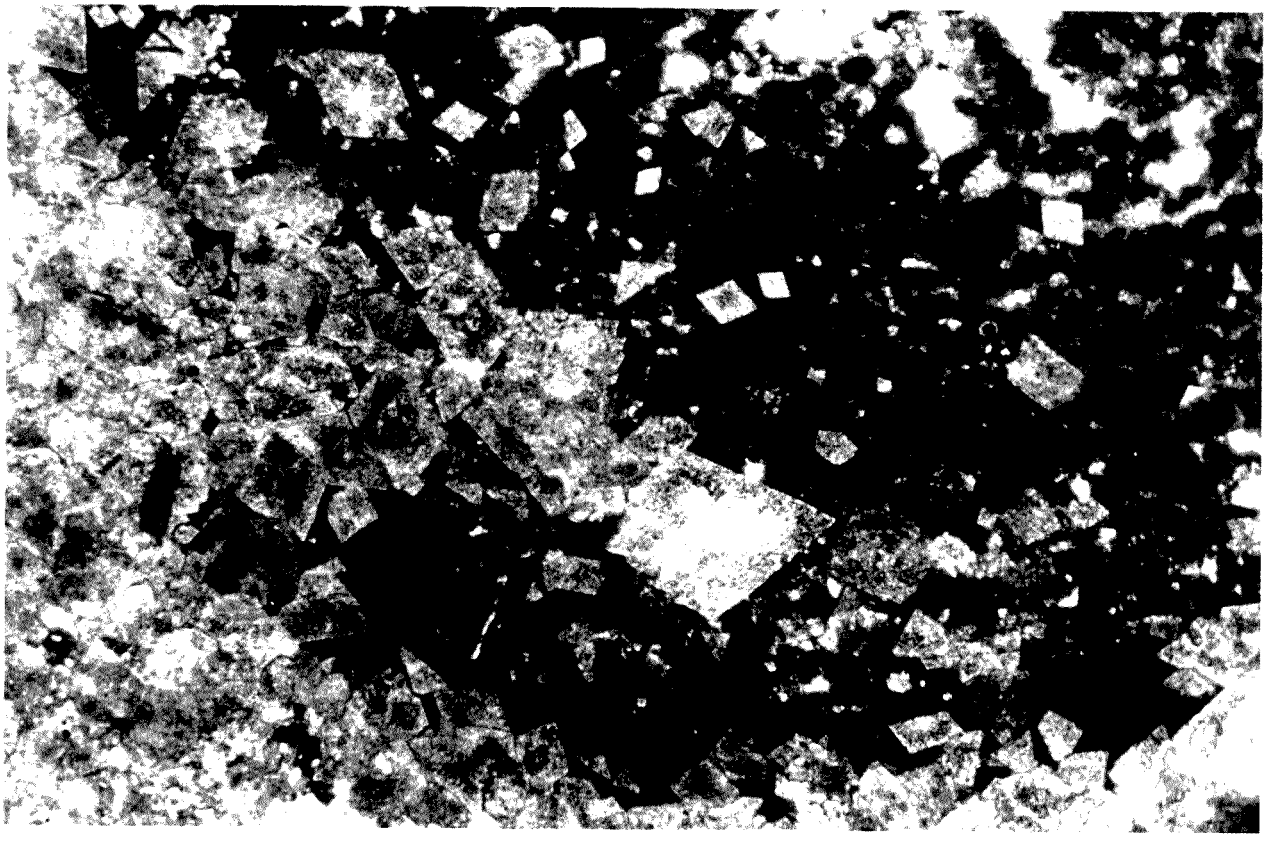


1

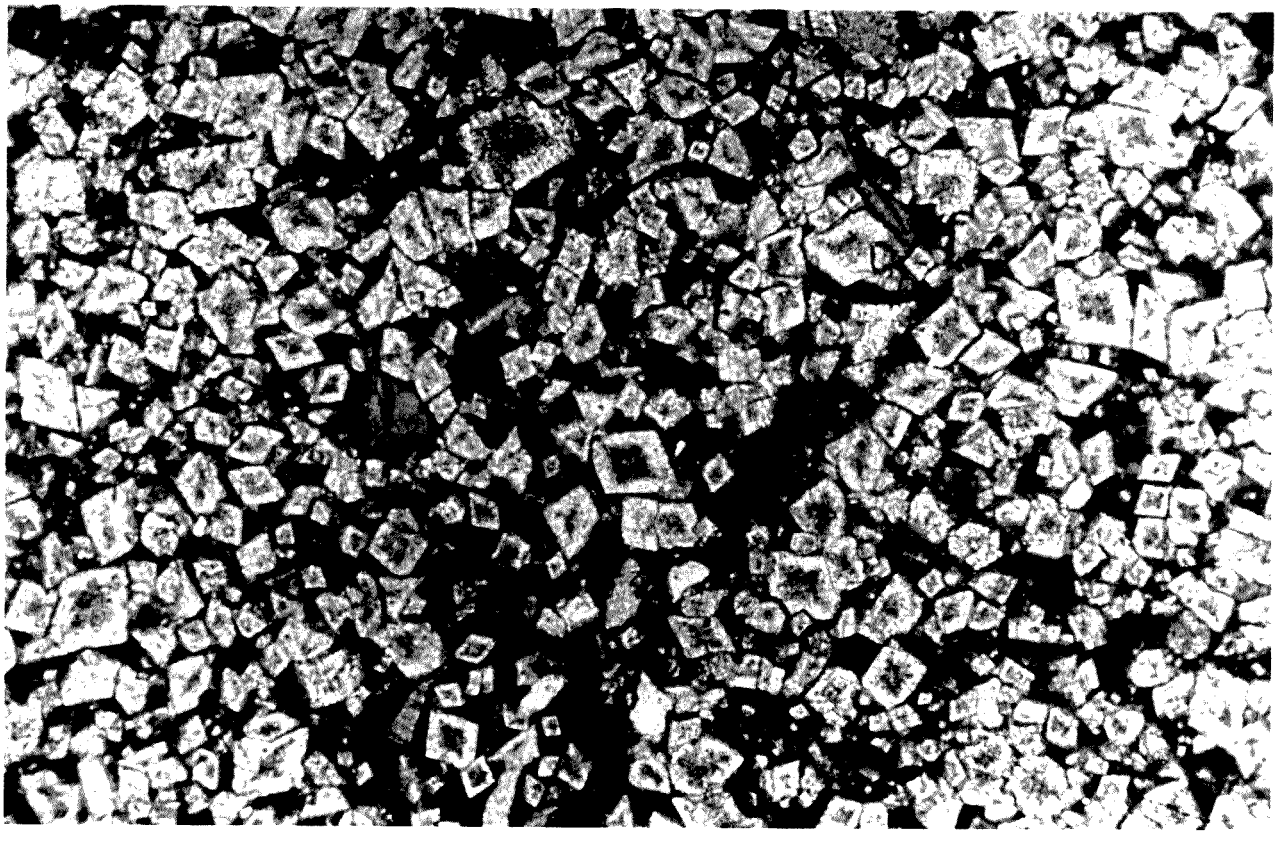


2





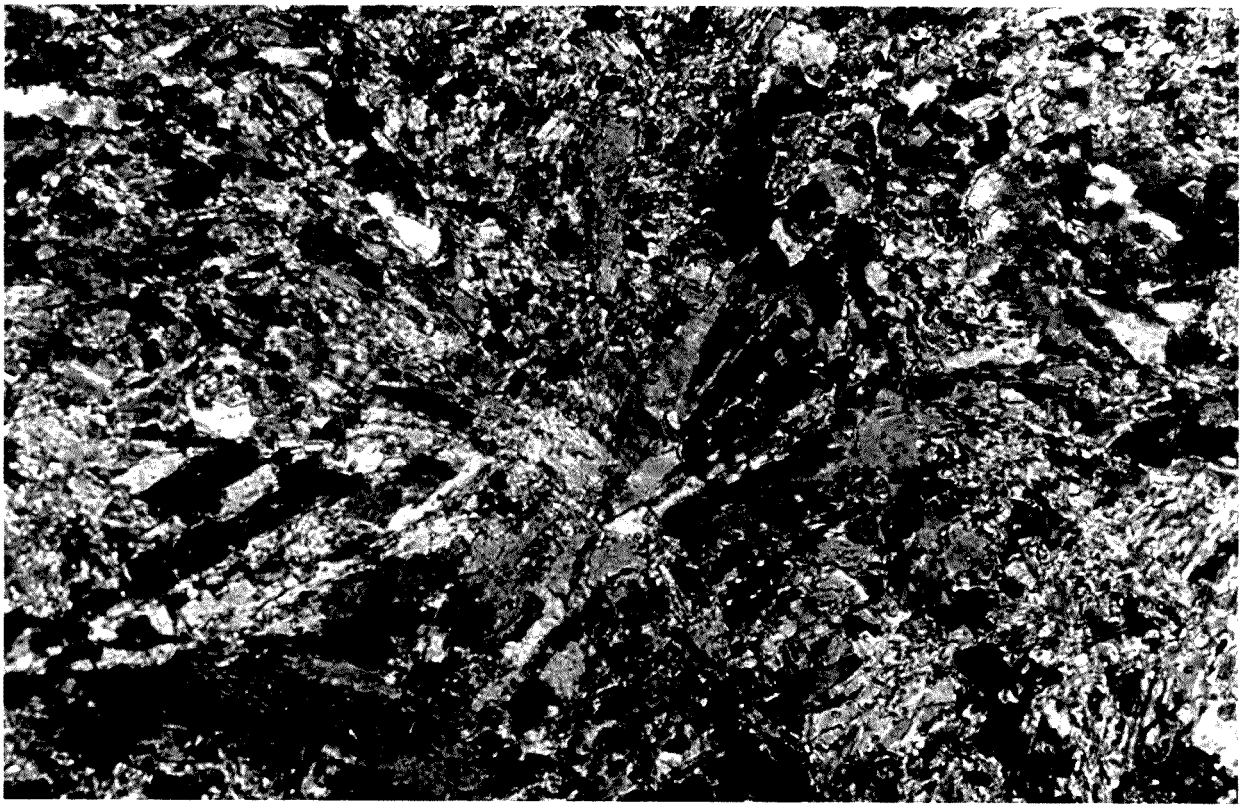
1



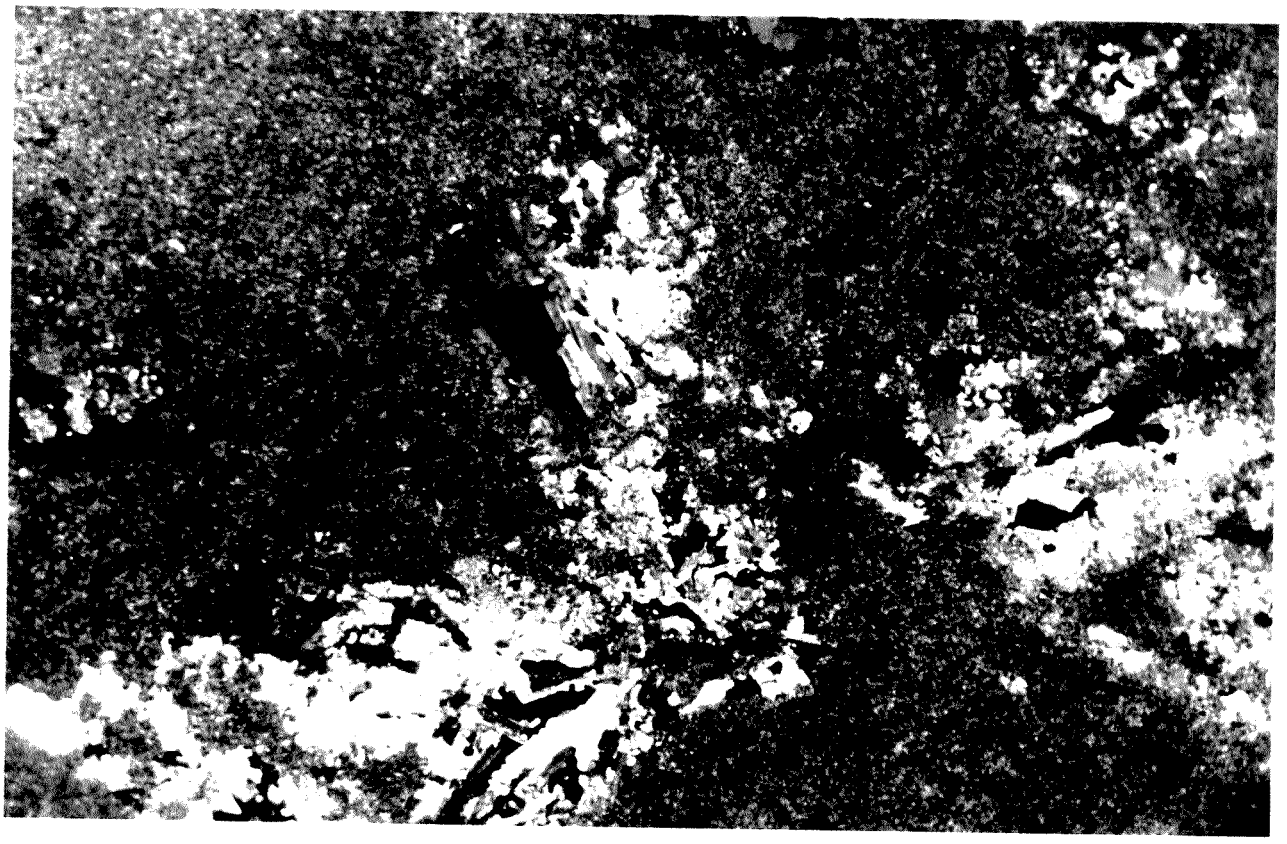
2



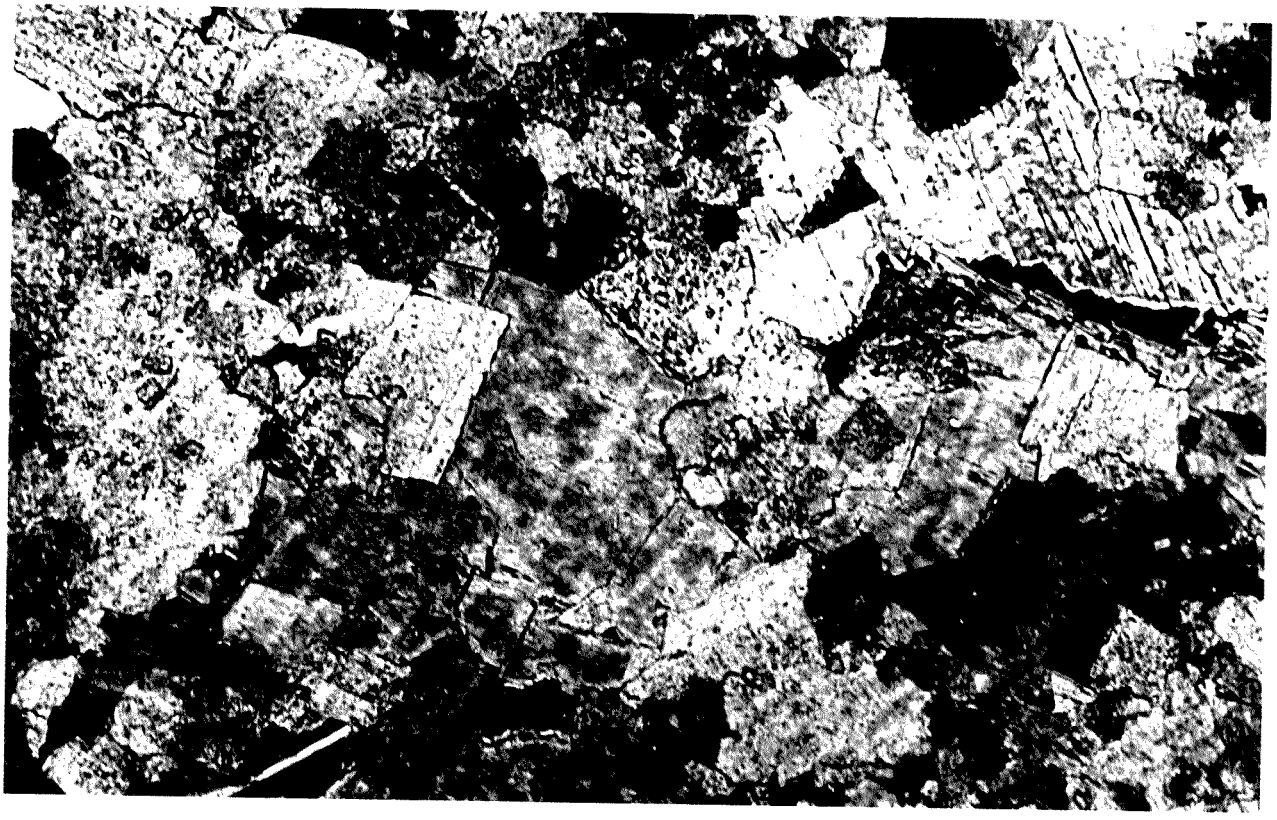
1



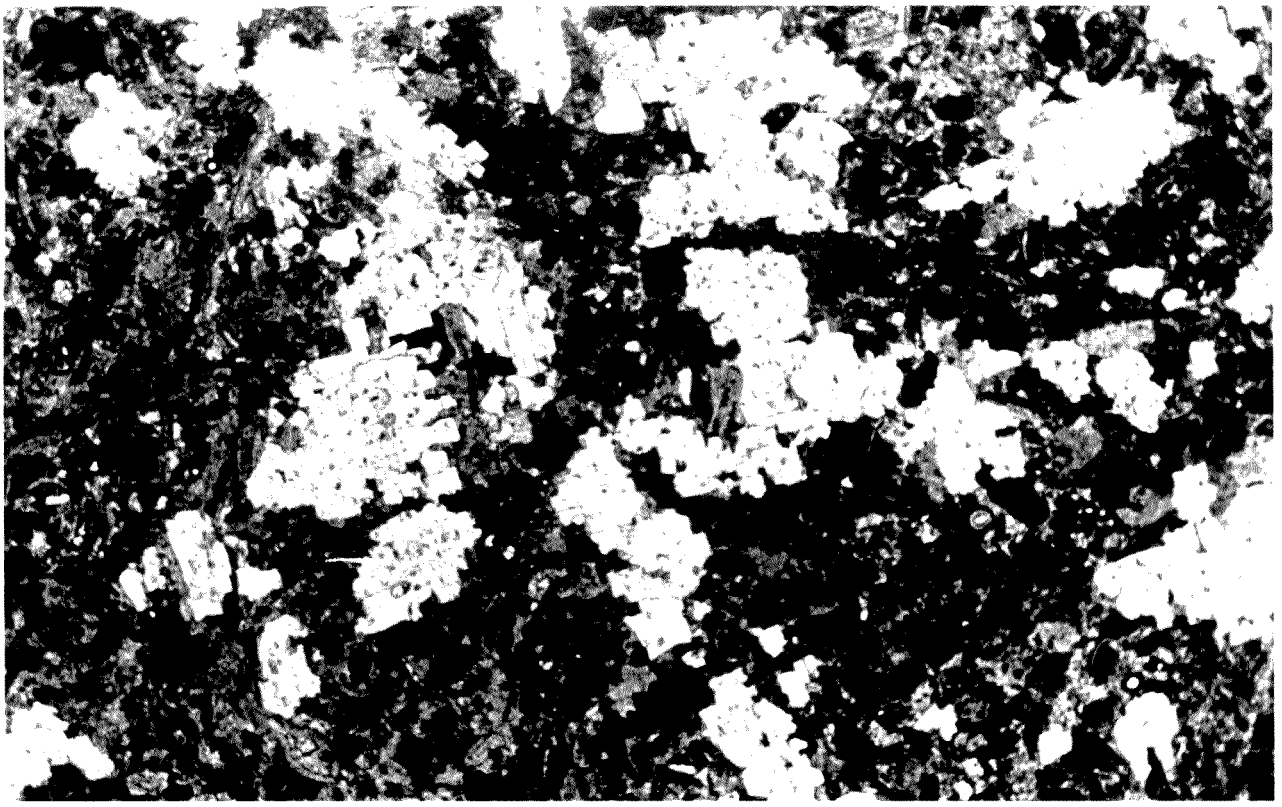
2



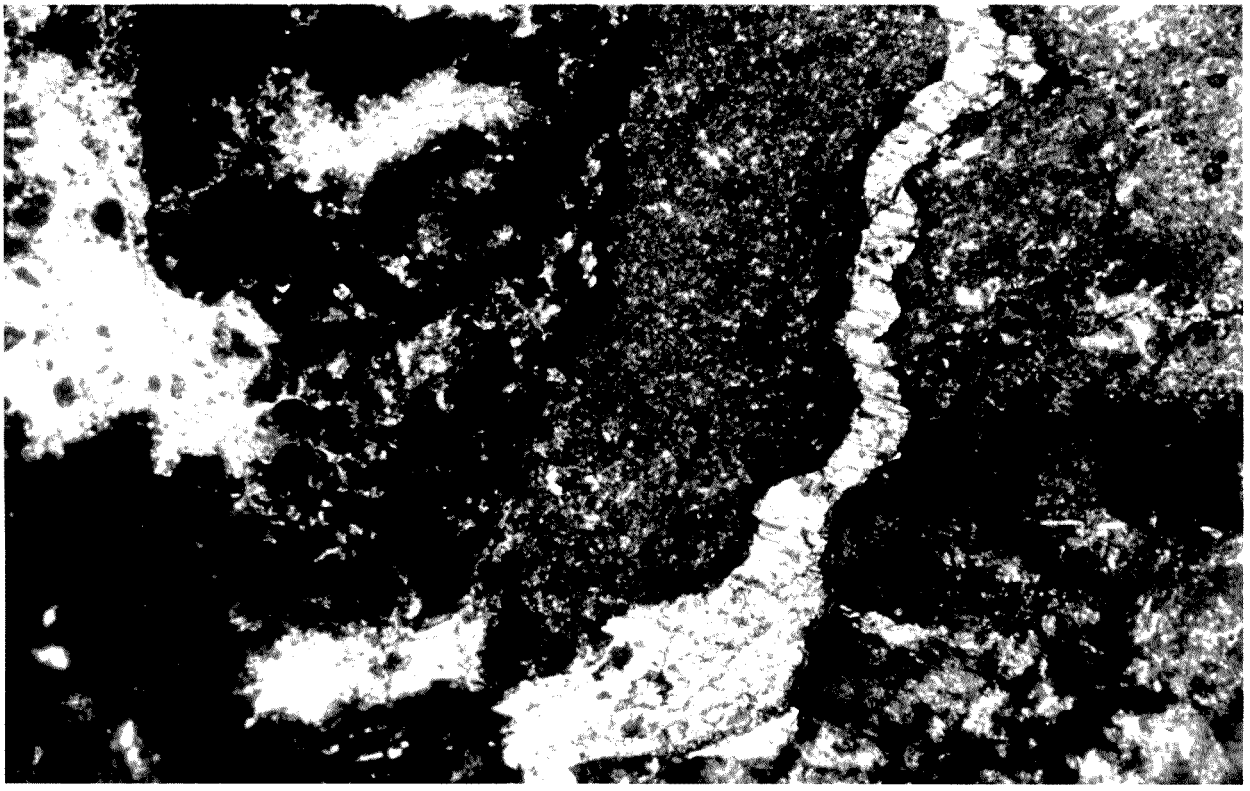
1



2



