

## Карбонатные и фосфатные конкреции нижнемеловых отложений северо-восточного Кавказа

Л. И. Горбунова

**Содержание.** В статье дается детальное описание известковых, сидеритовых и фосфоритовых конкреций из аптских и альбских отложений северо-восточного Кавказа. Оптическими исследованиями устанавливается последовательность выделения минералов при формировании этих конкреций.

### Введение

При проведении литологических исследований нижнемеловых отложений Дагестана, Грозненской области и Кабардинской АССР наряду с изучением типов пород и их фациальных изменений мы специально исследовали также известковые, сидеритовые и фосфоритовые конкреции, присутствующие в породах всех изученных разрезов. Наиболее подробно нами были изучены известковые конкреции, пользующиеся наибольшим развитием в нижнемеловых отложениях исследованной территории. Основной целью при этом ставилось выяснение соотношений конкреций с вмещающими породами и их изменений по разрезу и по площади. Об этих конкрециях до сих пор были опубликованы лишь самые краткие сведения в работах общего характера по нижнему мелу Кавказа [4, 20, 21 и др.].

За последнее время карбонатным конкрециям других районов посвящен ряд работ, в результате которых выявлен их сложный состав, их определенная фациальная приуроченность и определенные закономерности в их соотношениях с вмещающими породами [6, 12, 13, 16, 23, 27, 30 и др.]. Такую же работу мы попытались проделать в отношении нижнемеловых конкреций северо-восточного Кавказа.

### 1. Известковые конкреции

В разрезе терригенных отложений нижнего мела северо-восточного Кавказа известковые конкреции играют значительную роль. Они состоят обычно из кальцита и материала вмещающей породы (глины и алеврита). Количественные соотношения этих главных компонентов разные и зависят от типа породы, вмещающей конкреции. По соотношению терригенного материала и кальцита можно выделить следующие разновидности известковых конкреций: конкреции, состоящие из известкового алевролита, алевритового мергеля и известняка.

Вмещающие породы известковых конкреций имеют аптский и нижнеальбский возраст. Конкремции алевритового мергеля и известняка приурочены к темно-серым и черным алевритовым глинам. Конкремции известкового алевролита развиты в серых глинистых алевролитах. Пачки глин и алевролитов (мощностью 10—80 м) в разрезах апта и нижнего альба чередуются между собой. В готеривских, барремских, а также средне- и верхнеальбских отложениях известковые конкреции встречаются значительно реже, имеют сравнительно малые размеры или плохо сформированы, что обусловлено общей повышенной карбонатностью этих пород.

Цвет конкреций на выветрелой поверхности светло-серый, иногда буровато-серый, на свежем изломе — темно-серый; он обусловлен присутствием в составе конкреций органических веществ. Иногда поверхность

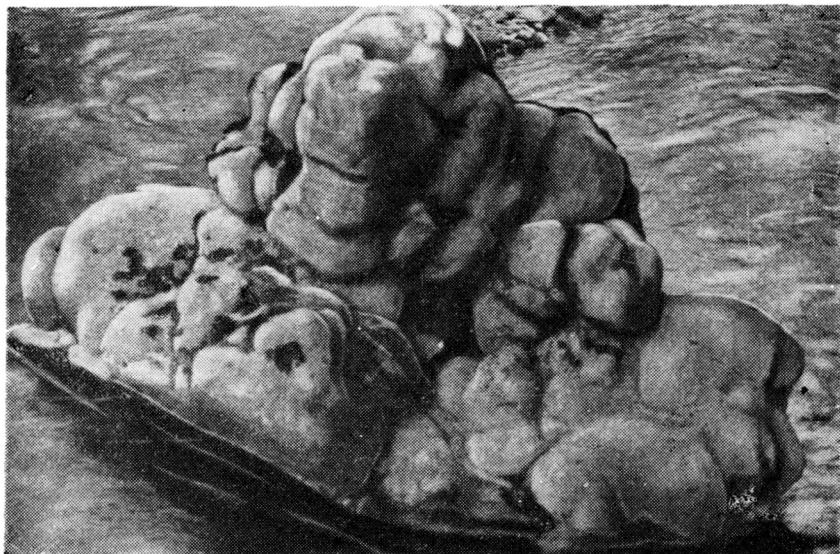


Рис. 1. Конкремция известкового алевролита натечной формы. Бассейн р. Нальчика

излома конкреций известкового алевролита и известняка имеет перламутровый блеск (искрится на солнце). Конкремции алевритового мергеля такого блеска обычно не имеют.

По форме можно выделить следующие разновидности конкреций: шарообразные, линзовидные, овальные, уплощенные, сростки из нескольких конкреций, караваеобразные и неопределенной формы. Самыми распространенными из перечисленных разновидностей являются линзовидные и шарообразные конкреции. Изредка встречаются конкреции причудливой бугристой натечной формы (рис. 1).

Размер конкреций обычно колеблется от 0,1 до 0,8 м, но очень часто, особенно в толщах алевролитов, он достигает 1,5—2, а в отдельных случаях 3—4 м. Длинная ось удлиненных форм конкреций обычно направлена по напластованию. Исключением являются столбовидные, вытянутые поперек слоистости, конкреции, присутствующие в мощных алевритовых глинах апта западных районов Дагестана близ с. Анди, Ансалта, Рохота (рис. 2).

В пачках алевролитов местами встречаются сложные крупные конкреции, заключающие внутри несколько относительно мелких конкреций

(рис. 3). Последние отличаются от вмещающей их конкреции большей степенью цементации и сначала были разобщены между собой, но впоследствии, в более поздние стадии диагенеза оказались заключенными в одну общую конкрецию благодаря цементации окружающих участков породы. Таким образом, сложные конкреции формировались в два

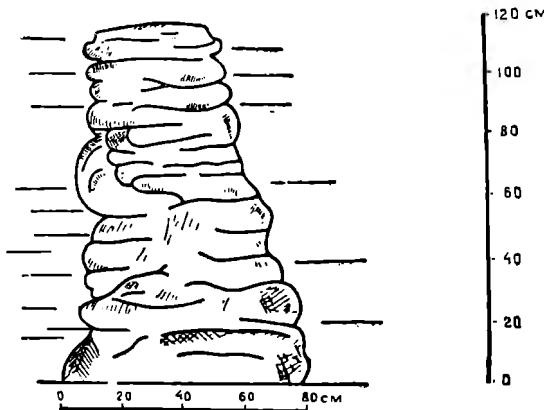


Рис. 2. Столбовидная конкреция в аптских глинах разреза Анди (Дагестан)

этапа: в более ранние стадии диагенеза и, вероятно с некоторым перерывом, в поздние его стадии. В глинах сложные конкреции не наблюдались, что, очевидно, связано с быстрым уменьшением проницаемости глинистого осадка при уплотнении.

Поверхность конкреций в большинстве случаев ровная шероховатая, иногда рассечена трещинами. Реже встречаются конкреции алев-

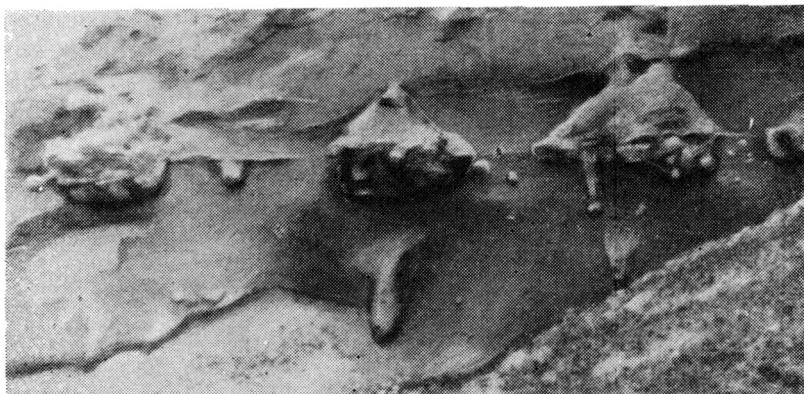


Рис. 3. Сложные конкреции известкового алевролита в аптских алевролитах разреза Акуши, Дагестан

ритового мергеля с чешуйчатой и жилковатой поверхностью, являющейся результатом неравномерного нарастания вещества конкреции (рис. 4).

