

## ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СОЧЕТАНИЙ СОБИРАТЕЛЕЙ НА ФЛОТАЦИЮ СВИНЦОВО-ЦИНКОВЫХ РУД ГОРЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Маркова Л. Ю.,

Научный руководитель А. А. Кондратьева

*Сибирский федеральный университет*

Сульфидные руды являются одним из главных объектов флотационного обогащения. Их классифицируют в зависимости от того, к каким металлам приурочены содержащиеся в них сульфиды. Ввиду высокой природной флотуемости сульфидных минералов, их эффективной флотации с применением сульфгидрильных собирателей сульфидные руды представляют наиболее благоприятный для флотационного процесса вид минерального сырья [1].

Свинцово-цинковые руды наиболее богатые в мире и находятся повсеместно. По запасам Pb-Zn руд Российская Федерация входит в пятёрку лидеров мира. Месторождения свинецсодержащих руд делятся на пять типов: скарновые, метасоматические, колчеданные, стратиморфные и жильные. Основные месторождения в СНГ это Тишинское, Алтын-Топканское, Кансайское, Холоднинское, Горевское, Миргалимсайское и др. Горевское месторождение относится к стратиморфному типу.

В пределах Горевского месторождения выделяют три основных рудных тела: Главное, Западное и Северо-Западное. Руды месторождения в целом относятся к пирротин-сфалеритовому минеральному типу с явным преобладанием свинца. В контуре карьера наиболее распространены два основных природных типа руд: свинцовые (галенитовые) и свинцово-цинковые (галенит-сфалеритовые). Наименьшим распространением пользуются цинковые (сфалеритовые), окисленные и смешанные руды.

Объектом исследования являлись две пробы Горевского месторождения ТПГ-1 и ТПГ-2. Отношение свинца к цинку составляет 1:0,2.

Минералогическое исследование проб ТПГ-1 и ТПГ-2 показало, что пробы по минеральному составу практически одинаковы: свинец, в основном, представлен галенитом, в незначительном количестве буланжеритом, бурнонитом, фрейбергитом. Цинк представлен сфалеритом. Железо встречается, в основном, в виде сидерита (две разновидности), пирротина, пирита. Довольно редко в пробах встречается аргентит, халькопирит, халькопирит, антимонит и золото.

Раскрытие зерен галенита в классах  $-0,071$  мм достигает 70%; сфалерита – 80%; пирротина – 75%.

На 80% пробы руды представлены породообразующими минералами – кварцем, сидеритом, кальцитом, доломитом, слюдистыми минералами. В пробе ТПГ-2 отмечается относительно повышенное содержание слюдистых минералов (мусковит, клинохлор).

На отечественных обогатительных фабриках, перерабатывающих сульфидные руды, наиболее распространенным собирателем при флотации сульфидных минералов является бутиловый ксантогенат калия ( $KX_6$ ), реже в сочетании с изопропиловым ксантогенатом калия ( $KX_{изоп}$ ) и бутиловыми дитиофосфатами (аэрофлотами)(Af).

Самостоятельное применение слабых собирателей повышает качество концентратов цветных металлов, однако при этом снижается их извлечение. Поэтому использование сочетания слабого и сильного собирателя в оптимальных соотношениях должно способствовать повышению технологических показателей извлечения минералов цветных металлов из пиритсодержащих руд и улучшение качества

концентратов. В качестве слабого собирателя могут быть использованы низшие гомологи сульфгидрильных собирателей одного класса; либо более слабые сульфгидрильные собиратели, чем КХ - Af; а также неионогенные соединения - эфиры дитиокислот и тиокарбаминовых кислот; дисульфиды [2].

В [3] представлены экспериментальные данные испытаний собирателей из класса аэрофлотов. Результаты свидетельствуют о том, что их совместное применение с КХ во многих случаях обеспечивает повышение извлечения металлов.

В лабораторных условиях были проведены исследования с применением следующих сочетаний собирателей: КХ<sub>6</sub> в сочетании с Af; КХ<sub>6</sub> с КХ<sub>изоп</sub>; КХ<sub>изоп</sub> с Af; КХ<sub>6</sub> с диэтилдитиокарбаматом (ДЭДК).

