© М.С. Хохуля, М.В. Маслова,
Л.Г. Герасимова, 2013

УДК 536.664: 553.677.3

М.С. Хохуля, М.В. Маслова, Л.Г. Герасимова

ВЛИЯНИЕ ВОДНОЙ СРЕДЫ НА СТРУКТУРУ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРИСТАЛЛОВ ФЛОГОПИТА В УСЛОВИЯХ ЕГО ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ

Выполнены исследования по влиянию степени гидратации кристаллов флогопита различной толщины и площади, длительно хранившихся в подземных условиях рудника, на структурные особенности флогопита и его термические и электрические свойства. Отмечено ухудшение технических свойств кристаллов обводненного флогопита, выраженное в низких значениях пробивного напряжения и увеличении коэффициента вспучивания.

Ключевые слова: флогопит, подземные камеры, ионный обмен, вышелачивание, октаэдрическая позиция.

В процессе отработки Ковдорского флогопитового месторождения значительные запасы отбитой руды хранятся длительное время в магазинах подземных камер, где флогопит подвергается воздействию минерализованных вод. Ухудшение его технических свойств: снижение пробивного напряжения, уменьшение нагревостойкости, возрастание вспучиваемости, а также соответствующие структурные трансформации из-за развития во флогопите процессов гидратации наблюдаются уже в первые годы его хранения [1—3].

Для определения и оценки электрических и тепловых свойств флогопита были отобраны 36 кристаллов различной толщины (5—16 мм) и площади (200—540 см^2), срок хранения которых составлял более 20 лет. Из данных кристаллов вырезались квадратные или прямоугольные пластинки флогопита приблизительно одинаковой площади, но различной толщины. Чтобы получить достоверные результаты из каждого кристалла методом расщепления подготавливалось от 5 до 10 одинаковых по площади пластинок.

Перед постановкой опытов к лабораторным испытаниям на электрический пробой и термическую стойкость был выполнен химический анализ исследуемых образцов по основным компонентам. Состав устанавливали с учетом данных по трем пробам, соответствующим различным участкам кристалла: в центре, по периферии и общей по всему кристаллу.

В табл. 1 приведен химический состав образцов по основным элементам. Для определения количества межпакетной воды, содержащейся в кристаллах флогопита, проводилась оценка потерь воды при их прокаливании (П.п.п.) при температуре 1100°С.

Полученные данные дают представление о поведении основных

Таблица 1

Химический анализ обводненного флогопита, отобранного из подземной выработки рудника

Участки отбора пробы в кристалле	Содержание компонентов, масс. %					
	SiO_2	MgO	K_2O	FeO	Fe_2O_3	ППП*
центр	36,71	22,15	9,49	3,00	3,10	3,26
периферия	36,29	23,24	9,73	2,60	3,50	3,87
общая	36,39	22,71	9,43	3,05	4,72	3,53
исходный	36,86	20,85	7,90	2,93	2,92	2,85

* ППП — потери при прокаливании

структурообразующих катионов слюды при ее хранении в водной среде. Указанные условия способствуют выщелачиванию октаэдрических катионов и межслоевого калия, образуя обогащенные по этим элементам края. Исключения составляют катионы железа (II), где краевая зона содержит меньшее количество этого элемента по сравнению с центром, что может быть связано с окислением его до железа (III). Такое поведение катионов в водной среде можно объяснить с точки зрения модели поверхностного комплексообразования.

Известно, что слоистые силикаты имеют несколько различных типов поверхностных центров с различными координационными свойствами. Алюминоловые, силаноловые, железо и магний-гидроксильные центры сосредоточены на краях, а силоксановые и алюминий замещенные силоксановые центры оккупируют базальный план. Они имеют различные позиции в кристаллической структуре, число связей в структурной сетке и, следовательно, обладают различной энергией активации растворения.

Степень протонации поверхностных центров зависит от pH раствора и является поверхностной характеристикой оксида или силиката. Поверхность оксидов характеризуется определенным значением pHт.н.з. Для SiO_2 и Al_2O_3 эти величины 2 и 9.1 соответственно [4]. Это означает, что в кислой области pH алюминиевые поверхностные центры строго протонированы (>Al-OH_2^+) и более реакционноспособны, чем незаряженные кремниевые поверхностные центры (>Si-OH). В щелочной области pH главную роль играют депротонированные >SiO^- группы и поэтому скорость растворения кремния должна быть выше, чем алюминия.

Исходя из анализа структурных связей во флогопите, кремний не может растворяться быстрее алюминия, и, следовательно, кремниевые поверхностные центры не могут активироваться до тех пор, пока алюминиевые структурные связи не будут разрушены. В нейтральной и щелочной среде скорость выщелачивания алюминия уменьшается и извлечение кремния в раствор тормозится медленным разрушением алюминиевых связей в структуре. Поскольку выщелачивание алюминия в нейтральной и слабощелочной области минимально, то изменения тетраэдрического слоя в процессе длительного хранения слюды в водной среде незначительны.

