

УДК 553.068 (479.25)

И. Х. ПЕТРОСОВ, П. П. ЦАМЕРЯН

ПЕТРОГРАФИЯ И МИНЕРАЛОГИЯ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН  
НОЕМБЕРЯНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (АРМЯНСКАЯ ССР)

В районе месторождения распространены пемзовые туфы кислого состава (за счет которых образовались бентонитовые глины), туфо-песчаники, кремнистые породы, известняки.

Пемзовые туфы липаритового состава. Обычно в различной степени изменены и подвергнуты спеканию. Структура породы эвтаксовая, кристалло-витрокластическая, литовитрокластическая и др.; связующая масса—криптофельзитовая, пепловая. Кластическая часть породы (составляет 10% объема шлифа) представлена: обломками пемзы, ожелезненных порфиритов, слабо измененных андезитов с гналопилитовой основной массой и с фенокристаллами минералов; обломки кристаллов (размером 0,2—1,2 мм) представлены плагиоклазом (как правило, сохранившим двойниковое строение), кварцем, реже изогнутыми, деформированными чешуйками биотита, магнетитом и апатитом, сохранившим нередко призматический облик. Текстура туфов часто псевдофлюидальная, петельчатая—в зависимости от морфологии стекол, последние имеют весьма причудливую и разнообразную форму: встречаются в виде трубочек, иголочек, капелек, изогнутых пластинок и др.

В некоторых разновидностях обломки пород и кристаллов редки и представлены обычно порфиритами, имеющими тонкозернистую основную массу с гналопилитовой или фельзитовой структурой, плагиоклазом и кварцем. Форма обломков полуугловатая, от связующей массы они отделяются тонкой каемкой монтмориллонита. Обломки пемзы в этих разновидностях не деформированы, расположены беспорядочно, линия раздела их со связующей массой неясная, но все же обозначается развитием очень тонких чешуек монтмориллонита. Для всех обломков характерны трубчатые, реже округлые поры. В породе наиболее интенсивно монтмориллонит развивается именно по пемзовым обломкам, вдоль трубчатых пор. В туфах нередко встречаются срезы остатков фораминифер.

Туфогенные песчаники. Распространены, главным образом, южнее месторождения. Основная масса представлена плагиоклазами (80—85%) преимущественно среднего состава, вулканическим стеклом (обычно обнаруживающим точечную поляризацию), редкими зернами кварца (до 5%) и пироксенов. Очень редко встречаются также магнетит, апатит и хорошо сохранившиеся гексагональные чешуйки биотита (или их фрагменты). Весьма характерным является наличие раковин микрофауны, выполненных кремнисто-карбонатным веществом и гидроокислами железа.

Плагиоклазы очень свежие, часто оплавлены, форма зерен угловатая, полуугловатая—признаки, характерные для пирокластического материала.

Цементирующим веществом является пепловый материал, как правило, довольно интенсивно хлоритизированный; в составе цемента присутствует также незначительное количество карбонатного вещества. Тип цементации контактовый, поровый. Соотношение основной массы к цементу колеблется в довольно широких пределах, но, как правило, цемент преобладает.

**Кремнистая порода.** Микрозернистая, почти нацело состоит из мелких округлых зерен кристаллического кремнистого минерала, по-видимому,—халцедона. Часть кремнистого вещества имеет аморфное строение. Наблюдаются редкие скопления и примазки гидроокислов железа. Порода содержит большое количество остатков микрофауны, формы исключительно карбонатные (фораминиферы и др.), однако раковины почти нацело замещены кремнистым веществом.

Описываемые кремнистые породы залегают (в виде линз и пропластков мощностью от 0,5 до 1,5 м) непосредственно над бентонитами,— в основании мощной толщи микрозернистых—крипто-кристаллических известняков с органогенным детритом. Раковины микрофауны в них хорошо сохранились,— это те же формы, которые встречаются и в кремнистых породах, однако, в отличие от последних, они не подвергались интенсивному окремнению. Вместе с тем, незначительное замещение известняков (залегающих непосредственно над кремнистыми породами, т. е. на самых нижних горизонтах толщи) кремнистым веществом четко фиксируется в шлифах: ясно видно «растаскивание» отдельных, почти всегда обособленных, участков известняка. В сумме эти участки в плоскости шлифа составляют не более 20% породы.

