

УДК 551.79+553.61

МИНЕРАЛОГИЯ

Л. Е. ШТЕРЕНБЕРГ

**О ТАК НАЗЫВАЕМЫХ ОЗЕРНЫХ ЛЕПТОХЛОРИТАХ
(ГИДРОФЕРРИХЛОРИТАХ)**

(Представлено академиком Н. М. Страховым 3 V 1972)

При изучении особенностей рудообразования в современных континентальных водоемах на примере Пуннус-Ярви Кротов (¹, ²) впервые обнаружил зеленого цвета минерал, отнесенный им по ряду признаков к лептохлориту. Последний наряду с гидротетитом и исломенал-вадом участвует в сложении железо-марганцевых конкреций.

Сходные зеленоватого и зеленовато-бурового цвета неправильно-округлой формы лапчатые образования с трещинами синерезиса, припятые нами вслед за Кротовым ошибочно за лептохлорит, были установлены среди илов безрудной зоны (³). В верхах наиболее глубоководной части этого же озера (см. бс) обнаружены радиогенетические микроконкреции светло-зеленого цвета, диаметром до 0,5 мм (⁴). Основу их составляют колонии синезеленых водорослей *Gloetrichia Echinulata* (T. S. Smith), P. Richt, как бы одетые зеленоватой железистой рубашкой. Среди илов, расположенных ниже по разрезу, часто встречаются более крупные конкреции (до 2–3 мм), сложенные, как и залегающие выше разности, в основном минералом, принимаемым за лептохлорит (гидроферрихлорит).

Детальное изучение отложений по профилю, протягивающемуся от прибрежной к глубоководной части оз. Пуннус-Ярви, позволило выявить зону наибольшего распространения так называемого лептохлорита и качественно оценить роль его в осадко- и рудообразовании (⁵).

В самой прибереговой, безрудной полосе, среди песчаных осадков этот минерал не обнаруживается. В зоне ближнего выклинивания существенно радиогенетических руд «лептохлорит» установлен только в нижних частях разрезов, где он является одним из главных, участвующих в сложении относительно небольших по размеру железо-марганцевых конкреций.

Этот минерал нередко встречается и среди песчаных осадков, вмещающих конкреции, заполняя трещины у обломочных зерен или, что реже, выполняя роль цементирующей массы.

Обычно «лептохлорит» тесно связан взаимопереходами с гидрогетитом. Последний в верхних частях рудных разрезов явно преобладает, полностью замещая зеленый минерал. Лишь иногда в центральных частях крупных (до 3–4 см в диаметре) железо-марганцевых конкреций можно уловить реликты «лептохлорита», по которому развивается гидрогетит.

В относительно удаленной от берега части рудного поля (ст. № 2), или, иначе говоря, в зоне дальнего выклинивания руд, «лептохлорит» развит особенно широко по всему разрезу. Здесь он не только является главным среди других разностей, слагая большие по размеру участки и линзы в конкрециях, но и образует самостоятельные неправильной формы выделения. Для этих образований, имеющих небольшой размер (до 0,5 мм), характерны трещины синерезиса, лапчатые окончания и микроагрегатное погасание, устанавливаемое при скрещенных николях под микроскопом.

Показатель преломления (N_g') минерала, принимаемого за лептохлорит, изменяется в широких пределах: от 1,580 у бледно-зеленых разностей до 1,640 у буровато-зеленых.

За пределами рудного поля «лептохлорит» среди илов встречается очень редко. Количество его затем вновь резко возрастает на другом конце профиля, в наиболее глубоководной зоне озера (микроконкремции ст. № 6с). «Лептохлорит» встречен и среди существенно седиментационных руд, возникающих при разгрузке кислых, торфянистых вод, богатых Fe и P и другими элементами, в песках прибрежной зоны оз. Пуннус-Ярви⁽⁵⁾.

Таким образом, минерал, принимаемый за лептохлорит (гидроферрихлорит), имеет довольно широкое распространение среди рудных и безрудных отложений глубоководной части этого водоема. Он формируется

Таблица 1

Состав «лептохлоритовых» стяжений из оз. Пуннус-Ярви (%)

Компонент	Ст. № 2	Ст. № 6с	Компонент	Ст. № 2	Ст. № 6с
Fe ₂ O ₃	32,27	25,41	Na ₂ O	0,24	Следы
FeO	0,29	5,53	K ₂ O	0,21	0,09
MnO	{ 1,77	1,20	C _{орг}	0,46	2,99
MnO ₂		Нет	CO ₂	Нет	0,25
MgO	1,04	1,13	H ₂ O ⁻	10,46	12,94
CaO	5,33	4,60	H ₂ O ⁺	6,87	10,08
P ₂ O ₅	0,21	3,35	Сумма	99,51	103,37
Al ₂ O ₃	2,01	1,40	Fe _{вал}	22,79	21,92
TiO ₂	0,17	Нет	Mn _{вал}	1,77	0,92
SiO ₂ _{кр}	{ 37,18	18,10	Mn : Fe	0,078	0,042
SiO ₂ _{дм}		16,30			

под влиянием богатых подвижным железом иловых вод в самые начальные этапы диагенеза. pH поровых вод, отжатых из илов, рудовмещающих алевритов и песков, колеблется в интервале от 6,8 до 7,4.