Внутренняя часть конкреций — однородная плотная, в большинстве случаев растрескавшаяся. Трещины идут от центра конкреций в разных направлениях, обычно не доходя до ее поверхности (радиальные трещины), а также — параллельно поверхности (концентрические). Выветрелые конкреции иногда обнаруживают скорлуповатое строение (рис. 5).

Трещины конкреций частично или целиком заполнены кальцитом белым, розовым или буроватым, образующим по стенкам трещин корки и друзы. Вместе с кальцитом в амтских конкрециях разрезов Дагестана

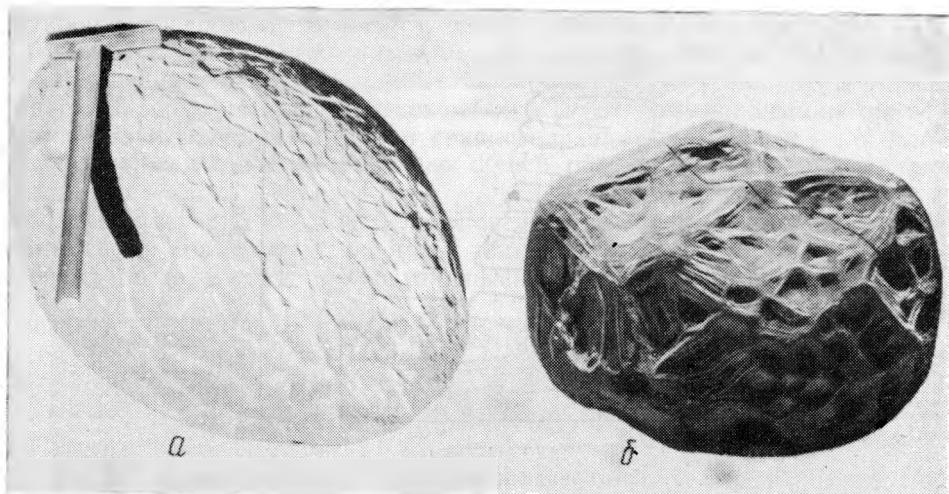


Рис. 4. Известковые конкреции:  
1 — с ячеистой чешуйчатой поверхностью; 2 — с ячеистой жилковатой поверхностью

(Гимры, Верхние Мулебки, Мурада) встречается бледно-голубой и белый барит.

Кальцит в трещинах конкреций бывает нескольких генераций. Самой ранней генерацией являются корки мелкокристаллического кальци-

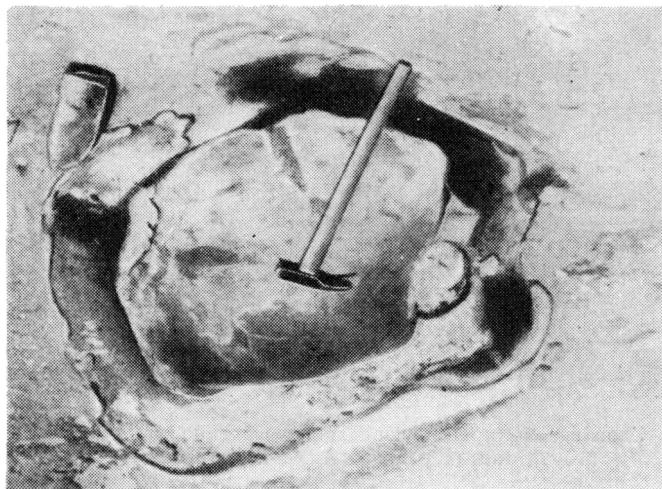


Рис. 5. Выветрелая скорлуповатая конкреция известкового алевролита с заключенной в ней известковой конкрецией

та, часто окрашенного в бурый цвет; он покрывает стенки трещин. Более поздней генерацией являются друзы белого или бесцветного кальцита, выполняющие пространство между корками бурого кальцита. Очевидно, первые порции осаждавшегося в трещинах кальцита захватывали

топкодисперсные коллоидные органические вещества и окрашивались ими. Последующее осаждение кальцита происходило уже из «чистых» растворов, лишенных таких органических веществ.

Если в трещинах вместе с кальцитом присутствует барит, то он является самой поздней генерацией, так как веерообразные пластинчатые агрегаты его кристаллов располагаются на кальците. Это указывает на то, что соединения бария попали в трещины конкреций после того, как в них выкристаллизовался кальцит. Иногда барит образуется непосредственно на стенках трещин, являясь здесь основным минералом. Толщина баритовых корочек достигает 0,5—0,6 см. Показатели преломления барита, имеющего белый со слабым голубоватым оттенком цвет, следующие:  $Ng = 1,647$ ,  $Nm = 1,638$ ,  $Np = 1,635$ .

Вторичный барит в карбонатных конкрециях в литературе известен давно. В работах Л. М. Миропольского [17] и Ф. В. Чухрова [26] дана сводка старых данных о находках барита в трещинах конкреций. В последние годы он отмечался Г. И. Шаповаловой [27], З. Е. Гауер [3] и П. В. Зарицким [6].

Присутствие барита в осадочных породах Л. М. Миропольский [17], Ф. В. Чухров [26] и Л. В. Пустовалов [18, 19] объясняют хорошей растворимостью хлористого бария, бикарбоната и сульфата бария и весьма малой растворимостью его сульфата. В виде растворимых солей барий мигрирует в породах и осаждается в присутствии ионов серной кислоты в окислительной обстановке.

Органические остатки, встреченные нами и предшествующими исследователями в известковых конкрециях нижнего мела, обычно представлены раковинами моллюсков. Очень редко встречаются остатки древесины. Раковины аммонитов, пелеципод и гастропод, находимые в конкрециях, принадлежат тем же видам, что и раковины во вмещающей породе, но значительно лучше сохранились. Стратиграфия нижнемеловых отложений северо-восточного Кавказа в значительной степени обязана находкам раковин в конкрециях. Остатки древесины встречены в конкрециях в виде крупных кусков довольно хорошей сохранности, очень слабо минерализованы и почти не обуглены. Присутствие в конкрециях более сохранных, чем во вмещающей породе, раковин, а также хорошо сохранившейся мало обуглившейся древесины может указывать на то, что формирование основной массы конкреций произошло в относительно ранние стадии диагенеза.

Взаимоотношение конкреций с вмещающими породами следующее. Слоистая текстура вмещающей породы повторяется в конкрециях без изменений в направлении. Иногда прослойки породы частично огибают конкреции с небольшим загибом плоскостей слоистости вверх и вниз (рис. 6).

Плоская часть караваеобразных конкреций всегда примыкает к границам слоя (имеется в виду слоистость, обусловленная неравномерной глинистостью породы, в большинстве случаев слабо выраженная). При выветривании конкреции часто распадаются по слоистости. Обычно слоистость в конкрециях выражена слабо или она незаметна совсем, что также подтверждает сравнительно раннее диагенетическое образование конкреций.

На склонах обнажений слоистых алевролитов встречаются округлые отдельности, весьма похожие на конкреции. Лишь при внимательном наблюдении можно установить, что они образовались при выветривании коренной породы в результате десквамации (рис. 7). Именно такие отдельности, очевидно, и имеет в виду М. С. Швецов [29, стр. 191], когда говорит о псевдоконкрециях.