**Бентонитовые глины.** Существует непрерывный ряд от свежих пемзовых туфов до бентонитовых глин. Это позволяет не только наметить основные стадии процесса монтмориллонитизации пемзовых туфов, но и уверенно распознавать их реликты (структуры, текстуры, минералы) в бентонитовых глинах. Типичные бентонитовые глины отличаются от измененных туфов лишь полнотой разложения вулканического стекла; все структурно-текстурные их особенности и минеральный состав фиксируются как реликты и в бентонитовых глинах. Лишь в редких случаях бентонитовые глины утрачивают реликтовые признаки. Поэтому здесь мы отметим лишь основные особенности строения и состава бентонитовых глин.

В бентонитовых глинах установлены следующие основные реликтовые структуры: кристалло-витрокластическая, витро-кристаллокластическая, лито-витро-кристаллокластическая, кристаллокластическая; основные текстуры: флюидальная, петельчатая, пятнистая, ячеистая.

В глинах отмечены: обломки пород (интенсивно измененные, ожелезненные порфириды и слабо измененные андезиты с гналопилитовой структурой), плагисклазы (слабо измененные, сохранившие двойнико-

вое строение), кварц, биотит (чешуйки которого часто деформированы), пироксены (редко хлоритизированные), реже—циркон, апатит, магнетит, хлорит. Кроме того, весьма характерно наличие в глинистой массе примазок, налетов и различных скоплений гидроокислов железа. Очень часто встречаются раковины микрофауны, известковое вещество которых замещено кремнистым минералом или гидроокислами железа (в этом случае они представляют собой продукт окисления и гидратации пирита). Иногда отдельные участки вулканического стекла подвергнуты хлоритизации.

Нужно отметить, что распределение обломков пород и фенокристаллов в разрезе весьма неравномерно, что вообще характерно для пирокластических толщ; обломочная часть породы колеблется в пределах 2—12%.

Процесс монтмориллонитизации породы протекает избирательно— в зависимости от интенсивности процесса монтмориллонит развивается по разнородным компонентам породы. В этом смысле можно наметить несколько стадий образования монтмориллонита, отражающих интенсивность процесса бентонитизации.

1. Монтмориллонит развивается лишь по обломкам пемзы, в частности, вдоль трубчатых пор.

2. Монтмориллонит развивается и по трещинкам в породе, ориентированным обычно вдоль сланцеватости. В обоих случаях монтмориллонит в виде тончайших чешуек образует каемочки вокруг пемзовых частиц и вдоль трещинок.

3. Монтмориллонитизации подвергаются пепловые осколки со стекловатой массой. На некоторых участках монтмориллонитом замещается сама стекловатая масса.

4. Монтмориллонит развивается за счет стекловатого базиса, связующей массы и пемзовых обломков; представлен хорошо развитыми, крупночешуйчатыми, волокнистыми агрегатами, имеет зеленовато-бурый цвет и сравнительно высокое двупреломление. На этой стадии отдельные участки стекла замещаются тонкочешуйчатым хлоритом; в глинистой массе наблюдаются примазки и налеты гидроокислов железа и мельчайшие агрегаты кремнистого минерала.

5. Процесс бентонитизации выражен наиболее интенсивно, нередко на этой стадии глины теряют реликтовые структурно-текстурные признаки; помимо всех прочих компонентов, монтмориллонитизации почти нацело подвергается и стекловатая связующая масса. В ассоциации с монтмориллонитом главным образом встречается кремнистый минерал (исключая фенокристаллы, которые сохраняются почти свежими) в виде более или менее крупных монокристаллов.

Гранулометрия бентонитовых глин. Гранулометрическому анализу были подвергнуты бентонитовые глины, интенсивно измененные туфы, туфопесчаники и мергелистые известняки.

Ниже приводятся данные по механическому составу глин и бентонитизированных туфов.

В глинах среднее содержание глинистой фракции ( $<0,001$  мм) составляет 43,1%; среднее содержание суммы алевритовой фракции достигает 49,3% (0,001—0,01 мм—21,7% и 0,01—0,1 мм—27,6%); песчаная фракция ( $>0,1$  мм) в среднем составляет 6,2%.

