

В. И. ЛЕБЕДИНСКИЙ, Л. П. КИРИЧЕНКО, А. Н. ЛАДАН

НОВЫЕ ДАННЫЕ О БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИНАХ ГОРНОГО КРЫМА

(Представлено академиком А. В. Пейве 14 XI 1973)

Бентонитовые глины в Горном Крыму, известные здесь киллом, известны со средних веков. Первые геологические сведения о килле получены в конце XIX в. В. И. Вернадским и С. И. Поповым, в начале XX в. — А. Е. Ферсманом (¹, ²), В. И. Лучицким (³), А. Слудским и др. Однако до последнего времени глинистый минерал этого своеобразного полезного ископаемого оставался мало изученным.

Поисково-разведочные работы на бентонитовые глины, проведенные в 1971—1972 гг. Крымской геолого-разведочной экспедицией в содружестве с Институтом минеральных ресурсов, позволили получить новые данные о распространении, вещественном составе и генезисе кила.

Установлено широкое распространение этого полезного ископаемого. Выходы глины выявлены в пределах Первой продольной долины и подножья Второй гряды Крымских гор, на участке от Симферополя до Севастополя. Протяженность пласта разная. В Курцовском месторождении она не превышает 1500 м, на Кудрино-Бахчисарайском участке (водораздельное пространство между реками Кача и Бодрак) пласт простирается на расстоянии около 16 км. Повсюду он занимает определенное место в стратиграфическом разрезе мезозойских отложений. Пласт бентонита мощностью 35—90 см, изредка достигающей 1,3 м, приурочен к слонстым мергелям сантон-кампанского возраста. Он полого наклонен на северо-запад под углом 4—6° и вместе с верхнемеловыми — палеогеновыми отложениями составляет моноклиналию Второй гряды.

Характерной особенностью залегания бентонитовых глин является резкий волнистый контакт с подстилающим мергелем и постепенный переход в перекрывающий, через промежуточный горизонт мергелистого кила.

Чистый килл более чем на 90% сложен иллитовыми частичками, причем фракция <0,001 мм на Кудрино-Бахчисарайском и Бодрак-Альминском участках составляет более 50%. По набухаемости глины резко разделяются на две группы. Главная масса характеризуется низким значением коэффициента набухаемости, не превышающим 3,5. И только несколько образцов с Кудрино-Бахчисарайского участка обладают высокой набухаемостью (коэффициент набухания от 8,4 до 16,00).

Минералы легкой фракции кила представлены олигоклазом ($N_p = 1,539 \pm 0,001$; $N_s = 1,549 \pm 0,001$), санидином ($N_p = 1,519 \pm 0,001$; $N_s = 1,524 \pm 0,01$, угол 2У небольшой), кальцитом, редкими обломочками вулканического стекла ($N = 1,519$, что отвечает содержанию SiO_2 63—64%), кварцем и кристобалитом. Среди минералов тяжелой фракции установлены биотит, мусковит, апатит, циркон, рудные минералы (вирит, пльменит и гетит).

Исследуемый бентонит практически мономинерален и представлен монтмориллонитом. Дифрактометрический анализ глинистой фракции свидетельствует о наличии двух разновидностей этого минерала — целочноземельной и щелочной. Преобладает щелочноземельный монтмориллонит. Он характеризуется следующими свойствами (рис. 1): $d(001)$ в воздушно-сухом состоянии 15,0 Å, при насыщении этиленгликолем возрастает до 17,1 Å, после двухчасового прокалывания при 550° сокращается до 9,2 Å, при обра-

ботке КОН до 12,5 Å. $d(060)$ всегда меньше 1,50 Å, что указывает на диоктаэдричность минерала.

