

УДК 622.833

**Г.П. Метакса, Н.С. Буктуков, Г.Ж. Молдабаева, Е.П. Вихрачев**

## **ПОВЕДЕНИЕ ХРОМШПИНЕЛИДОВ В СТАТИЧЕСКИХ И ПЕРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЯХ**

*Рассмотрены результаты замеров отклика хромшпинелидов месторождения Хромтау на внешние электромеханические воздействия.*

*Ключевые слова:* хромшпинелиды, реакции отклика, высокочастотный диапазон.

**Семинар № 2**

**Х**ромшпинелиды с общей формулой  $(\text{Mg}, \text{Fe})(\text{Cr}, \text{Al}, \text{Fe})_2\text{O}_4$  в практике разведочного и горного дела называются «хромитами» [1]. В Казахстане разрабатывается одно из крупнейших месторождений этого класса в районе г. Хромтау. В ходе добычных работ наблюдались внезапные обрушения и случаи возгорания водорода. Для того чтобы водород горел без взрыва, необходима очень высокая его концентрация.

Возникает вопрос – откуда на глубине более 0,5 км может появиться такое количество водорода? Для ответа на него необходимо рассмотреть особенности поведения главного носителя водорода – воды, которая в избытке находится в межпластовом пространстве и при разложении может давать водород.

Поставленную задачу решали путем изучения статических (контактная разность потенциалов) и динамических условий контактирования хромшпинелида с водой. Образцы минерала соответствуют природной концентрации с содержанием хрома 40–60 %.

В табл. 1 приведены результаты замера контактной разности потенциалов (КРП) хромита с химически однородными металлами. По данным

работ Царева Б.М. [2] этот показатель является функцией плотности соприкасающихся веществ и не зависит от площади контакта.

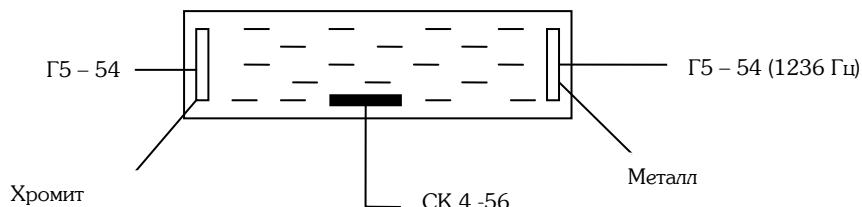
Экспериментальные данные, приведенные в таблице, свидетельствуют о том, что в месте контакта с сухим хромитом возникает разность потенциалов, причем наибольшие ее значения соответствуют паре хромит-магний (10–14 мВ). Кроме того, можно отметить еще одну особенность при замерах КРП – некоторые металлы (cadмий, никель, железо, титан) меняют знак КРП, изменение знака для этих же материалов остается и при замерах пьезоэффеkта, т.е. при измерении КРП под нагрузкой наибольшие изменения КРП (на порядок) зафиксированы для пары хромит-олово.

Для влажных образцов хромита характерно возрастание КРП более чем на 2 порядка, причем преобладают пары с отрицательной поляризацией потенциала, при этом магний под нагрузкой (пьезоэффеkт) находится в автоколебательном режиме, т.е. значения КРП периодически меняются от –15 до –133 мВ. Авто волновой эффект в меньшей степени присущ почти всем измеряемым образцам, но отличается по времени

Таблица 1

**Контактная разность потенциалов хромита в сухом и влажном состояниях**

Пара хромит-Me	КРП, мВ сухого хромита		КРП, мВ влажного хроми- та	
	Обычный контакт	Пьезоэф- фект	Обычный контакт	Пьезоэф- фект
хромит-хромит	1,5	8,4	- 725	- 530
хромит-cobальт	1,3	3,8	- 385	- 400
- // - медь (сетка)	- 0,2	- 1,5	- 909	- 880
- // - медь (электролити- ческая)	0,6 - 0,3	0	- 780	- 785
-//- титан пористый	± 0,1	- 4,9	- 620	- 593
-//- кадмий	- 5,3	0- 0,3	- 217	- 230
-//- магний	10- 14	2- 5; 3- 9	0	- 15 ⇌ - 133
-//- железо (сетка)	0	- 2,3	- 800	- 828
-//- хром	+3,6	1,7- 5	- 490	- 395
-//- олово	3,2- 9	22→13→54	- 480	- 500
-//- алюминий	2,8- 3,1	4,5- 5,2	- 46	+20
-//- никель	- 0,1	- 3,4	- 600	- 560
-//- цинк	-	-	+90	+112

**Рис. 1. Функциональная схема измерений отклика на импульсное воздействие**

релаксации. Необычные свойства (положительный знак, поляризации КРП) проявляют алюминий и цинк, при этом абсолютные значения КРП на порядок меньше, чем у других замеряемых пар. После того, как были зафиксированы динамические проявления КРП, был поставлен эксперимент по измерению амплитуды отклика воды на внешнее импульсное воздействие в присутствии хромита. Для замеров использовали плоскую кювету (140x65x10, мм), заполненную водой водопроводной минерализации.

На оба конца кюветы подавали импульсный сигнал от генератора Г5-54 частотой 1236 Гц. Величину отклика измеряли с помощью анализатора спектра СК4-56. Выше приведена функциональная схема измерений.

В табл. 2 приведены результаты замеров отклика на импульсное воздействие для нескольких пар электродов, один из которых хромитовый.