Распределение конкреций во вмещающих породах неравномерное в виде прерывистых слоев, в которых отдельные конкреции залегают друг от друга на разных расстояниях, от нескольких сантиметров до несколь-

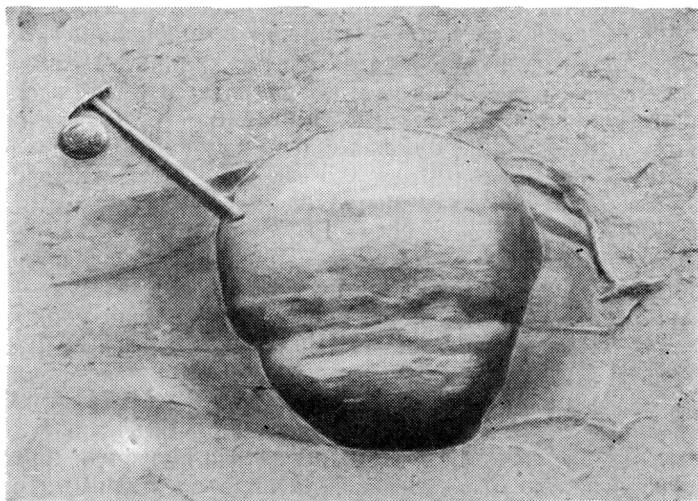


Рис. 6. Конкремции известкового алевролита в аптских алевролитах. Акуша

ких метров. Изредка конкреции залегают беспорядочно; в этом случае они распределены в породе довольно густо, и возможно лишь благодаря этому создается впечатление о неслоистом беспорядочном их расположении.

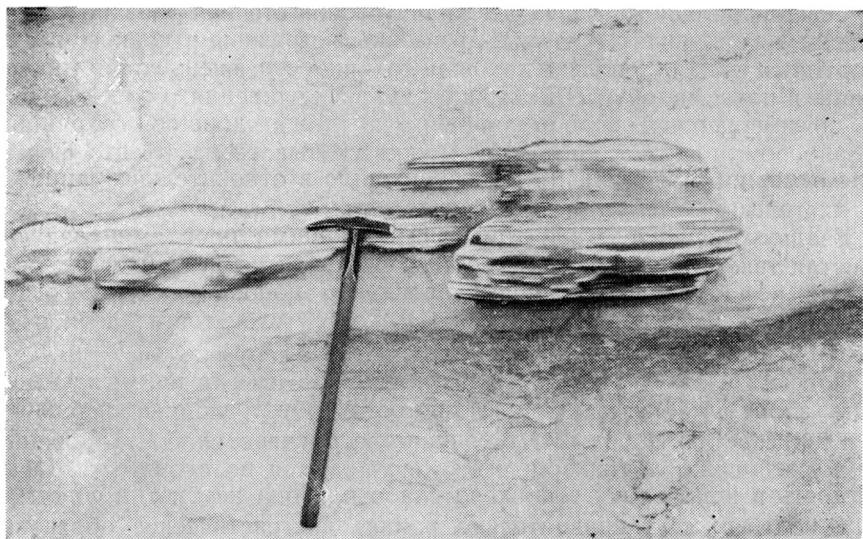


Рис. 7. Слоистая псевдоконкремция на обнажении аптских алевролитов. Акуша

жении. Разные условия обнаженности не дают с уверенностью говорить о количестве конкреций в том или ином пункте. Резкие колебания их количества не наблюдались, за исключением одного обнажения альбских

алевролитов Нальчикского района, где конкреции были размещены сравнительно весьма густо.

Граница между вмещающими породами и конкрециями выражена не одинаково для конкреций, заключенных в разных породах. Конкреции алевритовых мергелей и известняков, приуроченные к алевритовым глинам, в подавляющем большинстве случаев имеют резкую границу с вмещающей породой; конкреции известковых алевролитов, приуроченные к алевролитам, часто постепенно, без резких границ, переходят во вмещающую породу.

Под микроскопом в шлифах в составе конкреций обнаруживаются мелкие обломочные зерна, заключенные в глинисто-известковом или преимущественно известковом цементе. В большинстве случаев основная масса цемента состоит из кальцита в разной степени раскристаллизованного — от пелитоморфного до крупно-кристаллического, погасающего в поле зрения шлифа большими участками. Обычно в одном и том же образце в разных соотношениях присутствует как пелитоморфный, так и мелкокристаллический кальцит. В тех случаях, когда в составе конкреций присутствует кальцит крупнокристаллический, погасающий одновременно большими участками или по всему полю зрения сразу, тонкокристаллический кальцит нет или он обнаруживается в малом количестве отдельными сгустками. Крупнокристаллический кальцит наиболее характерен для конкреций известковых алевролитов. В составе конкреций алевритового мергеля чаще содержится пелитоморфный и мелкокристаллический кальцит. Очевидно, что более проницаемая среда вмещающих пород обусловливила и более совершенную степень кристаллизации кальцита в процессе диагенеза. В смеси с кальцитом содержится глинистое вещество, обычно плохо различимое в тонкой пелитоморфной массе; реже оно распределено неравномерно и концентрируется в отдельных участках.

Обломочный материал в составе конкреций содержится в количествах от 2 до 70 %. Он представлен алевритом с той же ассоциацией минералов, что и во вмещающей породе. Обломочные зерна слегка корродированы карбонатным цементом. Из аутигенных раннедиагенетических минералов в конкрециях присутствуют зерна глауконита и агрегаты пирита, сходные с содержащимися во вмещающей породе (рис. 8).

Присутствие в составе конкреций пирита и глауконита таких же, как во вмещающей породе, указывает на то, что образование конкреций произошло позже этих минералов, в последующие стадии диагенеза, т. е. не в самые ранние.

Химический состав известковых конкреций приведен в табл. 1.



Рис. 8. Шлиф известкового алевролита. обр. 670, апт. Цудахар:  
г — глауконит; к — кварц; ц — цемент,  $\times 70$

Таблица 1

Средний химический состав известковых конкреций (в %)  
(по данным лабораторий ВНИГНИ и ВНИГаза)

Компоненты	Конкреции из глин			Конкреции из алевролитов		
	среднее содержание	пределы колебаний	число анализов	среднее содержание	пределы колебаний	число анализов
А и т						
Нерастворимый остаток . . .	32,0	24—38	10	48,8	20—73	24
SiO <sub>2</sub> (растворимый) . . .	—	0,0	1	—	0,0	1
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	2,2	0,0—9	10	1,3	0,6—3,6	22
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,7	0,0—3,5	10	1,2	0,4—2	21
	1,3	1—1,6	2	0,5	0,4—0,7	3
CaO . . . . .	33,2	29—40	10	25,8	10—42	24
MgO . . . . .	1,3	1—2	10	0,7	0,4—2,4	24
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,6	0,1—1,0	4	0,2	0,1—0,3	5
А ль б						
Нерастворимый остаток . . .	33,2	2—57	5	53,0	20—66	10
SiO <sub>2</sub> (растворимый) . . .	—	0,0	1	0,1	0,0—0,2	5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,0	0,0—2	6	1,9	0,3—5	10
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,6	0,4—3	6	1,0	0,1—3	10
FeO . . . . .	1,9	1—3	2	0,6	0,5—0,8	2
CaO . . . . .	34,7	16—52	6	22,8	14—39	10
MgO . . . . .	1,3	0,5—2	6	0,6	0,2—0,9	10
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,6	0,2—0,8	2	0,2	0,1—0,8	6

Все анализы произведены по методике, предложенной Э. С. Залманзон [5].

По данным химических анализов конкреций можно сделать следующее заключение.

1. Конкреции из глин обладают более высокой концентрацией CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeO, MgO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> по сравнению с конкрециями из алевролитов. Наоборот, количество нерастворимого остатка в них соответственно меньше.

2. Содержание в конкрециях отдельных компонентов характеризуется таким образом. Нерастворимый остаток в конкрециях из глин содержится в количестве от 2 до 57 и обычно не выше 36 %. В конкрециях из алевролитов содержание его достигает 73 и обычно не ниже 40 %. CaO в конкрециях из глин содержится в количестве, колеблющемся в интервале от 16 до 52, а в среднем между 33—35 %. В конкрециях из алевролитов содержание CaO колеблется от 10 до 42, а в среднем 23—26 %. SiO<sub>2</sub> в анализах солянокислой вытяжки практически отсутствует, в большинстве определений содержание его равно нулю или не выше 0,18 %. Следовательно, при данных условиях анализов силикатная составная часть наших образцов почти не растворялась. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (растворимый в HCl) обычно содержится в количестве, не превышающем 2 %, лишь в двух анализах количество его ненормально высокое и достигает 5 и 9 %. Среднее содержание Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в конкрециях не более 2 %. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в конкрециях содержится в количестве 1—2 и не превышает 3 %, что указывает на незначительную окисленность исследованных образцов. FeO содержится в количестве от 1 до 3 %. MgO присутствует в количестве не более 1—2 %. Он содержится в конкрециях, очевидно, в виде карбоната магния, но оптически в шлифах ни доломит, ни магнезит, ни анкерит не обнаруживаются. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> содержится в конкрециях в десятых долях процента (от 0,1 до 1, в среднем 0,2—0,6 %).

3. По разрезу заметны весьма незначительные изменения в составе конкреций снизу вверх от апта к альбу: уменьшение  $Fe_2O_3$  и увеличение  $FeO$ . Эти изменения, очевидно, обусловлены сравнительно большей глубоководностью и глинистостью альба по сравнению с аптом в связи с более широким развитием в альбское время трансгрессии моря. Эти обстоятельства могли способствовать образованию в альбе закисных

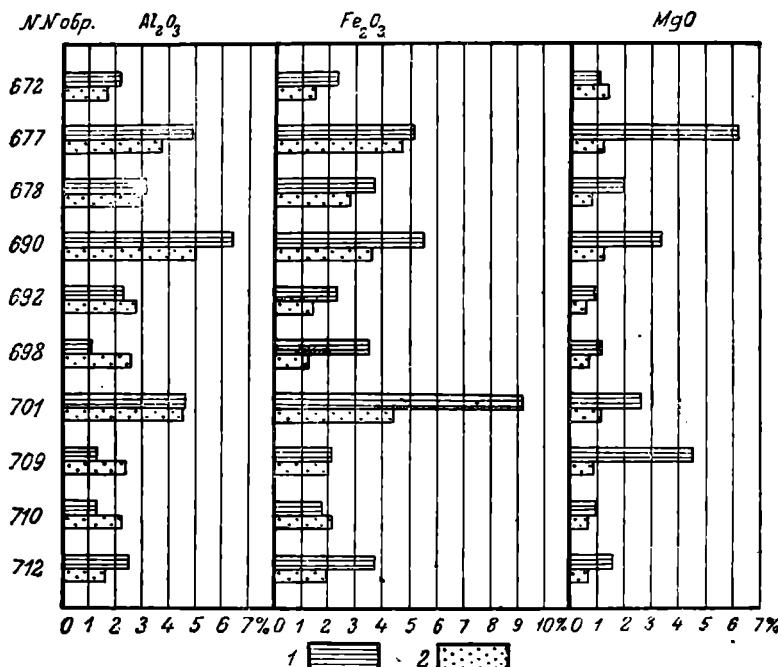


Рис. 9. Содержание компонентов в конкрециях и вмещающих породах в пересчете на нерастворимый остаток:

1 — конкреции; 2 — вмещающие породы

соединений железа (сульфиды, карбонаты) за счет уменьшения окисных его соединений, в связи с понижением окислительно-восстановительного потенциала. Сравнение анализов конкреций, взятых из разных пунктов, показало однообразие их состава по площади. К сожалению, мы не имели достаточного количества анализов для более полных и точных выводов в этом отношении.

Содержание различных химических компонентов во вмещающих породах (по 12 анализам) колеблется в следующих пределах: нерастворимый остаток — от 78 до 92;  $CaO$  — от 0,4 до 3;  $MgO$  — от 0,4 до 1,4;  $Fe_2O_3$  — от 0,9 до 5 %. Определения  $CO_2$  в алевритовых глинах (12 анализов) при условии пересчета всего  $CO_2$  на  $CaCO_3$  показали, что количество последнего колеблется примерно от 3 до 6, преимущественно около 3—4 %. Определения  $CO_2$  в глинистых алевролитах (14 анализов) показали такое же содержание  $CaCO_3$ , как и в глинах; колебание в пределах от 3 до 8 и преобладающее количество 3—4 %  $CaCO_3$ .

Сравнение химического состава конкреций и вмещающих их пород показывает, что при обычном расчете количества компонентов на исходную павеску в конкрециях повышенная концентрация наблюдается только для  $CaO$ ; содержание остальных компонентов колеблется в обе стороны. При пересчете же анализов на нерастворимый остаток в подавляю-

щем большинстве случаев наблюдается более высокая концентрация в конкрециях  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $MgO$  (табл. 2, рис. 9).

Таблица 2  
Среднее содержание различных химических компонентов в конкрециях и вмещающих породах в пересчете на нерастворимый остаток (в %)

№ образ- цов	В конкрециях			В породах		
	$Al_2O_3$	$Fe_2O_3$	$MgO$	$Al_2O_3$	$Fe_2O_3$	$MgO$
672	2,21	2,34	1,08	1,65	1,36	1,40
677	4,86	5,05	6,22	3,74	4,65	1,16
678	3,14	3,65	2,01	3,01	2,83	0,77
690	6,44	5,49	3,35	5,00	3,64	1,23
697	2,28	2,31	0,93	2,78	1,36	0,50
698	1,07	3,54	1,11	2,55	1,16	0,58
701	4,56	9,15	2,56	4,48	4,40	1,09
709	1,26	2,07	4,49	2,43	1,97	0,77
710	1,39	1,67	0,89	2,22	2,05	0,61
712	2,47	3,73	1,45	1,60	1,92	0,59

Высчитав отношения содержаний компонентов в конкрециях к содержанию тех же компонентов во вмещающих породах, мы получили следующий ряд элементов по возрастанию геохимической подвижности:  $Al \rightarrow Fe \rightarrow Mg \rightarrow Ca$ . Эти выводы не противоречат существующим в литературе [22 и др.].

Гранулометрический состав нерастворимого остатка конкреций сходен с гранулометрическим составом вмещающих пород (табл. 3).

Таблица 3  
Средний гранулометрический (мм) состав нерастворимого остатка конкреций и вмещающих пород (в %)

Породы	Конкремции			Вмещающие породы			Число анализов			
	нера- створи- мый ос- таток	$>0,1$	$0,1-0,01$	$<0,01$	нера- створи- мый ос- таток	$>0,1$	$0,1-0,01$	$<0,01$	конк- рем- ции	вмеща- ющие породы
А п т										
Глины . .	38	1	37	62	90	1	34	65	9	6
Алевро- литы	57	1	73	26	90	1	73	26	23	20
А ль б										
Глины . .	31	0	32	68	92	0	35	65	6	5
Алевро- литы	69	1	72	27	89	2	69	29	11	13

Примечание. Образцы взяты из следующих 9 разрезов: Анди, Мурада, Гергебиль, Цудахар, Акуша, Верхние Мулебки, Бурлеки (Дагестан), Нальчик, Баксан (Кабардино-Балкарская АССР).

Из табл. 3 видно, что в нерастворимом остатке конкреций, содержащихся в глинах, преобладает пелитовая фракция, а в конкрециях из алевролитов — алеврит. Соотношение гранулометрических фракций в конкрециях такое же, как во вмещающих породах. Конкремции в алевролитах больше засорены материалом вмещающей породы, чем конкреции в гли-

нах. Последнее обстоятельство можно объяснить более быстрым ростом конкреций в алевролитах по сравнению с их ростом в глинах.

На основании вышеизложенных наблюдений над известковыми конкрециями нижнемеловых отложений северо-восточного Кавказа и сопоставления этих наблюдений с литературными данными о конкрециях [1, 18, 19, 22, 29] можно сделать следующее заключение.

1. Общий с вмещающей породой минералогический и гранулометрический состав, слоистость и остатки фауны конкреций указывают на их аутигенное образование в стадии диагенеза. Однако конкреции, заключенные в алевролитах, часто обнаруживают признаки значительно более позднего формирования в течение нескольких стадий диагенеза и эпигенеза. На это указывает присутствие относительно мелких конкреций внутри крупных и постепенный незаметный переход конкреций в окружающую породу.

2. Однаковое присутствие в конкрециях и вне их аутигенного глауконита и пирита показывает, что образование конкреций происходило после образования этих минералов.

3. Сравнительно большая обогащенность отложений органическим веществом в виде рассеянных пылевидных углистых растительных остатков, придающих породам черный и серый цвет, и в виде битума (битум А не более 0,08 %) свидетельствует о невысоком окислительно-восстановительном потенциале осадков, в которых образовались конкреции.

4. Наличие аэробной донной фауны (пелециподы, бентосные фораминиферы, брахиоподы), общей для конкреций и вмещающих пород, указывает, что осадкообразование происходило в условиях нормальной солености морского бассейна с достаточным доступом кислорода к поверхности дна. Монтмориллонитово-гидрослюдистый состав глин и цемента алевролитов, а также сам факт наличия в них карбонатных конкреций указывают на то, что среда формирования этих отложений была слабо щелочной.

5. Известковые конкреции, содержащиеся в глинах, обладают в общем более высокой концентрацией  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  по сравнению с известковыми конкрециями, содержащимися в алевролитах. Это обстоятельство, а также сравнительно меньший размер конкреций в глинах указывают на то, что скорость роста конкреций в глинах была ниже, чем в алевролитах, и вследствие этого концентрация в них подвижных компонентов из окружающего осадка становилась более высокой.

6. Гранулометрический состав нерастворимого остатка конкреций довольно точно повторяет гранулометрический состав вмещающих пород.

7. В одинаковых типах пород развиты в общем сходные формы конкреций, однако наши конкреции не могут иметь стратиграфического корреляционного значения ввиду периодического повторения аналогичных пород в разрезе. Сидеритовые и фосфоритовые конкреции могут в этом смысле играть большую роль вследствие приуроченности их к определенным горизонтам разреза.

8. По площади наблюдается устойчивость морфологии и состава конкреций в одинаковых типах пород, несмотря на некоторые фациальные изменения их. Это говорит о сходстве условий накопления осадков и их диагенеза в разных пунктах.

## 2. Сидеритовые конкреции

В противоположность известковым конкрециям, распространенным в изученных отложениях повсеместно, сидеритовые конкреции наблюдались не во всех разрезах. В составе этих конкреций, кроме сидерита и ма-

териала вмещающей породы, обычно присутствует кальцит, содержащийся в трещинах. Залегают сидеритовые конкреции в черных алевритовых глинах и темно-серых сильно глинистых алевролитах в виде прерывистых прослойков. Отдельные конкреции расположены по слою разрозненно на разных расстояниях друг от друга (в глинах разрезов Анди, апт; Гергебиля, альб). Наряду с этим встречаются густые скопления беспорядочно сгруженных конкреций (в глинистых алевролитах разрезов Гергебиля, Араканов, альб; Муни, апт). В глинах прослойки сидеритовых конкреций обычно чередуются с тонкими (от 1 до 20 см) плитчатыми прослойками известковых алевролитов.

Общая мощность толщи, содержащей сидериты, колеблется в пределах нескольких метров. По простиранию сидеритовые конкреции распространены локально, они встречены нами лишь в разрезах центрального Дагестана (Гергебиль, Араканы) и в западных его районах (Муни, Анди), отличающихся большей сравнительной мощностью и глинистостью.

Цвет конкреций сидерита на выветрелой поверхности бурый, в свежем изломе серый. Бурая поверхность нередко также свойственна и выветрелым конкрециям мергеля вследствие окисления рассеянного пирита, что придает внешнее сходство этим различным по составу сидеритовым конкрециям.

Форма и величина сидеритовых конкреций обычно колеблются в узких пределах. Наиболее распространенными формами являются: лепешковидные, почковидные, овальные и причудливые сростки из нескольких мелких конкреций. Размеры одиночных конкреций не превышают  $0,15 \times 0,05$ , сростков — 0,3 м (по наибольшему измерению).

Поверхность конкреций гладкая или шероховатая; при сильном выветривании иногда становится скорлуповатой. Внутренняя часть нередко трещиноватая, но чаще плотная и однородная. Трещины конкреций заполнены кальцитом, очень часто имеющим бурый до черного цвет.

Под микроскопом основная масса сидеритовых конкреций представлена плотным тонкокристаллическим карбонатом, серым при параллельных николях. Местами в небольших участках сидерит более раскристаллизован и обнаруживает характерную микрозернистую структуру. Вокруг обломочных зерен, агрегатов пирита и по стенкам трещинок в шлифе наблюдается подобие каемок из более раскристаллизованного карбоната.

Обломочный материал рассеян в карбонатном цементе в виде слегка корродированных угловатых алевритовых зерен тех же минералов, что и во вмещающей породе.

Углистые частицы мелкие до пылевидных содержатся в значительном количестве. Из аутигенных минералов, кроме карбоната, постоянно присутствуют: пирит в виде мелких агрегатных зерен, образующих значительные скопления, и глауконит зеленого цвета; зерна величиной до 0,2 мм, очень часто корродированные.

Трещины заполнены кальцитом, среди которого иногда встречаются участки сидерита, такого же как в основной массе конкреции.

В иммерсионном препарате порошок конкреции при большом увеличении представляет собой мельчайшие карбонатные частицы, приближающиеся к окружной форме. Наименьший показатель преломления их равен 1,638, т. е. такой же, как у чистого сидерита. Окрашивание порошка конкреции 1-процентным раствором  $K_3Fe(CN)_6$  дало темно-синий цвет, характерный для сидерита.

Химический состав сидеритовых конкреций приведен в табл. 4. Для анализа выбирались участки конкреций без кальцитовых прожилков и наиболее свежие. Однако в некоторых образцах  $CaO$  обнаружен в зна-

чительном количестве (обр. 1154, 2095) вследствие присутствия кальцита в тонких трещинах микроскопических размеров.

Таблица 4  
Химические анализы сидеритовых конкреций антского возраста (в %)  
(по данным лаборатории ВНИГНИ)

№ образца	Разрезы	Содержание компонентов						Минералогический пересчет		
		нерастор- имый ос- таток	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	CaO	MgO	CaO <sub>3</sub>	FeCO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>
1154	Гергебиль	30,85	6,16	22,84	19,71	1,20	35,18	—	2,51	
711	"	35,57	2,03	1,34	29,43	3,24	3,66	5,78	47,47	7,65
2072	Анди	10,10	1,15	1,95	41,06	6,12	4,31	10,74	66,22	9,01
2079	"	9,28	1,68	2,31	38,64	9,51	3,59	16,99	62,33	7,51
2095	"	28,26	3,88	2,91	22,67	10,98	3,76	19,56	36,56	7,86

Из табл. 4 видно, что, кроме сидерита, конкреции содержат значительное количество примесей как в виде нерастворимого остатка (главным образом обломочные терригенные зерна и пирит), так и в соляно-кислом растворе (карбонаты кальция, магния, полуторные окислы).

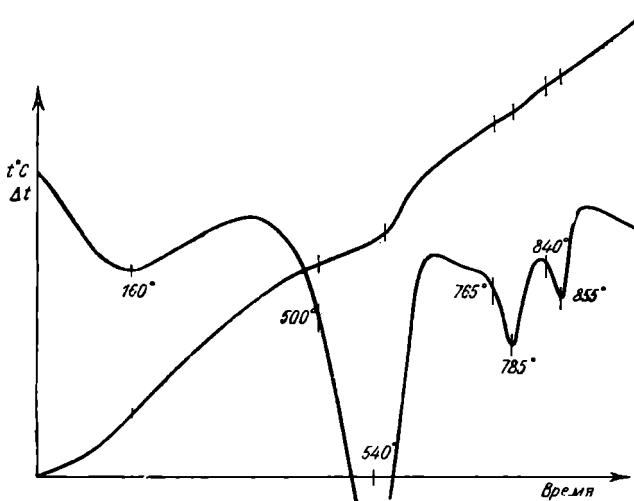


Рис. 10. Термограмма сидеритовой конкреции из разреза Анди, Дагестан

Магний, а частично также кальций, вероятно, находятся в изоморфном соединении с закисным железом в виде анкерита, являющегося обычным спутником сидерита [10, 14, 15 и др.]. Подтверждением присутствия анкерита в наших сидеритовых конкрециях служит термическая кривая (рис. 10).

На кривой нагревания образца сидеритовой конкреции зафиксированы четыре эндотермические реакции. Первая из них вызвана выделением из образца влаги и имеет максимум своего проявления при 160°. Вторая проявляется весьма резким пиком; этот пик характерен для сидерита при 540° и связан с его диссоциацией. Следующая эндотермическая реакция с пиком при 785° вызвана диссоциацией анкерита. Наконец, эндотермический пик при 855° вызван, очевидно, диссоциацией углекислого магния

и углекислого кальция. Последний присутствует в конкрециях как в виде кальцита, так и связан в молекуле анкерита [11, 25]. По данным В. И. Каурковского [11], структура сидерита отражается на температуре его диссоциации. Сидериты с более крупными зернами диссоциируют при более высокой температуре ( $564^{\circ}$ ), чем плохо раскристаллизованные пелитоморфные сидериты ( $480^{\circ}$ ). Наши сидериты по температуре диссоциации и по отсутствию перелома на эндотермической сидеритовой ветви кривой можно отнести к средне равномерно раскристаллизованным, что согласуется с микроскопическими данными.

В заключение о сидеритовых конкрециях можно отметить следующее:

1. Состав сидеритовых конкреций сложный. В них присутствуют сидерит, кальцит, анкерит и значительная примесь минералов вмещающей породы (обломочные зерна, глинистые минералы, пирит, глауконит).

2. Взаимоотношение сидеритовых конкреций с вмещающими породами указывает на раннее диагенетическое их происхождение. Однако по отношению к глаукониту и пириту конкреции образовались позже.

3. Отсутствие сидеритовых конкреций в одновозрастных отложениях многих разрезов исследованной территории свидетельствует о различии условий формирования пород в разных пунктах. Заметна приуроченность сидеритовых конкреций к наиболее глинистым разрезам с относительно мощными толщами глин.

### 3. Фосфоритовые конкреции

Первое указание на присутствие фосфоритов в нижнемеловых отложениях Дагестана было сделано В. П. Ренгартеном в 1927 г. на основании его полевых исследований 1923 г. [20]. Описанный В. П. Ренгартеном выход фосфоритового слоя в верхней части аптского яруса близ с. Акуши был позднее опровергнут Д. В. Дробышевым [4], нашедшим месторождение нерентабельным. Прослойки, содержащие фосфоритовые конкреции, отмечены были В. П. Ренгартеном и Д. В. Дробышевым и в других описанных ими нижнемеловых разрезах. Подробного петрографического описания этих фосфоритов в литературе нет.

В разрезах нижнего мела Дагестана обычно можно наблюдать до четырех прослойков фосфоритовых желваков мощностью до 0,2 м каждый; эти прослойки обычно приурочены к границам различных подъярусов апта и альба. Фосфоритовые конкреции заключены в известково-глинистом перавиомерно фосфатизированном алевролите или алевритовом мергеле зеленовато-серого цвета со значительным количеством зерен глауконита.

Цвет фосфоритовых конкреций с поверхности серый и буровато-серый, а внутри темно-серый до черного. Форма обычно неопределенная, реже неправильно округлая. Размер не превышает 3—4 см, чаще же колеблется около 1—1,5 см. Вместе с конкрециями фосфоритов в слое всегда присутствуют в той или иной степени фосфатизированные конкреции мергеля и остатки фауны в виде фосфатизированных ядер аммонитов, пелепицпод, гастропод, ростров белемнитов; иногда встречается окаменелая древесина. В фосфоритовом конгломерате цемент играет подчиненную роль, ядра ископаемых большей частью значительно количественно преобладают над конкрециями. Те и другие часто в разной степени окатаны, слажены и имеют черную глянцевую поверхность. Очень редко наблюдается источенность конкреций фоладами. Местами в конгломератовидном фосфоритовом слое конкреции имеют шероховатую с выступами поверхность без признаков окатанности.

Конкреции мергеля, присутствующие в фосфоритовых слоях или в непосредственной близости к ним, значительно крупнее фосфоритовых конкреций (до 0,1 м по длиной оси), имеют преимущественно линзовидную или овальную форму и расположены параллельно слоистости.

Фосфоритовые конкреции не всегда образуют сгруженный конгломерат, иногда они рассеяны во вмещающей породе поодиночке. Примером таких случаев являются разрезы Араккента и Акуши, где в самой верхней части нижнего альба (сложенного везде алевролитами) рассеяны мелкие стяжения фосфоритов. Величина их обычно не более 1—2 см; они имеют неправильную форму и шероховатую бугристую поверхность. В некоторых разрезах Дагестана (Гимры), а также разрезах бассейнов рр. Баксана и Малки в аптских алевролитах также присутствуют подобные рассеянные фосфориты. В этих пунктах во время образования фосфоритов, очевидно, не было подводного размыва, связанного с перемещением береговой линии моря, как это имело место в других местах, где присутствует фосфоритовый конгломерат.

Наиболее сложное строение фосфоритового слоя наблюдается в одном из западных районов Дагестана, у сел Амишта, Арахи и Орота. Здесь фосфоритовый слой основания алта, залегающий на алевролите, имеет наибольшую мощность (0,6—1 м) по сравнению с аналогичными слоями в других районах Дагестана и хорошо обнажен в разных точках. Нижняя часть этого слоя (0,2—0,3 м) относительно рыхлая и представлена темно-серым слюдистым известково-глинистым алевролитом, буквально переполненным остатками аммонитов и пелеципод. Реже встречаются брахиоподы и гастроподы. Остатки фауны фосфатизированы и несут следы окатывания. Вместе с раковинами встречается большое количество темного фосфоритового гравия крупностью до 0,5 см. Кверху количество и крупность гравия уменьшаются, а цемент слоя постепенно становится более крепким. Верхняя часть слоя (около 0,7 м) представлена крепким светло-серым алевритовым мергелем с большим количеством раковин аммонитов, белемнитов и пелеципод. Здесь изредка встречаются стяжения мергеля величиной до 3 см со следами окатывания, иногда источенные фоладами. Местами в этой части слоя встречается рассеянный почти черный фосфоритовый гравий до 2 мм в диаметре.

Под микроскопом видно, что основная масса фосфоритовых конкреций состоит из скрытокристаллического не поляризующего или слабо поляризующего фосфата, подчиненного количества мелкокристаллического фосфата (в том числе радиально-лучистого), глинисто-известкового (мергелистого) вещества и обломочных зерен.

Фосфат неравномерно распределен в массе конкреции. Он образует участки неопределенной расплывчатой формы и различной величины, а также рассеянные мелкие вкрапления среди глинисто-известкового вещества. Обломочный материал в виде угловатых алевритовых зерен кварца, полевых шпатов и кремнистых пород содержится в большом количестве. Из аутигенных минералов, кроме фосфата, присутствуют зерна травяно-зеленого глауконита, агрегаты пирита и тонкодисперсный карбонат. Почти всегда содержатся минерализованные и в разной степени перекристаллизованные остатки раковин моллюсков. Соотношение указанных компонентов в составе фосфоритовых конкреций колеблется в больших пределах. Оно определяет тип цементации зерен минералов и химический состав конкреций. Обычно наблюдается совместное присутствие цемента выполнения пор, пленочного и базального; последний одновременно является и корродирующим цементом.

Фосфат в проходящем свете имеет буровато-желтый цвет. Отдельные его участки сероватые от примеси тонкораспыленного органического ве-

щества. В отраженном свете эти «загрязненные» участки фосфата выделяются своей более густой светло-желтой окраской, при этом на фоне основной массы выступают неравномерно рассеянные светлые пылевидные частицы.

Нередко наблюдаются слои нарастания вещества конкреции, подобные тем, которые описал Г. И. Бушинский в верхнемеловых фосфоритах Днепровско-Донецкой впадины [1]. В описываемых нами фосфоритах слои нарастания выражены в резких границах между фосфатной и глинисто-известковой (мергелистой) массой. Эта граница имеет вид волнистой полосы или прожилка буроватого скрытокристаллического фосфата или фосфатных полос, обедненных обломочным материалом по сравнению с нефосфатными участками. По линии раздела фосфатной полосы и мергельной массы со стороны последней в шлифах наблюдалось скопление пылевидных агрегатов пирита. Очень часто заметно, что фосфат заключает в себе значительно более крупные обломочные зерна, чем мергель (иногда в одной и той же конкреции). Это явление можно объяснить тем, что фосфориты образовались в более крупнозернистых алевритовых осадках более подвижной морской среды, а мергелистые части конкреций образовались позже в иной обстановке, при отложении относительно глубоководных более тонкозернистых алевритово-глинистых осадков.

В некоторых случаях при большом увеличении в проходящем свете можно заметить колломорфное строение фосфата. При скрещенных николях обнаруживается разная степень раскристаллизованности фосфата от изотропного до микрокристаллического. Одна из них, представляющая основную массу фосфата, имеет скрытокристаллическое строение и весьма слабую поляризацию. Местами она совершенно изотропна. Другая разновидность фосфата — микрокристаллической структуры, с кристаллами величиной не более 0,02 мм, волнистым погасанием и поляризацией в светлых и светло-серых тонах. Микрокристаллический фосфат, кроме отдельных участков, образует тонкие (около 0,01 мм) оболочки по стенкам пор и вокруг отдельных зерен минералов. Реже он обволакивает изотропные зерна фосфата. Более ранней генерацией является изотропный фосфат, а более поздней — кристаллический. Последний в оболочках имеет радиально-лучистую текстуру. Часто фосфатные оболочки вокруг зерен обломочных минералов не имеют хорошо выраженной радиально-лучистой текстуры, а обнаруживают лишь волнистое погасание.

Радиально-лучистый фосфат в просмотренных нами образцах фосфоритов был развит в участках с наилучшей раскристаллизацией основной массы. Участки кристаллического фосфата обычно лишены примесей, в то время как изотропный или слабо поляризующий фосфат содержит примеси минеральных зерен, глинистого вещества и тонкодисперсного кальцита. В полостях и стенках раковин изотропный фосфат чистый, без примесей. Кальцит раковин местами замещается фосфатом, корродирующим стенки раковин не только с внутренней стороны, но и с поверхности. Однако очень часто наблюдается и обратное явление — замещение фосфата кальцитом. Показатель преломления ( $N_{cp}$ ) радиально-лучистого и изотропного фосфатов в наших фосфоритах одинаков, что также подтверждает высказанное Г. И. Бушинским [1] положение, согласно которому изотропный и радиально-лучистый фосфат являются разными генерациями одного и того же минерала. Показатели преломления выделенных из открытых шлифов фосфатных частиц фосфоритов разных пунктов колеблются в пределах от 1,600 до 1,615.

Кальцит присутствует во всех фосфоритовых конкрециях, составляя значительную их часть. Распределение его в конкрециях весьма неравно-

мерное. Он образует самостоятельные участки цемента, где погасает сразу крупными кристаллами, а также отдельные рассеянные зерна и слагает остатки раковин.

Кроме того, в массе изотропного фосфата часто содержится тонкодисперсный карбонат в виде мельчайших сферолитов, обнаруживаемых при скрещенных николях по характерному крестообразному погасанию.

Глауконит является постоянным компонентом в составе фосфоритовых конкреций. Он представлен почковидными зернами травянисто-зеленого цвета разной степени интенсивности окраски, от густо-зеленой до зелено-вато-желтой. Преобладают интенсивно окрашенные разности зерен глауконита. Содержание глауконита колеблется примерно от 3—5 (разрезы Орота, Араканы, Гергебиля) до 10—15% (разрез Арахкента). По крупности зерна глауконита почти не отличаются от обломочных зерен кварца и других минералов. Лишь немногие зерна глауконита крупнее обломочных. Так, максимальная крупность зерен в образцах из Арахкента для глауконита 0,21, для обломочных минералов 0,17, из Акуши и Орота для глауконита 0,13, для обломочных 0,10—0,12, из Араканы для глауконита 0,2, для обломочных 0,12 мм. Очень часто зерна глауконита в конкрециях корродированы и частично замещены кальцитом и фосфатом. Нередко встречаются единичные зерна слюдоподобного пластинчатоспайного глауконита со спайностью как вдоль, так и поперек удлинения зерна; последняя характерна для изогнутых зерен длиной до 0,26 мм. Пластинчатоспайные зерна глауконита имеют ясно выраженный плеохроизм от зеленого по  $N_g$  до слабо зеленовато-желтого, реже желтого по  $N_p$ . Показатели преломления глауконитовых зерен изменяются в зависимости от интенсивности их окраски. В густоокрашенных зернах из фосфоритовых конкреций они колеблются в пределах 1,590—1,610; в менее яркоокрашенных зернах — от 1,576 до 1,588.

Пирит также постоянно присутствует в составе фосфоритовых конкреций. Он содержится в основной массе конкреций, в полостях раковин, реже в зернах глауконита в виде мелких агрегатов и пылевидных зерен. Иногда пирит заполняет пустоты среди обломочных зерен, одетых в слабо или хорошо раскристаллизованную фосфатную оболочку. Такой пирит образовался в значительно более позднюю стадию диагенеза по отношению к пириту, заключенному в цементе конкреции или в зернах глауконита. Наиболее распространен пирит, рассеянный в цементе фосфоритовых конкреций.

Наши наблюдения над последовательностью выделения минералов в фосфоритовых конкрециях Дагестана полностью совпадают с выводами Г. И. Бушинского [1] и Е. П. Фурман [24] относительно украинских фосфоритов.

Устанавливается тот же генетический ряд минералообразования от более ранних к более поздним: изотропный фосфат, радиально-лучистый фосфат, пирит в порах. Глауконит образовался до формирования фосфоритовой конкреции.

О химическом составе фосфоритовых конкреций можно судить по приведенным ниже анализам (табл. 5).

Из табл. 5 видно, что содержание  $P_2O_5$  в конкрециях разных фосфоритовых слоев весьма различно и колеблется от 6,56 до 22,13%. В конкрециях одного и того же слоя это различие меньше. В содержании других компонентов наблюдается сходство с конкрециями алевритовых мергелей и известковых алевролитов.

В заключение о фосфоритовых конкрециях можно высказать следующие краткие предположения об условиях их образования.

Таблица 5

Химические анализы конкреций из фосфоритовых слоев нижнего мела  
Дагестана (в %), по данным лаборатории ВНИГНИ

№ образца	Разрезы	Возраст	Содержание компонентов					
			нераство- римый ос- таток	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
317	Акуша . . . . .	apt	36,15	3,94	1,56	28,92	0,35	22,13
318	"		39,25	0,69	1,31	29,14	0,19	16,05
364	"	alb	58,10	0,70	1,81	19,03	0,23	10,71
367	"		52,53	2,81	1,41	20,21	0,07	6,56
666	Гимры . . . . .	"	19,24	1,90	4,05	24,14	0,59	19,75

Следует отметить, что образцы 317 и 318 представляют собой конкрецию и цемент из одного и того же слоя фосфоритового конгломерата, а образцы 364 и 367 представляют собой фосфоритовые конкреции из нижней и верхней части одного и того же слоя. В образце 666 дополнительно определялся опал (SiO<sub>2</sub>, растворимый в щелочной вытяжке), содержание которого равно 0,12%, и MnO, содержание которой равно 0,05%.

Накопление северокавказских нижнемеловых фосфоритов связано с погружениями участков земной коры и трансгрессией моря подобно тому, как это установлено для центральных частей Русской платформы [8]. В период наступавшей трансгрессии моря возникали сильные подводные течения, размывавшие во многих местах алевритовые отложения с рассеянными в них конкрециями фосфоритов и фосфатизированных ядер моллюсков. При вымывании эти конкреции и остатки фауны часто окатывались и сгружались в виде слоя галечника, позже сцементированного в конгломерат. Цементом фосфоритовых желваков послужили карбонат кальция, фосфат и глинистый материал.

Образование и формирование рассеянных конкреций фосфоритов происходило в регressiveный период осадконакопления — в процессе седиментации и диагенеза, общие черты которых подробно освещены в литературе, посвященной фосфатам. Сравнительно быстрое накопление терригенного материала исключало в этом случае возможность больших концентраций фосфата. Возникали мелкие, часто лишь слабофосфатизированные конкреции, накапливавшиеся в небольшом количестве.

Наши наблюдения вполне подтверждают взгляды А. В. Казакова [7, 8], Г. И. Бушинского [1], М. С. Швецова [29] и Н. С. Шатского [28] на образование фосфоритовых конкреций в условиях подвижной морской среды и на связь этого процесса с тектоническими процессами.

Паренез описанных аптских и альбских фосфоритов с глауконитом дает основание выделить эти отложения в глауконитово-фосфоритную фацию, хотя и в слабом ее проявлении. В опубликованной работе А. В. Казакова [9] кратко упоминается о том, что в Дагестане известна лишь аптская глауконитово-фосфоритная фация. Аналоги этой фации в альбе здесь, очевидно, ему известны не были.

## ЛИТЕРАТУРА

- Бушинский Г. И. Литология меловых отложений Днепровско-Донецкой впадины. Тр. Ин-та геол. наук АН СССР, вып. 156, 1954.
- Горбунова Л. И. Литология нижнемеловых отложений Центрального и Северного Дагестана. Тр. Всес. н.-иссл. геол.-разв. нефт. ин-та (ВНИГНИ), вып. VI, 1955.

3. Гауэр З. Е. Конкремионные образования в отложениях быстрянской свиты Северо-Минусинской котловины. ДАН СССР, т. 101, № 5, 1955.
4. Дробышев Д. В. Хребет Лес в Даргинском округе Дагестана. Тр. Гл. геол.-разв. упр., вып. 86, 1931.
5. Залманзон Э. С., Захарова Н. В., Шишова Е. С. Методы анализа железисто-карбонатных пород. Бюл. Моск. о-ва испыт. природы, отд. геол., т. XXX, вып. 2, 1955.
6. Зарицкий П. В. Карбонатные конкреции угленосных отложений, как показатели фациальных условий осадконакопления. ДАН СССР, т. 110, № 4, 1956.
7. Казаков А. В. Фосфатные фации. I. Происхождение фосфоритов и геологические факторы формирования месторождений. ГОНТИ, 1939.
8. Казаков А. В. Геотектоника и формирование фосфоритных месторождений. Изв. АН СССР, сер. геол., № 5, 1950.
9. Казаков А. В. Глауконит. Тр. Ин-та геол. наук АН СССР, вып. 152, геол. сер. (№ 64), 1957.
10. Казмина Т. И. Геохимические условия образования девонских и более древних отложений Волго-Уральской области. Тр. Всес. н-иссл. геол.-разв. ин-та (ВНИГРИ), нов. сер., вып. 82, 1955.
11. Каурковский В. И. К вопросу о термографической характеристики сидеритов. Тр. совещ. по термографии, изд. АН СССР, 1955.
12. Коперина В. В. Карбонатные конкреции как корреляционный признак в угленосной толще карагандинского бассейна. Тез. докл. II угольн. геол. совещания, изд. АН СССР, 1955.
13. Кучеренко М. Т. Карбонатные конкреции в толще среднего карбона южного борта Днепропетровско-Донецкой впадины. Научн. зап. Днепропетр. ун-та, т. 58, 1957.
14. Логвиненко Н. В. Аутигенные минералы продуктивной толщи Донецкого карбона. Минерал. сб. Львов. геол. о-ва, № 5, 1951.
15. Литвиненко А. У. К характеристике сидерита из киммерийских слоев. Минерал. сб. Львов. геол. о-ва, № 7, 1953.
16. Македонов А. В. Конкремионный анализ как новый метод корреляций разрезов угленосных толщ и поисков углей. Тез. докл. II угольн. геол. совещания, изд. АН СССР, 1955.
17. Миропольский Л. М. Барит в юрских и меловых отложениях Чувашской республики. Изв. АН СССР, сер. VII, отд. физ.-мат. наук, № 4—5, 1928.
18. Пустовалов Л. В. Геохимические фации и их значение в общей прикладной геологии. Пробл. сов. геологии, № 1, 1933.
19. Пустовалов Л. В. Петрография осадочных пород. Гостоптехиздат, М.—Л., 1940.
20. Ренгартен В. П. Геологические наблюдения в Кайтаго-Табасаранском и Даргинском округах в Дагестане. Мат-лы по общ. и прикл. геологии, вып. 66, изд. Геол. ком., 1927.
21. Ренгартен В. П. Нижний мел. Геология СССР, т. IX, Северный Кавказ, ч. I, 1947.
22. Страхов Н. М. Диагенез осадков и его значение для осадочного рудообразования. Изв. АН СССР, сер. геол., № 5, 1953.
23. Тимофеева З. В. Карбонатные конкреции среднего карбона Донбасса и их значение для изучения фациального состава угленосной толщи. Изв. АН СССР, сер. геол., № 10, 1956.
24. Фурман Е. П. О минералогии фосфоритовых месторождений Приднестровья. Сб. Львов. ун-та, Вопр. минералогии осадочн. образований, кн. 1, 1954.
25. Цветков А. И. Термоаналитические характеристики безводных карбонатов. Тр. Ин-та геол. наук АН СССР, вып. 106, № 30, 1949.
26. Чухров Ф. В. К минералогии и геохимии бария в осадочных породах. Изв. АН СССР, сер. геол., № 3, 1937.
27. Шаповалова Г. И. Конкремции и конкрециевидные образования майкопских отложений Восточной Грузии. Тр. Ин-та нефти, т. 5, 1955.
28. Шатский Н. С. Фосфоритоносные формации и классификация фосфоритовых залежей. Докл. совещ. по осадочн. породам, вып. 2, отд. геол.-геогр. наук АН СССР, 1955.
29. Швецов М. С. Петрография осадочных пород. Геосгеолиздат, 1948.
30. Weeks L. G. Origin of carbonate concretions in shales Magdalena valley, Colombia. Bull. Geol. Soc. America, vol. 68, No. 1, 1957.