Влияния вышеперечисленных сочетаний собирателей на флотацию галенита и сфалерита изучено на прямой селективной схеме, аналогичной действующей на фабрике. В свинцовой флотации для депрессии сфалерита подавали цинковый купорос, камерный продукт доизмельчался до 90 % класса -0,074 мм и направлялся в цинковый цикл. В качестве вспенивателя применялся оксаль. Суммарный расход собирателей в свинцовой флотации составлял 40 г/т, в цинковой 25 г/т. Схема проведения опытов, крупность измельчения, точки подачи и расходы реагентов представлены на рисунке 1.

Применение в качестве реагента-собирателя сочетания КХ<sub>6</sub> и Af дает положительные результаты. Наилучшие результаты получены при массовой доле Af 75 % от общего расхода собирателя 40 г/т (рисунок 2). Такое сочетание собирателей применяется на фабриках «Свитвотер» и «Вест Форк» (США) в цинковом цикле и получают довольно высокие технологические показатели.

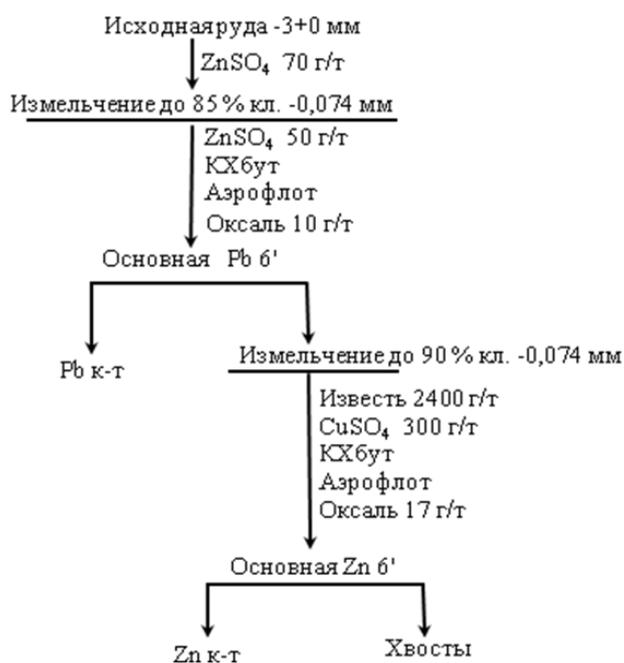


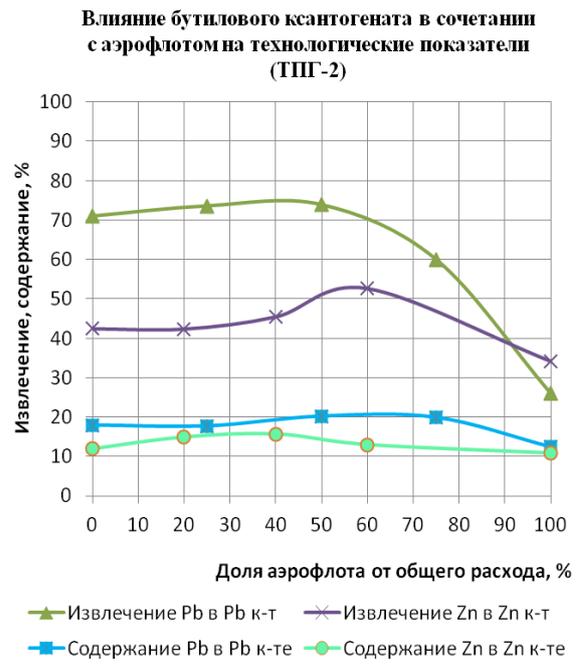
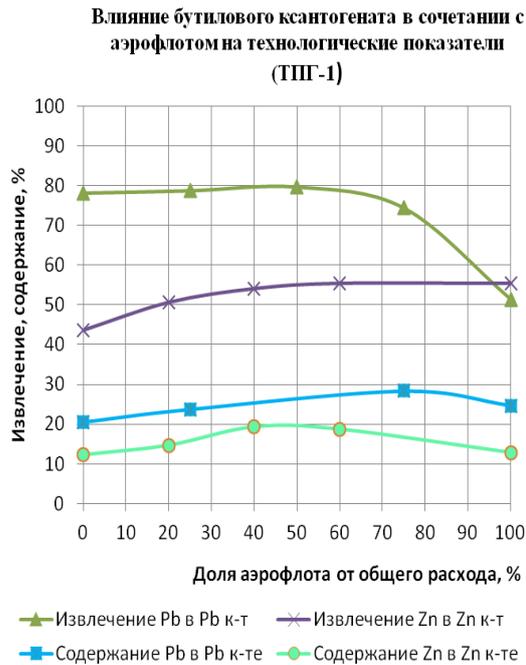
Рисунок 1 – Прямая селективная схема флотации свинцово-цинковых руд