Поведение октаэдрических катионов можно проследить на примере железа и магния. Точка нулевого заряда для Fe_2O_3 — 8.5, для MgO —

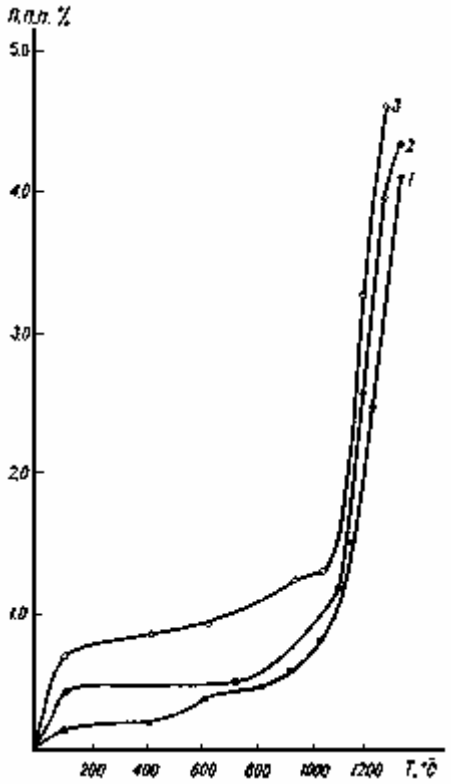

Рис. 1. Кривые изменения ППП для флогопита, хранившегося в обводненных условиях: 1 — исходный; 2 — центр кристалла; 3 — край кристалла.

12.3 [4] и поэтому выщелачивание октаэдрических катионов наиболее активно протекает в кислой области pH. При переходе в нейтральную и щелочную область на поверхности слюды доминируют неактивные >FeOH и >MgOH комплексы и скорость выщелачивания катионов резко снижается. Авторы [5], изучая отношение между структурным выравниванием и химической композицией слюд, обнаружили, что октаэдрические позиции структурно неэквивалентны, и, следовательно, обладают различной энергией. Скорость выщелачивания октаэдрических катионов коррелируется с их ионным радиусом и степенью октаэдрического заполнения. Близость ионных радиусов железа и магния (78 и 72 Е) и их положение в слоевой структуре предполагает конгруэнтное растворение этих компонентов. Более быстрое растворение железа по сравнению с магнием определяется энергией активации поверхностного комплекса [6]. Выщелачивание межслоевого калия из слюды контролируется ионным обменом между калием и протоном [7], поэтому эти реакции характерны для кислой области pH. Таким образом, показано, что длительное хранение флогопита в воде сопровождается частичным его декатионированием. участков обводненного флогопита (табл. 1).

Для изучения потерь веса при прокаливании были проанализированы кривые нагревания исходного образца и кристаллов, выделенных из центральных и краевых участков флогопита.

Представленные на рис. 1 кривые нагревания показывают, что вермикулитовый вклад в потери не превышает 1,25% от общего веса навески для периферийного участка обводненного кристалла флогопита. Все образцы характеризуются наличием потерь в весе при низких температурах (100—800°C). Характер кривых нагревания до 900°C соответствует характеру аналогичной кривой для вермикулита. Это указывает на существование в исследуемых образцах вермикулитовых зон, рассредоточенных по всему объему кристалла в виде отдельных слоев.

Истинные флогопитовые слои содержат лишь гидроокислы в октаэдрических слоях, которые удаляются при температурах 1050—1100°C. Те изменения в весе, которые проис-