На Бодрак-Альминском и Кудрино-Бахчисарайском участках наряду со щелочноземельным монтмориллонитом встречается и щелочной. Для последнего характерно значительно меньшее $d(001)$ в воздушно-сухом состоянии: 12,3—12,9 Å (см. рис. 1). После насыщения этиленгликолем оно возрастает до 15,9—16,8 Å, после двухчасового прокалывания сокращается до 9,8 Å. Минерал диоктаэдрический, $d(060)$ 1,491—1,497 Å.

Кривые нагревания глинистой фракции монтмориллонита фиксируют три эндотермических эффекта при 140—160; 680—785 и 850—936° и один экзотермический при 900—1000°.

Электронно-микроскопические снимки суспензии кила характеризуют морфологию частиц и агрегатов монтмориллонита. Наблюдаются хлопьевидные агрегаты с расплывчатыми контурами различной толщины, иногда усложненные пиновидными выступами и линиями завихрений. На репликах с поверхности естественного скола видна измятая поверхность с беспорядочно расположенными пластинками монтмориллонита. Иногда края пластинок изогнуты и завернуты.

Инфракрасный спектр поглощения глинистой фракции кила Кудрино-Бахчисарайского участка (рис. 2) по своему характеру полностью сопоставим с таковыми синтетического диоктаэдрического монтмориллонита (4).

Таблица 1

№ анал.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	U ₂ O ₅	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	Сумма
1	51,90	Н. о.	18,47	2,70	Н. о.	Н. о.	3,84	1,64	0,65	0,12	0,04	12,61	8,73	100,10
2	46,58	0,13	20,70	3,15	»	Сл.	3,63	1,27	0,04	0,17	Н. о.	12,87	11,46	100,00
3	52,36	0,30	19,24	2,30	»	»	4,16	0,82	0,07	0,14	»	12,78	8,37	100,54

Примечание. № 1—кил из нижней части пласта Курнозовского месторождения, обр. № 14; № 2—кил из св. № 58 у с. Кудрино, обр. № 14; № 3—кил из св. № 55 у с. Кудрино, обр. № 16.

Существенно, что три полосы в пределах частот 3500—3700 см⁻¹, в согласии с данными (5), соответствуют Na-монтмориллониту.

Химический анализ (%) монтмориллонита из фракции <0,001 мм приведен в табл. 1.

Анализы №№ 1 и 2 отвечают щелочноземельному монтмориллониту, анализ № 3 — щелочному (натриевому).

Кристаллохимические формулы анализированных монтмориллонитов:

№ 1: $\text{Na}_{0,01}\text{K}_{0,01}\text{Ca}_{0,07}(\text{Ca}_{0,06}\text{Fe}_{0,15}\text{Mg}_{0,13}\text{Al}_{1,50})_{2,00}[\text{Si}_{3,88}\text{Al}_{0,12}\text{O}_{10}](\text{OH})_2 \cdot 6,3\text{H}_2\text{O}$.

№ 2: $\text{Na}_{0,01}\text{K}_{0,02}\text{Ca}_{0,10}\text{Mg}_{0,27}(\text{Mg}_{0,13}\text{Fe}^{3+}_{0,18}\text{Al}_{1,67})_{2,00}[\text{Si}_{3,65}\text{Ti}_{0,01}\text{Al}_{0,34}\text{O}_{10}] \cdot (\text{OH})_2 \cdot 6,7\text{H}_2\text{O}$.

№ 3: $\text{Na}_{0,01}\text{K}_{0,01}\text{Ca}_{0,06}\text{Mg}_{0,12}(\text{Fe}^{3+}_{0,12}\text{Mg}_{0,24}\text{Al}_{1,51})_{2,00}[\text{Si}_{3,85}\text{Ti}_{0,2}\text{Al}_{0,13}\text{O}_{10}] \cdot (\text{OH})_2 \cdot 6,28\text{H}_2\text{O}$.

