

## К ВОПРОСУ УСТОЙЧИВОСТИ КСАНТОГЕНАТОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РАЗРЯДОВ

С. А. БАБЕНКО, Г. Л. ЛОБАНОВА

(Представлена научным семинаром кафедры процессов, аппаратов и кибернетики  
химических производств)

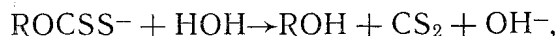
В технологическом процессе флотационного обогащения с селекцией коллективного концентрата большое значение имеет устойчивость слоев флотореагентов на поверхности минералов. Сглаживая различия физико-химических свойств поверхностей минералов, адсорбционные слои флотореагентов препятствуют селекции. Разработке методов разрушения слоев флотореагентов на поверхности минералов посвящены исследования многих авторов. В практику флотационного обогащения сульфидных минералов, наряду с классическим методом разрушения адсорбционных слоев действием сернистого натрия, начинают внедрять физические методы, например, ультразвуковой [1].

Нами изучена устойчивость ксантогенатов под действием электрических импульсных разрядов.

При флотации сульфидных руд в качестве реагента-собираателя используют ксантогенаты калия  $R-O-C \begin{matrix} \diagup S \\ \diagdown S \end{matrix} K$ , где R — радикал соответствующего спирта — этилового, бутилового и т. п.

По химической теории, принятой в качестве рабочей при подборе флотореагентов, ксантогенат калия, хемосорбируясь на поверхности сульфидного минерала, вступает в реакцию ионного обмена с образованием на поверхности соответствующего ксантогената тяжелого металла.

Ксантогенаты тяжелых металлов кристаллические, трудно растворимые, гидрофобные соединения. Под действием кислорода они окисляются с образованием диксантогенида. Современные исследования доказывают, что диксантогенид  $(ROCSS)_2$  тоже может выступать как собиратель. Следовательно, чтобы разрушить слои флотореагента на поверхности сульфидных минералов, нужно или создать условия для разложения ксантогенатов на простейшие соединения



или заместить ксантогенаты тяжелых металлов на поверхности сульфидных минералов еще более труднорастворимым соединением, не обладающим гидрофобными свойствами.

Для проведения экспериментов были синтезированы ксантогенаты меди, цинка и свинца взаимодействием эквивалентных количеств ксантогената калия и соответствующей уксуснокислой соли тяжелого металла. Полученный осадок промывался декантацией воды до отрицательной

Таблица 1

Cu(ROCSS) <sub>2</sub> до обработки		Cu(ROCSS) <sub>2</sub> после обработки		Cu(ROCSS) <sub>2</sub> до обработки		Cu(ROCSS) <sub>2</sub> после обработки	
<i>d/n</i>	<i>I</i> <sub>отн</sub>	<i>d/n</i>	<i>I</i> <sub>отн</sub>	<i>d/n</i>	<i>I</i> <sub>отн</sub>	<i>d/n</i>	<i>I</i> <sub>отн</sub>
—	—	14,26	1	2,56	0,20	—	—
—	—	11,03	0,51	2,51	0,21	—	—
—	—	9,02	0,36	2,44	0,09	—	—
—	—	8,51	0,85	2,38	0,09	2,39	0,02
8,192	0,24	—	—	—	—	2,36	0,01
—	—	7,38	0,02	2,28	0,09	2,26	0,02
6,707	0,13	—	—	—	—	2,20	0,42
6,33	0,05	—	—	—	—	2,17	0,53
5,99	0,06	—	—	—	—	2,15	0,52
5,08	0,94	—	—	2,10	0,05	—	—
—	—	5,54	0,42	—	—	2,07	0,42
5,47	0,15	—	—	2,05	0,23	2,05	0,85
5,22	0,20	5,22	0,02	—	—	2,03	0,74
4,72	0,22	—	—	1,97	0,23	1,97	0,77
—	—	4,68	0,32	1,93	0,12	1,93	0,53
—	—	4,44	0,02	—	—	1,91	0,52
4,35	0,20	—	—	1,86	0,20	1,86	0,85
—	—	4,27	0,02	1,84	0,11	—	—
4,19	0,20	—	—	1,80	0,09	—	—
—	—	4,00	0,36	1,76	0,95	1,78	0,02
3,93	0,31	—	—	—	—	1,72	0,42
3,83	0,29	—	—	1,69	0,53	1,69	0,42
3,71	0,37	—	—	—	—	1,66	0,021
3,56	1	—	—	1,59	0,20	—	—
3,35	0,27	—	—	1,50	0,18	—	—
—	—	3,21	0,96	1,49	0,08	—	—
3,03	0,30	—	—	—	—	—	—
3,02	0,20	3,018	0,04	—	—	—	—
2,83	0,51	2,87	0,85	—	—	—	—
—	—	2,79	0,85	—	—	—	—
2,73	0,20	2,71	0,42	—	—	—	—
—	—	2,68	0,42	—	—	—	—
—	—	2,64	0,42	—	—	—	—

