

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СМЕСИ РАЗЛИЧНЫХ КСАНТОГЕНАТОВ НА ФЛОТАЦИЮ И СЕЛЕКТИВНУЮ ФЛОКУЛЯЦИЮ ХАЛЬКОПИРИТА И СФАЛЕРИТА

Медно-цинковые руды, отличающиеся весьма тонкой (эмulsionной) вкрапленностью рудных минералов и гетерофазным срастанием зерен, требуют для раскрытия минералов тонкого измельчения класса –40 мкм. Материал такой крупности может обогащаться методом флотации. Диапазон применения метода может быть расширен за счет использования селективной флокуляции тонких частиц на масляной капле. Анализ практики применения реагентных режимов селективной флокуляции сульфидных минералов показывает, что значимым фактором является вид основного собирателя. Изучено влияние на флокуляцию и флотацию халькопирита и сфалерита ксантогенатов с числом атомов 2-6 нормального и изостроения. Показано, что устойчивость флокулы зависит от силы взаимодействия полярной части молекулы с поверхностью минерала и аполярной части с масляной каплей. Расчитана энергия взаимодействия аполярной части ксантогената с тридеканом. Представлены результаты флотации различными ксантогенатами и их смесями. Сделан вывод о более высокой эффективности смеси ксантогенатов C_4 и C_3 .

Copper-zinc are ores characterized with a rather fine (emulsion) impregnation of the ore minerals and heterophase grain intergrowth and thus require fine grinding class –40 microns for mineral release. Material of such size can be treated with the flotation method. Application of this method can be expanded by using selective flocculation of fine particles on an oil drop. Analysis of practical application of various reagent modes of selective flocculation of sulfide minerals shows that the kind of the basic collector is a significant factor. This paper focuses on the influence of chalcopyrite and sphalerite xanthogenates with the number of carbon atoms varying from 2 to 6 with normal and isometric structure on the flocculation and flotation processes. It is shown that the flocculus stability depends on the interaction forces of the polar part of the molecule with the mineral surface and of the non-polar part with the oil drop. The interaction energy between the non-polar xanthogenate part and the tridecane is calculated and flotation results with various xanthogenates and their mixtures are presented. A conclusion is made about higher efficiency of the mix of C_4 and C_3 xanthogenates.

В реагентном режиме селективной флокуляции и флотации сульфидных минералов меди и цинка для образования флокулы после обработки пульпы пептизаторами и де-прессорами вводят гетерополярный и аполярный реагенты.

Наиболее трудной задачей является получение устойчивых флокул, сохраняющихся при интенсивном перемешивании.

Характер первичного гидрофобного покрытия оказывает существенное влияние на эффективность применения аполярных масел. На практике для флотации халькопирита и сфалерита наиболее часто используется

ксантогенат.

Минеральные частицы, предварительно гидрофобизированные гетерополярным реагентом, покрываются капельками масла, которые могут сливаться, образуя на поверхности зерен локальные гидрофобные пленки. Частицы и капли, соизмеримые по крупности, слипаются в агрегаты и флокулы (рис.1).

Устойчивость флокулы будет зависеть, с одной стороны, от силы взаимодействия полярной части с минеральной поверхностью,

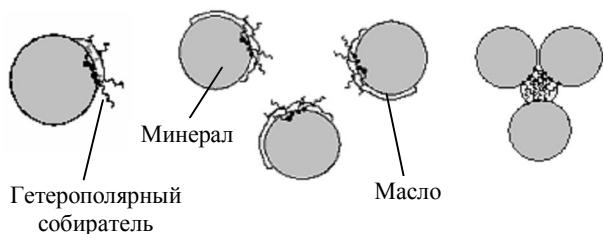


Рис.1. Схема образования флокулы

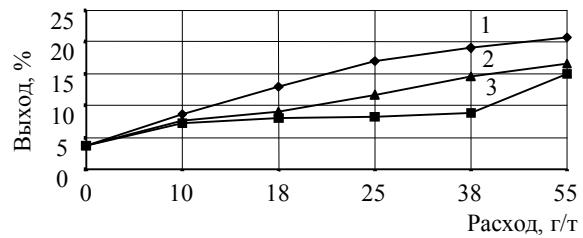


Рис.2. Флокулирующая способность различных ксантогенатов (1 – изопропиловый + бутиловый ксантогенат; 2 – бутиловый ксантогенат; 3 – изопропиловый ксантогенат) на примере халькопирита

а с другой, от силы взаимодействия углеводородного радикала с аполярным реагентом.