Из формул видно, что в тетраэдрах кристаллической решетки атомы кремния в небольшой мере замещены алюминием. В октаэдрах алюминий примерно на четверть вытеснен магнием и трехвалентным железом, т. е. глинистый минерал представлен Mg—Al-монтмориллонитом. Поскольку кил бледно-зеленого цвета, мы в какой-то мере условно все окисное железо включили в решетку монтмориллонита.

По составу поглощенных катионов четко выделяются щелочно-земельные и щелочные бентонитовые глины (табл. 2).

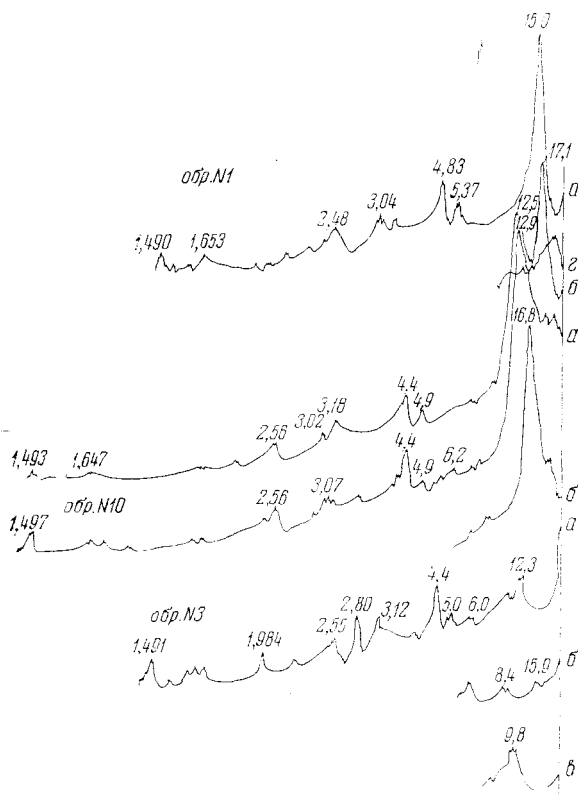


Рис. 1

Рис. 1. Дифрактограммы глинистой фракции щелочноземельного (обр. № 1^а) и щелочных (обр. №№ 3 и 10) бентонитов Горного Крыма. *а* – естественный образец; *б* – образец, насыщенный этиленгликолем; *в* – образец, прокаленный до 550°; *г* – образец, насыщенный КОН

Рис. 2. И.к. спектры глинистой фракции бентонитов Горного Крыма (Кудрино-Бахчисарайская площадь)

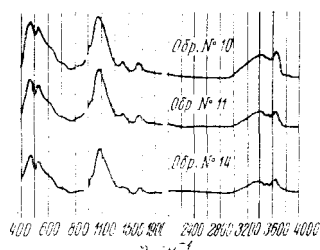


Рис. 2

Таким образом, комплексное изучение глинистого материала кила однозначно показывает, что бентонитовые глины Второй гряды представлены не только давно известной щелочноземельной разновидностью, но и щелочной, выявленной здесь впервые. На современном уровне поисково-разведочных работ еще нельзя оконтурить участки распространения щелочного бентонита, однако ясно, что эта специфическая глина встречена по крайней мере в трех участках: на правобережье р. Качи, в окрестностях сел Машино и Кудрино, на Бодрак-Альминской площади и у г. Бахчисарая.

Наши данные подтверждают известное представление о туфогенно-осадочном происхождении кила (3, 6-8). Об этом свидетельствуют: 1) строение пласта кила; резкий нижний контакт вызван перерывом карбонатного осадконакопления вследствие поступления вулканического пепла; последовавшее затем восстановление нормально-осадочного процесса обусловило постепенный переход кила в вышележащий мергель; 2) реликты частиц вулканического стекла в глин; 3) примесь в киле санидина и биотита, минералов, характерных для вулканических пород и «запрещенных» в корах выветривания.