реакции на ион тяжелого металла, затем этиловым спиртом и высушивался в вакуум-эксикаторе. Ксантогенаты свинца и меди имели желтый цвет, ксантогенат цинка — белый. Часть синтезированного препарата использовалась как эталон, а другая часть помещалась в камеру сводой и обрабатывалась высоковольтными электрическими разрядами. В качестве источника высоковольтных электрических импульсных разрядов ис-

пользовался генератор Аркадьева—Маркса. Электроды, встроенные в камеру, изготовлены из стали.

Контроль за состоянием ксантогенатов меди, свинца и цинка до и после обработки осуществлялся рентгенографически. В пульпе определяли продукты распада — щелочь измерением pH раствора, сероуглерод — по реакции с диэтиламином и ацетатом меди [2].

Проведенные исследования показали, что ксантогенаты меди, свинца и цинка, гидрофобные до обработки высоковольтными разрядами, теряют это свойство после обработки. После фильтрования ксантогенатов, обработанных ЭИР, и высушивания (в условиях синтеза) было замечено, что цвет солей изменился. Ксантогенаты меди и свинца приобрели красно-коричневый оттенок, а ксантогенат цинка стал серым. pH пульпы повышается от 6,4 до 7÷7,25. Проба на сероуглерод дает положительную реакцию. Эти показатели подтверждают возможность разложения ксантогенатов тяжелых металлов в условиях обработки электрическими импульсными разрядами.

Рентгенограммы, полученные с ксантогенатов меди (табл. 1), свинца (табл. 2) и цинка (табл. 3) без обработки и после обработки электрн-

Таблица 2

Zn(RCOSS) <sub>2</sub> до обработки		Zn(ROCSS) <sub>2</sub> после обработки		Zn(ROCSS) <sub>2</sub> до обработки		Zn(ROCSS) <sub>2</sub> после обработки	
d/n	I <sub>отн</sub>	d/n	I <sub>отн</sub>	d/n	I <sub>отн</sub>	d/n	I <sub>отн</sub>
12,627	1	12,627	1	2,276	0,09	2,276	0,07
—	—	9,825	0,07	2,243	0,18	—	—
—	—	6,325	0,12	2,222	0,13	—	—
5,906	0,08	—	—	2,191	0,21	2,191	0,03
5,471	0,42	5,471	0,17	2,132	0,54	—	—
4,983	0,15	4,983	0,76	2,094	0,46	2,094	0,82
4,671	0,16	4,671	0,01	2,049	0,45	2,067	0,35
4,484	0,15	4,484	0,09	2,006	0,44	2,014	0,35
—	—	4,23	0,14	—	—	1,989	0,03
4,114	0,27	4,114	0,18	1,965	0,45	1,965	0,04
—	—	3,834	0,19	1,933	0,33	—	—
—	—	3,708	0,21	1,895	0,38	1,87	0,05
3,427	0,11	3,427	0,12	1,859	0,30	1,859	0,03
—	—	3,326	0,12	—	—	1,830	0,05
—	—	3,121	0,16	1,739	0,38	—	—
3,079	0,11	3,079	0,11	1,669	0,02	—	—
—	—	2,831	0,41	—	—	—	—
—	—	2,714	0,09	—	—	—	—
2,667	0,15	2,667	0,82	—	—	—	—
2,563	0,14	2,563	0,12	—	—	—	—
2,455	0,09	—	—	—	—	—	—
—	—	2,442	0,59	—	—	—	—
2,344	0,19	2,344	0,12	—	—	—	—