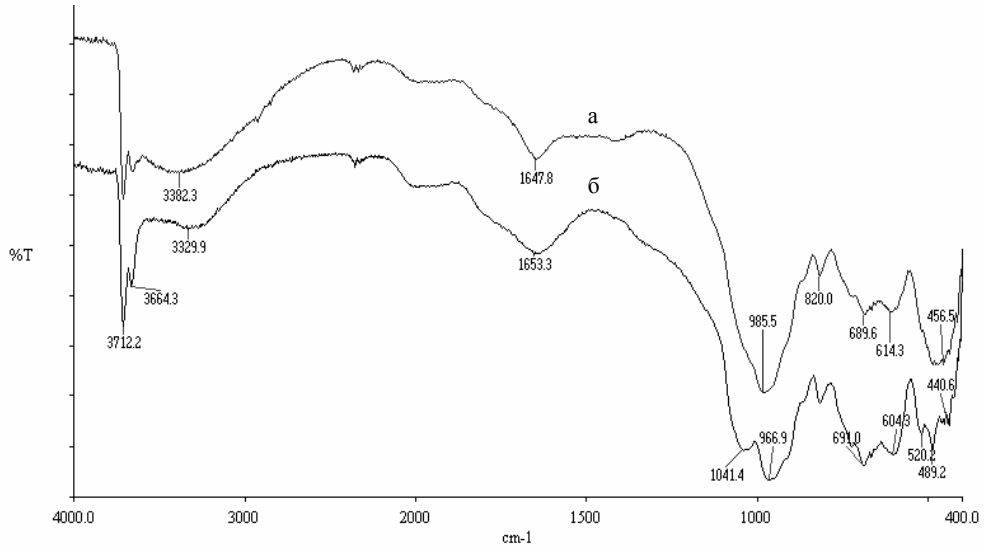

Рис. 2. ИК спектры образцов флогопита: а — исходный, б — камерный

ходят при нагревании реальных кристаллов флогопита до температур, не превышающих 900 °С, следует рассматривать как следствие присутствия в этих кристаллах вермикулитовых слоев, а также как удаление влаги, смачивающей внешние поверхности слюды. Последняя будет давать вклад в потери при температурах 100—150 °С, тогда как существование потерь при температурах 200—800 °С указывает на наличие в структуре связанной воды, что возможно при образовании вермикулитовой фазы. Учитывая, что для вермикулита потери в среднем составляют 20—22%, можно приближенно оценить количество вермикулитовых пакетов в кристалле как 5% от его общего веса.

Спектроскопическими исследованиями обнаружено, что выход крупных катионов в жидкую среду тесно связан с изменениями в октаэдрическом и тетраэдрическом слоях флогопита. У залежного флогопита (рис. 2, *б*) не отмечено существенных изменений в области колебаний OH^- —групп, поскольку миграция ионов калия в среду обычно сопровождается сопровождается окислением Fe^{2+}, и поэтому нет необходимости в протонировании поверхностных групп для компенсации отрицательного заряда [8].

Слабая полоса в области 3664 $см^{-1}$, присутствующая в спектрах исходного и залежного флогопита, отражает наличие ионов железа в октаэдрической позиции. Более интенсивной становится полоса в области 1650 $см^{-1}$, относящаяся к деформационным колебаниям молекул воды. Изменения в тетраэдрическом слое выражаются в смещении Si-O валентной полосы в области 985 $см^{-1}$ к более низким частотам, за счет возрастания длины Si-Al-O и ионного характера связи и в появлении дополнительной полосы 1041 $см^{-1}$, относящейся к асимметрическим колебаниям Si-O-Si связи. Полоса в области 456 $см^{-1}$ может быть приписана связи Si-O-Me^{2+} (Me=Mg, Fe) [9]. При окислении железа она сдвигается к области 520 $см^{-1}$, а связь

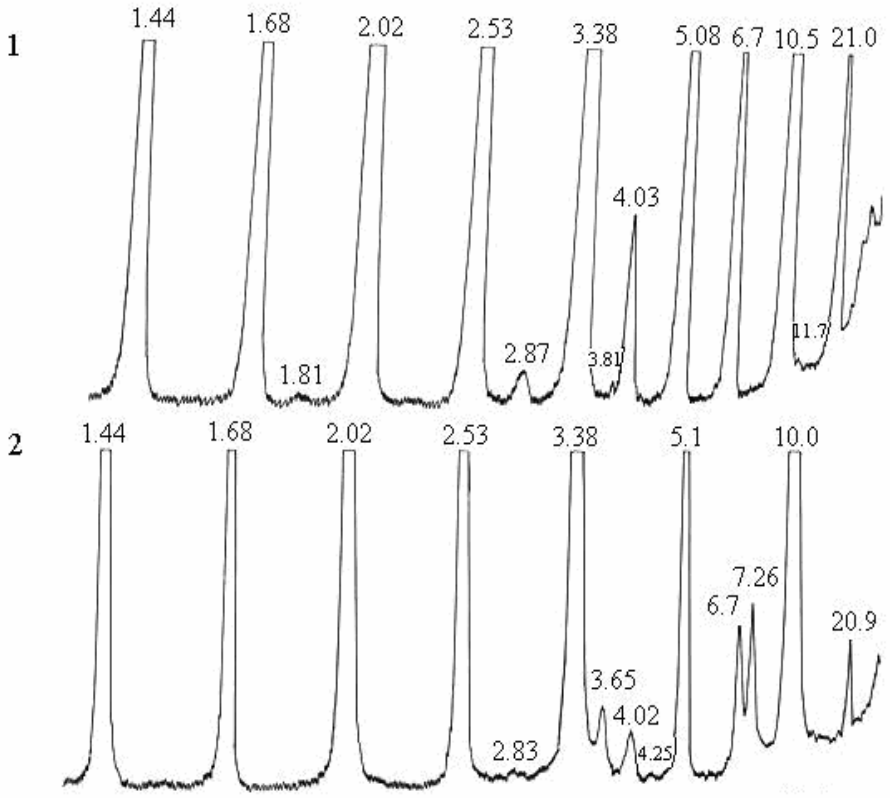

Рис. 3. Дифрактограммы образцов флогопита: 1 — исходный; 2 — камерный

Si-O-Mg проявляется в области более низких частот, что обусловлено увеличением ее длины и полярности.