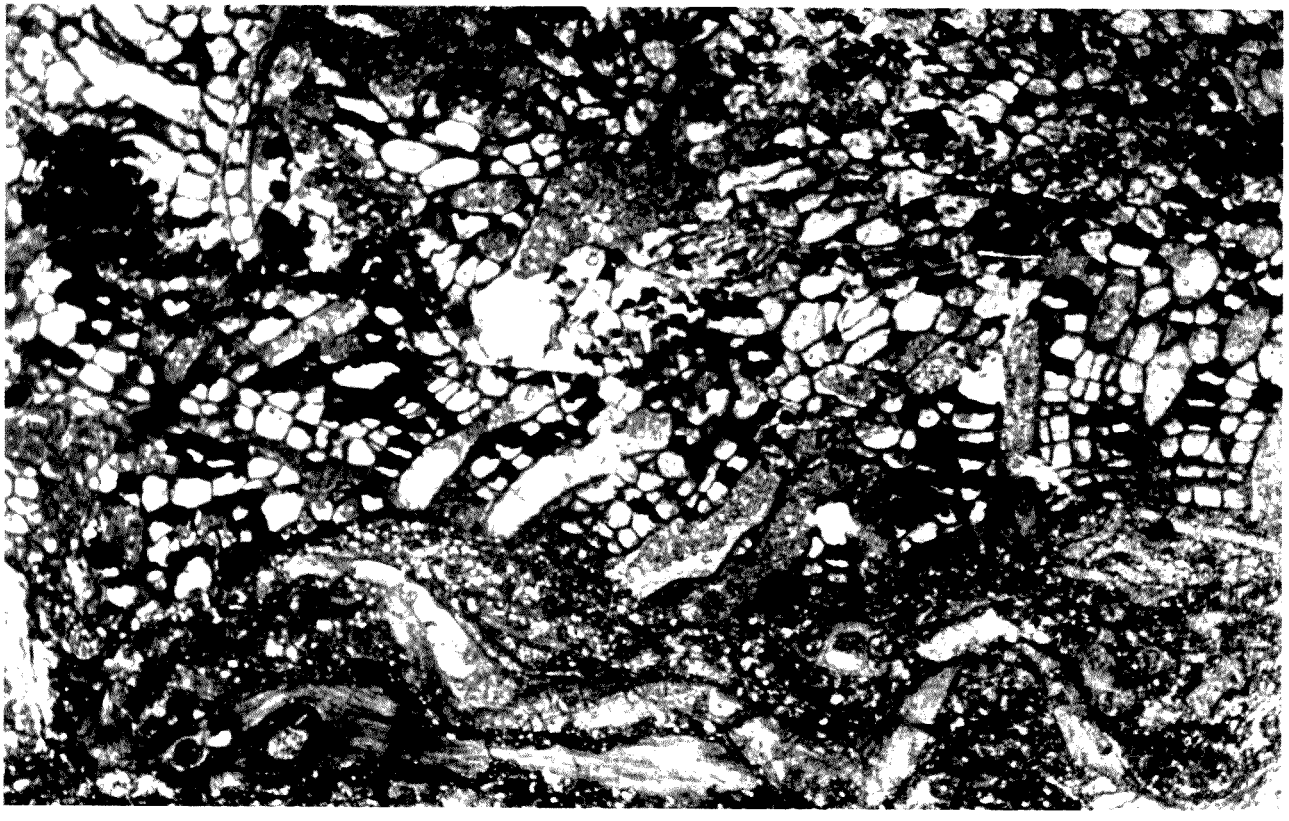
1



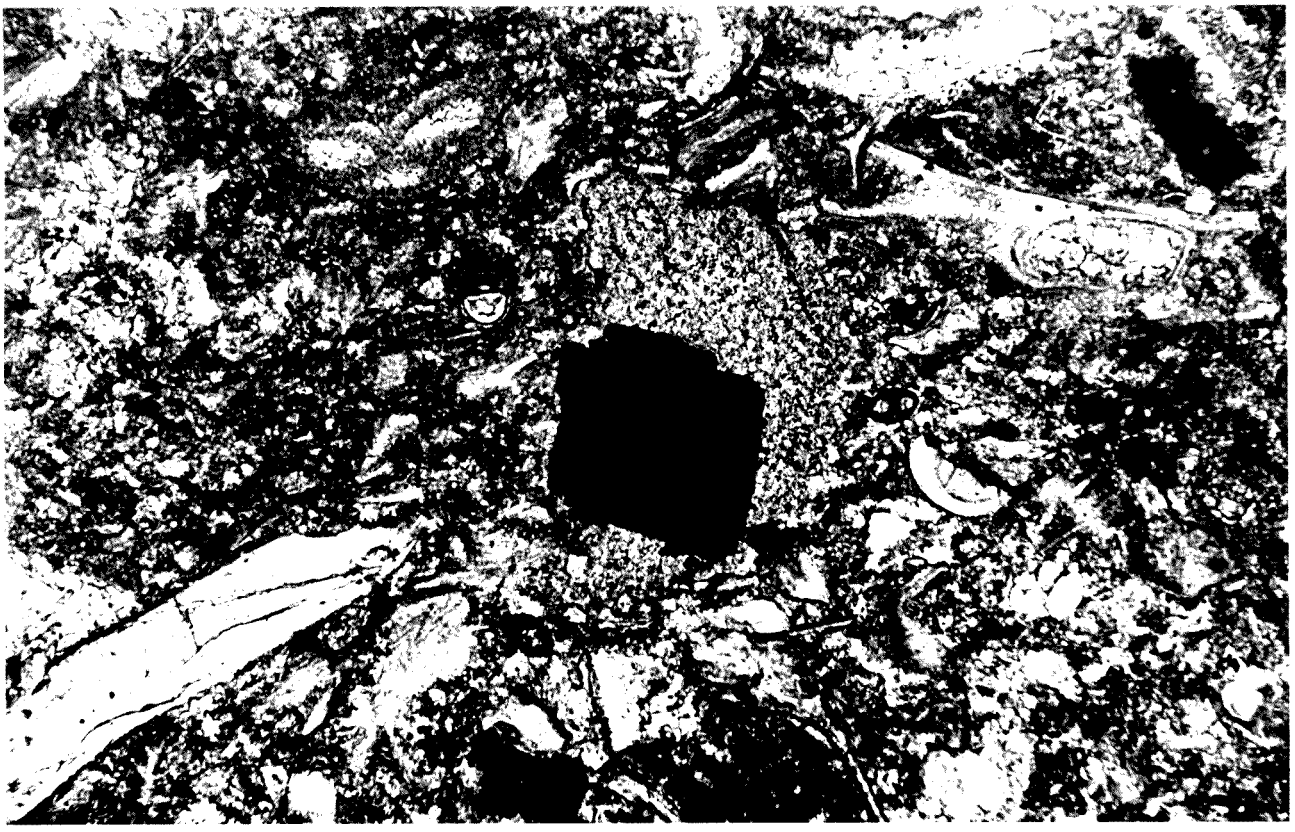
2



1

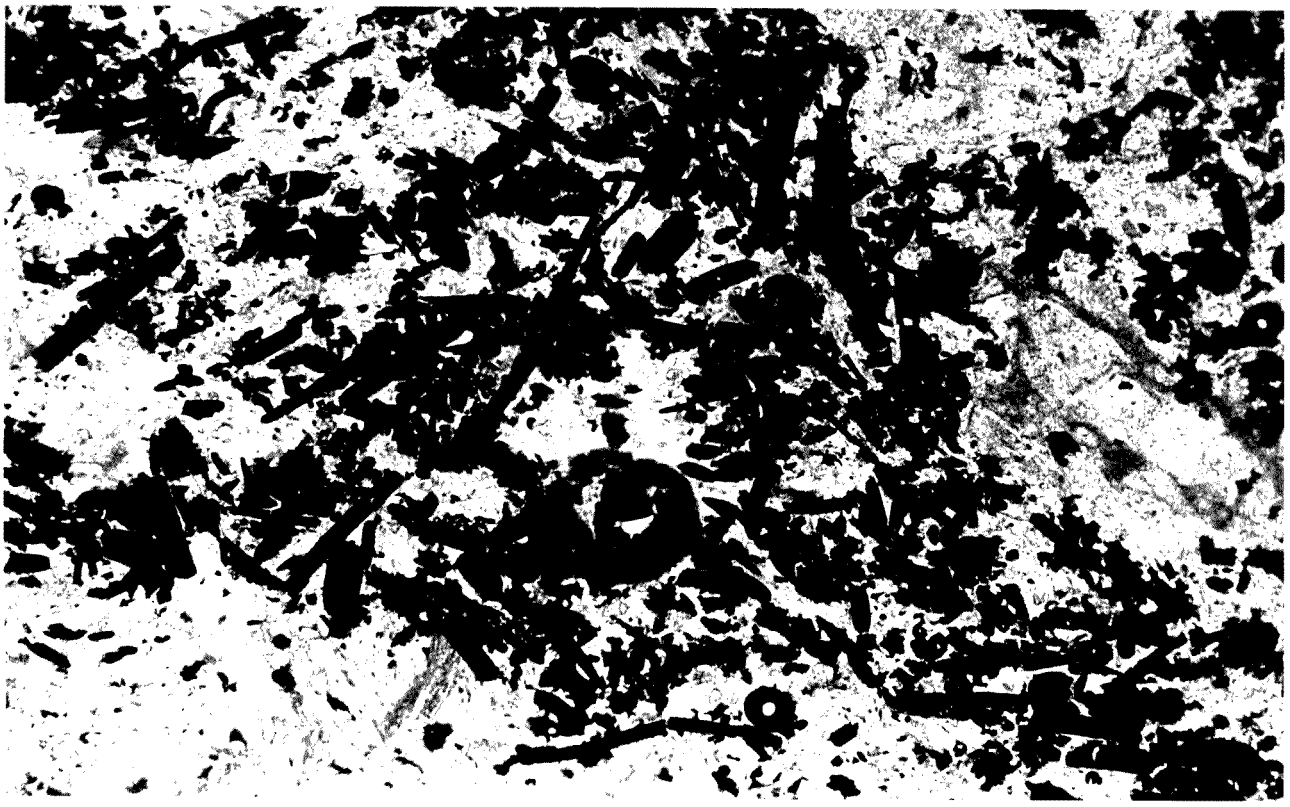


2

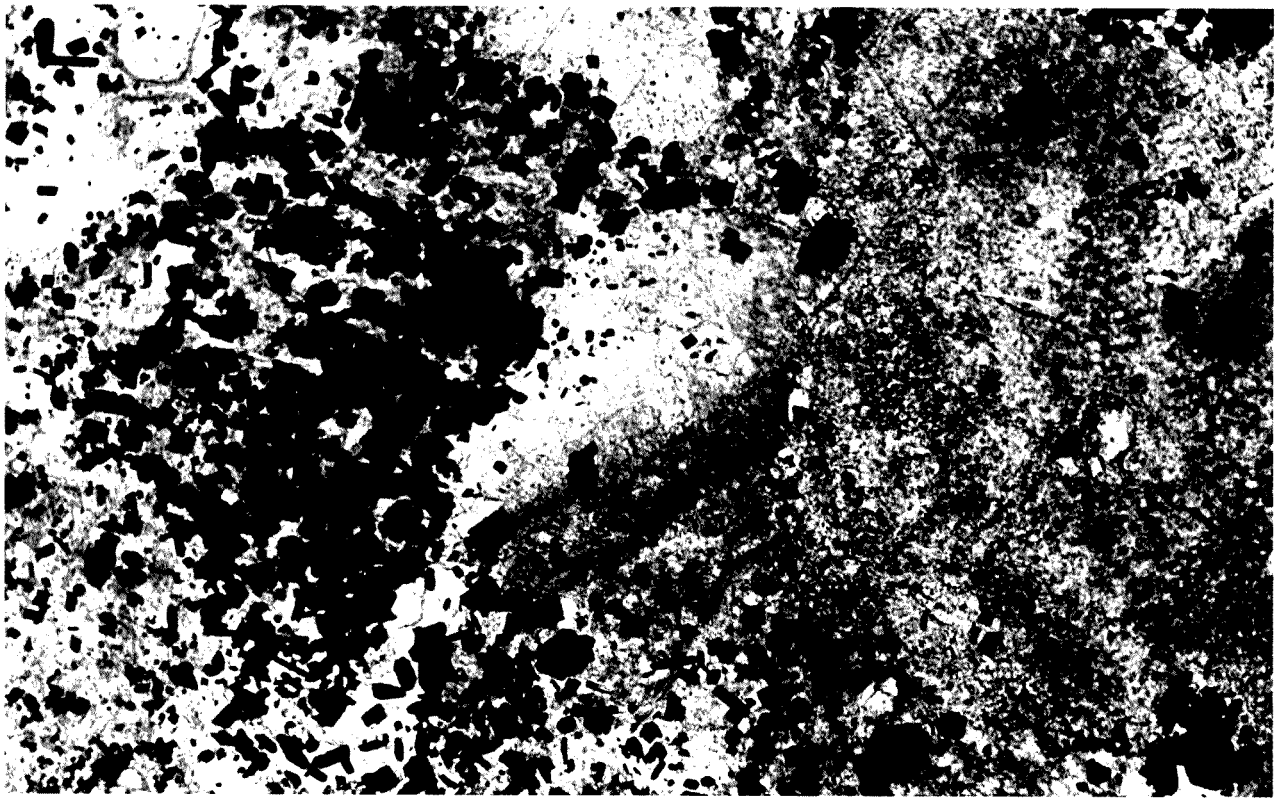


1





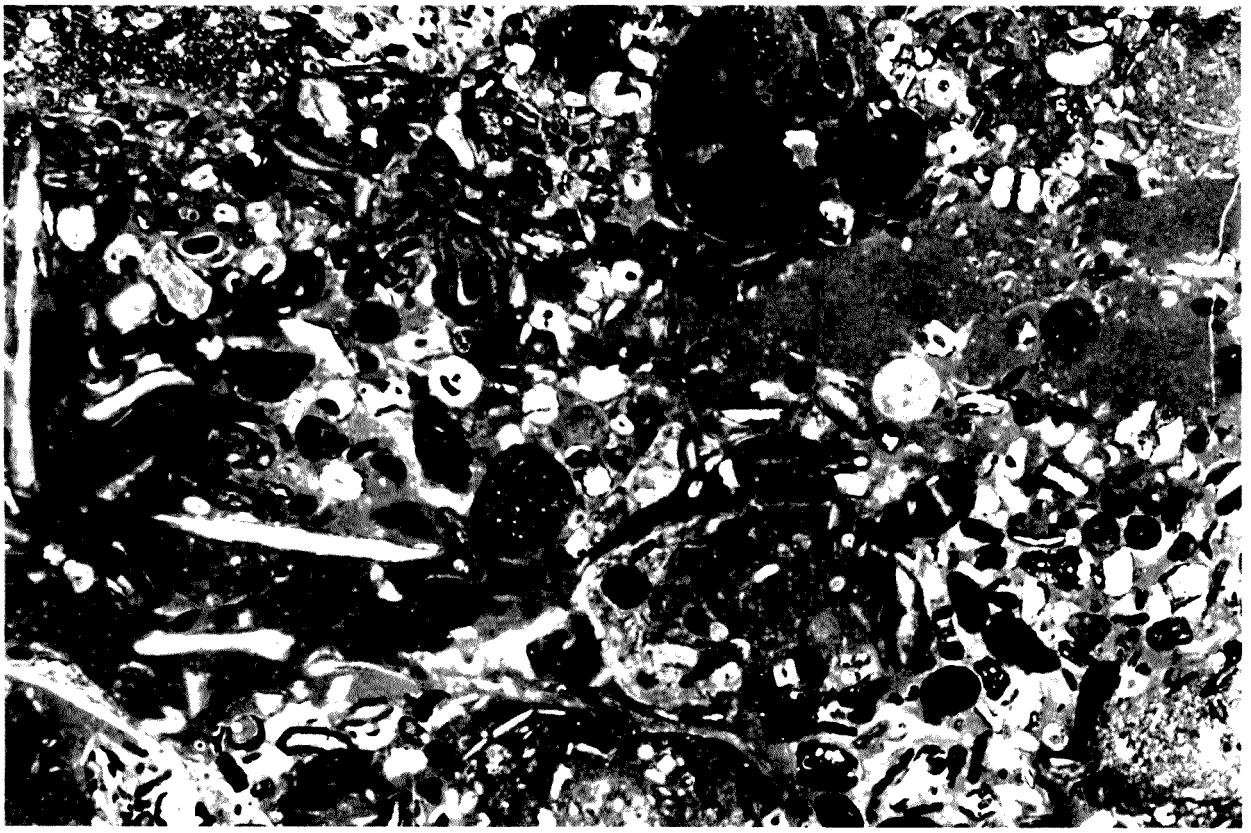
1



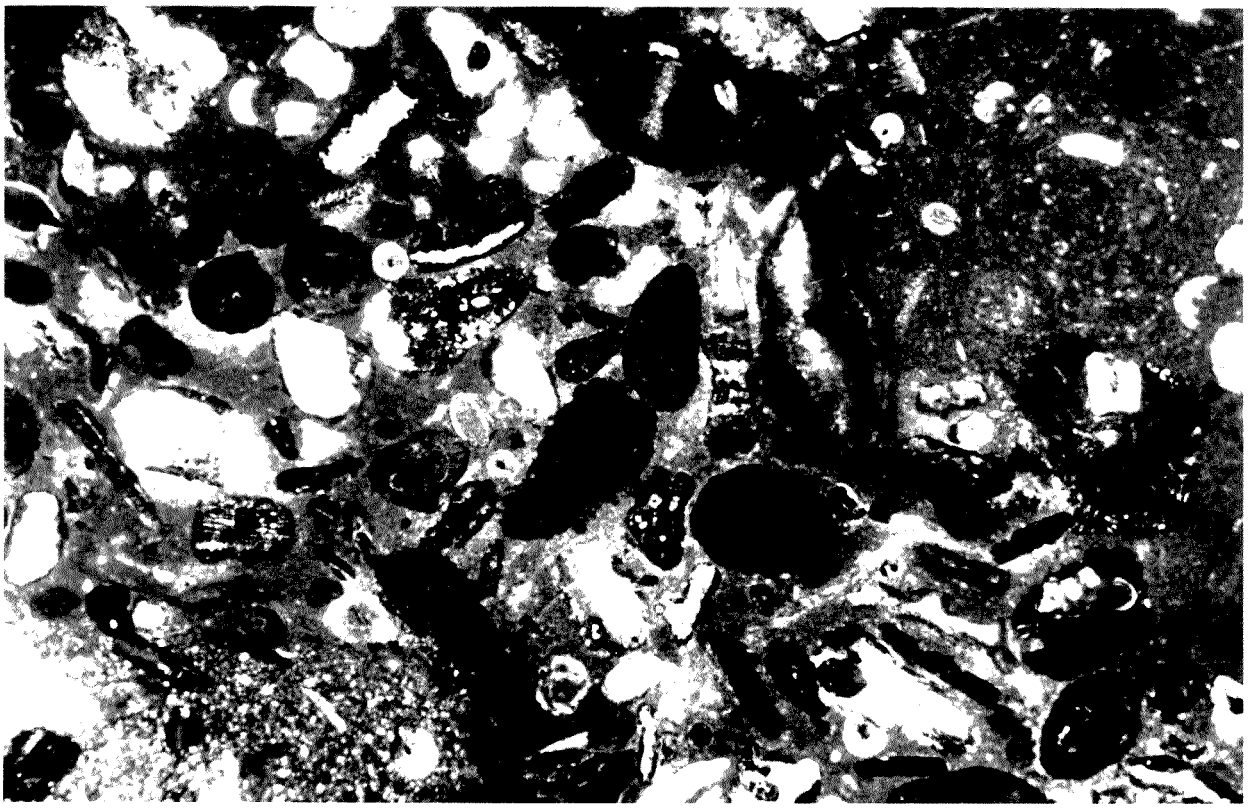
2



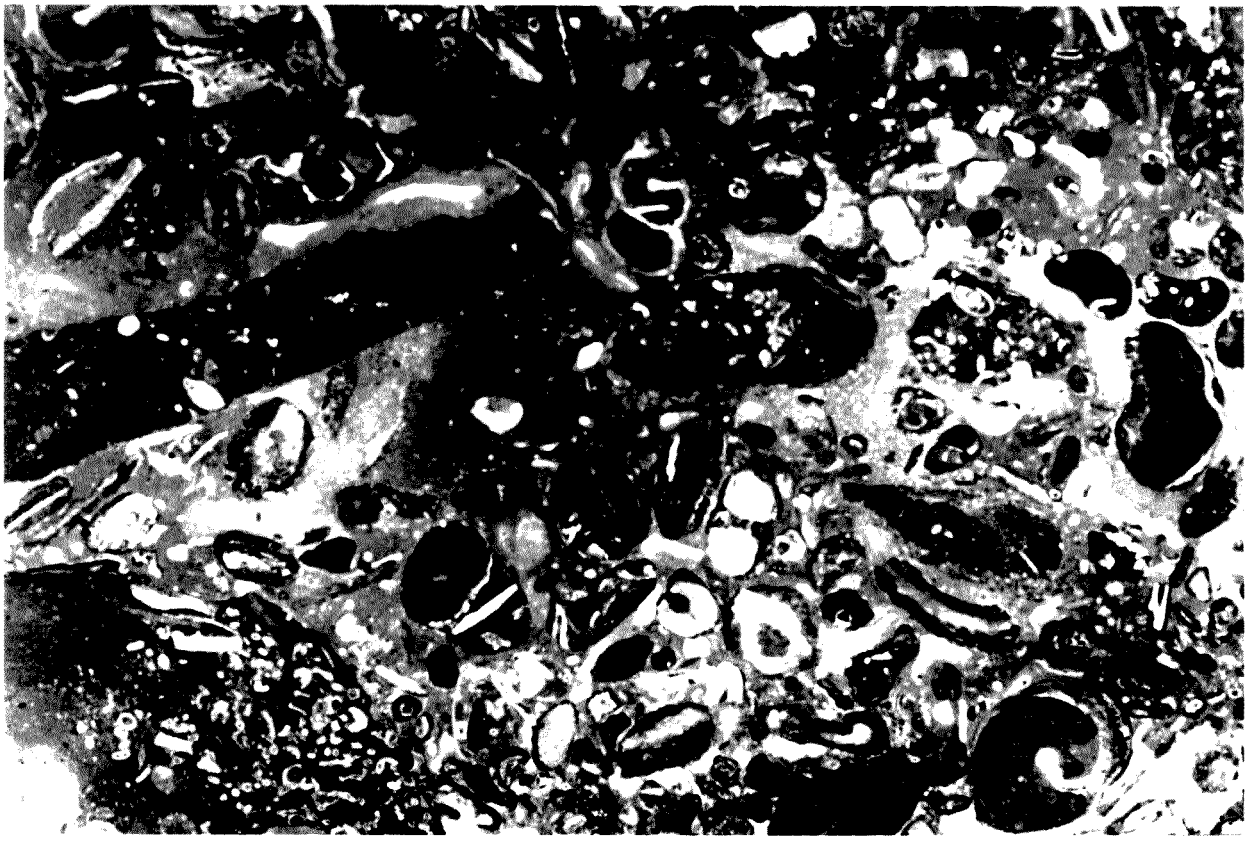
1



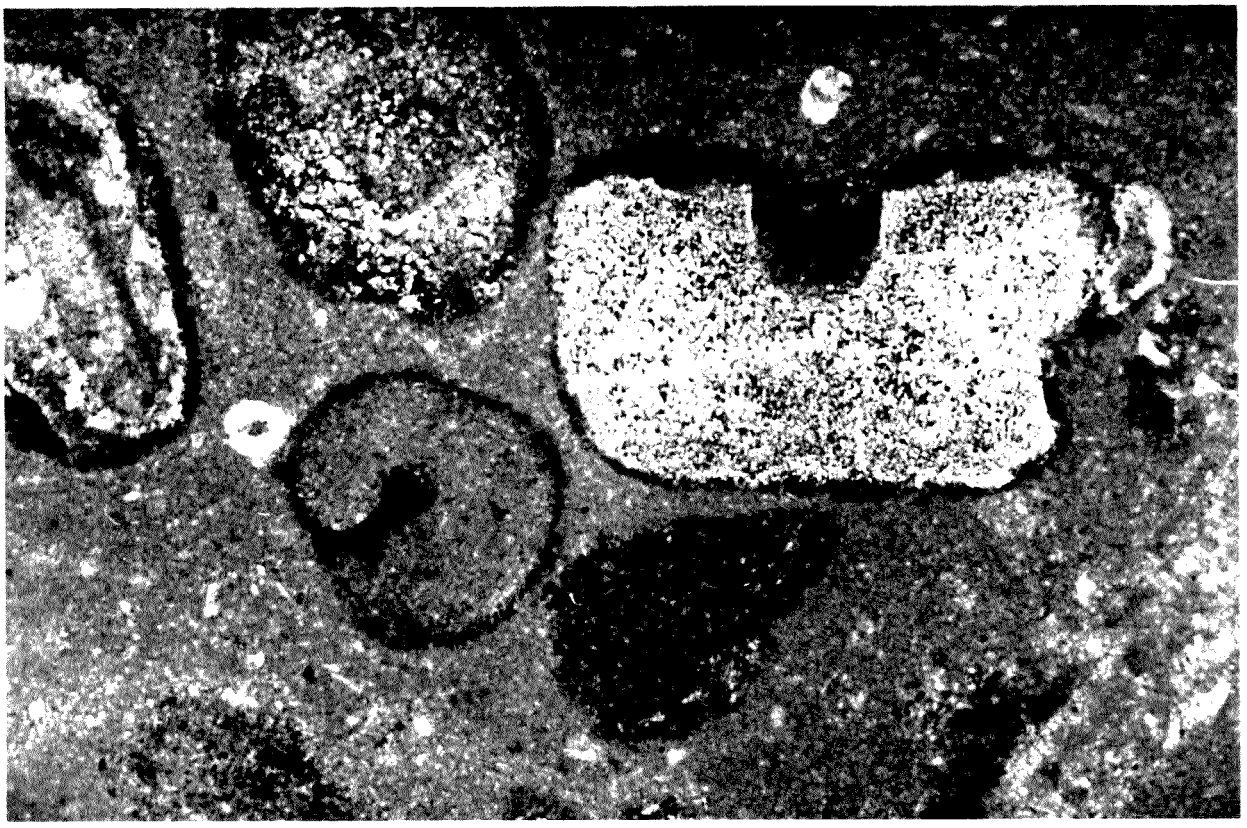