В работе [4] было рекомендовано применить смесь КХ<sub>6</sub> и КХ<sub>изоп</sub> в качестве основного собирателя для флотации сфалерита. Однако на руде Горевского месторождения удовлетворительных результатов при флотации с применением рекомендованной смеси получить не удалось: получены низкие технологические показатели по сравнению с применением сочетания бутилового ксантогената и аэрофлота, но значительно высокие извлечения в сравнении с показателями полученными в результате флотации по схеме фабрики (рисунок 3). На графике видно, что увеличение доли КХ<sub>изоп</sub> в цинковой флотации вызывает снижение извлечения сфалерита,

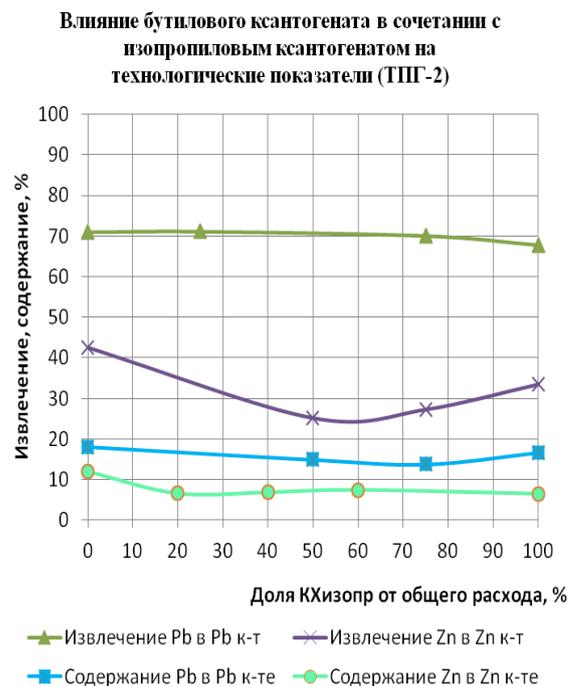
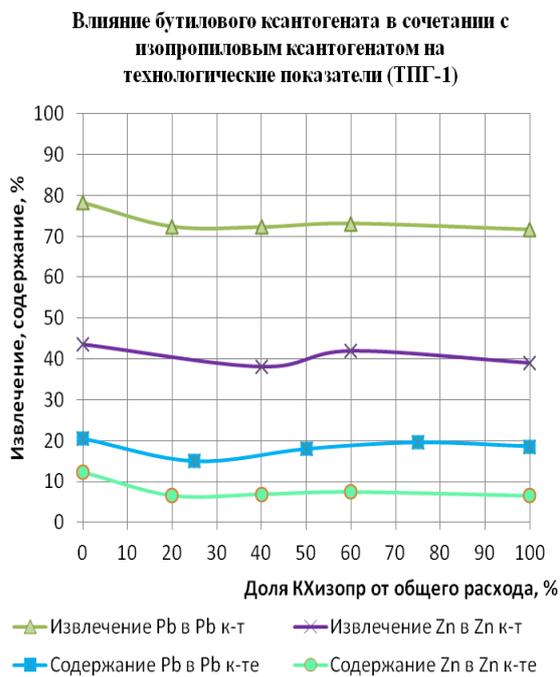
также в меньшей степени снижение извлечения галенита.

На зарубежных фабриках «Вест Форк» (США) и «Полярис» (Канада) применяется сочетание КХ<sub>изоп</sub> и Af с соотношением 1:1 в цинковом цикле с похожим реагентным режимом.

Было изучено влияние вышеприведенного сочетания собирателей с различным соотношением на флотацию исследуемой руды. Результаты представлены на рисунке 4.



**Рисунок 2 – Влияние сочетания  $KX_6$  и Af на технологические показатели обогащения свинцово-цинковых руд Горевского месторождения**



**Рисунок 3 – Влияние сочетания  $KX_6$  и  $KX_{изоп}$  на технологические показатели обогащения свинцово-цинковых руд Горевского месторождения**

Результаты (рисунок 4) показали, что извлечение Pb в свинцовый концентрат резко понижается при подаче аэрофлота в полном объеме (40 г/т), как и в опытах с применением сочетания бутилового ксантогената и аэрофлота, но извлечение Pb

уменьшается примерно на 5-10 % при подаче вместо бутилового ксантогената изопропилового.

