

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ НА МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ИЛЬМЕНИТА В РОССЫПЯХ

С. А. БАБЕНКО, В. А. ЯНКОВСКИЙ

(Представлена научным семинаром кафедр ХТФ)

Изучая физико-химические свойства ильменита, выделенного из титановой россыпи Западной Сибири, мы столкнулись с ярко выраженной зависимостью магнитных свойств минералов от наличия на их поверхности глинистых пленок, пропитанных органическим веществом. Установлено, что зерна ильменита, содержащие на своей поверхности повышенные содержания органических веществ, более магнитные.

Накопление ильменита в данной россыпи, приуроченной к кусковской свите (эоцен), обусловлено длительным перемывом нижележащих песчано-глинистых отложений симоновской свиты ($Сг_2$), а также коры выветривания древних палеозойских осадочных пород, содержащих ильменит. В свою очередь, в эти осадочные породы ильменит поступал при разрушении многих магматических пород различного возраста и генезиса. В результате этого ильменит, накопившийся в песках кусковской свиты в виде древней россыпи, имеет разные источники сноса и различные физико-химические свойства в силу неодинаковых условий кристаллизации в магматическую стадию и выветривания в гипергенную стадию.

Ильменитоносные пески кусковской свиты в некоторых участках на поверхности зерен содержат органическое вещество, отложившееся из грунтовых вод в результате промывания вышележащих по разрезу лигнитов, какая-то часть органического вещества отложилась в момент формирования россыпи.

Исследуемые ильмениты составляют преобладающую часть тяжелой фракции песков. Характерными формами его являются угловато-окатанные зерна изометричной формы, реже хорошо окатанные округлые зерна и еще реже шестиугольные таблитчатые кристаллы. Размер зерен варьирует от тонкодисперсных частиц до 0,15 мм. Преобладают зерна размером 0,07 — 0,10 мм.

Изменение ильменита в процессе выветривания внешне выражается в постоянно сменяющихся окрасках: от черной через коричневую и желтую до серой. Чаще распространены ильмениты черные с коричневатым оттенком, наиболее измененные светлоокрашенные разновидности встречаются в подчиненных количествах. Совершенно не измененных ильменитов почти нет.

По цвету, блеску, оптическим свойствам, удельному весу, магнитной восприимчивости и химическому составу можно выделить три разновидности продуктов изменения ильменита.

Первая разновидность — ильменит черный с коричневатым оттенком, в порошке буроватый, блеск металлический сильный, переходящий в алмазный. Излом зернистой до мучнистого, твердость пониженная, удельный вес в пределах 4,2—4,56; непрозрачен или слегка просвечивает в краях зерен красно-бурый цвет, анизотропный.

Вторая разновидность — это глубоко измененный ильменит, имеющий облик минерала, обычно называемого лейкоксеном.

Третья разновидность продуктов изменения ильменита — аутигенный рутил, он образован за счет лейкоксена и является новообразованием в осадочных породах. Аутигенный рутил тесно связан с лейкоксеном: наблюдаются постепенные переходы от непрозрачного лейкоксена к прозрачному, уже рекристаллизованному рутилу.

Магнитные свойства изученных титановых минералов неодинаковы. Различная магнитная восприимчивость обусловлена не только неодинаковой степенью изменения ильменита, но и содержанием органического вещества, образующего прерывистые оболочки вокруг зерен, так называемые органо-минеральные пленки [4]. Пленка представляет тонкодисперсную смесь минералов каолинита, опаловидного кремнезема, лейкоксена и гидроксидов железа, скрепленных органическим веществом, а также, несомненно, присутствует какое-то количество органических соединений железа и титана, образованных в условиях гипергенеза под воздействием органических веществ на ильмените и других минеральных песков.

Для установления первичных магнитных свойств ильменита нами была отслоена органо-минеральная пленка путем перемешивания (обтирки) зерен ильменита в щелочной среде. Полученный таким образом «чистый» ильменит имеет следующую характеристику (табл. 1).

Таблица 1

Химический состав и некоторые физические свойства ильменита и продуктов его изменения

Ильменит и продукты его изменения	Среднее содержание, %				Удельн. вес	Магнитная восприимчивость, $см^3/г$
	TiO ₂	FeO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ +SiO ₂		
Ильменит мало измененный с органо-минеральной пленкой	60	3	32	5	4,05	310×10^{-6}
Ильменит мало измененный без пленки	65	1	33	1	4,20	256×10^{-6}
Лейкоксен	80	0,5	14,5	5	3,40	43×15^{-6}
Рутил аутигенный	95	—	4	1	4,10	—

Из приведенной таблицы видно, что переход ильменита в лейкоксен и аутигенный рутил идет с потерей железа закисного, а затем и окисного и снижением магнитной восприимчивости и удельного веса.

