

## О ДИАГЕНЕЗЕ ФЛИШЕВЫХ ТОЛЩ ТАВРИЧЕСКОЙ ФОРМАЦИИ КРЫМА

*В. Г. Космачев*

Описываемые отложения представлены терригенным, лишенным карбонатных элементов ритмом, флишем. Ритмы имеют двучленное строение: первый элемент слагается зернистыми породами (чаще всего мелкозернистые песчаники и алевролиты), второй — глинистыми (аргиллиты). Среди отложений таврической формации встречаются аргиллитовые флишеидные толщи, но преобладающими являются ритмичные флишевые отложения. Подробные сведения о строении ритмов, об их разновидностях и т. д. можно найти в работах [1, 2, 5 и др.], специально посвященных этому вопросу. Здесь важно заметить, что мощности ритмов обычно невелики, менее одного метра, и что, как правило, в строении ритмов более значительна роль глинистых пород.

В процессе становления пород таврического флиша диагенез сыграл большую роль. В эту стадию, в частности, произошло образование как рассеянных форм диагенетических минералов, так и концентрация их в виде конкреций. Процессы миграции вещества достигали большого размаха, причем происходило перераспределение вещества не только внутри, но и за пределами отдельных слоев — в вертикальном разрезе.

Результатом широкого перераспределения вещества явились конкреционные образования — карбонатные и сульфидные (пирит). В таврическом флише проявляется четкая закономерность: основная масса карбонатных конкреций приурочена к глинистым породам вторых элементов ритмов, в то время как сульфидные конкреции почти исключительно развиты в зернистых породах первых элементов ритмов.

Определение состава конкреций и вмещающих их пород, изучение интенсивности миграции отдельных элементов (кларки концентрации), взаимоотношений диагенетических минералов, а также исследование органического углерода как важнейшего фактора диагенеза [3, 4, 5, 6] позволяют раскрыть последовательность диагенетических процессов миграции вещества и минералообразования в ритмичных терригенных флишевых толщах таврической формации Крыма. Это представляет интерес в связи с тем, что частая и закономерно повторяющаяся смена зернистых и глинистых осадков в разрезе создавала несколько специфические, отличные от других случаев условия диагенеза.

Рассмотрим сначала протекание процессов диагенетического минералообразования в глинистых осадках вторых элементов ритмов.

Сформировавшийся в стадию седиментогенеза осадок содержал реакционно-способные окисные формы Fe, Mn, рассеянные карбонаты

[3] и, как показывают определения органического углерода, несколько повышенные по сравнению с кларковыми количества  $C_{орг}$  (порядка двух процентов). В процессе диагенеза происходило окисление части органического углерода, который расходовался на редукцию железа и марганца и на образование диагенетических карбонатов. Это количество  $C_{орг}$ , найденное путем расчета по сумме  $Fe^{2+}$  и  $Mn^{2+}$  в солянокислых вытяжках [8] и определением связанного в железистых карбонатах углерода, составляет около 25% от всей массы  $C_{орг}$  в глинистых осадках. Так, в осадке создавалась восстановительная по отношению к Fe, Mn обстановка при кислой реакции среды. Дальнейшее поступление углекислоты приводило уже к растворению образовавшихся ранее карбонатов, к формированию иловых растворов, насыщенных Ca, Mg, Fe, Mn, к миграции ряда элементов в осадке. С прекращением генерации  $CO_2$  в осадке, а затем в связи с его дегазацией [9] происходит осаждение карбонатов, образование конкреций. При этом pH среды изменяется к значениям слабокислой и нейтральной обстановки, что и отображается составом образующихся карбонатов. В первую очередь формируется конкреционный материал, преимущественно железистого состава [4]:



а затем и кальцитовые обособления, причлененные к железисто-карбонатным телам [6]. С более поздними процессами минералообразования связано заполнение септарных трещин карбонатных конкреций, главным образом, кальцитом. В составе карбонатных конкреций устанавливается ряд малых элементов: Co, Ni, Ti, V, Cr, Sr, Ba, причем тенденцию к концентрации обнаруживают лишь Co и Sr [3].