Микростяжения, поднятые со ст. № 2 (зона дальнего выклинивания железо-марганцевых конкреций) и № 6с (зона глубоководных зеленых илов) изучались при помощи химического, рентгенодифрактометрического и оптического анализов, а также методом И.-К. спектроскопии.

Судя по результатам химических анализов (табл. 1), эти образования являются высоко железистыми и содержат относительно повышенные количества Mn. Интересно заметить, что если содержания Fe_{вал} в образцах со ст. №№ 2 и 6с находятся примерно на одном и том же уровне, то Fe²⁺ резко убывает в сторону прибрежной части озера. В этом же направлении закономерно уменьшаются содержания P и C_{орг}. В отличие от этого, образования, поднятые со ст. № 2, содержат больше MnO и CaO, а также характеризуются несколько более высоким марганцевым модулем (Mn : Fe), чем микроконкремции глубоководной части озера (ст. № 6с).

Содержания остальных элементов в образцах со ст. №№ 2 и 6с остаются примерно на одном и том же уровне.

Результаты рентгеновского анализа этих образцов сведены на рис. 1. До анализа они обрабатывались по методу Мира и Джексона⁽⁶⁾ и насыщались MgCl₂. Как видим, рентгendifрактометрические кривые для образцов с обеих станций достаточно сходны. В основе сходства лежит низкая степень упорядоченности и слабая окристаллизованность слагающего их вещества. Исходный образец ст. № 6с характеризуется базальным рефлексом (001), равным 14,39 Å. При насыщении Mg-замещенных препаратов глицерином он четко разделяется на два: 14,31 и 17,65 Å, указывая тем самым на присутствие помимо монтмориллонита, еще какого-то минерала. Им мог бы быть хлорит, но для последнего характерны более интенсивные базальные рефлексы четных порядков (002), (004) и т. п., но этого, как видим, нет. Известно, что гидратированная MgCl₂-решетка вермикулита при насыщении глицерином не разбухает выше 14,4 Å⁽⁷⁾. При

насыщении образца этиленгликолем на кривой вырисовывается лишь один пик 17,20 Å, смещающийся при прокаливании в течение 2 час. при 500° до 9,994 Å. Это позволяет предполагать, что микроконкремции со ст. бс представлены смешаннослоистым, крайне неупорядоченным слабо кристаллическим минералом типа железистого вермикулит-монтмориллонита. Несколько более совершенным является минерал, слагающий микростяжения, поднятые со ст. № 2. У него на дифрактограммах вырисовываются базальный рефлекс от (002), а также устанавливается почти полный переход вермикулитовой составляющей в монтмориллонит (рис. 1). И.к. спектроскопия образца со ст. № 2 указывает на то, что монтмориллонит имеет диоктаэдрический характер заселения октаэдрических сеток, благодаря

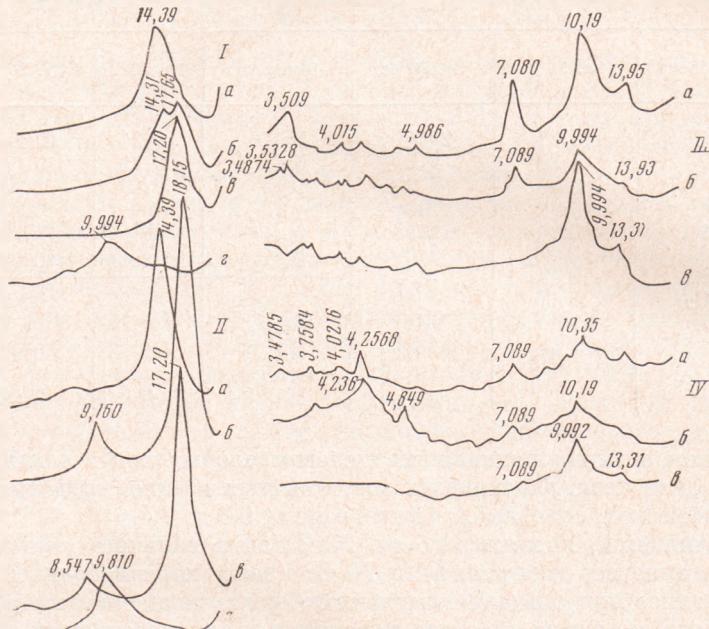


Рис. 1. Рентгенодифрактометрические кривые изученных образцов. I — образец, поднятый со ст. № 6с; II — поднятый со ст. № 2; III — фр. < 0,001 мм ленточных глин со ст. № 2; IV — фр. < 0,001 мм современных илов со ст. № 6с. а — естественный образец, б — насыщенный глицерином, в — насыщенный этиленгликолем, г — прогретый при температуре 500° в течение 2 час. Указаны межплоскостные расстояния (Å)

наличию двух четко выраженных полос поглощения в области 450—550 см⁻¹.