Таблица 3

Pb(ROCSS) <sub>2</sub> до обработки		Pb(ROCSS) <sub>2</sub> после обработки		Pb(ROCSS) <sub>2</sub> до обработки		Pb(ROCSS) <sub>2</sub> после обработки	
<i>d/n</i>	<i>I</i> <sub>отн</sub>	<i>d/n</i>	<i>I</i> <sub>отн</sub>	<i>d/n</i>	<i>I</i> <sub>отн</sub>	<i>d/n</i>	<i>I</i> <sub>отн</sub>
8,192	0,83	8,192	0,79	2,404	0,25	—	—
5,539	0,36	5,539	0,41	—	—	2,392	0,47
5,277	0,94	5,277	0,85	—	—	2,321	0,40
4,822	0,83	4,822	0,92	2,298	0,35	2,287	0,41
4,529	0,38	4,529	0,41	2,254	0,47	2,254	0,53
4,230	1,00	4,230	1,00	—	—	2,222	0,41
4,040	0,27	4,040	0,38	2,122	0,27	2,122	0,474
—	—	3,870	0,41	2,085	0,21	—	—
—	—	3,786	0,45	—	—	2,064	0,47
3,736	0,38	—	—	2,058	0,23	—	—
—	—	3,619	0,38	2,006	0,15	2,014	0,37
—	—	3,534	0,98	1,933	0,15	1,933	0,47
3,480	0,955	—	—	1,903	0,18	—	—
—	—	3,427	0,82	—	—	1,866	0,18
3,351	0,74	—	—	—	—	—	—
—	—	3,326	0,712	—	—	—	—
3,232	0,349	—	—	—	—	—	—
3,038	0,26	3,038	0,30	—	—	—	—
2,979	0,27	—	—	—	—	—	—
2,921	0,25	—	—	—	—	—	—
—	—	2,814	0,82	—	—	—	—
2,793	0,92	—	—	—	—	—	—
—	—	2,730	0,48	—	—	—	—
2,652	0,48	2,652	0,52	—	—	—	—
—	—	2,622	0,42	—	—	—	—
2,607	0,48	—	—	—	—	—	—
—	—	2,550	0,37	—	—	—	—

ческими импульсными разрядами, показывают, что в структуре образцов произошли качественные изменения.

Наибольшие изменения структуры наблюдаются для ксантогената меди. Основная интенсивная линия *d/n* 3,56 исчезла. Вместо нее на рентгенограмме появились две новые основные линии при *d/n* 14,26 и 3,21. Часть слабых линий до обработки ксантогената меди исчезла на рентгенограмме после обработки ксантогената меди электрическими импульсными разрядами. В то же время появился ряд новых линий. Сопоставление полученных рентгенограмм с эталонами для CuO, Cu<sub>2</sub>O, CuS, CuSO<sub>4</sub>, CuSO<sub>4</sub> · H<sub>2</sub>O, CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O, Cu<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> · H<sub>2</sub>O и Cu позволяет предположить, что в результате изменения температуры суспензии, светового излучения, ионизации газов, сопровождающих высоковольтный электрический разряд, разложение ксантогената меди идет с образованием сульфата меди.

Действие электрических импульсных разрядов на ксантогенат цинка сопровождается снижением интенсивности большинства линий на рентгенограмме после обработки. Основная интенсивная линия при  $d/n$  12,627 сохраняет свое положение. Появляется ряд новых, относительно слабых линий. Сравнение рентгенограмм с эталонными позволяет предположить образование сульфата цинка.

Наиболее устойчивым к действию электрических импульсных разрядов оказался ксантогенат свинца. На рентгенограммах до и после обработки ксантогенатов интенсивность линий ослаблена незначительно. Исчезло четыре относительно слабых линии и появилось несколько новых, примерно такой же интенсивности, но отличных  $d/n$ . Новые линии можно сравнить с эталонным соединением типа  $PbO \cdot PbSO_4$ .

На основании рентгенографического анализа можно сделать вывод о том, что ксантогенаты тяжелых металлов разлагаются под действием электрических импульсных разрядов по одинаковому механизму, с выделением сероуглерода, щелочи и сульфата соответствующего металла.

Изменение структуры образцов ксантогенатов после обработки электрическими импульсными разрядами и уменьшение их гидрофобных свойств предполагают возможность использования высоковольтных электрических импульсных разрядов для разрушения слоев флотореагентов на поверхности минералов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. В. А. Глембоцкий, А. Е. Колчанова. Устойчивость и методы разрушения адсорбционных слоев при флотации. М., Изд-во «Наука», 1967.
2. Ю. Ю. Лурье, А. И. Рыбникова. Химический анализ производственных сточных вод. М. Изд-во «Химия», 1966.