Карбонатность бентонитовых глин в среднем составляет 3,6%. В бентонитизированных туфах содержание глинистой фракции в среднем составляет 27,9%; среднее содержание суммы алевритовой фракции достигает 45,9% (0,001—0,01 мм—28,3%; 0,01—0,1 мм—17,6%), а песчаной—26,6%.

Карбонатность бентонитизированных туфов в среднем составляет 4,4%.

Таким образом, сравнительно с измененными туфами, в бентонитовых глинах отмечается повышенное содержание глинистой фракции за счет заметного уменьшения количества песчаной и алевритовых фракций.

В туфах, бентонитовых глинах, известняках и подстилающих туфопесчаниках установлены следующие неглинистые минералы: плагиоклазы, кварц, халцедон, опал, хлорит, биотит, вулканическое стекло, авгит, гиперстен, обыкновенная роговая обманка, актинолит, флюорит, апатит, эпидот, цоизит, рутил, гранат, циркон, барит, гематит, пирит, гидрокислы железа, ильменит, хромит, магнетит.

Ниже приводится краткое описание некоторых специфичных минералов.

**Халцедон.** Является породообразующим минералом в кремнистых породах, слагает значительную часть железисто-кремнистых конкреций (встречающихся в бентонитизированных туфах), в сравнительно больших количествах присутствует в других типах пород, включая и бентониты. В интенсивно измененных (бентонитизированных) туфах представляет собой продукт разложения вулканического стекла. Это хорошо фиксируется в шлифах: видно как кислое стекло связующего материала распадается с образованием зеленовато-бурых чешуек монтмориллонита и халцедоновой массы. Форма агрегатов различная: округлая, чечевицеобразная, реже волокнистая. Иногда обнаруживает агрегатную поляризацию  $N=1,533-1,541$ .

**Хлорит.** Часто встречается в подстилающих бентониты туфопесчаниках, реже в сравнительно слабо измененных туфах липаритового состава; в самих бентонитовых глинах присутствует сравнительно редко и в единичных зернах. В туфах и бентонитовых глинах представляет собой продукт изменения стекла основной массы, что ясно фиксируется и в шлифах. Представлен чешуйками неправильной формы желтовато-зеленого, иногда ярко-зеленого цвета. Характерны слабое двупреломление и плеохроизм (в желтовато-зеленых тонах)  $N=1,585-1,590$ .

**Вулканическое стекло** имеет весьма широкое распространение во всех типах пород, за исключением известняков. Свежие стекла,

как показали измерения, имеют преимущественно кислый состав; это бесцветные, иногда раскристаллизованные, угловатые зерна с низким показателем преломления (1,49—1,52). Значительно реже встречаются буроватые, а также бесцветные разности с более высоким показателем преломления (1,52—1,55). Из вторичных продуктов изменения стекла достаточно определенно фиксируются лишь монтмориллонит (в шлифах) и хлорит (в иммерсионных препаратах и шлифах). Сравнительно более основные стекла чаще подвергаются хлоритизации. Подавляющая часть вулканических стекол изменена, свежие разности составляют лишь несколько процентов.

Гидроокислы железа чрезвычайно широко распространены во всех типах пород, особенно в туфах. В шлифах обнаруживаются в виде скоплений и примазок, довольно равномерно рассеянных в породе, в иммерсионных препаратах — в виде пленок и налетов, обволакивающих поверхность частиц вулканических стекол и других легких минералов. Очевидно процесс бентонитизации туфов сопровождался выносом железа из силикатной основы и последующей его гидратацией.

Из глинистых минералов в бентонитовых глинах Ноемберянского месторождения, в результате комплексного их исследования, определены монтмориллонит и хлорит; кроме того, в цементе туфопесчаников установлен каолинит.

**Рентгеноструктурная характеристика.** Образцы были подобраны с таким расчетом, чтобы охарактеризовать все типы бентонитовых глин, бентонитизированные туфы и цемент туфопесчаников. Было исследовано всего шесть образцов, в трех из них анализу была подвергнута как глинистая фракция, так и сама порода.