На рис. 3 представлены дифрактограммы исходного образца флогопита и флогопита, подверженного воздействию водной среды.

У образца 2 отчетливо фиксируется серия базальных отражений с межплоскостным расстоянием 10,5Е и кратных ему откликов — 5,08, 3,38, 2,53, 2,02, 1,68, 1,44Е. Отмечаются также рефлексы (6,7, 4,02, 3,65 и 2,83 Е) характерные для истинного флогопита, а также для гидрофлогопита. Это позволяет сделать вывод о структурных преобразованиях в кристалле флогопита после длительного воздействия на него водной среды.

Данные РФА флогопита подтверждают, что в процессе хранения минерал не теряет кристаллического строения, небольшое перераспределение интенсивности основных линий свидетельствует о нарушении порядка внутри слоев при сохранении относительного расстояния между ними. Сканирующим анализом поверхности показано, что края частиц претерпевают значительные изменения, вызванные дополнительным расщеплением вдоль базального плана (рис. 4).

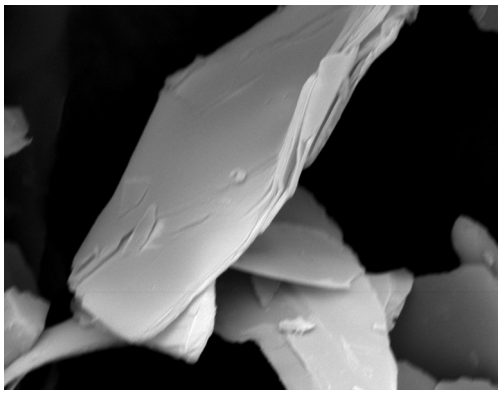

Рис. 4. СЭМ изображение частицы флогопита

Межслоевой калий и октаэдрические катионы селективно выщелачиваются через краевую поверхность, образуя обогащенные кремнием края, что подтверждается энергодисперсионным спектральным анализом измененных зон (рис. 5).

Поскольку кристаллы флогопита используются в изделиях и приборах, работающих при высокой температуре, то его термическая стойкость, связанная с вспучиванием, является одним из важнейших показателей его технической пригодности. Термостойкость флогопита определялась исследованиями кристаллов на низкотемпературное вспучивание, поскольку изменение их толщины является чувствительным параметром к степени гидратации.

Опыты по оценке влияния на величину вспучивания формы и размера образцов показали, что с увеличением площади круглого образца от 0,8 до 10 см^2 вспучивание при 300 °С увеличивается с 200 до 400%. Квадрат (1,5 х 1,5 см^2) вспучивается в 4,5 раза больше, чем прямоугольная полоска той же площади 0,7 х 3,2 см^2 (450 и 105%) [10]. Также было установлено,

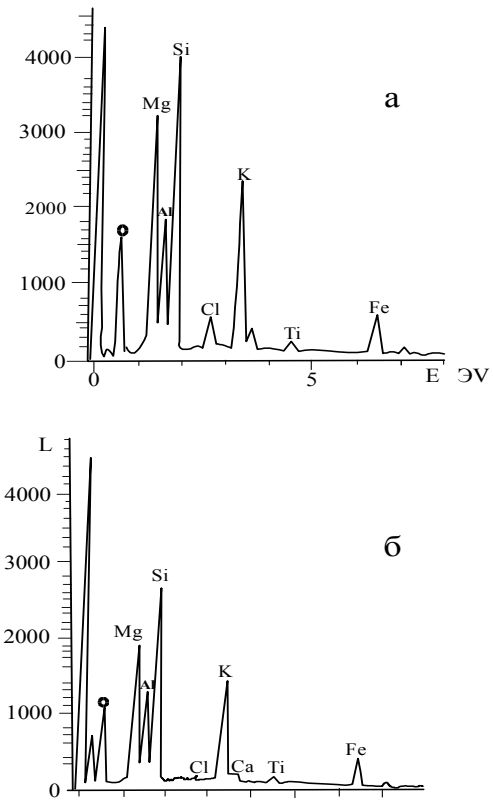

Рис. 5. Энергодисперсионный спектральный анализ краевой зоны частицы флогопита: а — исходный, б — камерный.