Следовательно, то что ранее нами вслед за Кротовым (¹, ²) принималось за лептохлорит, есть не что иное как слабо окристаллизованные железистые вермикулит-монтмориллонит и монтмориллонит, находящиеся в начальной стадии формирования.

На несовершенность этих аутигенных, раннедиагенетических форм также указывают и рентгенодифрактометрические кривые, полученные при обработке образцов 10% HCl на водяной бане в течение 2 час.

Железистые вермикулит-монтмориллонит и монтмориллонит в результате этой операции полностью разрушились, и в осадке под микроскопом были видны чрезвычайно мелкие (тонкий алеврит) зернышки кварца и полевых шпатов.

Вермикулит-монтмориллонит и монтмориллонит формируются среди генетически разных типов осадков и руд, и поэтому было важно выявить, какие же глинистые минералы развиты среди верхних частей почв водо- сборной площади и в осадках (ленточных, ледниковых глин, илов и песков) самого озера.

Рентгendifрактометрические кривые ряда образцов (естественные, насыщенные глицерином и прогретые до 500°) верхних частей почв, болот и торфяников, отобранных в пределах водосборной площади озера, предварительно обработанные методом Мира и Джексона ⁽⁵⁾, указывают на то, что основным минералом их является гидрослюдя, а в качестве примеси присутствуют хлорит и каолинит. Каолинит четко фиксируется благодаря наличию двух пиков в пределах 3,67–3,58 Å, соответствующих отражению от (002) каолинита при несколько более высоком значении 20, равном 3,52–3,354 Å (004) хлорита. Гидрослюдя, по данным спектрометрии, относится к триоктаэдрическому типу. Помимо этих минералов, довольно часто присутствуют в виде очень небольшой примеси смешаннослойные образования типа гидрослюды-монтмориллонит (вермикулит) и хлорит-монтмориллонит (вермикулит), устанавливаемые только по ассиметрии пиков 14 и 10 Å. Близкий состав минералов описан Градусовым ⁽⁸⁾ в верхних частях почв Сосновского района, к которому относится и оз. Пуннус-Ярви.

Кривые фр.<0,001 мм, выделенные из ленточных глин и современных илов, приведены на рис. 1. Как видно, состав глинистых минералов их достаточно сходен. Не отличается он и от набора глинистых минералов верхней части почв и болот водосборной площади озера. Меняются лишь соотношения между гидрослюдой, хлоритом и каолинитом. Так, наиболее распространенным минералом ленточных глин и почв является гидрослюдя. На втором месте стоит хлорит, а каолинит встречается в небольших количествах во всех изученных нами образцах. Картина изменяется в современных осадках. Вблизи береговой линии на глубинах до 5–7 м в зоне развития железомарганцевых конкреций и на безрудных участках каолинит занимает одно из ведущих мест, в ряде случаев оттесняя гидрослюдю на второй план. По мере удаления от берега количество каолинита резко убывает, и уже на расстоянии 150–200 м, а иногда и ближе каолинит либо исчезает совсем, либо имеет незначительное распространение.

Таким образом, фон глинистых минералов, на котором происходило формирование железо-марганцевых руд, является явно терригенным и, по-моему, не оказывает существенного влияния на становление железистых вермикулит-монтмориллонита и монтмориллонита.

Образование последних среди осадков и руд оз. Пуннус-Ярви не является собой исключения. Подобные же зеленоватого цвета высокожелезистые минералы, наблюдаемые в виде отдельных выделений неправильно-округлой и неправильной формы с весьма характерными трещинами синерезиса и лапчатыми окончаниями, а также в виде тонкодисперсных разностей, принимающих участие в строении различного типа железомарганцевых руд, встречены мною и во многих других озерах Северной гумидной зоны.

Геологический институт
Академии наук СССР
Москва

Поступило
2 IV 1972

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Б. П. Кротов, ДАН, **71**, № 3 (1950). ² Б. П. Кротов, ДАН, **71**, № 5 (1950).
³ Л. Е. Штеренберг и др., Изв. АН СССР, сер. геол., № 3 (1962). ⁴ Л. Е. Штеренберг и др., Литол. и полезн. ископ., № 6 (1968). ⁵ Л. Е. Штеренберг и др., Литол. и полезн. ископ., № 1 (1970). ⁶ О. П. Мира, М. Джексон, В сборн. Кора выветривания, в. 5, Изд. АН СССР, 1963. ⁷ Д. М. К. Мак-Юан, В сборн. Рентгеновские методы изучения и структура глинистых минералов, М., 1965. ⁸ Б. П. Градусов, Почвоведение, № 7 (1960).