

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

А. М. ОБУТ

О МЕТОДИКЕ ИЗУЧЕНИЯ ГРАПТОЛИТОВ

(Представлено академиком Л. С. Бергом 14 III 1949)

Методика изучения граптолитов, разработанная до настоящего времени, учитывает нахождение остатков этих организмов в породах в двух состояниях. В граптолитовых сланцах обычно встречаются их плоские отпечатки, на которых наблюдается ряд внешних морфологических признаков, позволяющих искусственно систематизировать различные формы граптолитов. Основанное на этом принципе описание форм дает возможность отличать их друг от друга и отмечать распределение их в пространстве и во времени. При таком методе изучения большое значение имеет получение ясного изображения граптолитов, отвечающего их действительному облику и позволяющего сравнивать изучаемую форму с формами из других далеких регионов. Наиболее точным изображением является фотография объектов с определенным увеличением. Однако слабый рельеф отпечатков и отсутствие контрастов затрудняет использование фотографии. Это обстоятельство вынуждает многих исследователей иллюстрировать свои работы рисунками, изготовленными с помощью рисовальных аппаратов различных систем. Но все изображения, полученные таким путем, в той или иной мере отличаются субъективностью передачи.

В известняках сохраняются остатки хитиновых скелетов граптолитов в их натуральном объемном состоянии. Виман (1) детально описал методику извлечения скелетных остатков граптолитов из известняка с помощью растворения последнего слабыми соляной и уксусной кислотами. При таком способе обработка необходимого объекта длилась иногда несколько недель. Освобожденные от породы хитиновые ткани скелетов при высыхании очень быстро распадались в порошок. Для предотвращения гибели полученных объектов они отмывались, мацерировались и помещались в расплавленный парафин. После застывания парафина из объекта изготовлялись на микротоме тонкие поперечные срезы, которые помещались затем на предметное стекло и изучались под микроскопом.

Такая методика дает возможность с исключительной точностью описывать и изображать скелеты граптолитов в трех измерениях. Эта весьма полезная методика применима, однако, только при фоссилизации граптолитов в известняках, но здесь, к сожалению, граптолиты относительно редки и не отличаются видовым разнообразием. Для фации известняков в региональном отношении граптолиты не имеют большого стратиграфического значения, а изучение морфологии граптолитов, находящихся в этих породах, ограничивается лишь исследованием их экзоскелетных образований. Дело в том, что известняки формировались в среде, богатой кислородом. В такой среде мягкие ткани мертвых организмов, как правило, уничтожались полностью. Если же иногда от них и оста-

вались отпечатки, то действие кислот при обработке по методу Вимана окончательно довершало дело уничтожения.

В противоположность известнякам, сланцы отличаются обилием разнообразнейших форм граптолитов, характеризующих стратиграфически различные горизонты. Изученные нами многочисленные коллекции граптолитов собраны в глинистых или углисто-глинистых сланцах. Нередко в них обнаруживается масса остатков граптолитов, многие из которых отличаются вполне удовлетворительной сохранностью. Наилучшая сохранность совпадает с фоссиллизацией в отбеленных в зоне выветривания плитчатых глинистых сланцах, богатых аморфным кремнеземом.

По условиям сохранности следует различать две группы объектов, являющихся предметом наших исследований.

Первая группа состоит из отпечатков граптолитов на плоскости напластования породы. В отпечатках либо совершенно не осталось первоначального вещества, присущего живым организмам, либо это вещество, претерпев ряд стадий процесса изменения, оказалось замещенным светлосерым продуктом этого процесса — гюмбелитом. Гюмбелит состоит из кристаллического гидратированного силиката ⁽²⁾ и представляет собой вторично измененную золу, которая получилась в результате замедленного сгорания органических тел при недостатке кислорода. В обоих случаях отпечатки дают возможность получить представление лишь о контурах хитиновых экзоскелетных образований организмов.

Вторая группа объектов представляет собой остатки самих тел граптолитов, лежащих вдоль плоскостей напластования породы и несколько сдавленных перпендикулярно им. При этом чаще всего сохраняются хитиновые скелетные образования граптолитов, подвергшиеся в большей или меньшей степени обугливанню. Реже встречаются тела, в которых сохранились фоссиллизированные эпителиальные ткани и обуглились только некоторые другие субстанции, состоявшие из веществ, богатых белками и углеводами. В этом случае весь остаток организма пропитан аморфным халцедоноподобным кремнеземом.

Р. Козловский ⁽³⁾ опубликовал предварительное сообщение, в котором описано состояние сохранности уникальной коллекции граптолитов, найденных им в халцедоновых линзах сланцеватых глауконитовых песчаников Сандомирского кряжа. Граптолиты были пропитаны кремнекислотой и сохранились настолько, что Козловский смог получить препараты, в которых он увидел внутреннее строение этих организмов. Такое состояние сохранности позволяет сделать выводы об условиях фоссиллизации.

На дне бассейнов, где в массовом количестве скоплялись трупы граптолитов, вследствие недостатка кислорода процесс окисления протекал замедленно. Отдельные трупы последовательно претерпевали несколько стадий обугливания в зависимости от различной устойчивости тканей и некоторых других субстанций, входящих в состав живых организмов.