что вспучивание уменьшается с уменьшением толщины пластинок в стопке в интервале толщин 50—15 мкм. Для проведения эксперимента набирались стопки пластинок различной толщины, находящейся в пределах от 5 до 500 мкм. С изменением толщины пластинок от 5 до 15 мкм вспучивание практически не меняется, а далее начинает увеличиваться. Эти результаты могут быть объяснены на основе представлений об уменьшении дефектности кристаллов флогопита с уменьшением их размера. При этом часть закрытых расслоений, заполненных пленочной водой,

Таблица 2

Изменение термостойкости флогопита в различных областях кристалла

Площадь кристалла	**Толщина кристалла**	**№ пробы**	**Толщина образца, мк**		**ψ**	**№ пробы**	**Толщина образца, мк**		**ψ**
$см^2$	мм		до обжига	после обжига			до обжига	после обжига	
			из центра кристалла				**С края кристалла**		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
324	5,75	1	830	3170	3,80	1	810	3860	4,80
		2	670	2120	3,20	2	575	1390	2,40
		3	540	970	1,80	3	560	830	1,50
						4	480	580	1,20
						5	260	335	1,30
					2,93				***2,24***
345	8,0	1	820	1790	2,18	1	1300	3820	2,90
		2	800	1230	1,54	2	1030	2180	2,10
		3	595	900	1,51	3	210	290	1,40
					1,74				***2,13***
391	9,84	1	745	3280	4,40	1	1010	1855	1,80
		2	735	2680	3,65	2	910	1435	1,60
						3	845	1280	1,50
						4	690	950	1,40
						5	500	500	1,00
					4,02				***1,46***
240	13,25	1	735	1055	1,40	1	1040	1190	1,10
		2	655	820	1,20	2	880	950	1,10
		3	340	340	1,00	3	820	945	1,10
						4	785	800	1,00
					1,20				***1,08***
200	8,9	1	1190	2790	2,30	1	870	1830	2,10
		2	825	1810	2,20	2	860	1440	1,70
		3	705	1480	2,10	3	730	1130	1,50
		4	530	770	1,40	4	220	320	1,40
		5	480	530	1,10	5	130	140	1,10
					1,82				***1,56***

превращается в открытые, не влияющие на вспучивание. Пленки тоньше 15 мкм являются физически наиболее однородными, содержащими минимальное количество включений и расслоений. В удлиненных пластинках концентрация закрытых включений с водой меньше, чем в пластинках круглой и квадратной формы.

Данные по влиянию формы и толщины пластинок на их вспучиваемость были учтены и использованы при подготовке образцов для испытаний и для толкования характера вспучива-

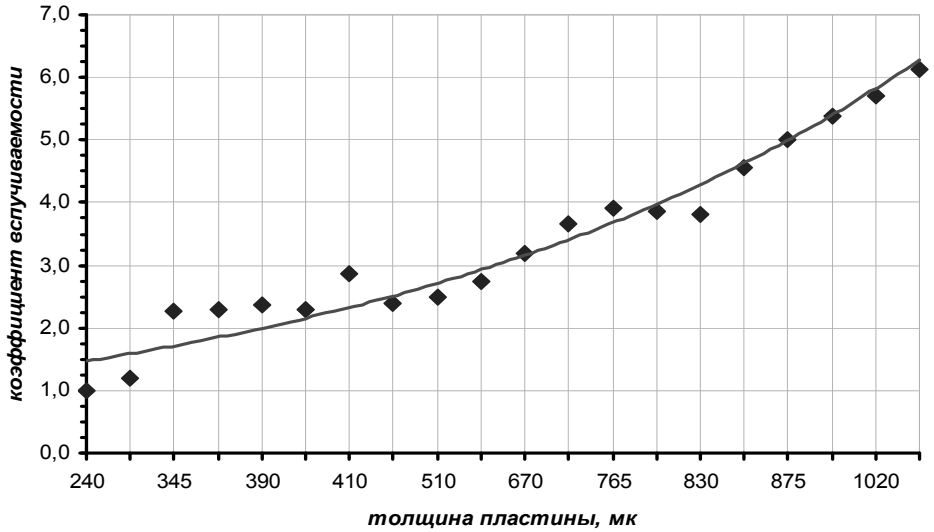

Рис. 6. Зависимость коэффициента вспучивания от толщины испытуемого кристалла

ния образцов, различных по геометрически параметрам. При выборе толщины образца учитывался тот факт, что на очень тонких образцах тепловой эффект трудно улавливается, а на толстых - появляются большие температурные градиенты и тепловой максимум размывается. Экспериментально было установлено, что оптимальные эффекты наблюдаются при толщине образцов, изменяющейся в диапазоне от 1,5 до 0,5 мм.

На рис.6 приведена зависимость изменения термостойкости флогопита от толщины вспученного образца, которая показывает постепенное снижение коэффициента вспучивания при уменьшении толщины испытуемого кристалла.

Известно, что термическая обработка кристаллов слюды вызывает изменения в кристаллической решетке и влияет на их дефектность [10]. В частности, из микровключений кристаллов слюды молекулы воды начинают удаляться при температуре 100—180єС, а из межслоевого пространства при более высокой температуре — 250—350єС. Удаление воды из межслоевого пространства вызывает вспучивание материалов. Механизм вспучивания при нагревании основан на расширении замкнутых полостей в кристалле, вследствие перехода пленочной воды в пар. По толщине образцов слюды после ее нагревания определяют показатель остаточного вспучивания, характеризующий вспучиваемость при определенной температуре.