Здесь хорошо видно, что изменение материала электродов приводит к соответствующим вариациям формы

Таблица 2  
**Результаты измерений амплитуды отклика воды на частоте 1236 Гц**

Условия эксперимента — материал электродов	Форма отклика; амплитуда, мВ
сталь – сталь	55–85 сигнал столбчатый $\Delta U = 30$ мВ
хромит – сталь	60–80, $\Delta U=12$
хромит – магний	50–90, $\Delta U=30$ —40
хромит – хром	60–80, есть биения ~2Гц $\Delta U=15$ —20
хромит – Fe (сетка 0,45)	60–70, есть биения ~1Гц $\Delta U=10$
хромит – Cu (сетка 0,06)	30–60, есть биения ~1Гц $\Delta U=10$
хромит – асбест	60–80, биения ( $\tau \approx 3$ с) с амплитудой >120

Таблица 3  
**Результаты замера амплитуды отклика пары вода-хромит для гармоник промышленной частоты**

Частота, Гц	Амплитуда отклика, мВ
Промышленная частота – 50	> 250
150	> 100
250	10–12
350	30–26
450	18–24
550	30–50
650	30–70
750	22–40
850	60–90
1050	8–16
1150	10–50 + биения ~ 2 Гц
Основная частота 1236	0 ⇄ 90
1350	0–12
1450	6–10; выбросы с $\tau \approx 3$ с до $A = 80$ мВ

сигнала и появлению биений в низкочастотном диапазоне. Появление отклика в виде столбчатого сигнала свидетельствует о том, что спектральный состав его неоднороден в связи с появлением низкочастотных резо-

нансных гармонических составляющих [3]. Поэтому, не меняя частоты Таблица 4

**Амплитудные значения отклика влажного хромита в высокочастотном диапазоне при частоте воздействия 1236 Гц.**

Частота, Гц	Амплитуда (отклика), мВ	Частота, Гц	Отклик, мВ
исх.	28–120	12580	70–130
1236	85	13850	130
2514	90	15120	120
3770	90	16370	110
5030	90	17630	95
6287	92	18900	90
7549	88–90	20160	84–86
8805	85 ⇄ 120	21417	78
10680		22679	68
		23936	55
11320	70–120	26470	25

основного импульсного воздействия, замерили амплитуды отклика на 20 гармониках промышленной частоты (50 Гц), (см. табл. 3). Из таблицы следует, что на 1 и 3 гармониках промышленной частоты (50 и 150 Гц) идет резкое усиление исходного сигнала, по абсолютной величине превышающее его в 2–3 раза. Высокий уровень амплитуды по порядку величины сопоставимой с сигналом воздействия отмечен на 17 гармонике промышленной частоты (850 Гц).

Вблизи 1450 Гц выявлены резкие выбросы потенциала до 80 мВ с периодичностью ~ 3 с. Механизм их появления пока неясен, но можно отметить, что хромит выступает здесь в роли усилителя или преобразователя частоты внешних воздействий в низкочастотном диапазоне.

В высокочастотном диапазоне (по отношению к частоте импульсов воздействия) для влажного хромита выявлена интересная особенность: на частотах, кратных целочисленному

ряду, отсутствует затухание, но наблюдается рост амплитуды вплоть до 11 гармоники, после чего имеет место постепенное уменьшение амплитуды, которое на 22 гармонике имеет значения, близкие к фоновому уровню биений (см. табл. 4).

Таким образом, совокупность полученных экспериментальных данных позволяет сделать следующие выводы:

1. Хромшпинелиды обладают высокой поверхностной активностью по отношению к воде, о чем свидетельствуют высокие значения контактной разности потенциалов пары хромит-металл. Для влажных образ-

цов хромита этот показатель возрастает на два порядка.

2. В условиях повышенного давления значения КПР, как правило, возрастают для сухих образцов; для влажного минерала такой закономерности не обнаружено, но выявлена способность к переходу в автоволновой режим изменения КРП.

3. При импульсном режиме воздействия на хромит, находящийся в воде, выявлена его способность к усилению и преобразованию поступающей энергии внешнего переменного воздействия. При этом реакции отклика в низкочастотном и высокочастотном диапазонах различны.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бетехтин А.Г. Курс минералогии. — М.: Недра. — 1956. — 558 с.
2. Царев Б.М. Контактная разность потенциалов. М. — 1955, 380 с.
3. Аррилага Дж., Брэдли Д., Боджер П. Гармоники в электрических сетях. — М.: Энергоатомиздат. — 1990. — 320 с. ГИАБ

#### — Коротко об авторах —

Метакса Г.П., Буктуков Н.С., Молдабаева Г.Ж., Вихрачев Е.П. — Институт Горного дела им. Д. А. Кунаева РГП «НЦ КПМС» МИТ n.buktukov@rambler.ru



#### МАРТЫШКА К СТАРОСТИ СЛАБА ГЛАЗАМИ СТАЛА... И.А. Крылов

Многие думают, что история с неумением обращаться с очками — иносказание. Но у нее может быть и буквальное прочтение. В литературе, живописи, мемуарах фигурирует множество крестьян XIX века, но сложно найти среди них очкарика. Пьер Безухов, да и другие дворяне носили очки, а крестьяне, мелкие обыватели и ремесленники первой половины XIX века не имели такой возможности. Возможно, низшие классы были повально неграмотны и очки им были ни к чему. Возможно, они не доживали до возраста потери зрения. Возможно, очки им были не по карману. Не исключаю, что помешники просто запрещали своим крепостным надевать очки, чтобы те знали свое место.

Из книги Л.Х. Гитиса «Верхом на тигре». М.: Горная книга, 2009. С. 181