2



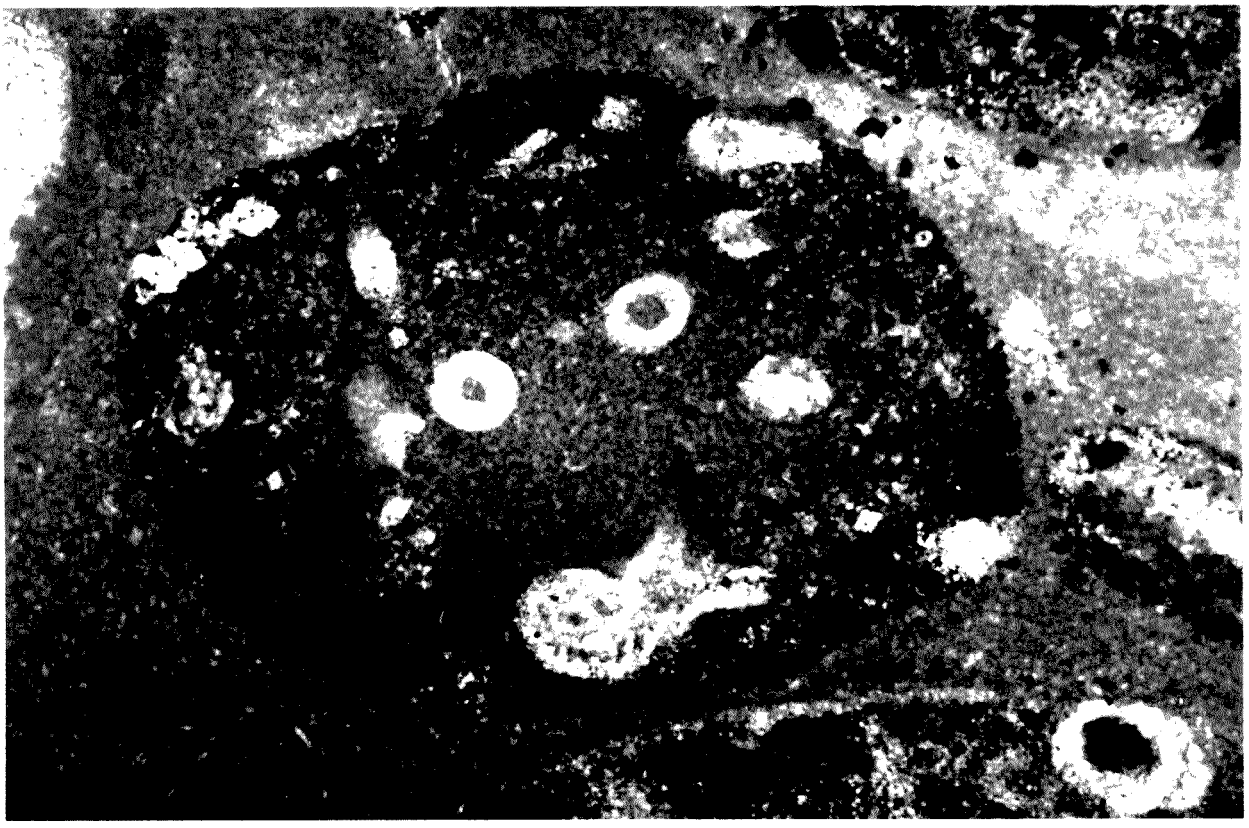
1



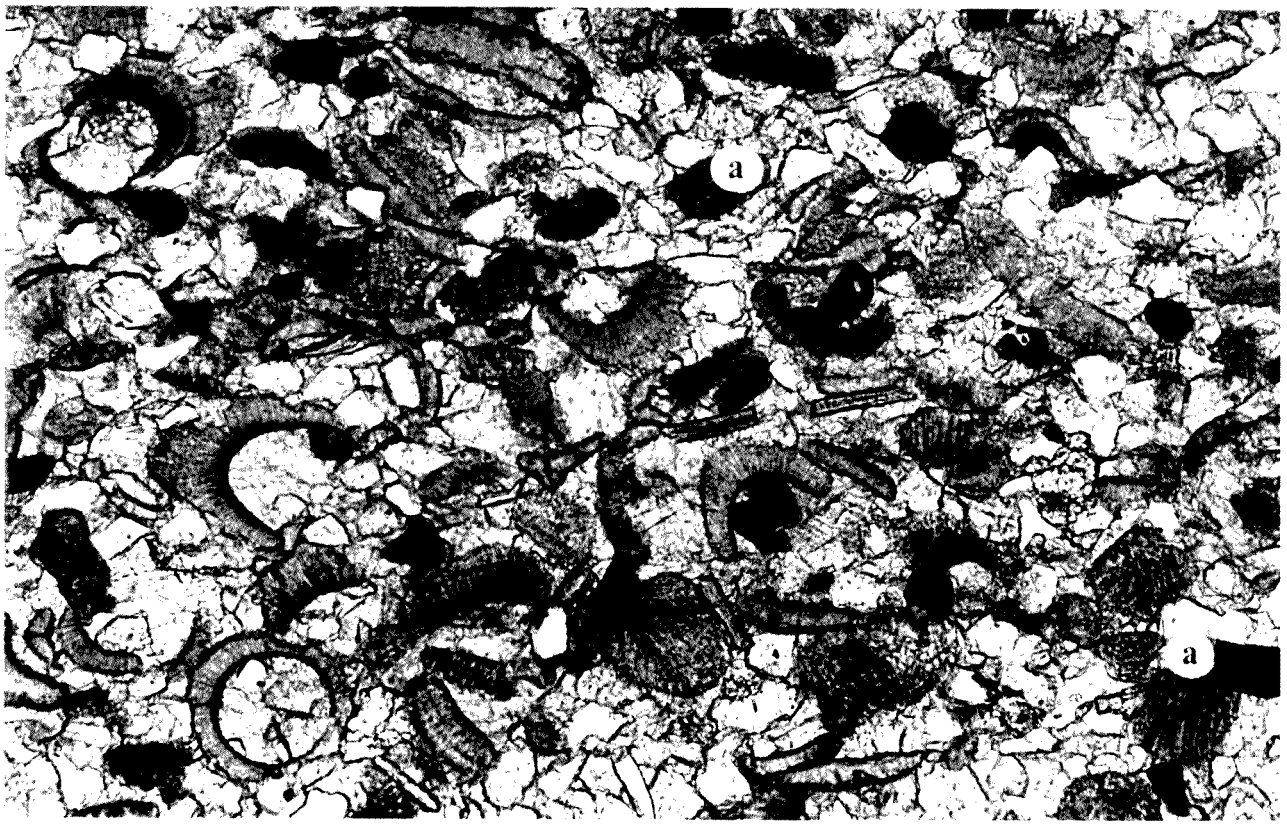
2



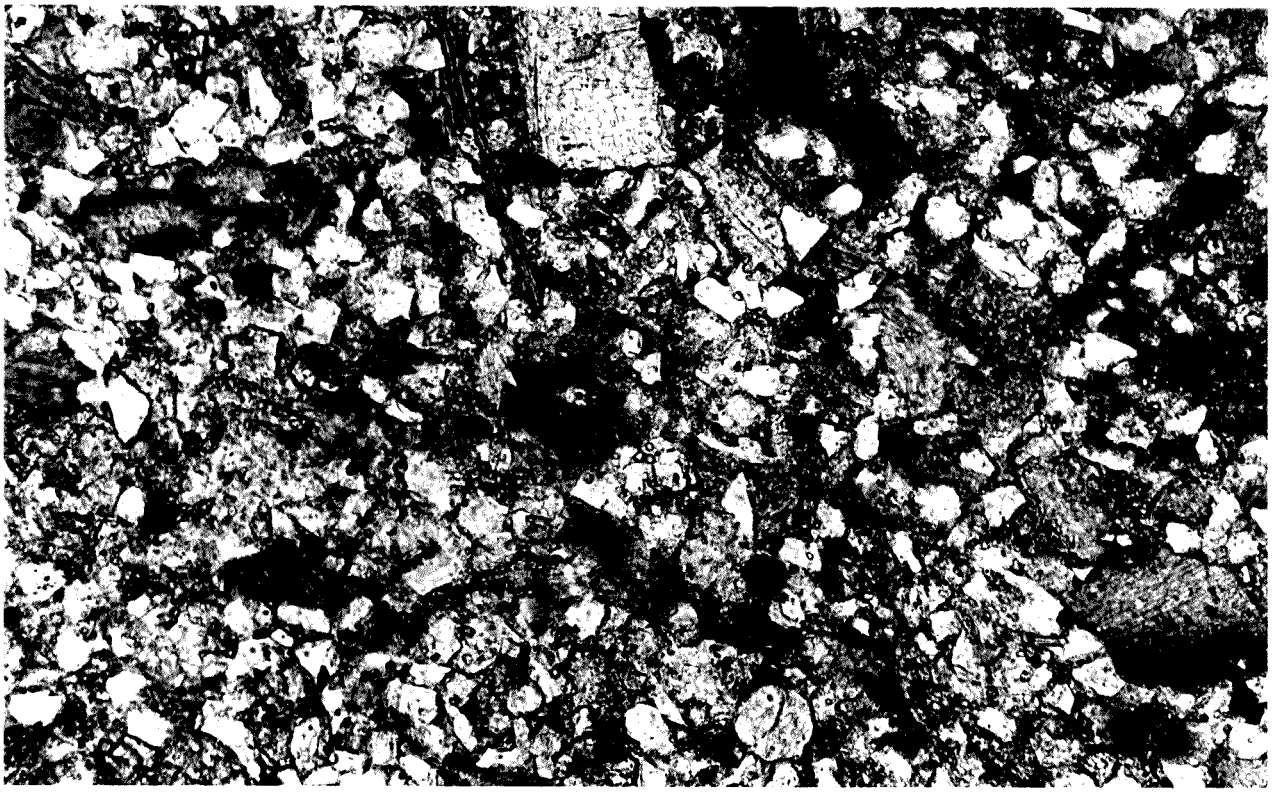
1



2



1



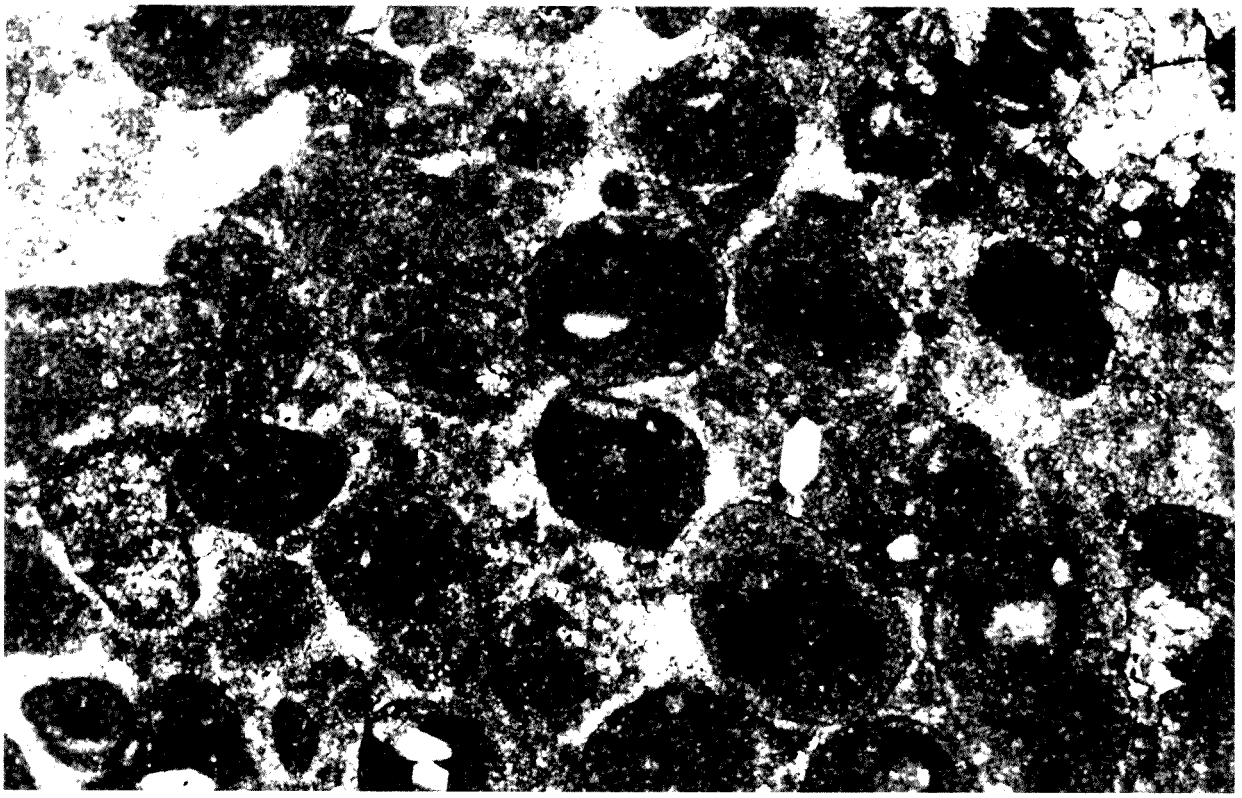
2



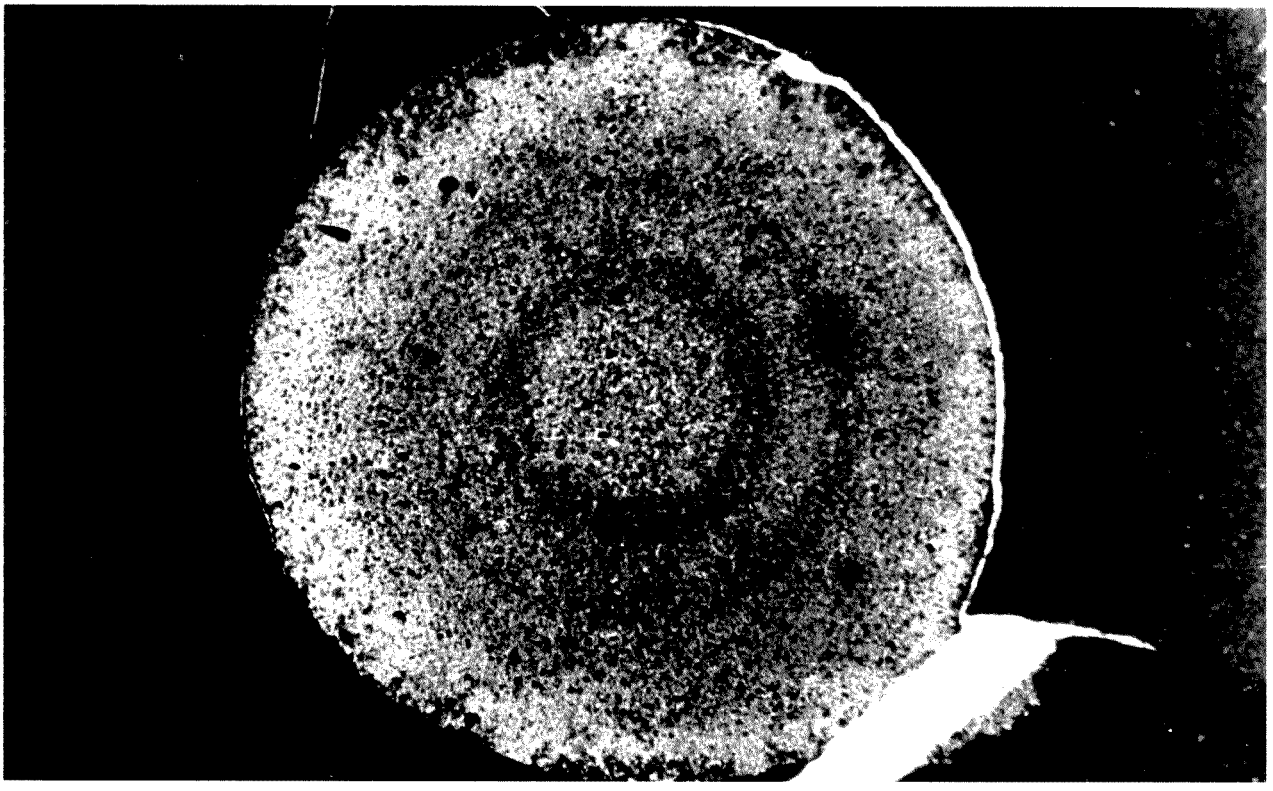
1



2



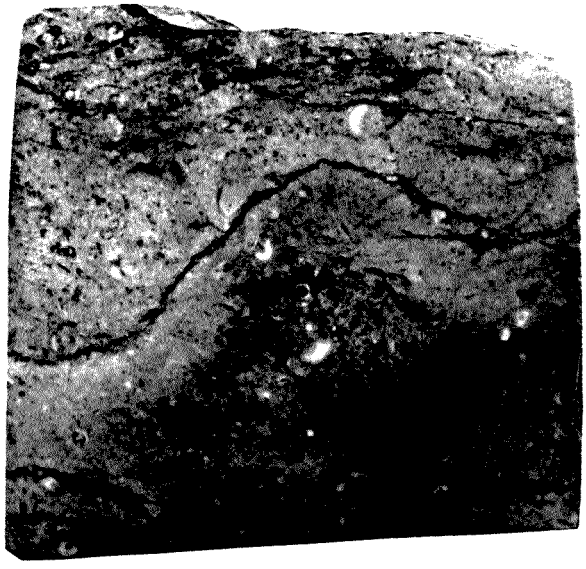
1



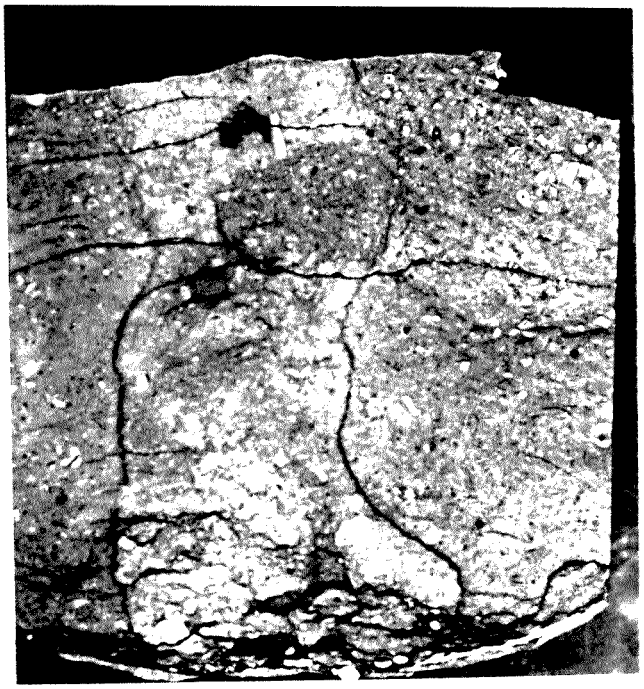
2



1