Исходный ильменит, в отличие от ильменита, лишенного органо-минеральной пленки, обладает повышенной магнитной восприимчивостью и равен для мало измененного ильменита (1-я разновидность) $310 \times 10^{-6} см^3/г$. Поскольку ильменит первой разновидности составляет 90% всех титановых минералов россыпи, дальнейшие исследования проводились только с ним.

Произведенным химическим анализом органо-минеральной пленки с ильменита установлено, что она состоит преимущественно из

SiO₂ — 30—40%, Al₂O₃ — 20—30%, железа закисного — 10% и незначительных примесей TiO₂, CaO и MgO. В переменном количестве присутствуют органические вещества в виде битумов и гуминовых кислот.

Нами исследовались две пробы ильменитового концентрата, которые содержали разное количество органического вещества, как это видно из табл. 2.

Таблица 2

Групповой состав органического вещества, выделенного с поверхности ильменита

Наименование пробы	C _{орг} , в %	В % от общего количества C _{орг} .		
		битум с/б	гуминовые кислоты	нерастворимый остаток
II	0,12	41,0	7,7	51,3
	0,73	8,3	66,0	25,7

В групповом составе органического вещества, выделенного с поверхности ильменита, установлено присутствие битума, гуминовой кислоты и нерастворимого остатка. Органическое вещество выделялось по методике, принятой в битуминологических исследованиях [1].

Перед удалением органо-минеральной пленки с ильменита обе пробы были подвергнуты электромагнитной сепарации на однороликовом лабораторном сепараторе. Результаты сепарации приводятся в табл. 3.

Из табл. 3 следует, что ильменит, содержащий на своей поверхности больше углерода органического (II проба), при электромагнитной сепарации уже при силе тока 0,75 ампер на 71,9% переходит в магнитную фракцию, тогда как ильменит, имеющий углерода органического 0,12%, — только на 21,1%.

После удаления органо-минеральной пленки с обоих образцов ильменита произошло выравнивание магнитных свойств с одновременным снижением их магнитной восприимчивости, как это видно из табл. 4.

Таблица 3

Результаты электромагнитной сепарации ильменитов

Наименование электромагнитных фракций	Выход в %	
	I проба	II проба
МФ 0,5 а	4,6	36,3
МФ 0,75 а	16,5	35,6
МФ 2,5 а	73,4	16,9
МФ 5,0 а	2,3	1,6
НМФ 5,0 а	3,2	9,6
Итого	100,0	100,0

Таблица 4

Магнитные свойства ильменита (I проба) исходного и после снятия пленки

Сила тока, при которой была выделена фракция, в амперах	Удельная магнитная восприимчивость, см ³ /г	
	ильменит исходный	ильменит после снятия пленки
0,5	615 × 10 ⁻⁶	464 × 10 ⁻⁶
0,75	202 × 10 ⁻⁶	142 × 10 ⁻⁶

Таким образом, проведенным опытом установлено, что повышение магнитных свойств ильменита зависит от наличия органо-минеральной пленки, содержащей до 10% закисного железа.

О повышении магнитных свойств внешней части зерен титановых минералов в условиях восстановительной среды сообщалось в печати

и ранее. Так, Е. М. Брадинская [2] устанавливает сильно магнитные свойства внешней наиболее выветрелой и разложившейся части зерен ильменита, содержащей магнитный маггемит, образованный в результате гипергенных изменений ильменита в восстановительной среде. На повышение магнитной восприимчивости рутила в присутствии органического вещества в пойменных условиях указывает В. М. Якшин [3].

Во всех случаях повышение магнитных свойств связано с переходом железа в низшую валентность и с образованием магнитного аутигенного минерала маггемита, который неустоек и быстро переходит в гематит. Оба минерала обладают большей магнитностью, чем ильменит, особенно лейкоксенизированный.

Тщательным изучением ильменита и органо-минеральной пленки с помощью микроскопии и рентгеноструктурного анализа не удалось установить присутствия ни маггемита ни гематита. Повышенная магнитная восприимчивость органо-минеральной пленки обусловлена, очевидно, образованием в восстановительных условиях каких-то сильно магнитных соединений железа и органического вещества.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. А. Успенский, О. А. Радченко. Описание основных методов битуминологического исследования при обработке материалов опорного бурения. Гостоптехиздат, 1955.
 2. Е. М. Брадинская. К минералогии бокситов Татарского месторождения. Тр. Восточно-Сибирского филиала АН СССР, вып. 12, 1958.
 3. В. И. Якшин. Изменение окраски рутила в зависимости от внешней среды. Изв. вузов — Геология и разведка, № 1, 1954.
 4. В. А. Янковский, С. А. Бабенко. Об изменении ильменита в рыхлых осадках кусковской свиты под влиянием адсорбированного органического вещества. Вестник Зап. Сиб. и Новосибирского геол. управлений, № 3. Изд. ТГУ, 1962.
-