В табл. 2 приведены результаты изучения остаточного вспучивания образцов центральной и периферийной частями кристалла флогопита.

Анализ полученных данных показывает, что характерной особенностью кристаллов флогопита являются значительные колебания в величине коэффициента вспучивания, который изменялся в достаточно широком диапазоне — от 1,10 до 4,80 при среднем значении около 3,0. Это значительно больше, чем у залежного флогопита, находящегося как в камерах, так и в массиве месторождения.

Таблица 3

Электрические свойства и термостойкость кристаллов флогопита, отобранных из обводненной зоны рудника

Номер образца	Площадь исходного кристалла, см^2	Толщина образца, мм		Пробивное напряжение, U кВ		Электрическая прочность, E кВ/мм		Коэффициент вспучивания, ψ центр
		центр	край	центр	край	центр	край	
1	204	0,057	0,055	4,9	3,0	86,0	55,3	2,48
2	224	0,042	0,071	4,2	3,2	101,0	45,4	2,92
3	238	0,050	0,070	3,9	3,2	78,0	45,1	4,00
4	294	0,048		4,0		83,0		3,64
5	300	0,051	0,053	4,0	3,5	77,0	66,4	3,09
6	320	0,049	0,048	4,5	2,7	91,0	56,2	2,62
7	336	0,054		4,5		83,0		2,44
8	342	0.053		4,3		81,0		1,15
9	345	0,053	0,050	4,4	3,5	83,0	69,2	1,82
10	360	0,045		3,9		86,0		4,20
11	391	0,047	0,058	3,9	3,8	84,0	65,5	4,02
12	418	0,048		4,5		94,0		2,48
13	540	0,042		3,9		93,0		2,80
14	900	0,054		4,0		74,0		3,00
15	345	0,050		4,3		86,0		1,74
16	418	0,055		4,2		77,0		3,40
Среднее		**0,050**	**0,058**	**4,2**	**3,3**	**85,9**	**56,9**	**2,92**

Причем, термостойкость последних не имела таких значительных отклонений от средних значений коэффициента вспучивания, изменяясь для флогопита массива от 1,07 до 1,22 при среднем его значении для флогопита камер не более 1,77 (Западная залежь) и 2,24 (Главная залежь) [11]. Полученные результаты свидетельствуют о недостаточной термической стойкости обводненного флогопита, что обусловлено значительной его неоднородностью даже в пределах одного кристалла.

Низкотемпературный нагрев кристаллов флогопита сопровождается уменьшением их веса, что обусловлено удалением межпакетной воды, при этом структура пакетов не изменяется, но уменьшается жесткость кристалла. Поскольку сила сцепления отдельных слоев кристалла уменьшается то дефектность его растет, сдвиговая прочность падает и слюда становится менее эластичной и хрупкой. Кроме того, возникновение термических напряжений и выход молекул воды из водных прослоек приводит к появлению дополнительных ослаб-

Таблица 4

Свойства образцов флогопита, подготовленных к ИК — спектроскопии

Испытуемые образцы	Пробивное напряжение, U, кВ	Электрическая прочность, Е, кВ/мм	Коэффициент вспучивания, ψ	Потери при прокаливании (Ппп), %
Эталон	5,5	117,0	1,10	2,85
Камерный	4,9	103,3	1,55	3,20
Обводненный	4,2	85,9	2,92	5,86

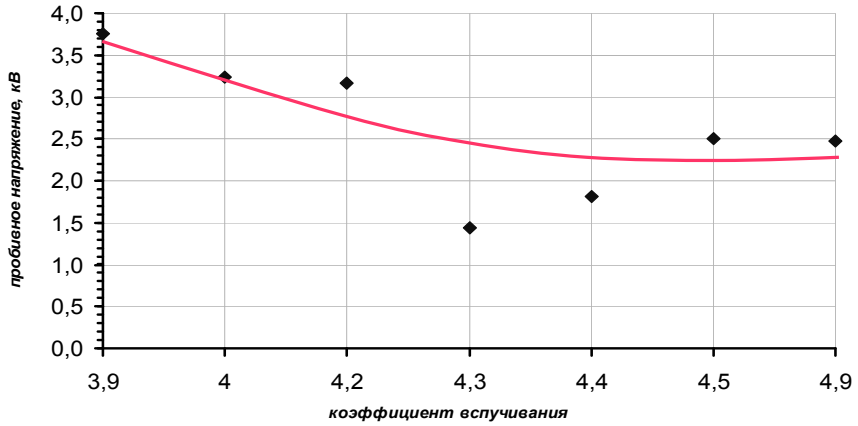

Рис. 7. Зависимость пробивного напряжения образцов флогопита (центральная часть кристалла) от их термостойкости

ленных мест и дефектов в кристаллах. Обращает на себя внимание то, что разрушающее влияние прогрева усиливается с ростом толщины кристаллов. Это может быть объяснено более однородным строением тонких пленок кристалла. Чем толще кристалл, тем больше вероятность внутренней неоднородности и присутствия пленки молекулярной воды, что повышает эффект термического расслоения.