2



1



2



1



2



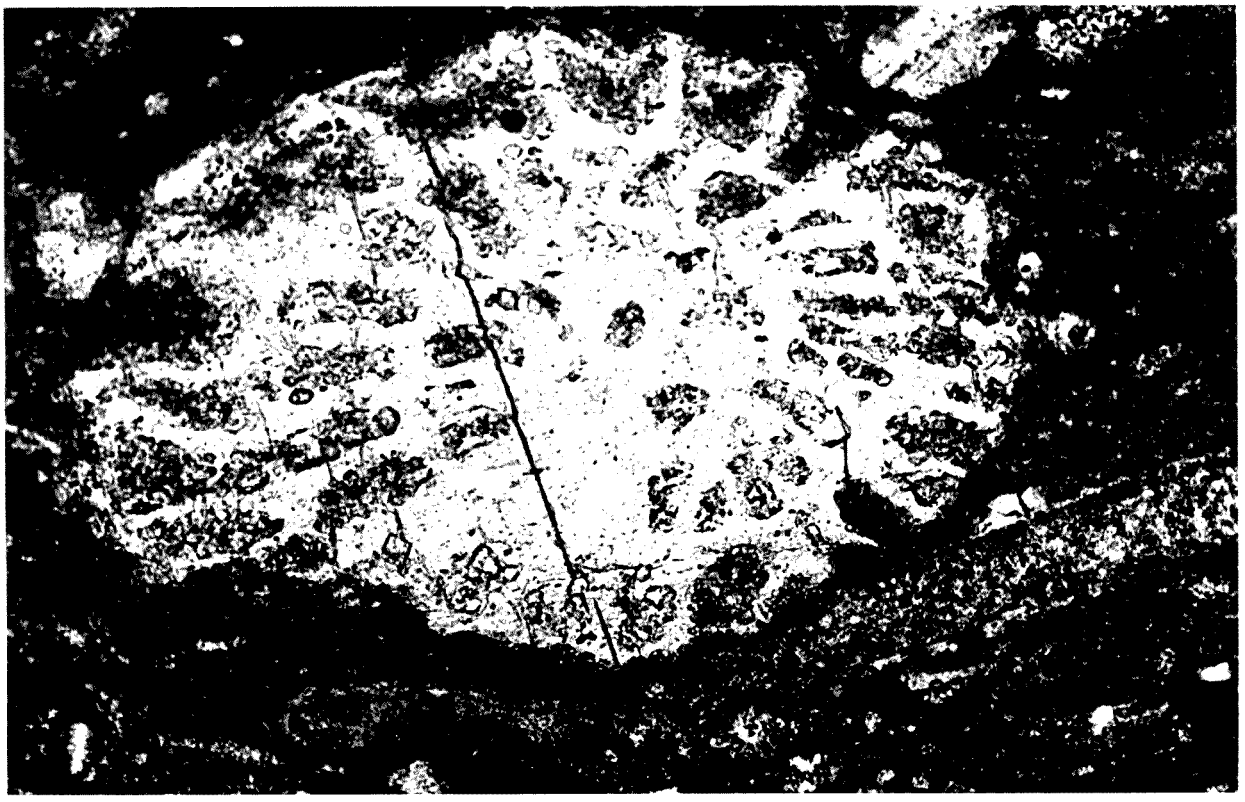
1



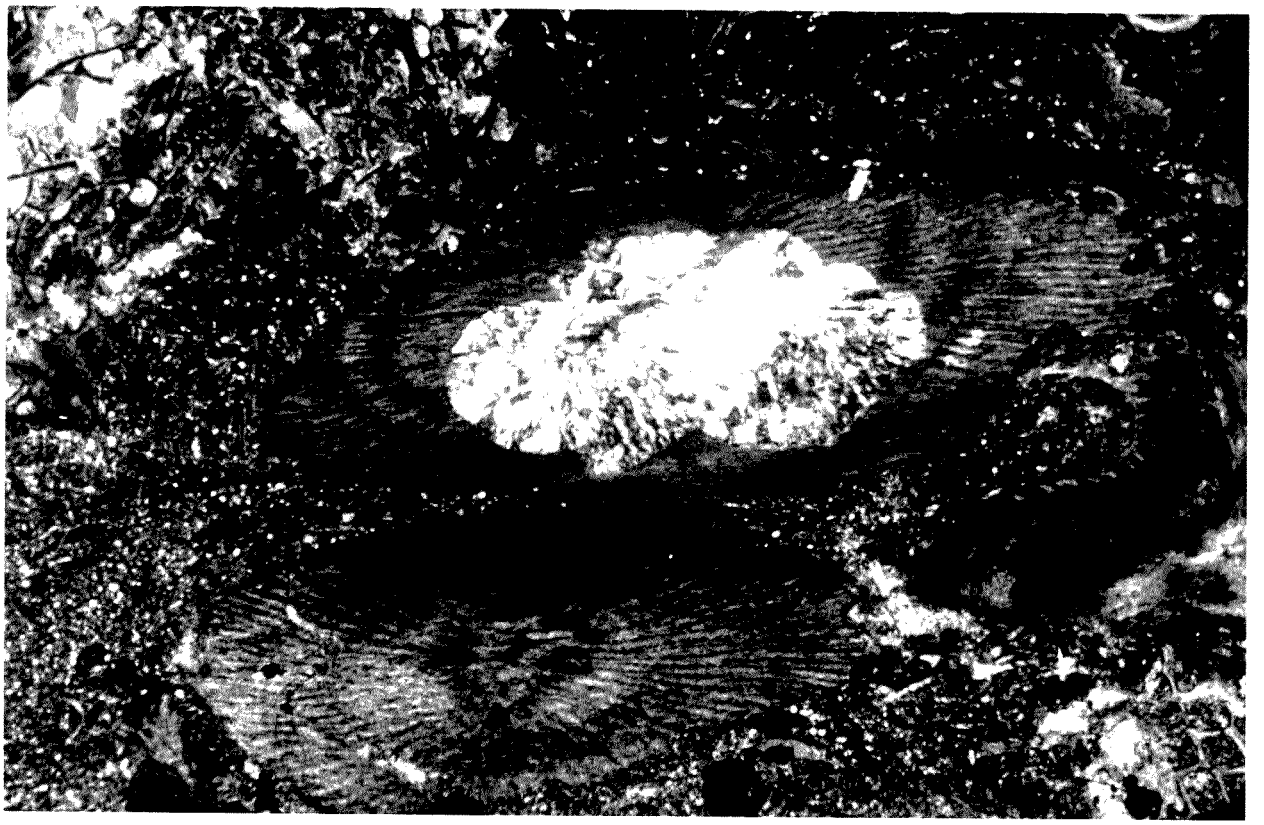
2



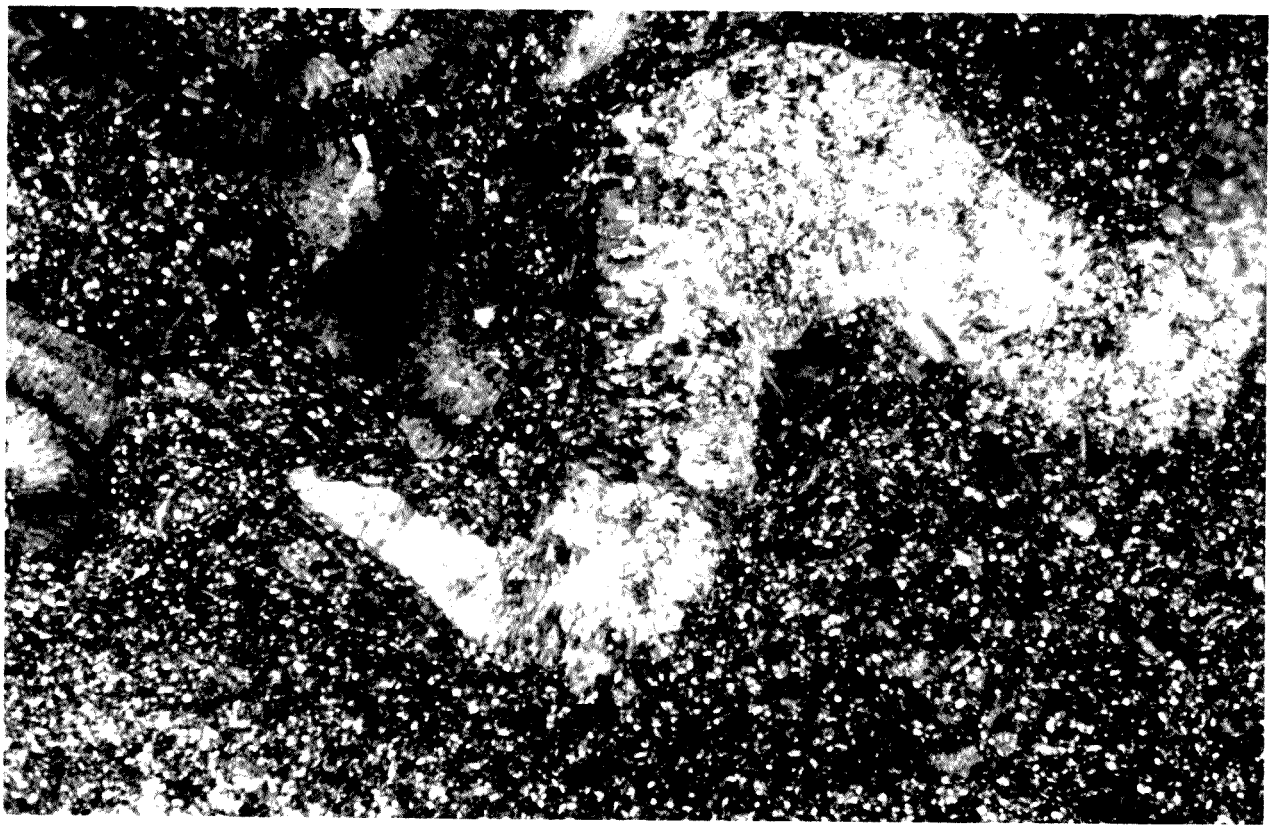
1



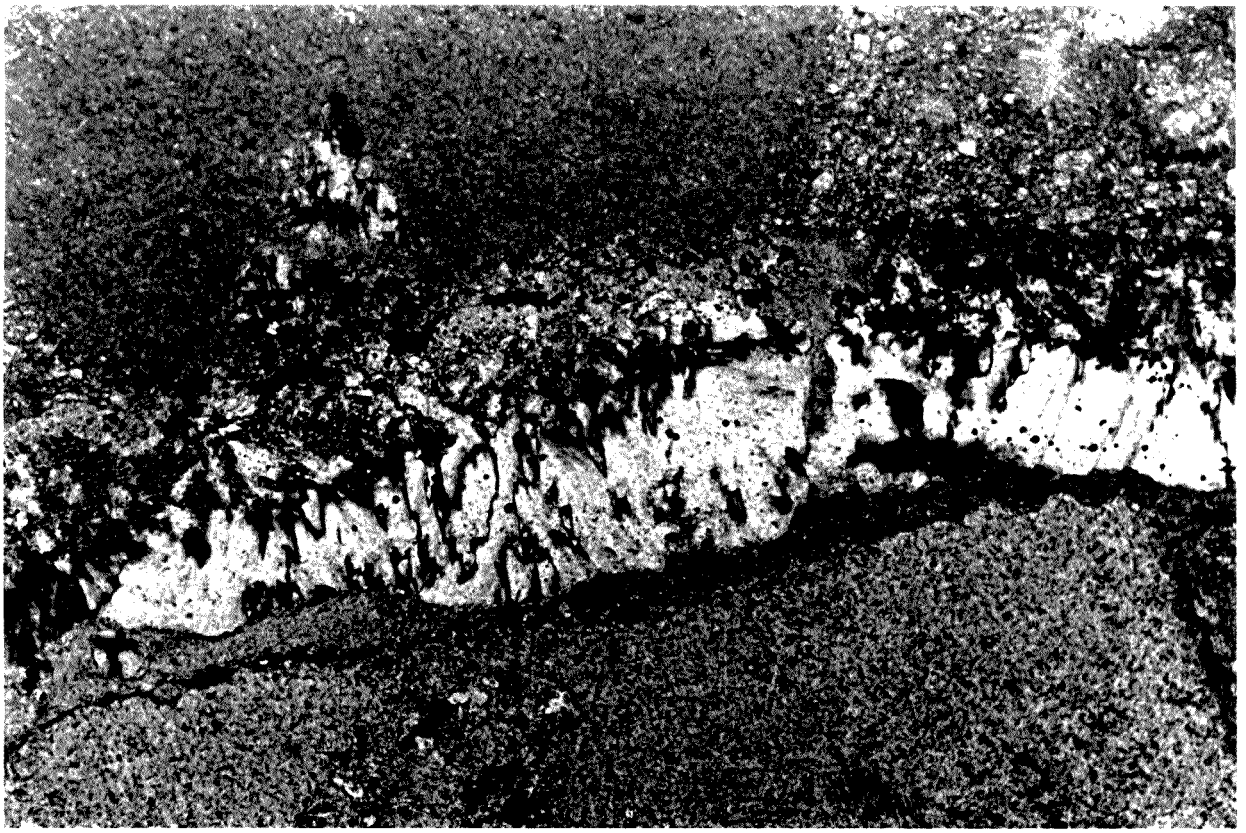
2



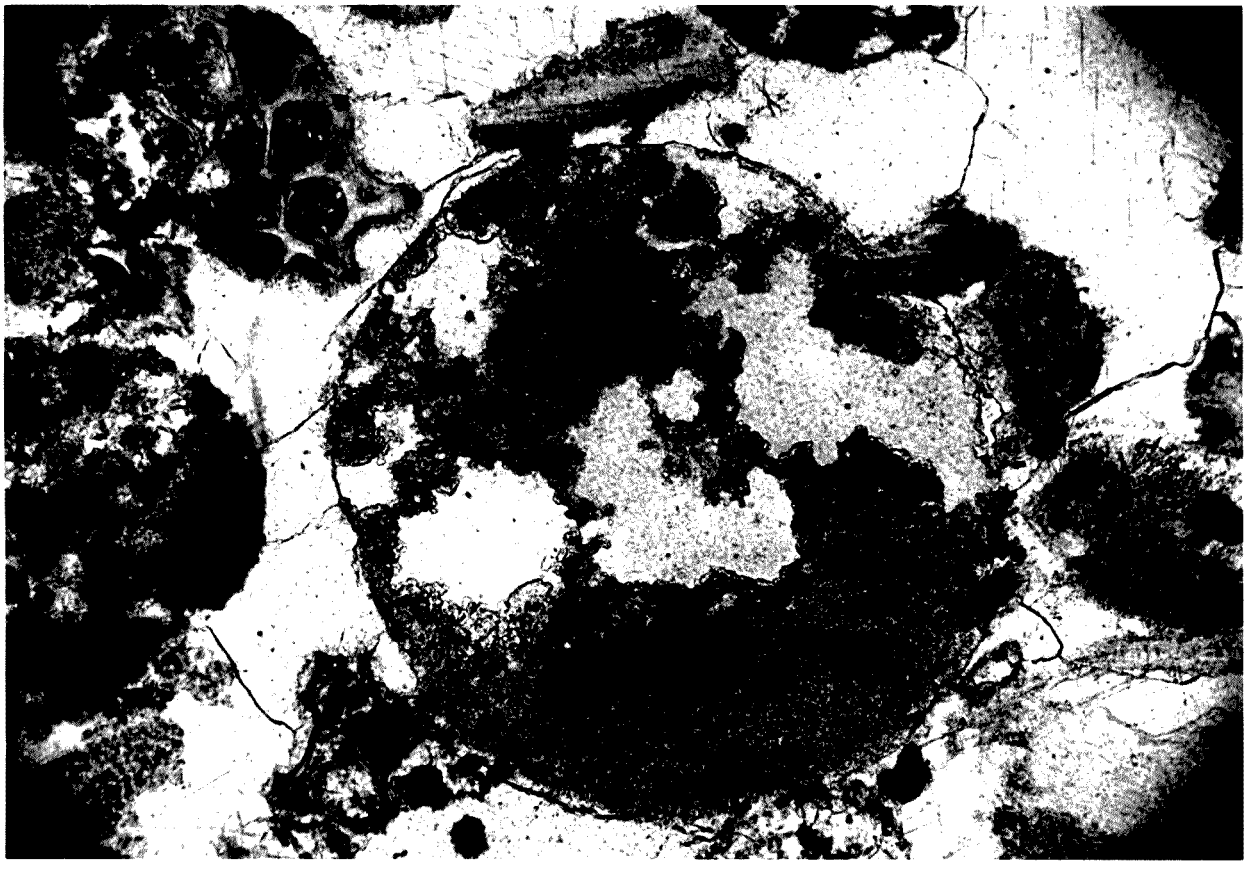
1



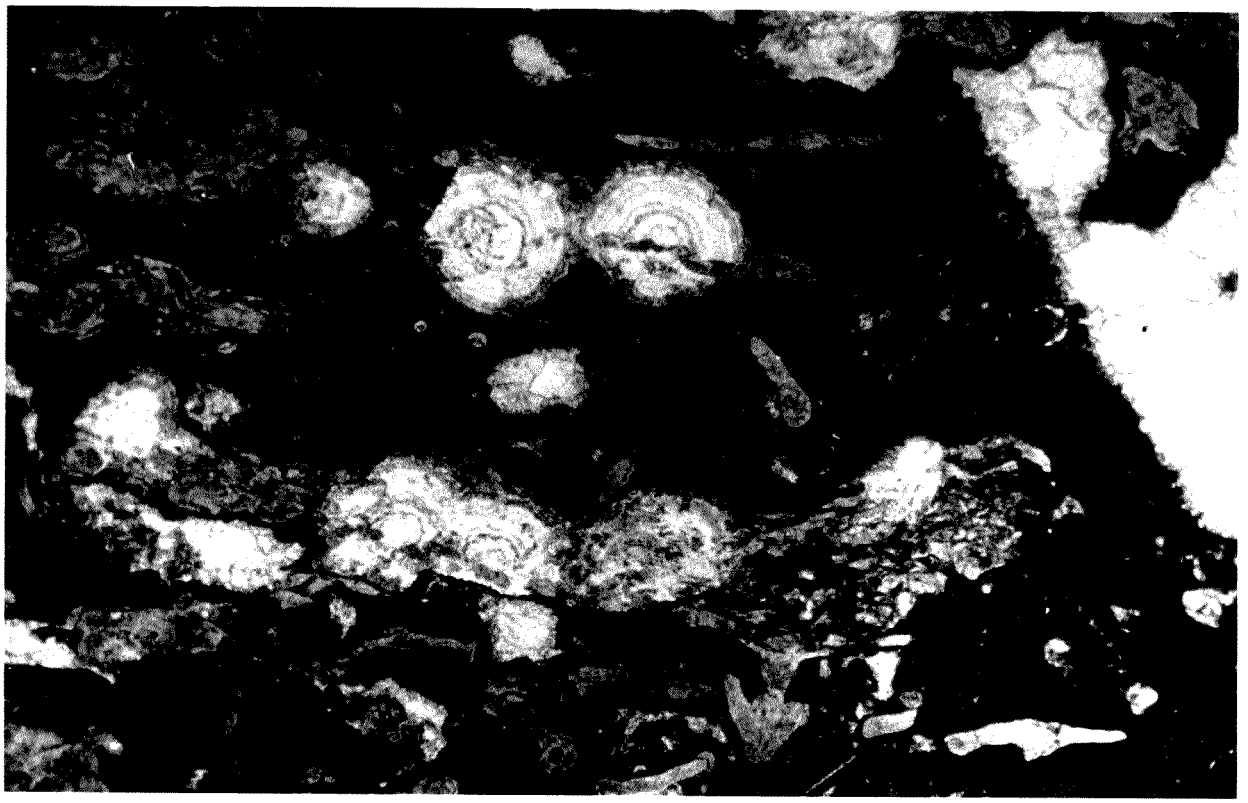
2



1



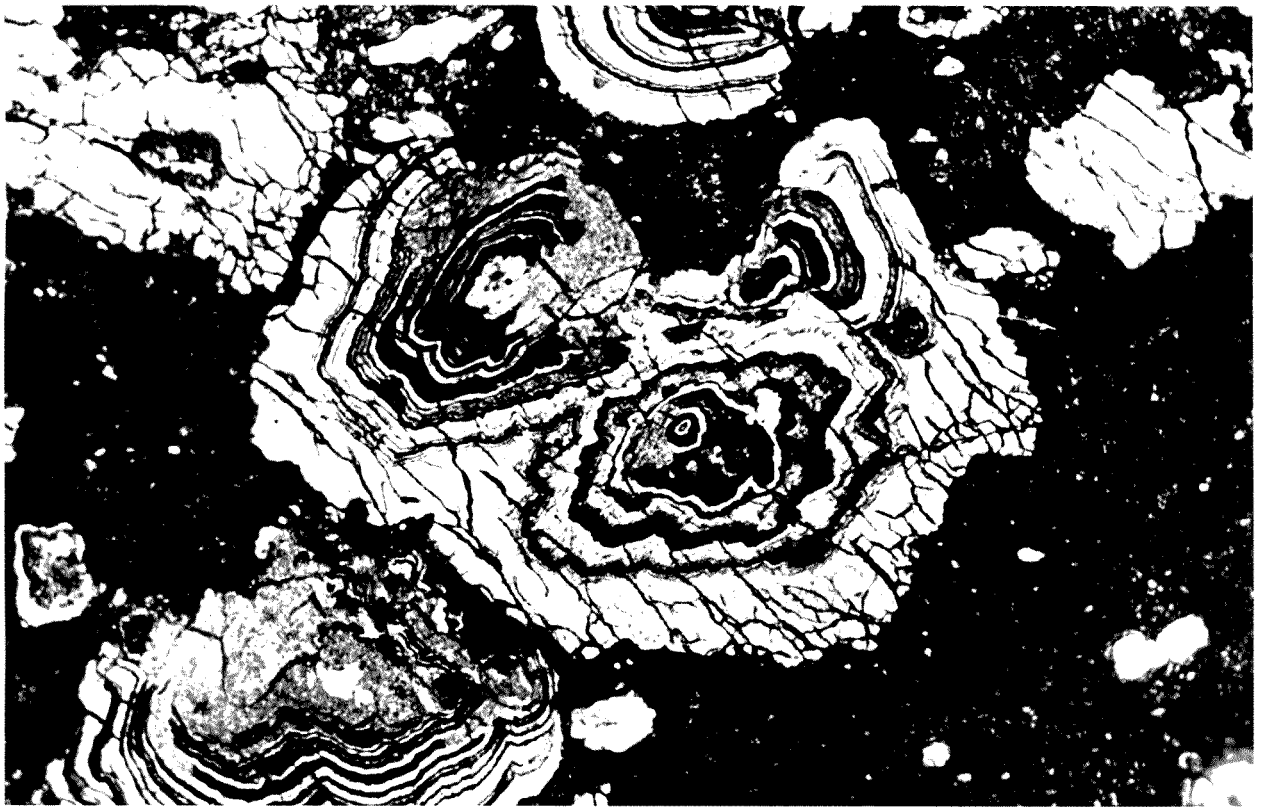