Энергия дисперсионного взаимодействия углеводородного радикала с аполярным реагентом рассчитывается по формуле Кирквуда – Мюллера

$$U\ddot{a} = -\frac{3}{2} mc^2 \frac{x_1 x_2}{\frac{x_1}{\alpha_1} + \frac{x_2}{\alpha_2}} \frac{1}{R^6},$$

где $m = 9,109534 \cdot 10^{-31}$ кг, m – масса электрона; $c = 2,99792458 \cdot 10^8$ м/с, c – скорость света в вакууме; x_1 – диамагнитная восприимчивость молекулы полярного вещества (рассчитывается как сумма диамагнитных восприимчивостей атомов); x_2 – диамагнитная восприимчивость молекулы аполярного вещества (рассчитывается как сумма диамагнитных восприимчивостей атомов); α_1 и α_2 – поляризуемость молекулы полярного и аполярного вещества (рассчитывается как сумма диамагнитных восприимчивостей

атомов); R – расстояние между центрами взаимодействующих молекул.

Расчет энергии дисперсионного взаимодействия показал, что при увеличении числа атомов углерода в цепи углеводородного радикала ксантогената увеличивается энергия дисперсионного взаимодействия (табл.1).

Известно, что при увеличении числа атомов углерода в цепи углеводородного радикала ксантогената гидрофобизирующий эффект возрастает. В ряде работ указывается, что наиболее эффективно применять при флотации ксантогенаты изостроения и смеси различных ксантогенатов. Исходя из результатов литературного обзора, для проведения исследований выбрали ксантогенаты с длиной углеводородного радикала 2, 3, 4, 6, нормального и изостроения. В качестве аполярного реагента был выбран тридекан.

Результаты исследований гидрофобизирующего эффекта, оказываемого различными ксантогенатами, приведены в табл.2.

Таблица 1

Результаты расчета дисперсионного взаимодействия

Вещество	Диамагнитная восприимчивость, 10^{-30} см^3	Поляризуемость молекулы, 10^{-24} см^3	Средний размер молекулы, 10^{-8} см	Дисперсионное взаимодействие, $10^{-33} \text{ кг} \cdot \text{м}^3/\text{с}$
Этиловый ксантогенат	42,08	3,974	4,74	1,7
Изопропиловый ксантогенат	61,02	5,751	5,22	2,3
Изобутиловый ксантогенат	84,16	7,948	6,15	3,3
Бутиловый ксантогенат	79,96	7,528	6,15	3,1
Гексиловый ксантогенат	117,84	11,082	6,29	4,6
Тридекан	254,62	23,941	16,51	-

Таблица 2

Результаты измерений краевого угла смачивания халькопирита и сфалерита

Ксантогенат	Значение краевого угла смачивания, градусы			
	Для халькопирита		Для сфалерита	
	Без аполярного масла	С тридеканом	Без аполярного масла	С тридеканом
Этиловый	55	-	50	-
Изопропиловый	57,2	65,8	55,6	65,6
Бутиловый	67,8	71	67,7	68
Гексиловый	68,4	72,4	68,3	68,6

Таблица 3

Влияние применения магнитной обработки реагентов на устойчивость масляной эмульсии

Ксантогенат	Время расслоения эмульсии, мин			
	Без омагничивания	При омагничивании ксантогената	При омагничивании масла	Совместное омагничивание
Изопропиловый	1,65	2,93	1,47	1,72
Бутиловый	1,85	2,82	0,6	2,01
Гексиловый	2,41	3,48	1,12	1,34

Из табл.2 видно, что при введении тридекана гидрофобизация поверхности с ростом числа атомов углерода в цепи изменяется незначительно.

Нами были проведены флотационные опыты по селективной флокуляции на установке для беспенной флотации с использованием чистых минералов халькопирита и сфалерита. Результаты опытов приведены на рис.2.

Важнейшим условием реализации селективной флокуляции при применении ксантогенатов и углеводородного масла является стабилизация капель масла.

Многочисленными опытами различных исследователей установлена целесообразность предварительного эмульгирования углеводородных масел перед подачей их во флотацию. При флотации имеется

оптимум дисперсности аполярного масла (3-5 мкм). Эффективность флотационного действия масел может быть повышена применением стабилизаторов эмульсии в процессе эмульгирования. Применение магнитной обработки изучено крайне мало, хотя в экономическом отношении выгодно (табл.3). Обработка суспензий приводит в некоторых случаях к ускорению процесса флотации.

По результатам работы можно предложить следующие рекомендации.

1. В качестве основного собираителя рекомендуется смесь изопропилового и бутилового ксантогенатов.

2. Для стабилизации масляной капли рекомендуется омагничивание ксантогената перед использованием его в качестве эмульгатора масляной капли.

Научный руководитель к.т.н. доц. Н.Н.Орехова