Поскольку в технических условиях на флогопит производится оценка показателя пробивного напряжения, который не должен быть менее 3,2 кВ, то были определены электрические характеристики кристаллов.

В табл. 3 приведены обобщенные данные по электрическим свойствам и термостойкости отдельных кристаллов флогопита, а также расчетные данные по коэффициенту вспучивания для образцов, характеризующих центральную часть кристалла.

Показано, что величина пробивного напряжения для образцов, выделенных из центральной части кристалла варьирует от 3,9 до 4,9 кВ с соответствующими им значениями электрической прочности — от 74 до 101 кВ/мм. Вычисленные средние значения электрических характеристик составляют по пробивному на-

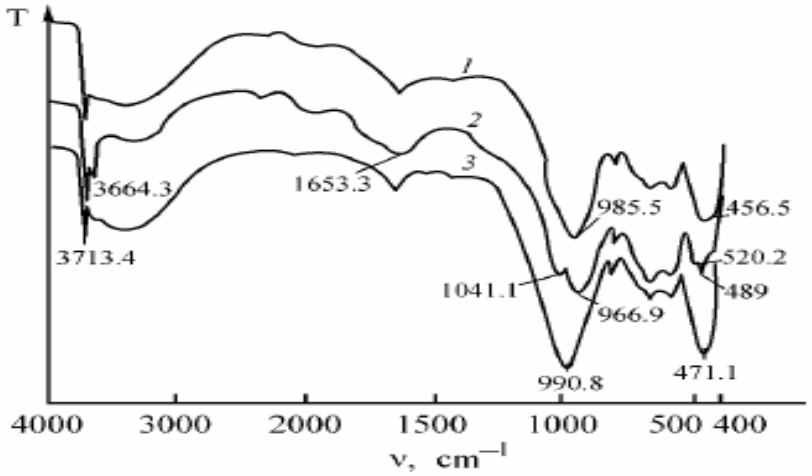

Рис. 8. ИК спектры эталона (1), камерного (2) и обводненного (3) флогопита

пряжению 4,2 кВ, а по электрической прочности около 86 кВ/мм.

Также следует указать на тесную обратную корреляционную связь между пробивным напряжением и коэффициентом вспучивания, т.е. уменьшение пробивного напряжения с 4,9 кВ до 3,9 кВ приводит к возрастанию в 1,5 раза коэффициента вспучивания. Зависимость между термостойкостью флогопитов и их пробивным напряжением (рис. 7) можно объяснить тем, что в образовании объемных зарядов, влияющих на пробивное напряжение, принимают участие также и слабо связанные гидроксильные группы решетки кристалла, концентрация которых выше у образцов с повышенным содержанием молекулярной воды (образцы № 3, 4, 10, 11 табл. 3).

Значительно меньшие значения электрических характеристик отмечено для образцов, вырезанных от края кристалла. Пробивное напряжение в этом случае составляет от 2,7 до 3,8 кВ, что в некоторых случаях не удовлетворяет техническим требованиям по его минимальному значению. Средние значения пробивного напряжения этих образцов оказались приблизительно на 27—30% меньше, чем у флогопита центральной части. Различие в понижении среднего значения электрической прочности стало еще более значительным и составило более 50 %, а у некоторых пластинок это разница была еще более существенной.

Для установления закономерностей проявления начальных признаков гидратации были сняты ИК-спектры образцов флогопита, имеющих пониженные свойства (пробивное напряжение, электрическую прочность, термостойкость, потери при прокаливании), которые сравнивались с эталонным (рис. 8). Известно, что основные полосы колебаний свободных молекул воды и гидроксидных групп проявляются в области 3700—1600 $см^{-1}$. Согласно полученным данным интенсивность полос

в этой области увеличивается от эталона к обводненному флогопиту. В табл. 4 приведены измеренные характеристики рассматриваемых кристаллов.

Результаты анализа данной таблицы показывают, что выбранные образцы имеют различные значения технических параметров. К наиболее термостойкому флогопиту относится эталон и флогопит, взятый из подземной камеры, которым соответствуют и более высокие электрические характеристики. Флогопит, хранившийся в обводненных условиях, имеет повышенный коэффициент вспучивания, потери при прокаливании превышающие почти в 2—3 раза этот показатель у эталонного образца и почти на 30% меньшую электрическую прочность.

Методами ИК спестроскопии, РФА и энергодисперсионного анализа установлено, что в процессе хранения кристаллов флогопита в подземных условиях меняется структура флогопита с образованием в нем до 5% вермикулитовых слоев, обусловленная его гидратацией и частичным декатионированием участков кристаллов флогопита, что отражается на технических свойствах слюды. В частности, на дифрактограммах образцов флогопита, подверженного продолжительному воздействию воды, установлены базальные отражения, характерные для флогопитов начальной стадии гидратации.