2



1



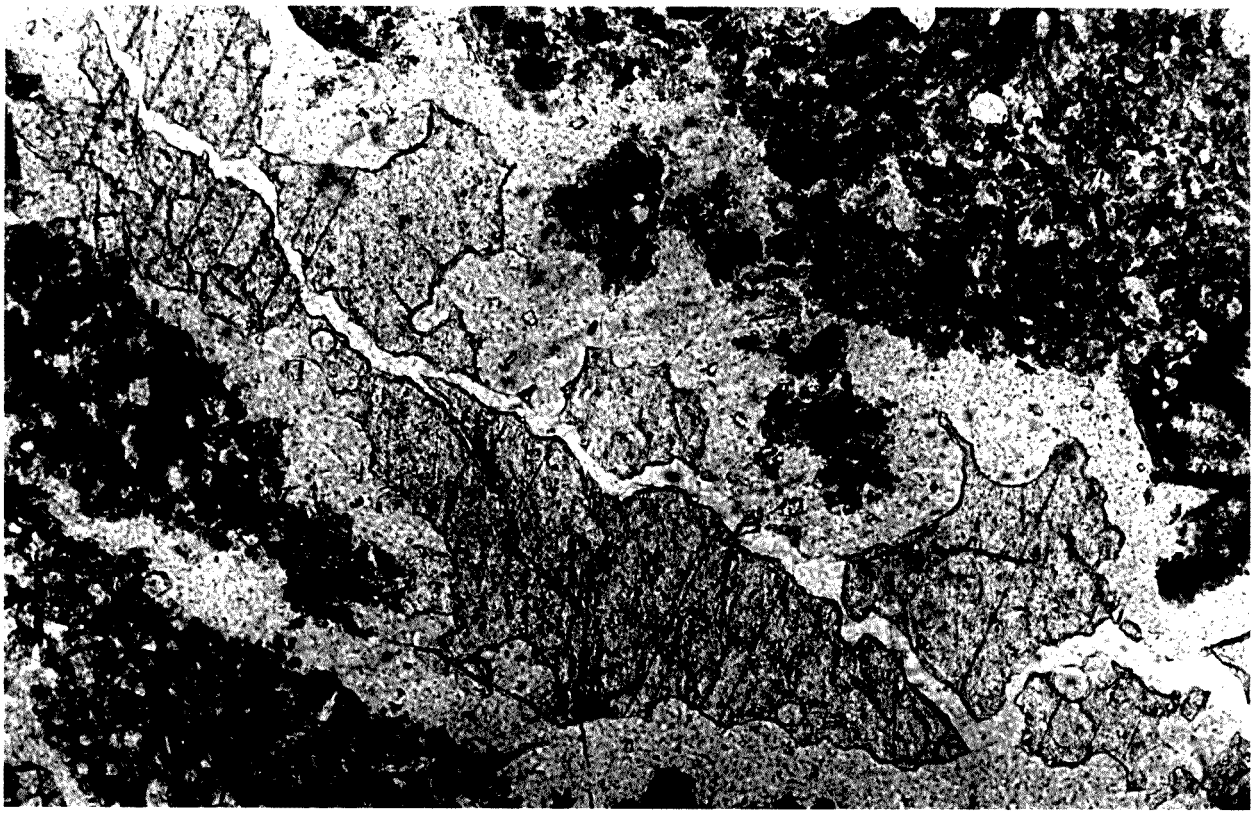
2



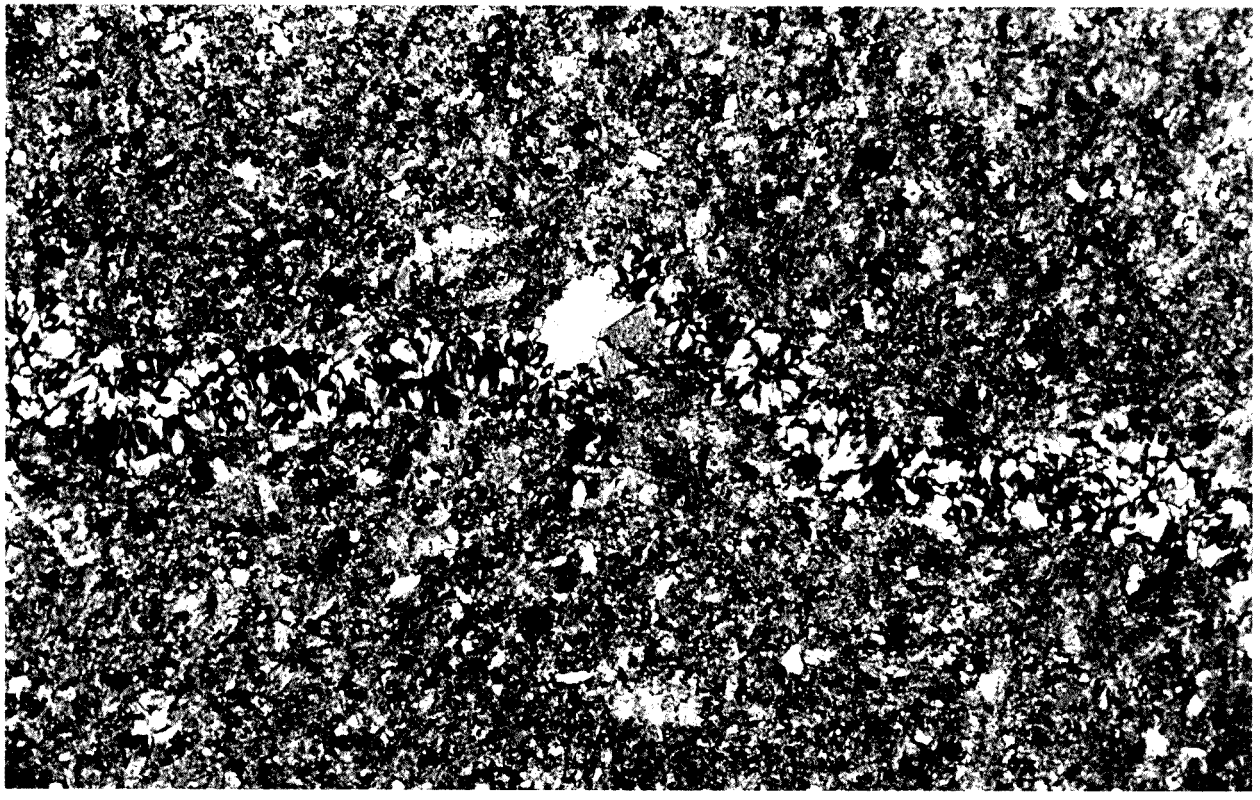
1



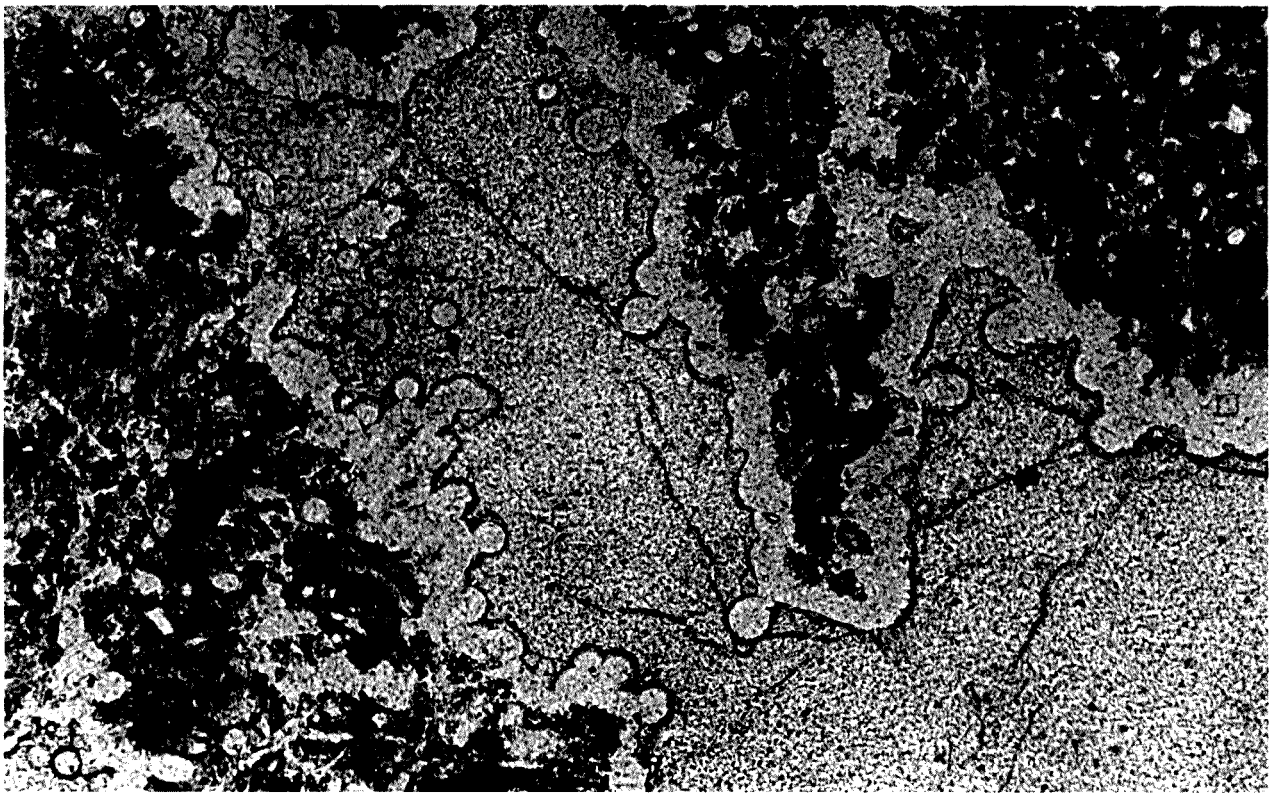
2



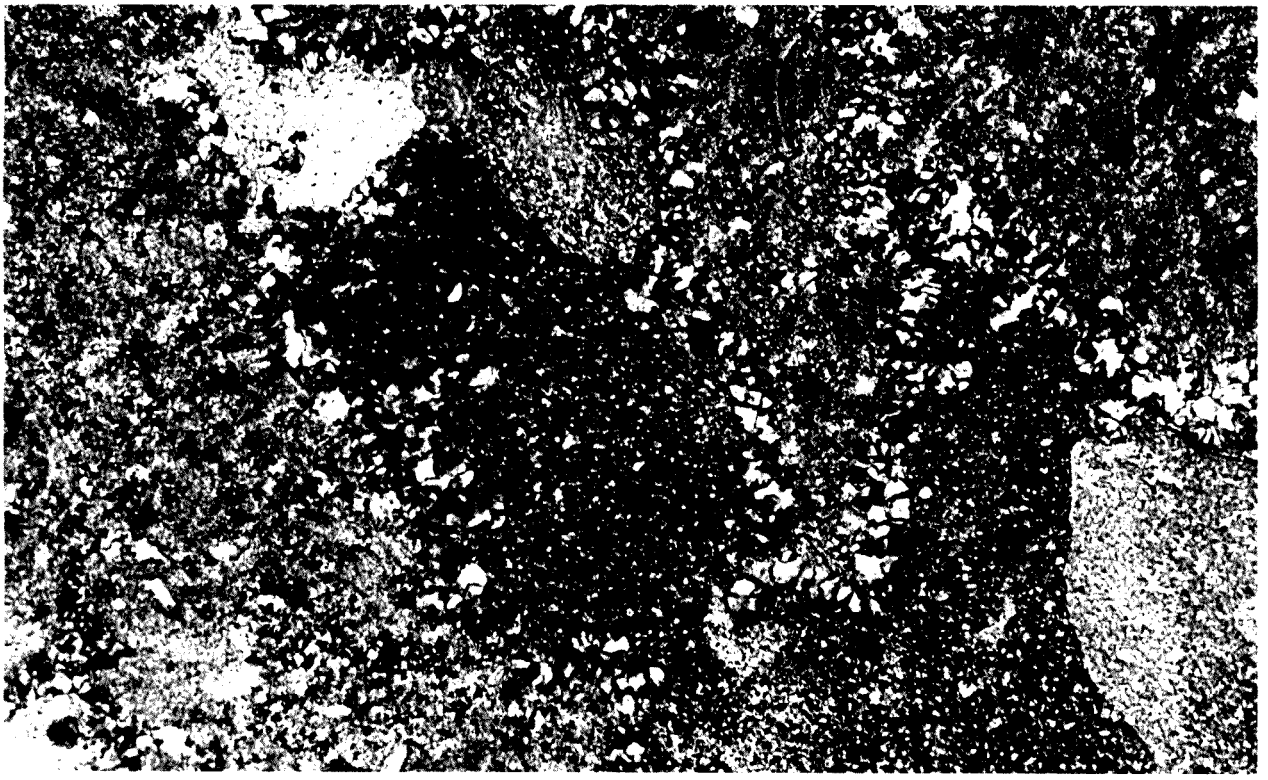
1



2



1



2

http://zrazic.ru/

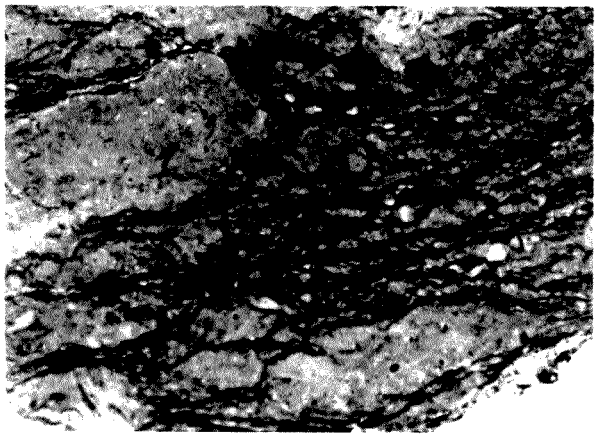
ЧАСТЬ V. Компоненты-примеси

Табл. 159-168

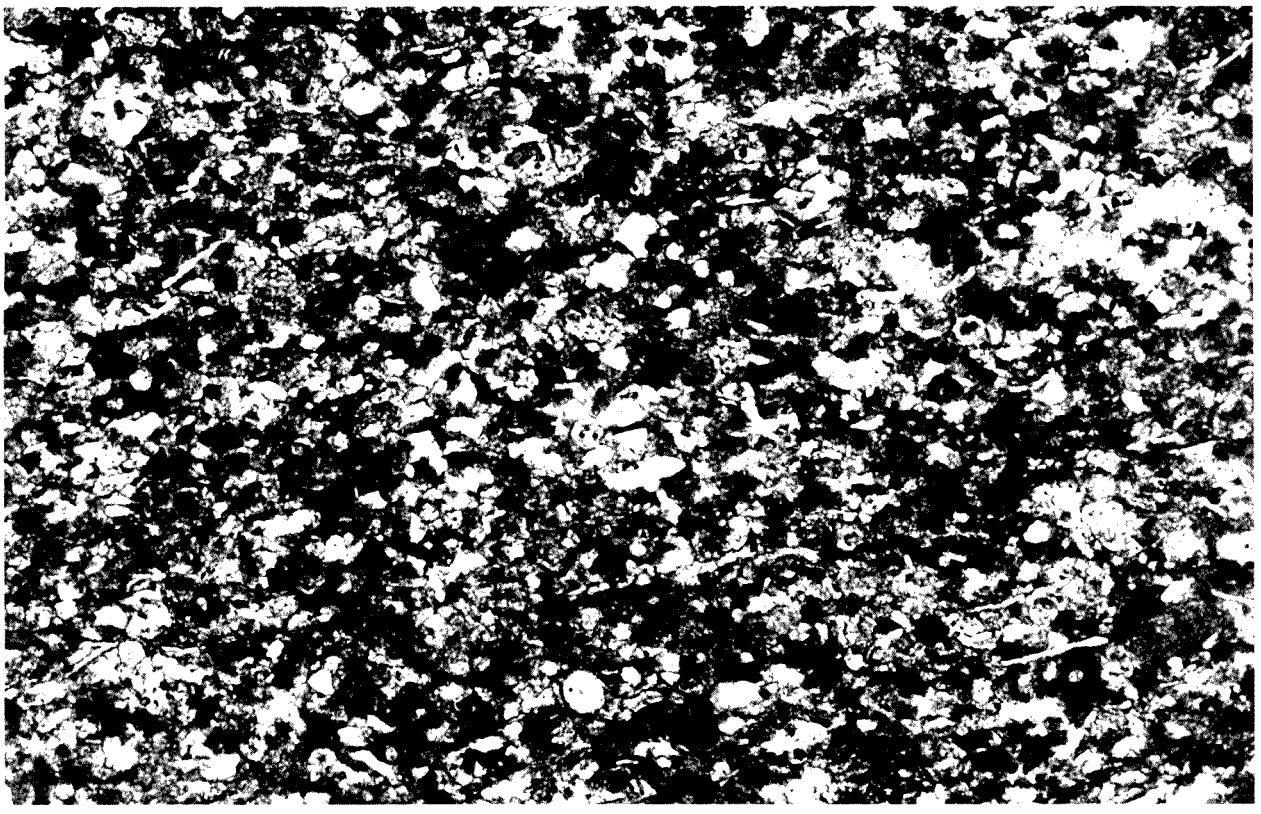