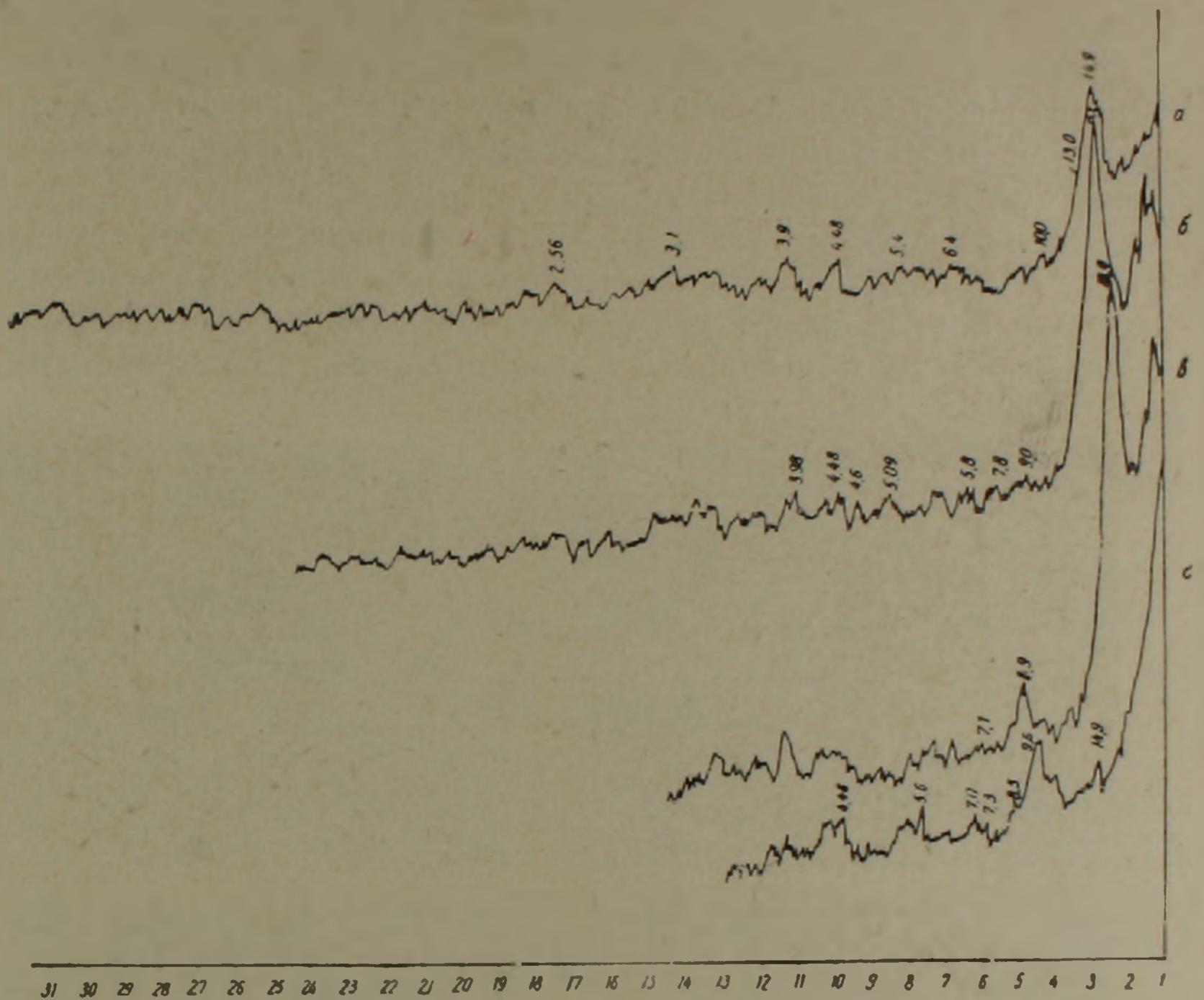
По данным рентгеноструктурного анализа, во всех образцах из глинистых минералов установлен лишь монтмориллонит (в породах и глинистых фракциях). Монтмориллонит фиксируется по наличию на дифрактограммах пород и необработанных фракций рефлекса с  $d(001) \sim 14,9—15,6 \text{ \AA}$ . На дифрактограммах обработанных гликолем фракций межплоскостное расстояние  $d(001)$  увеличивается до  $17,6—18 \text{ \AA}$ . На дифрактограммах (фиг. 1) прокаленных до  $550^\circ\text{C}$  фракций это расстояние сокращается до  $9,6—10 \text{ \AA}$ .

В породе и глинистой фракции устанавливается (в последней меньше) заметное количество кристобалита и полевых шпатов (рефлексы с  $3,1 \text{ \AA}$ ;  $3,3 \text{ \AA}$ ;  $4,05 \text{ \AA}$  и др.).