Представлению о туфогенно-осадочном генезисе кила не противоречит также рентгеноструктурное изучение фракции <0,001 мм, насыщенной калием. Происходящее при этом сокращение $d(001)$ до 12,5 Å указывает на образование монтмориллонита за счет материала, не обладающего слоистой

Таблица 2

№ анал.	Содержание обменных катионов, мг/экв на 100 г породы				
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Сумма
1	91,8	8,2	1,2	2,9	104,1
2	53,2	23,4	28,9	2,3	107,8
3	39,4	6,6	52,3	2,7	95,0

* Номера анализов соответствуют таковым в табл. 1.

структурой⁽⁹⁾. Правда, после проверки этой методики В. А. Дрицем она считается не вполне достоверной. Поскольку в киле встречены реликты вулканического стекла, оно может рассматриваться как материнское вещество при его формировании.

История образования кила расцвечивается в следующем виде. Действовавшие в позднемеловом море — по аналогии с детально изученной бентонизацией морских туфогенных пород миоцена Западной Камчатки⁽¹³⁾ — происходило, по-видимому, стадийно. Первоначально по вулканическому стеклу формировался бейделлит, который через смешаннослоистое образование бейделлит-монтмориллонит превращался в монтмориллонит. В Крыму бентонитизация вулканического пепла прошла до конца, поэтому реликты стекла крайне редки, а глинистый материал представлен только монтмориллонитом.

Преобразование вулканического пепла в монтмориллонит в крымском позднемеловом море — по аналогии с детально изученной бентонизацией морских туфогенных пород миоцена Западной Камчатки⁽¹³⁾ — происходило, по-видимому, стадийно. Первоначально по вулканическому стеклу формировался бейделлит, который через смешаннослоистое образование бейделлит-монтмориллонит превращался в монтмориллонит. В Крыму бентонитизация вулканического пепла прошла до конца, поэтому реликты стекла крайне редки, а глинистый материал представлен только монтмориллонитом.

Соотношение во времени между щелочноземельным и щелочным бентонитом не выяснено. Поскольку первый распространен несравненно шире, чем второй, вероятно, что первичным был щелочноземельный кил. Это предположение подкрепляется еще и тем, что вмещающие мергели могли служить источником катионов кальция поглощенного комплекса кила. Локальное проявление щелочного кила можно объяснить влиянием щелочных подземных вод.

Институт минеральных ресурсов
Крымская комплексная геологоразведочная экспедиция
объединения «Крымгеология»
Симферополь

Поступило
11 VII 1973

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. Я. Ферсман, Тр. Геол. музея Академии наук, т. 7, в. 6 (1916). ² А. Я. Ферсман, Матер. для изучения естественных производительных сил России, Петроград, т. 24 (1919). ³ В. И. Луцицкий, Горн. журн., № 5-7 (1923). ⁴ И. И. Плюснина, Инфракрасные спектры силикатов, М., 1967. ⁵ В. Стубичан, Р. Рой, Сборн. Физика минералов, М., 1964. ⁶ А. Е. Ферсман, Техническая энциклопедия, 1930, стр. 153. ⁷ Н. В. Курсанов, Сборн. Bentonитовые глины Поволжья, т. 2, Казань, 1970. ⁸ Г. А. Мачабели, Сборн. Сырьевая база бентонитов СССР и их использование в народном хозяйстве, М., 1972. ⁹ Ч. Е. Уивер, Сборн. Вопросы минералогии глин, ИЛ, 1962. ¹⁰ В. П. Лебединский, Т. И. Добровольская, ДАН, т. 136, № 4 (1961). ¹¹ Л. Г. Плазотный, М. Я. Апостолова и др., Бюлл. МОИП, отд. геол., т. 46, в. 4 (1971). ¹² И. И. Гущенко, Пеплы Северной Камчатки и условия их образования, М., 1965. ¹³ М. А. Ратеев, Сборн. Осадко-образование и полезные ископаемые вулканических областей прошлого, М., 1968.