Известно, что дитиокарбаматы щелочных металлов химически активнее и образуют значительно более труднорастворимые соединения с катионами тяжелых цветных металлов, чем ксантогенаты, поэтому проводились исследования по изучению влияния ДЭДК на флотацию Pb-Zn руд (рисунок 5).

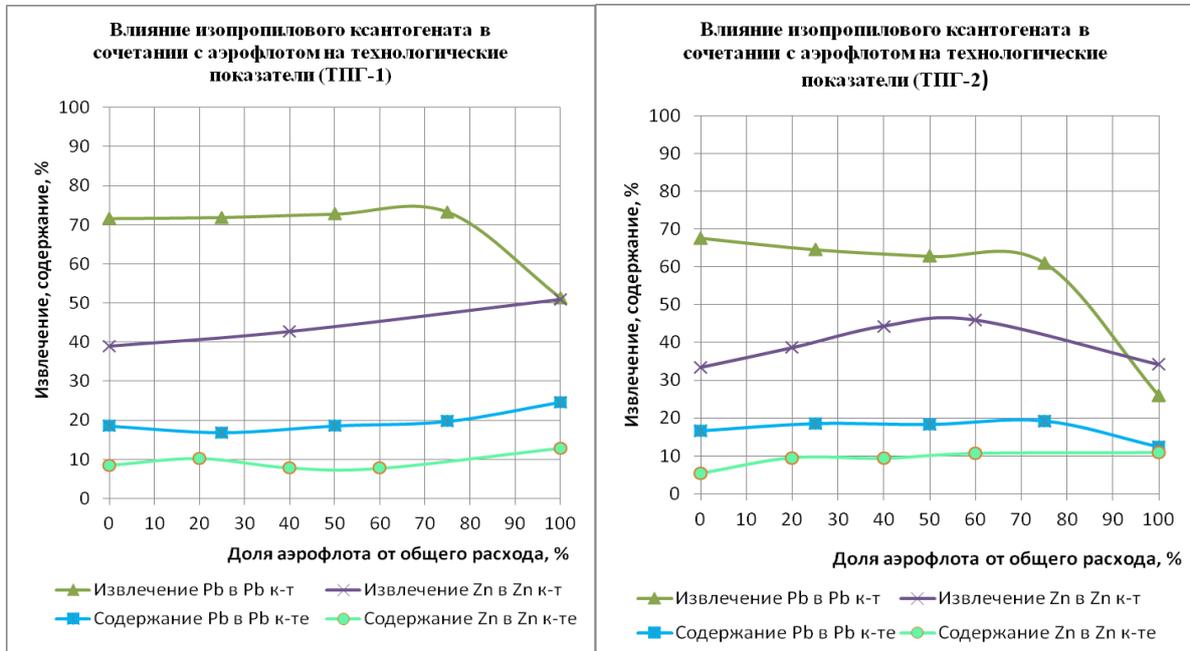


Рисунок 4 – Влияние сочетания  $KX_{изоп}$  и Af на технологические показатели обогащения свинцово-цинковых руд Горевского месторождения