Выявлена корреляционная связь между электрическими, тепловыми свойствами флогопита и потерями воды при прокаливании. Обнаружена недостаточная термическая стойкость и низкие значения пробивного напряжения обводненного флогопита в отличие от флогопита, находящегося в камерах и массиве месторождения. Отмечена неоднородность тепловых и электрических свойств в пределах даже одного и того же кристалла флогопита, что отражается существенным их различием в его центральной и периферической зонах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Зосин А.П., Кошкина Л.Б., Кременецкий В.Г.* Влияние гидратации на технические свойства флогопита Ковдорского месторождения. // Геология неметаллических полезных ископаемых Кольского полуострова, Апатиты, КФАН СССР, 1982, С. 125—133.

2. *Зосин А.П., Кременецкий В.Г., Кошкина Л.Б.* О признаках начальной стадии гидратации. — В кн.: Силикатные материалы из минерального сырья, Л., Наука,1983, С. 119—124.

3. *Зосин А.П., Кременецкий В.Г., Кошкина Л.Б., Комаров Ю.Т.* Способ оценки допустимых сроков хранения отбитого флогопита, Там же, С.124—128.

4. *Parks G.A.* The isoelectric points of solid oxides, solid hydroxides, and aqueous hydroxo complex systems. // Chem.Rev.1965. V. 65. P.177—198.

5. *Casey W.H.and Bunker B.* Leaching of mineral and glass surfaces during dissolution. // Rev. Mineral. 1990. V. 23. P. 397—426.

6. *Wieland E., Wehrli B. and Stumm W.* The coordination chemistry of weathering: III. A generalization on the dissolution rates of minerals. // Geochim. Cosmochim. Acta. 1988. V. 52. P.1969—1981.

7. *Turpault M.P., Trotignon L.* The dissolution of biotite single crystals in dilute HNO_3 at 24^0C: Evidence of an anisotropic corrosion process of micas in acidic solutions. // Geo-

chim. Cosmochim. Acta. 1994. V. 58. P. 2761—2775.

8. *Куковский Е.Г.* Превращения слоистых силикатов. Киев: Наукова думка, 1973. 104 с.

9. *Плюснина И.И.* Инфракрасные спектры минералов. М: Изд-во Моск. ун-та, 1977. 172 с.

10. *Мецик М.С.* Термические свойства кристаллов слюды. — Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1989. 184 с.

11. *Хохуля М.С., Гершенкоп А.Ш., Конторина Т.А.* Влияние гидратации флогопита Ковдорского месторождения на его электрические и тепловые свойства Современные технологии освоения минеральных ресурсов. // Сб. научных трудов, вып. 7 (часть 2), материалы 7-й Международной научно-технической конференции, 23—25 апреля 2009 г., Красноярск, ИПК СФУ, 2009, С. 60—70. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Хохуля М.С. — кандидат технических наук, старший научный сотрудник, mike@goi.kolasc.net.ru,
Горный институт Кольского научного центра РАН
Маслова М.В. — кандидат технических наук, старший научный сотрудник, @chemy.kolasc.net.ru,
Герасимова Л.Г. — доктор технических наук, зав. сектором, gerasimova@chemy.kolasc.net.ru,
Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья Кольского научного центра РАН.

ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ ГОРНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО БЮЛЛЕТЕНЯ (ПРЕПРИНТ)

УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕМ В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ястребинский Михаил Александрович — доктор экономических наук, профессор,
Осокина Ольга Юрьевна — кандидат экономических наук, доцент,
Московский государственный горный университет, ud@msmu.ru

Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). — 2012. — № 11. — 20 с.— М.: Издательство «Горная книга».

Рассмотрены особенности финансового лизинга, традиционное содержание которого дополнено инновациями амортизационной политики и услугами техобслуживания, положительно влияющих налоговой защитой на финансовый результат лизингополучателя и лизингодателя. Представлена методика формирования цен потребляемой электроэнергии. Освещены вопросы, характеризующие содержание нерегулируемой цены и регулируемых тарифов, средневзвешенной нерегулируемой цены мощности, двухставочных тарифов и затрат на электроэнергию.

MANAGEMENT OF ENERGY-SAVING IN THE MINING INDUSTRY

Yastrebinskiy M.A., Osokina O.Yu.

Features of the financial leasing which traditional contents is added with innovations of amortization policy and services of the servicing, positively influencing tax protection on financial result of a lizingopoluchatel and the lessor are consideredThe technique of formation of the prices of the consumed electric power is considered. The questions characterizing the maintenance of the noncontrollable price and adjustable tariffs, the average noncontrollable price of capacity, dvukhstavochny tariffs and costs of the electric power are taken up.

Key words: leasing, financial leasing, the lessor, lizingopoluchatel, duration, depreciation charges, amortization board, the credits, expenses on maintenance, tax board on maintenance, leasing payments, the VAT, the net specified value.