Итак, в глинистом осадке формируются иловые растворы, часть которых разгружается в самом глинистом илу, давая карбонаты. Другая часть поступает в вышележащий зернистый осадок первого элемента следующего ритма, который непосредственно перекрывает глинистые отложения. К этому моменту (к началу межслоевой миграции) в зернистом слое уже протекают, быть может менее интенсивно, чем в глинистом, те же восстановительные процессы, образуются рассеянные карбонаты и т. д. Приток уже восстановленных иловых растворов и  $CO_2$  усугубляет в зернистом осадке восстановительную обстановку. Зернистый элемент ритма в свою очередь перекрывается глинистым (или алевритовым и глинистым) илом. Очевидно, что при обильном поступлении  $CO_2$  в зернистый слой часть углекислоты будет задерживаться некоторое, относительно длительное, время в нем, ибо верхний алевритоглинистый осадок играет роль покрывки. Точнее, миграция растворов и газов в зернистый осадок снизу больше скорости миграции этих компонентов из зернистого в вышележащий слой. Таким образом, упрочение в зернистом слое восстановительных кислых условий происходит не столько за счет окисления его  $C_{орг}$  (содержание  $C_{орг}$  в зернистом осадке порядка 0,90%), сколько за счет притока восстановленных в глинистом осадке иловых растворов и  $CO_2$ .

Избыток углекислоты в зернистом слое запрещает осаждение карбонатов, что является важным моментом, объясняющим почти полное отсутствие карбонатных конкреций в песчаниках таврической формации.

В этих условиях происходит восстановление сульфатной серы до сульфидной, на что расходуется около половины всего органического углерода зернистого осадка, и образование  $FeS_2$  как единственно воз-

можной минералогической формы железа. Вполне вероятно, что описываемые сульфиды прошли коллоидную стадию.

Пиритовые конкреции таврического флиша обладают округлой или эллипсоидальной формой и приурочены обычно к нижней части зернистых пород. Размеры конкреций невелики — от 2—3 до 5—8 см, иногда до 10—15 см по большей оси. Сульфидный материал конкреций как бы цементирует осадок, так что слоистость вмещающих пород не огибают конкреции, а продолжается в них. В шлифах контактовых участков зернистых пород и сульфидных конкреций наблюдается постепенное увеличение содержания пирита в цементе. Сами конкреции представляют собой тонкозернистые сульфидные стяжения с неравномерным распределением терригенного материала. Обломочные зерна соответствуют по своему составу и размерности материалу вмещающей породы. Мономинеральный пиритовый состав конкреций подтверждается рядом методов. В частности, полученные рентгенограммы весьма однообразны и отвечают пириту (табл. 1). Материал конкреций обнаруживает изотропию при изучении аншлифов в отраженном поляризованном свете.

Таблица 1

№ линий	Сульфидная конкреция		Пирит (7)		№ линий	Сульфидная конкреция		Пирит (7)	
	<i>J</i>	$\frac{d}{n}$	<i>J</i>	$\frac{d}{n}$		<i>J</i>	$\frac{d}{n}$	<i>J</i>	$\frac{d}{n}$
1	6	3,086	2	3,102	9	2	1,496	4	1,498
2	10	2,689	8	2,696	10	5	1,442	6	1,444
3	10	2,410	8	2,417	11	3	1,240	3	1,239
4	8	2,199	7	2,206	12	—	—	4	1,208
5	6	1,906	6	1,908	13	2	1,180	4	1,179
6	—	—	4	1,796	14	—	—	2	1,153
7	10	1,626	10	1,629	15	5	1,102	5	1,103
8	2	1,555	3	1,560	16	8	1,010	9	1,010

Примечание. Fe — антикатод, 10 мА, 30 кВ,  $d=0,6$  мм,  $D=57,3$  мм.

В составе сульфидных конкреций помимо породообразующих Fe и S установлены спектральным путем следующие элементы: 1) в количествах больших, чем во вмещающих породах (обнаруживающие тенденцию к концентрации) — Co, W, As; 2) в количествах меньших, чем во вмещающих породах — Ca, Mg, Mn, Si, Al, Ti, Cr, Ni, V. По сравнению с карбонатными конкрециями глинистых элементов ритмов сульфидные стяжения несколько обогащены W и As, в то же время в них отсутствуют Sr и Ba, что связано с отсутствием концентрации Ca и еще раз доказывает взаимосвязь этих элементов в геохимии диагенеза. В сульфидных конкрециях совершенно не концентрируются Ca, Mg, Mn, которые при образовании карбонатных конкреций играли большую роль (кларки относительной концентрации: Ca — 1,0—11,9, Mg — 4,0—8,2, Mn — 1,8—11,2 [3]).