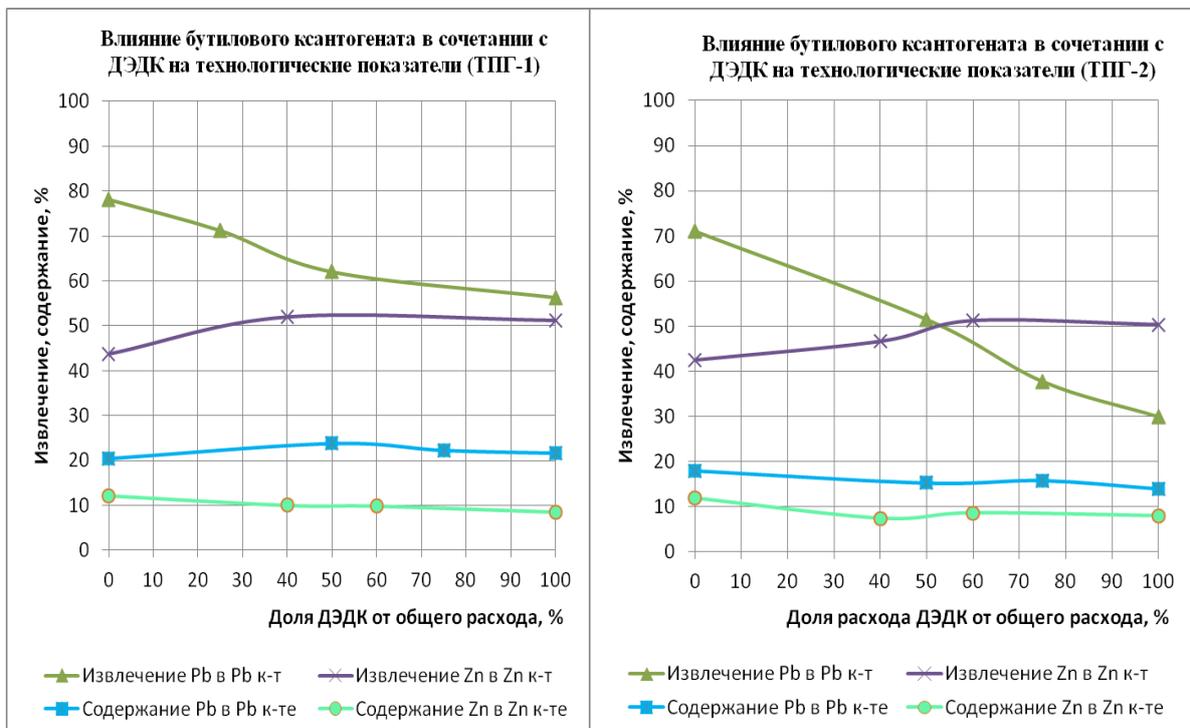


Рисунок 5 – Влияние сочетания  $KX_б$  и ДЭДК на технологические показатели обогащения свинцово-цинковых руд Горевского месторождения

Из рисунка 5 видно, что подача в свинцовую флотацию только ДЭДК уменьшает извлечение Рb в концентрат на целых 40 %, а в цинковом цикле ДЭДК положительно воздействует на флотуемость сфалерита, повышая его извлечение на 10,1 %.

#### **Выводы**

Изучены влияния сочетаний сульфгидрильных собирателей на флотуемость извлекаемых минералов. Установлено, что наилучшие показатели обогащения проб ТПГ-1 и ТПГ-2 получены с применением сочетаний собирателей  $KX_6$  и Af при массовой доле Af 75 % от общего расхода 40 г/т в основной свинцовой флотации и 60 % от общего расхода 25 г/т в основной цинковой флотации. Данное сочетание позволило повысить содержание Рb в Рb концентрате на 1,95 % (ТПГ-1); на 7,9 % (ТПГ-2); и повысить извлечение Zn в Zn концентрат на 10,2-11,77 % с увеличением содержания в нем Zn на 6,53 % (ТПГ-1); на 1,07 % (ТПГ-2).

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

- 1 *Алгебраистова Н. К.* Технология обогащения руд цветных металлов [Электронный ресурс]: конспект лекций / Н.К. Алгебраистова, А.А. Кондратьева. – Электрон. дан.(5 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2009.
- 2 *Игнаткина В. А.* Выбор селективных собирателей при флотации сульфидных руд // Цветные металлы. 2009. №6. С. 14-19.
- 3 *Рябой В. И.* Применение аэрофлотов при флотации руд : Докл. [Международное совещание "Современные проблемы комплексной переработки природного и техногенного минерального сырья" (Плаксинские чтения - 2005), Санкт-Петербург, 5-9 сент., 2005] / Рябой В. И., Шендерович В. А., Кретов В. П. (117936, г. Москва, В-49, Ленинский просп., 4) // Обогащение руд. 2005. № 6. С. 43-44.
- 4 Изучение влияния смеси различных ксантогенатов на флотацию и селективную флокуляцию халькопирита и сфалерита : Докл. Международная конференция Проблемы рационального природопользования и Всероссийская конференция-конкурс студентов выпускного курса российских и зарубежных университетов, Санкт-Петербург, апр., 2006 / Колодежная Е. В. // Зап. горн. ин-та. - 2007. - 170, ч. 2. - С. 144-146.