Таким образом, никаких промежуточных (стадийных) минералов не обнаружено, что очевидно свидетельствует о переходе стекла непосредственно в монтмориллонит. Однако, образование в исходных породах хлорита по стеклу отчетливо наблюдается в шлифах и иммерсионных жидкостях. Можно предположить, что в хлорит преобразовываются стекла, обладающие определенным составом и физическими свойствами; в частности, кислые стекла пористого строения, как показывают микроскопические исследования, имеют тенденцию (за редким исключением) преобразовываться в монтмориллонит непосредственно, тогда как часть

стеклол более основного состава и плотного строения подвергается хлоритизации.

Как правило, хлорит отсутствует лишь в типичных глинах (утерявших реликтовую структуру). Последние отличаются еще и тем, что монт-



Фиг. 1. Дифрактограмма бентонитовых глин Ноемберянского месторождения.

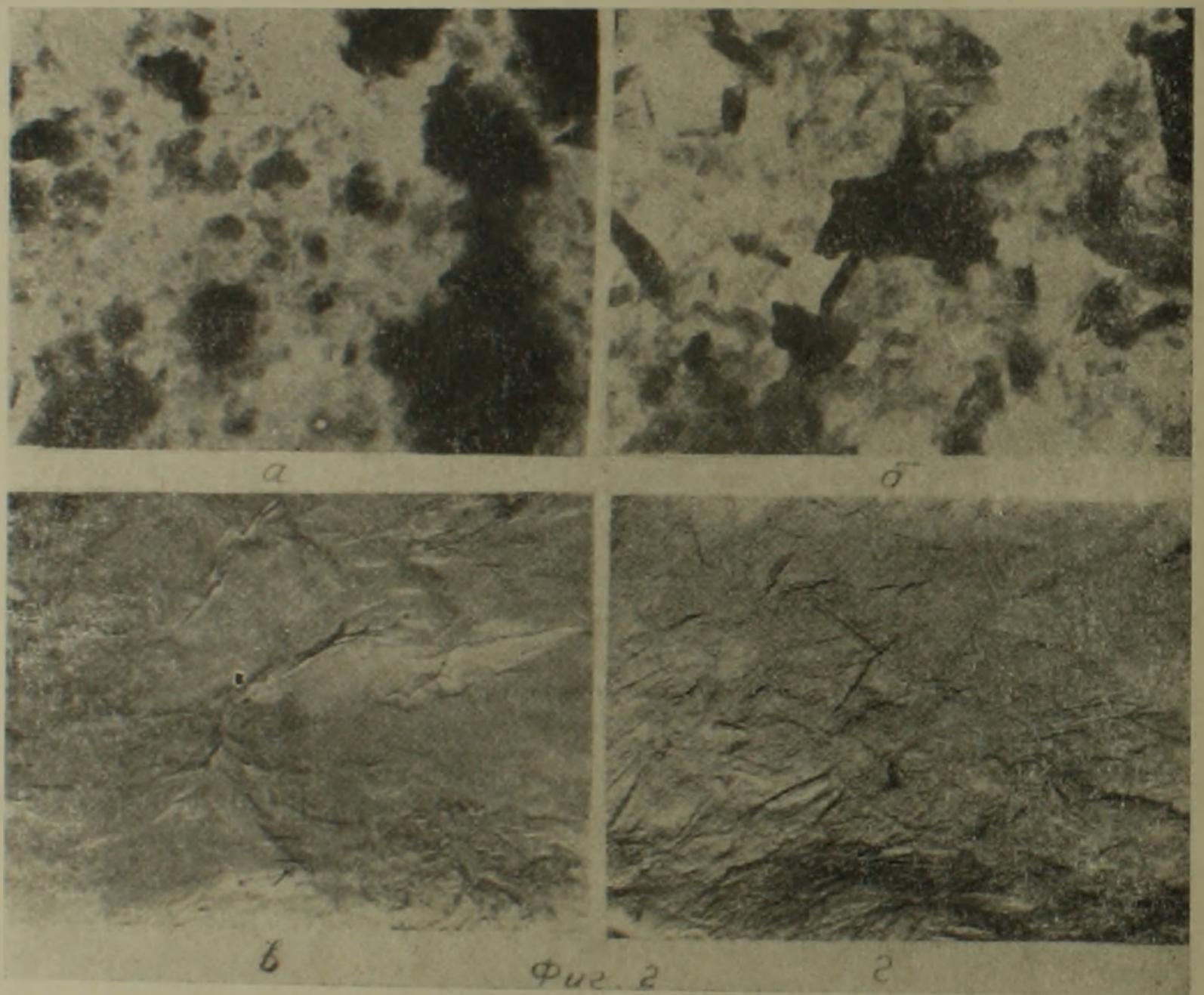
мориллонит в них обладает более совершенной кристаллической решеткой: четкие дифракционные линии, отсутствие на рентгенограммах аморфного фона, наличие большого числа монтмориллонитовых рефлексов, относительно высокие значения базальных расстояний, более полная гидратация и, следовательно, значительная подвижность вдоль оси «С»; они отличаются также значительной интенсивностью первой эндотермической реакции, сравнительно большей емкостью поглощения, частым преобладанием в поглощенном комплексе кальция над натрием.