С течением времени устанавливается динамическое равновесие между поступлением CO<sub>2</sub> и отдачей его в вышележащий глинистый ил, а затем и преобладание отдачи CO<sub>2</sub> вследствие того, что прекращается подток углекислоты в зернистый осадок из подстилающего глинистого. Это повышает pH в зернистом слое до значений слабокислой и нейтральной среды и при условии насыщения иловых растворов приводит к карбонат-

Таблица 2

II элемент (глинистый) ритма Б		Отложение осадка	Восстановление $Fe^{3+} \rightarrow Fe^{2+}$ , Mn и др. образование карбонатов	Формирование иловых растворов	Прекращение генерации углекислоты в осадке, потеря $CO_2$ (дегазация осадка), образование конкреций карбонатного состава	Позднедиагенетическая и постдиагенетическая минерализация
Разложение органики, генерация углекислоты в осадке						
I элемент (зернистый) ритма Б		Отложение осадка	Восстановление $Fe^{3+} \rightarrow Fe^{2+}$ , образование карбонатов	Миграция из глинистого слоя иловых растворов и $CO_2$	Восстановление $SO_4^{2-} \rightarrow S^{2-}$ , образование $FeS_2$	Дегазация песчаного слоя, карбонатная цементация
Разложение органики, генерация $CO_2$						
II элемент (глинистый) ритма А	Отложение осадка	Восстановление $Fe^{3+} \rightarrow Fe^{2+}$ , Mn и др., образование карбонатов	Формирование иловых растворов	Прекращение генерации углекислоты, в осадке, потеря $CO_2$ (дегазация осадка), образование конкреций карбонатного состава	Позднедиагенетическая и постдиагенетическая минерализация	
Разложение органики, генерация углекислоты в осадке						

ной цементации песчаных и алевроитовых осадков, что и устанавливается в ряде случаев. Образующиеся при этом цементы зернистых пород характеризуются относительным разнообразием состава — от железистого карбоната до кальцита. В общем роль кальцита здесь более значительна. Это, возможно, связано и с тем, что те седиментационные карбонаты (кальцит), которые были переработаны и перераспределены в диагенезе, в зернистых отложениях имели наибольшее развитие.

С поступлением  $\text{CO}_2$  из зернистого осадка в вышележащий глинистый, вероятно, может быть связана более поздняя минерализация карбонатных конкреций (в частности, заполнение септарных трещин).

Сказанное можно иллюстрировать следующей схемой (табл. 2).

Таким образом, в терригенных флишевых толщах большое значение для диагенеза имеет фактор ритмичности. Он определяет различия обстановок, а вместе с тем и различный характер аутигенного диагенетического минералообразования в осадках первого и второго элементов ритмов. Общей чертой минералообразования в глинистых и зернистых осадках является генерация в первую очередь существенно железистых минералов (сильно железистые члены изоморфной системы (Fe, Ca, Mg, Mn)  $\text{CO}_3$  — в глинистых элементах ритмов, пирит — в зернистых) и все возрастающая роль Са в завершающие этапы диагенетической минерализации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Васильева Л. Б. О стратиграфическом расчленении таврической формации Горного Крыма. «Бюлл. МОИП, отд. геол.», 27 (5), 1952.
2. Логвиненко Н. В., Карпова Г. В., Шандыба К. Г., Шапошников Д. П. О типах терригенного флиша в таврической формации Крыма, «Докл. АН СССР», 121, № 3, 1958.
3. Логвиненко Н. В., Космачев В. Г. О перераспределении некоторых малых элементов при диагенезе отложений таврической серии Крыма, «Докл. АН СССР», 135, № 2, 1960.
4. Логвиненко Н. В., Карпова Г. В., Космачев В. Г. О системе изоморфных замещений в карбонатах группы кальцита осадочного генезиса, «Докл. АН СССР», 138, № 1, 1961.
5. Логвиненко Н. В., Карпова Г. В., Шапошников Д. П. Литология и генезис таврической формации Крыма, Изд-во ХГУ, 1961.
6. Логвиненко Н. В., Карпова Г. В., Шапошников Д. П., Космачев В. Г. О стадийности минералообразования в отложениях таврической свиты Крыма, «Докл. АН СССР», 142, № 4, 1962.
7. Михеев В. И. Рентгенометрический определитель минералов, Госгеолтехиздат, 1957.
8. Страхов Н. М., Залманзон Э. С. Распределение аутигенно-минералогических форм железа в осадочных породах и его значение для литологии, «Изв. АН СССР, сер. геол.», № 1, 1955.
9. Страхов Н. М. Основы теории литогенеза, 2, Изд. АН СССР, 1960.