Наличие в изученном материале остатков форм, подвергшихся в различной мере обугливанню, заставляет считать, что процесс медленного сгорания мог быть остановлен на любой из его стадий. Следовательно, должны были существовать какие-то агенты, прекращающие этот процесс. Мы обращаем внимание на коллоидные вещества, которые могли быть в воде бассейна. Находясь в состоянии гидрозолей, коллоиды при увеличении рН среды, особенно в присутствии органических веществ и, может быть, при вмешательстве микроорганизмов ⁽⁴⁾, коагулируют в гидрогели. Последние полностью изолируют труп от доступа кислорода, и дальнейшее обугливание останавливается. Например, так могут действовать коллоидные окислы железа, но при последующей кристаллизации они совершенно уничтожают мягкие ткани организмов. Коллоидное

вещество, коагулирующее в гидрогель и прекращающее таким образом процесс медленного сгорания, но само остающееся в аморфном состоянии и фоссилизирующее мягкие ткани организмов, мы называем фиксатором. Фиксатором наших объектов служит аморфный кремнезем. В пропитанных им во время осадкообразования трупях граптолитов фоссилизируются эпителиальные ткани и обуглились в первую очередь только такие подвергающиеся разложению, богатые белками и углеводами субстанции, как сперма и содержимое яиц (5).

Итак, в смысле сохранности в сланцах нами различаются две группы объектов: отпечатки и тела граптолитов. При изучении объектов из обеих групп оказалось, что лучше всего их удастся рассмотреть в боковом свете, падающем из сильного осветителя под определенным углом. При таком освещении хорошо получается фотография форм и изучаемых в них отдельных морфологических деталей. Изготовление фотографий ускорялось благодаря применению узкоплоскостного, короткофокусного аппарата с зеркальной камерой. Это приспособление дает возможность глазу воспринять наиболее выгодное освещение фотографируемого объекта, на который падает боковой свет под определенным углом, и отбросить соответствующее изображение на плоскость фотопленки. Для получения фотографий с объектов при увеличении до $\times 10$ нами был сконструирован прибор, состоящий из цапфы (держателя) и переходных муфт, изменяющих фокусное расстояние объектива. Фотографирование производилось на особо мелкозернистой диапозитивной пленке, чувствительность которой по общепринятой шкале равнялась 2.

Фотографии, получаемые на такой пленке, передавали контуры самых слабых отпечатков и тонких морфологических деталей настолько, что их удавалось обнаружить прежде на фотографии, а потом уже в самом объекте. При фотографировании с помощью перекрещивающихся нитей в зеркальной камере ось объектива аппарата направлялась перпендикулярно к плоскости снимаемого объекта, а освещение регулировалось только изменением положения источника света. Кроме того, использовалось максимальное диафрагмирование объектива. Благодаря этому пропорции объекта на фотографии не искажались. Контуры форм или их морфологических деталей на фотографии обводились тушью. После этого фотографические снимки опускались в раствор красной кровяной соли и бромистого калия, эмульсия абсолютно отбеливалась, и мы получали обычные рисунки тушью, отличающиеся, однако, максимальной точностью.

Некоторые детали, представляющие морфологический интерес, обнаруженные при методике исследования, мы рассматривали, пользуясь также боковым освещением, под микроскопом. При изучении граптолитов нами были применены сильные увеличения от $\times 120-150$ до $\times 600-700$. Для достижения последних, имея окуляры с максимальным увеличением $\times 15$, надо было пользоваться объективом, по крайней мере, $\times 40$. Этот объектив требовал такого приближения к объекту, при котором никак не удавалось достаточно осветить последний. Использование опак-иллюминатора не дало нужного результата, так как этот прибор исключил возможность получения необходимого угла падения бокового света. Нам удалось подобрать объективы ($\times 40$ и $\times 45$), у которых линзы помещались в сильно суживающейся к концу трубке. В этом случае в узкий просвет между концом объектива и плоскостью рассматриваемого объекта удалось пропускать тонкий пучок бокового света, который был достаточен для наблюдения и для фотографирования.

В заключение следует отметить, что при изучении граптолитов в сланцах необходимо иметь в виду частую деформированность отпечатков или остатков самих организмов. Здесь, однако, мы не приводим описаний примеров деформаций граптолитов, учитывая наличие известных работ, касающихся этого предмета (6), и отмечая, что при изучении деталей

морфологии граптолитов мы пользовались обильным материалом граптолитов в сланцах, среди которых находили достаточно хорошо сохранившиеся экземпляры.

Ленинградский государственный университет
им. А. А. Жданова

Поступило
22 II 1949

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ C. Wiman, Über die Graptoliten, Upsala, 1895. ² C. Barrois, Ann. de la Soc. Géol. du Nord, 20, 75 (1892). ³ R. Kozłowski, Annales Musei Zoologici Polonici, 13, 16, 183 (1938). ⁴ В. И. Вернадский, Очерки геохимии, 1934. ⁵ А. М. Обут, ДАН, 58, № 5 (1947). ⁶ Eisel, Z. f. Naturwissenschaft, 80, 218, Leipzig (1948); G. L. Elles, Geol. Mag., 81, 4, 145 (1944).