Монтмориллонит в менее разложенных туфах (сохранивших реликтовую структуру) обладает менее совершенной кристаллической решеткой и противоположными признаками.

**Электронномикроскопическая и электронографическая характеристика.** На электронномикроскопических снимках четко фиксируются два морфологических типа монтмориллонита, которые характерны для глин с определенной степенью изменения исходного материала. Так, для глин с несохранившейся реликтовой структурой характерны листоватые, чешуйчатые агрегаты неопределенных размеров и формы с весьма нечет-

кими, расплывчатыми линиями ограничения (фиг. 2а). Другой тип (фиг. 2б) характерен для глин с сохранившейся реликтовой структурой: первоначальная морфология частиц вулканического стекла почти полностью сохраняется; соответственно монтмориллонитовые частицы имеют удлиненно-призматическую, брусковидную, ползуголоватую, короткопризматическую, цилиндрическую, трубчатую формы с четкими линиями ограничения. Иногда оба морфологических типа встречаются совместно, что, очевидно, указывает на неравномерность и различную степень изменения исходного вещества.

Заметно отличаются между собой и микротекстуры этих глин (реплики с поверхностями свежих сколов). На снимках глин с несохранившейся реликтовой структурой фиксируется сплошная матовая поверхность, испещренная многочисленными микротрещинками и складочками, об-



Фиг. 2. а. Электронномикроскопический снимок бентонитовой глины с несохранившейся реликтовой структурой. Увелич.  $\times 16000$ . б. Электронномикроскопический снимок бентонитовой глины с сохранившейся реликтовой структурой. Увелич.  $\times 16000$ . в. Коллодиево-угольная реплика с поверхности свежего скола бентонитовой глины с несохранившейся реликтовой структурой. Увелич.  $\times 16000$ . г. Коллодиево-угольная реплика с поверхности свежего скола бентонитовой глины с сохранившейся реликтовой структурой. Увелич.  $\times 16000$ .

разующими своеобразную «морщинистую» текстуру (фиг. 2в). На снимках глин с сохранившейся реликтовой структурой (фиг. 2г) указанная поверхность образует лишь основной фон, на котором фиксируются монт-



минерала, протекает несколько интенсивнее второй и имеет максимумы при 890—920°C.

Первый экзоэффект является результатом окисления двухвалентного железа (тонкодисперсного органического вещества в породах почти нет). Реакция протекает интенсивно и имеет максимумы при 360—400°C.

Экзоэффект при кристаллизации высокотемпературных фаз выражен слабо и имеет максимумы при 920—960°C.

Второй тип термограмм отличается от описанного лишь интенсивностью термоэффектов. Он характерен для глин, в которых исходный материал не подвергся полному разложению и сохранились реликтовые структуры. На термограммах этих глин первый эндоэффект выражен значительно слабее, а на некоторых этот пик едва обозначен.

Третий тип термограмм существенно отличается от описанных выше. Он характерен для цемента подстилающих бентонитовые глины песчанников.

На дифференциальных кривых фиксируются: одна интенсивная эндотермическая реакция (соответствующая выделению кристаллизационной воды) с максимумами при 620—640°C и один хорошо выраженный экзоэффект (кристаллизация высокотемпературных фаз) с максимумами при 1000—1010°C. Описываемые кривые характерны для каолинита, что свидетельствует о значительном содержании этого минерала в составе туфо-песчанников. Очевидно, каолинит, в отличие от других глинистых минералов в исследуемых отложениях верхнего мела, имеет терригенное происхождение.