https://zrazec.ru/



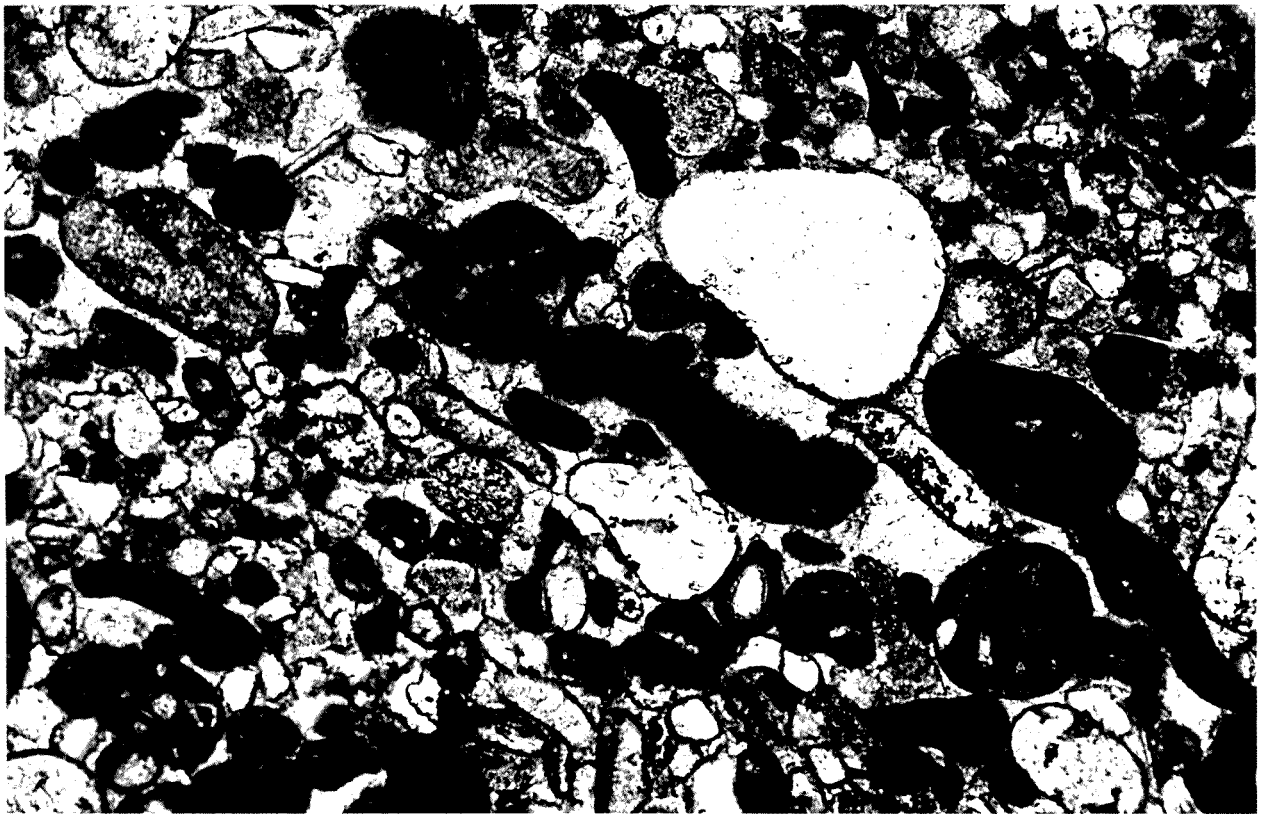
1



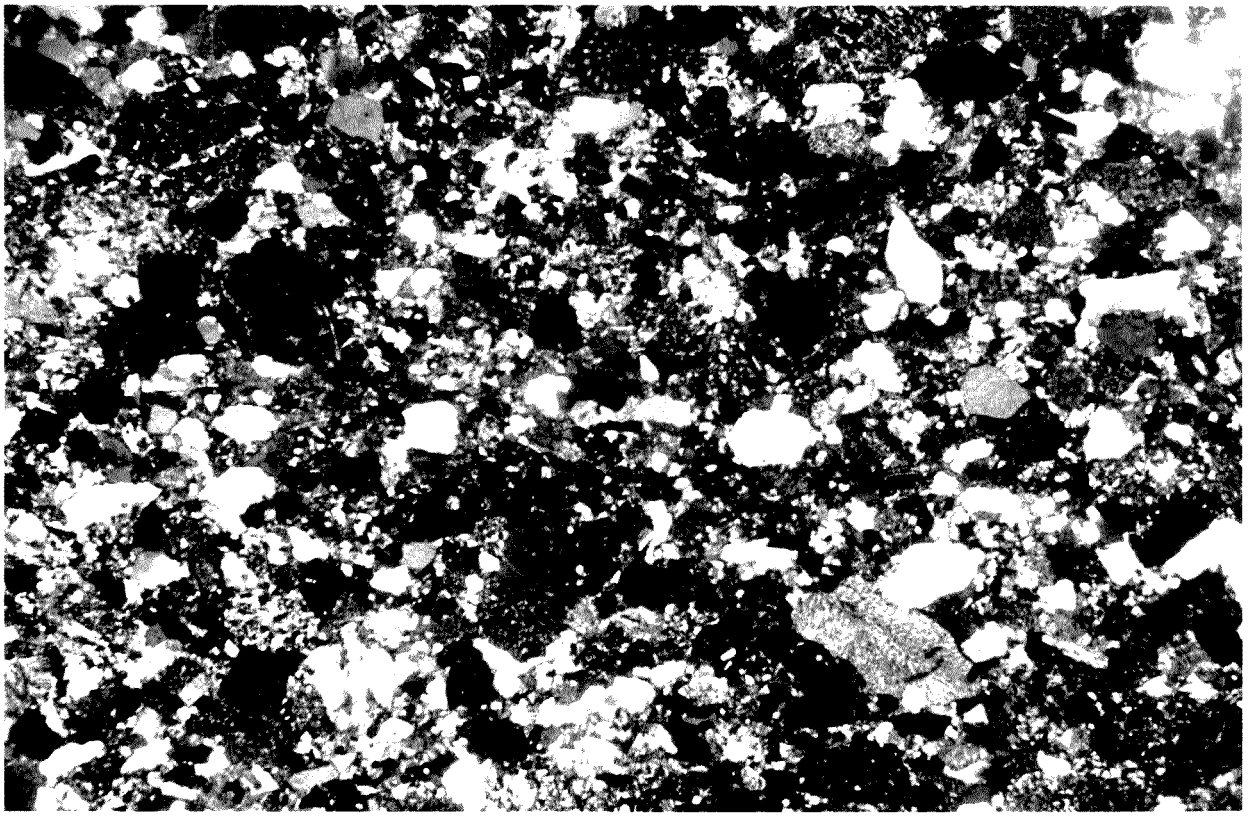
2



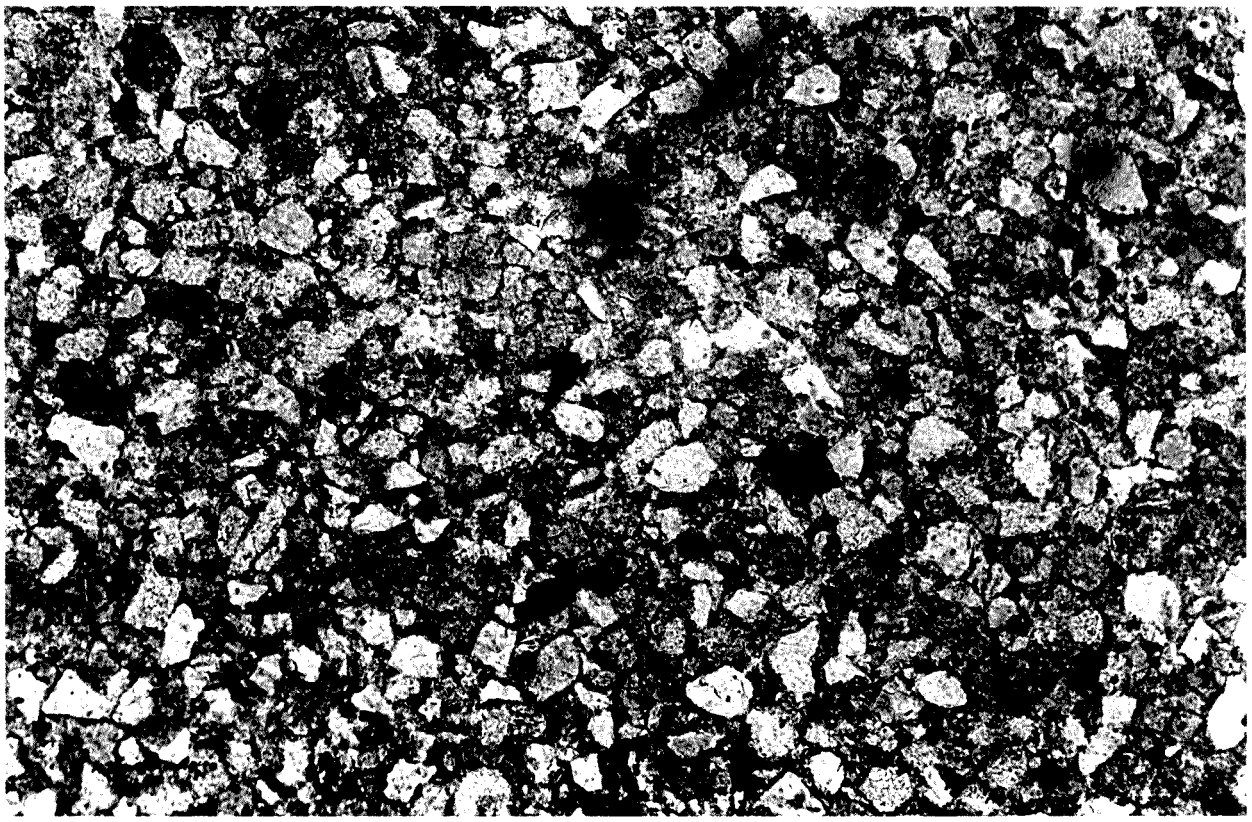
1



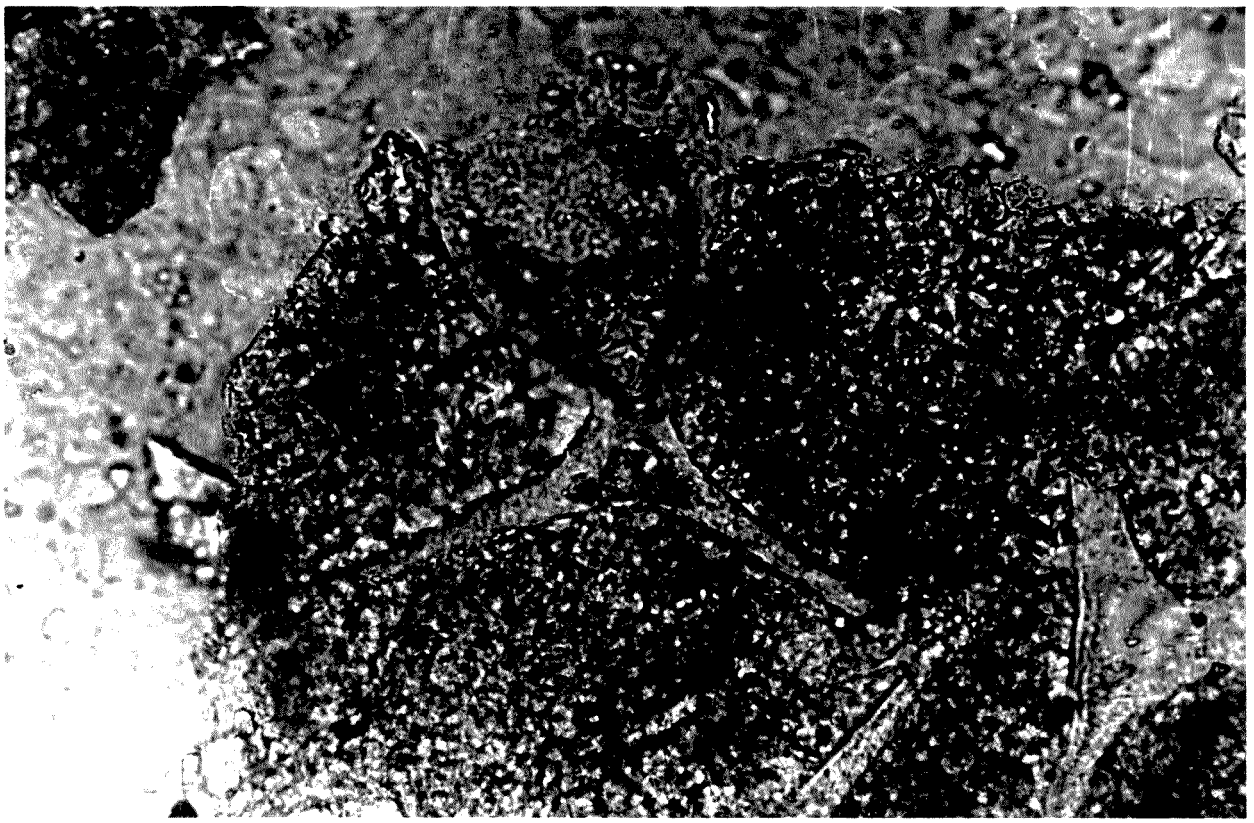
2



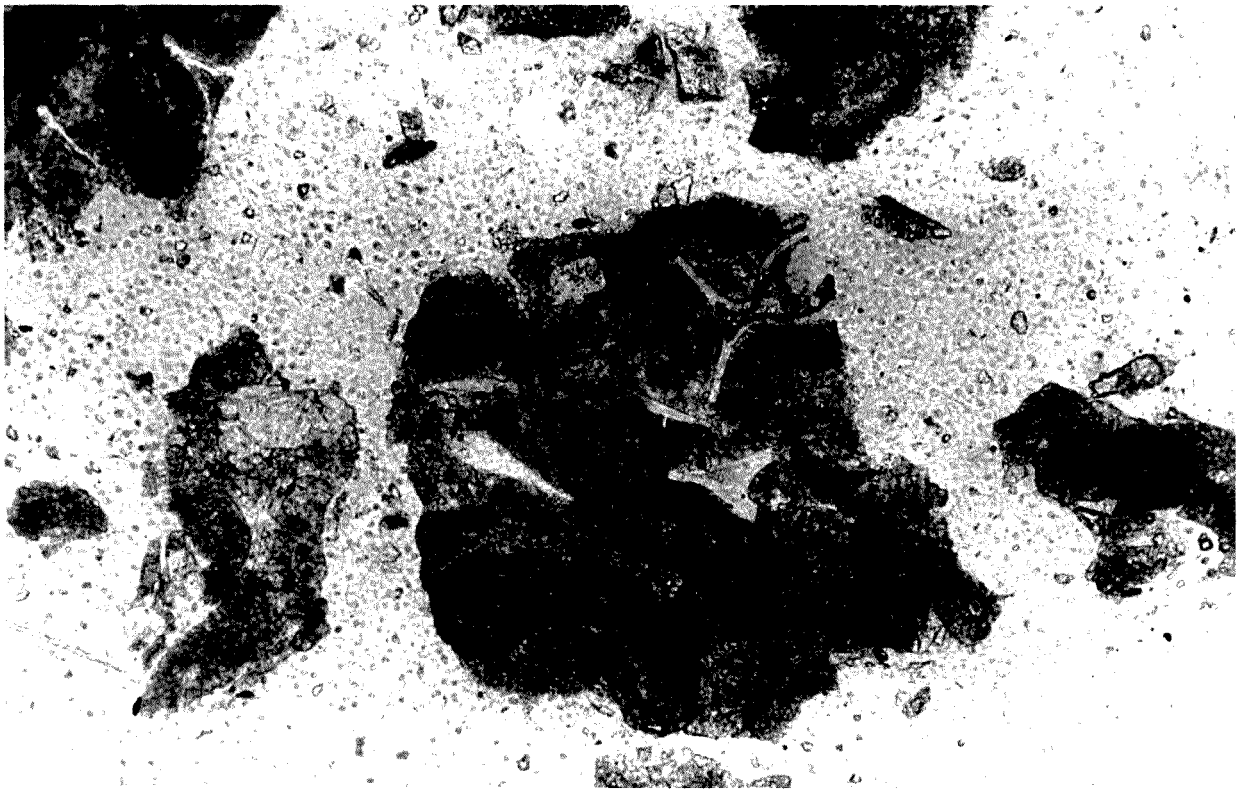
1



2



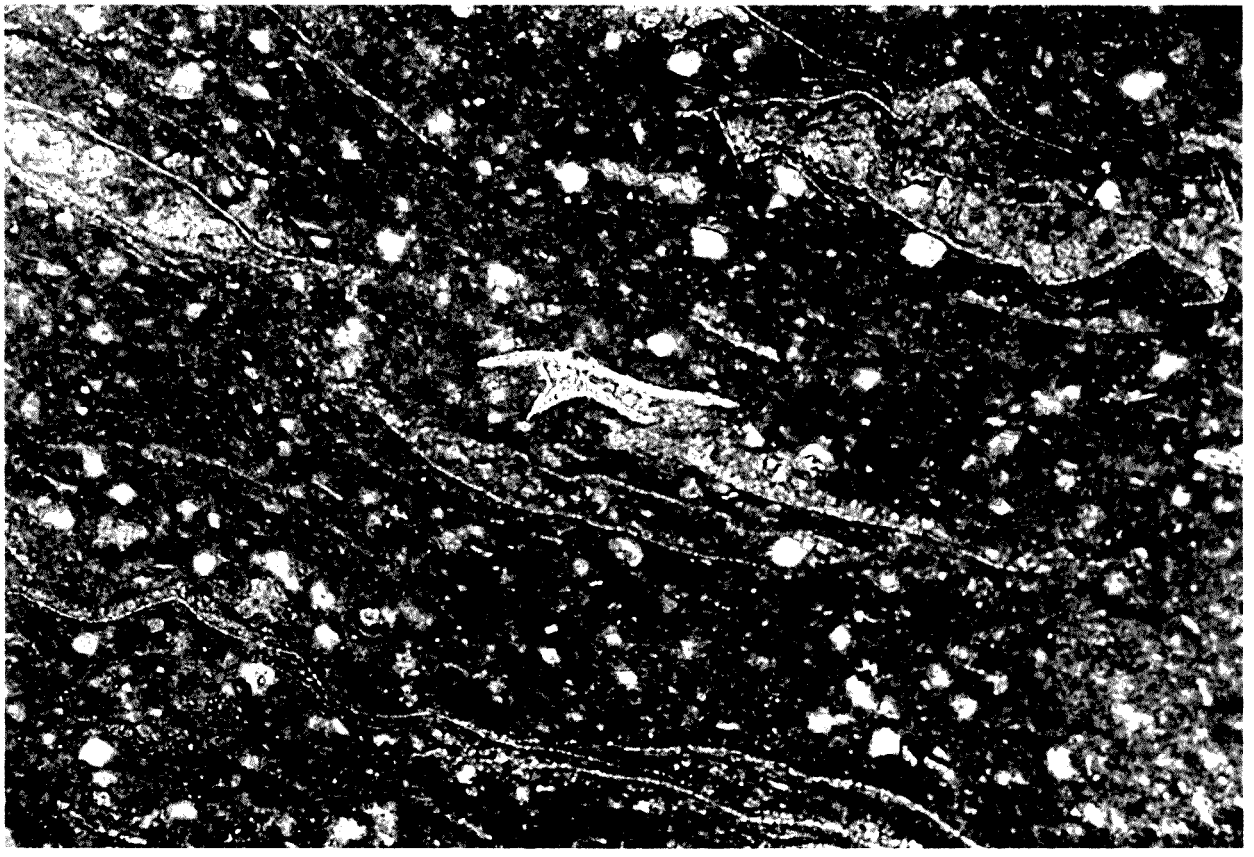
1



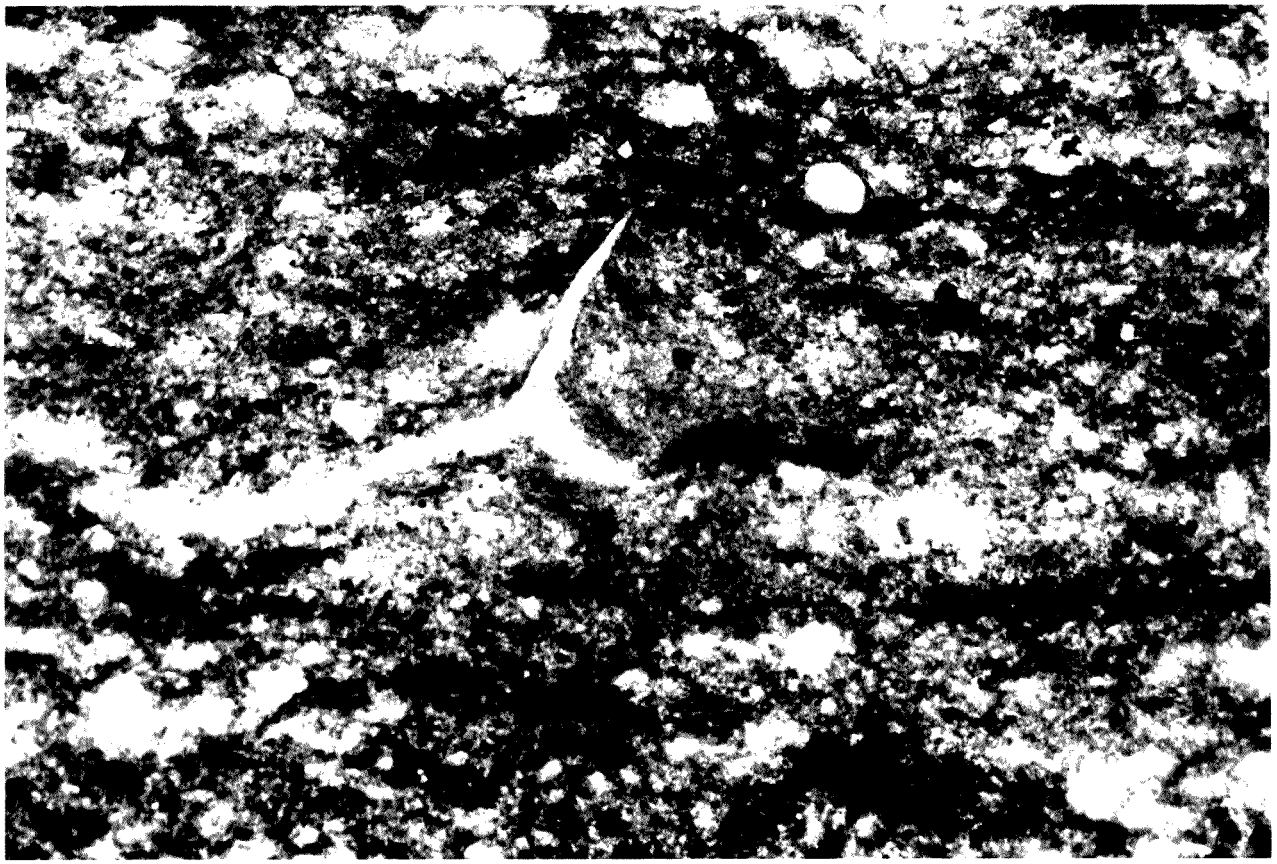
2



1



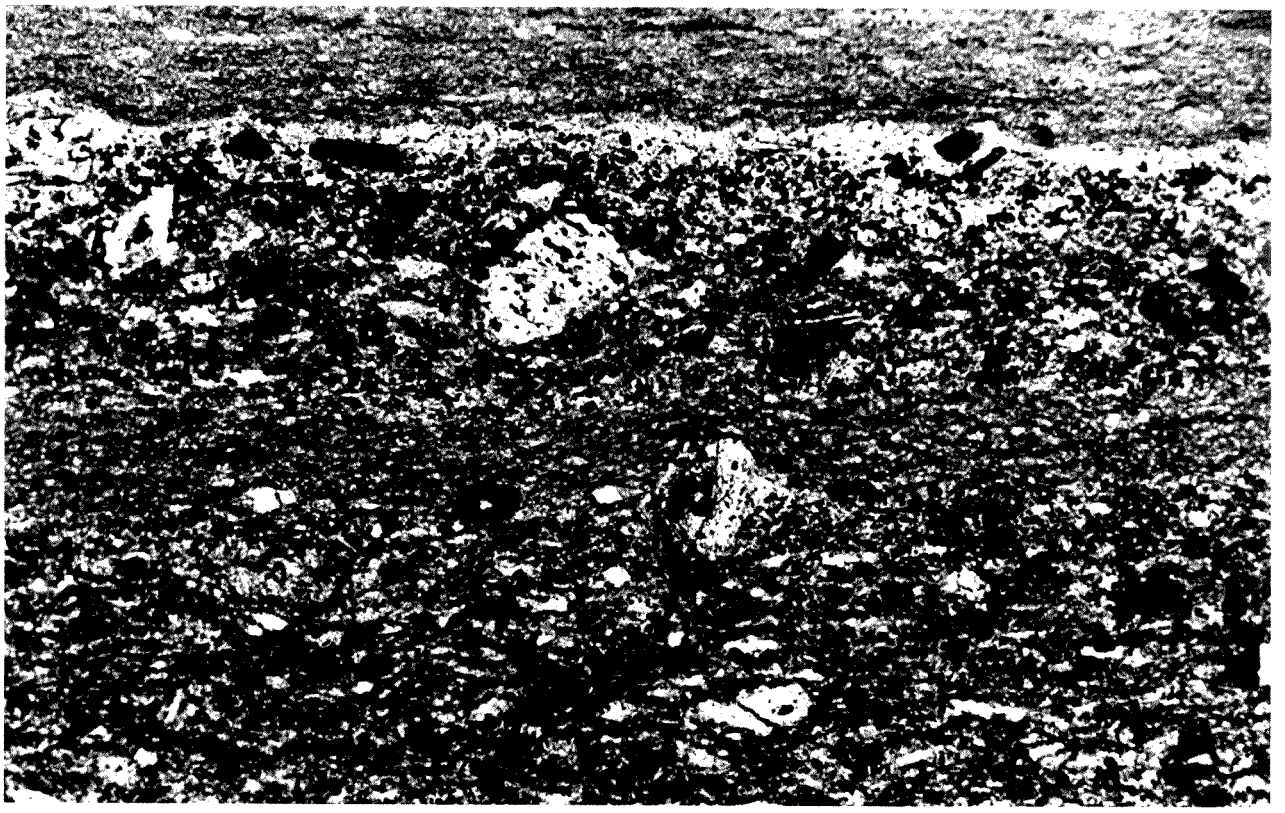
2



1



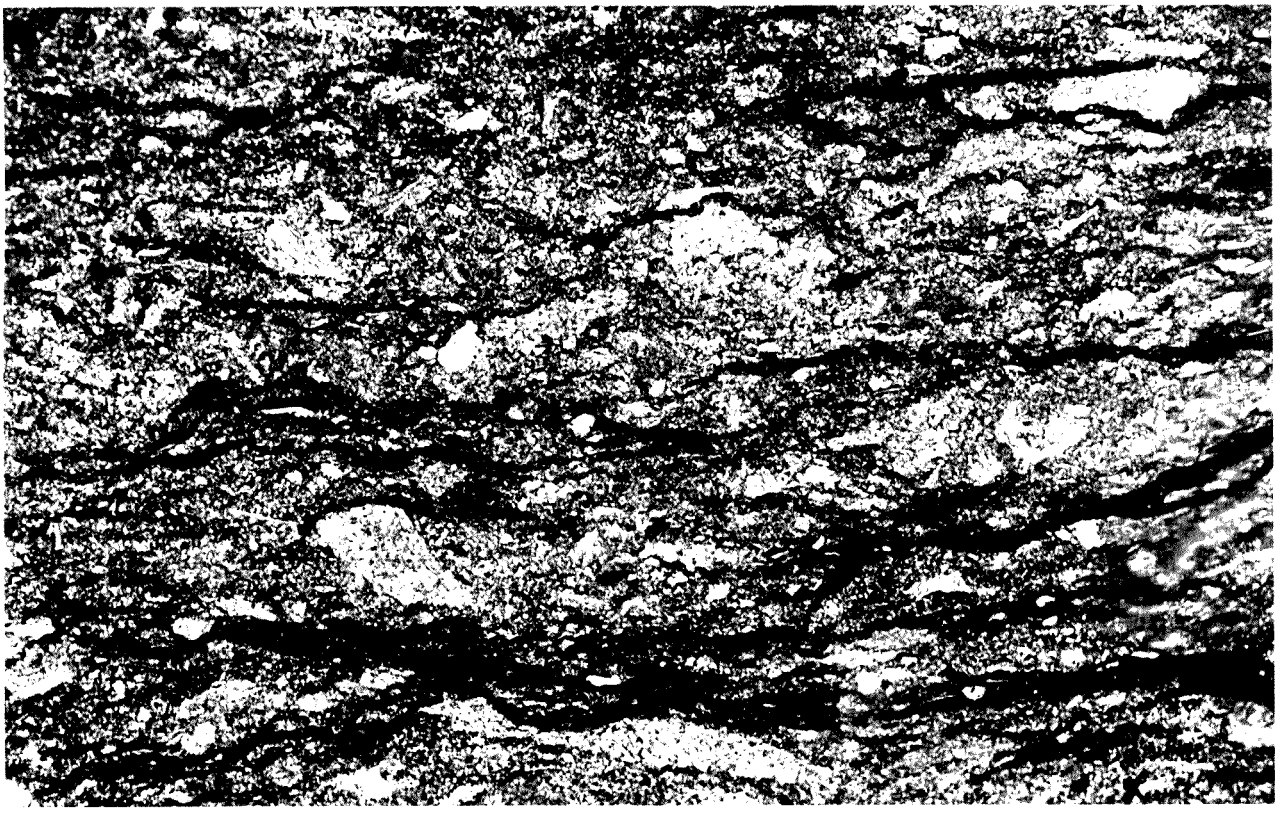
2



1



2

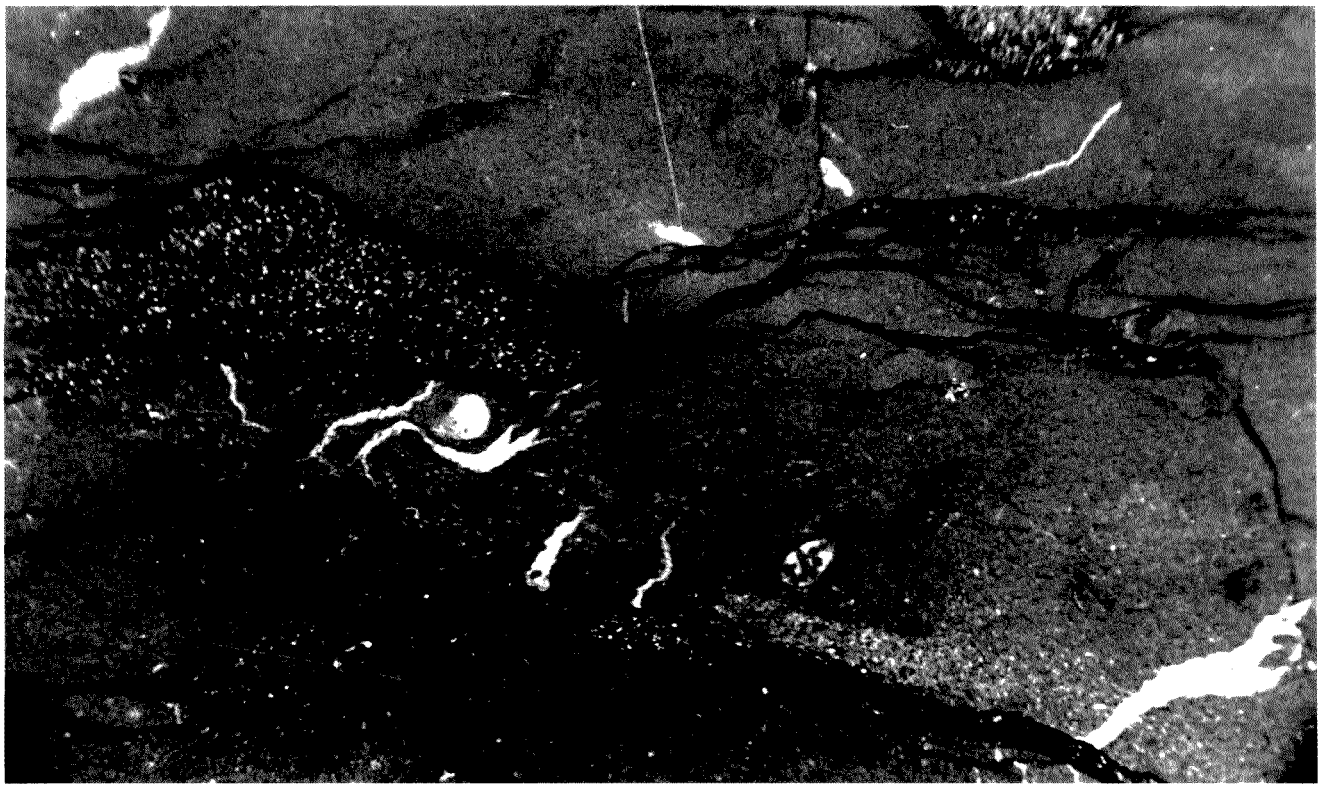


1

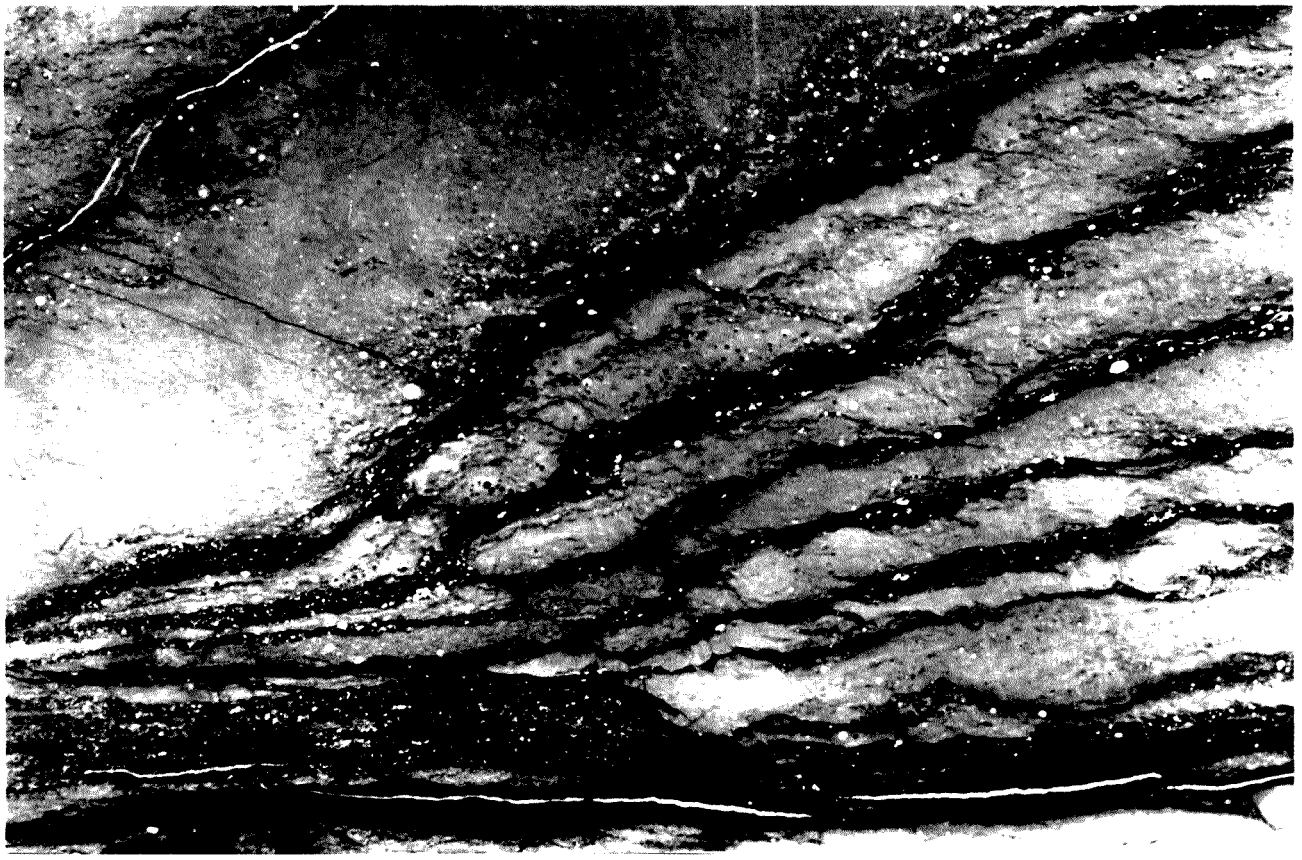


2


верх



1



2

АТЛАС

СТРУКТУРНЫХ КОМПОНЕНТОВ

КАРБОНАТНЫХ ПОРОД

Наталья Константиновна Фортунатова
Ольга Андреевна Карцева
Анна Викторовна Баранова
Галина Валентиновна Агафонова
Иван Петрович Офман

Редактор:
Дребенцова Т.Ю.

Компьютерная верстка:
Королева Г.С.

Художники:
Матвеев П.В.
Бранделис И.А.

Подписано к печати 25.01.2005. Формат 60×90 1/8.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Объем 55,0 п.л. Тираж 500 экз.

Отпечатано ООО «Информполиграф» Зак.527

http://lib.ru/