В заключение отметим, что детальное петрографо-минералогическое изучение бентонитовых глин Ноемберянского месторождения позволило выделить среди них три типа, отличающиеся между собой по степени изменения исходного вулканогенного материала, минеральному составу, структурно-текстурным особенностям, следовательно, качеству сырья:

1. Бентонитовые глины, не сохранившие или сохранившие слабые следы реликтовой структуры. По существу, типичные бентониты, с ярко выраженными их специфическими свойствами, следует отнести именно к этому типу. Отличительными их признаками (кроме отсутствия реликтовых структур) являются: сравнительно более совершенная кристаллическая решетка монтмориллонита, большая емкость поглощения, частое преобладание в поглощенном комплексе ионов кальция над натрием, повышенное содержание глинистой фракции, почти полное отсутствие свежих вулканических стекол, наличие монтмориллонита в качестве единственного и породообразующего глинистого минерала.

2. Бентонитовые глины со слабо выраженной реликтовой структурой. Иногда монтмориллонит в этих глинах имеет сравнительно несовершенную решетку (в связи с этим, перечисленные выше признаки выражены не столь отчетливо как в первом типе); кроме того, они имеют меньшую емкость поглощения, почти равное содержание ионов кальция и натрия в поглощенном комплексе, сравнительно больше содержат свежих и слабо измененных вулканических стекол; из глинистых минералов, кроме

породообразующего монтмориллонита, очень редко в них встречается и хлорит (хлоритизированные вулканические стекла); наконец, заметно возрастает сумма алевритовых фракций за счет уменьшения глинистой.

3. Бентонитовые глины с ясно выраженной реликтовой структурой. В эту группу входят главным образом те разности, среди которых трудно провести грань между бентонизированными туфами и бентонитовыми глинами. На месторождении эта разновидность имеет весьма широкое распространение. Основными отличительными признаками их являются: несовершенная кристаллическая решетка монтмориллонита, чрезвычайно слабо выраженный первый эндотермический пик, малая емкость поглощения, смешанный состав поглощенного комплекса с частым преобладанием ионов натрия, повышенное содержание суммы алевритовых фракций, наибольшее содержание свежих или слабо измененных вулканических стекол; из глинистых минералов, кроме монтмориллонита, часто (но в небольших количествах) встречается и хлорит (хлоритизированные вулканические стекла).

Институт геологических наук  
АН Армянской ССР

Поступила 10.V.1968.

Ի. Խ. ՊԵՏՐՈՍՈՎ, Պ. Պ. ԾԱՄԵՐՅԱՆ

### ՆՈՅԵՄԲԵՐՅԱՆԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԻ ԲԵՆԹՈՆԻՏԱՅԻՆ ԿԱՎԵՐԻ ՊԵՏՐՈՊՐԱՅԻԱՆ ԵՎ ՄԻՆԵՐԱԿՈՒԳԻԱՆ

#### Ա մ փ ո փ ու մ

Հոդվածում բերվում են նոյեմբերյանի հանքավայրի բենթոնիտային կավերի շրջանում տարածված ապարների պետրոգրաֆիական հակիրճ նկարագրությունը:

Նոյեմբերյանի բենթոնիտային կավերի մանրամասն ուսումնասիրությունները հնարավորություն են տվել առանձնացնելու երեք տիպի կավեր, որոնք մեկը մյուսից տարբերվում են սկզբնական հրաբխային նյութի փոփոխման աստիճանով, միներալոգիական կազմով, ստրուկտուր-տեքստուրային առանձնահատկություններով և հետևաբար իրենց որակով: Այդ տիպերը հետևյալներն են՝

1) Բենթոնիտային կավեր, որոնցում չեն պահպանված կամ էլ թույլ են պահպանված (հետքեր) ռելիեֆային ստրուկտուրաները:

2) Բենթոնիտային կավեր թույլ արտահայտված ռելիեֆային ստրուկտուրաներով:

3) Բենտոնիտային կավեր լավ (ակնհայտ) արտահայտված ռելիեֆային ստրուկտուրաներով: