

*И. А. Коновалов<sup>1</sup>*

## **Физическая форма сорбции и ее влияние на флотацию галенита в разных областях pH**

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт горного дела им. Н. А. Чинакала» СО РАН, г. Новосибирск, Российская Федерация  
e-mail: IGD\_K@mail.ru

**Аннотация.** Показано влияние pH и соотношение концентраций на активность по отношению к границе раздела «газ - жидкость», продуктов взаимодействия бутилового ксантогената и ацетата свинца. Экспериментально установлено, что высокая скорость растекания, производных форм ксантогената влияет на кинетику образования флотационного контакта. Смещение pH в слабокислую среду и увеличение концентрации в растворе ионов свинца привело к снижению скорости растекания. Показана роль механизма работы физической формы сорбции в высоких флотационных показателях в щелочной области pH и снижение флотиремости в слабокислой среде.

**Ключевые слова:** Флотация галенита, физическая форма сорбции, ксантогенат, pH среды

*I. A. Konovalov<sup>1</sup>*

## **The physical form of sorption and its effect on galena flotation in different pH ranges**

<sup>1</sup> Chinakal Institute of Mining, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russian Federation  
e-mail: IGD\_K@mail.ru

**Abstract.** The influence of pH and the ratio of concentrations on the activity in relation to the "gas-liquid" interface, the products of the interaction of butyl xanthate and lead acetate, is shown. It has been experimentally established that the high spreading rate of xanthate derivatives affects the kinetics of formation of a flotation contact. The shift of pH to a slightly acidic medium and an increase in the concentration of lead ions in the solution led to a decrease in the spreading rate. The role of the mechanism of operation of the physical form of sorption in high flotation rates in the alkaline pH region and the decrease in flotation in a slightly acidic medium are shown.

**Keywords:** galena flotation, physisorption, xanthate, pH

### ***Введение***

Причины увеличения флотационной способности пирита в щелочной области pH и снижения флотиремости в нейтральной среде изучались в [1]. В работе указано, что при  $\text{pH} \approx 7$  снижается активность по отношению к границе «газ-жидкость» производных форм ксантогенатов, полученных при взаимодействии железа с бутиловым ксантогенатом и отсутствует при повышенном содержании катионов железа. Снижения концентрации катионов железа приводит к образованию коллоидной системы, имеющей высокую скорость растекания по поверхности воды. Полученные результаты на основе механизма работы физически сор-

бировавшего собирателя объяснили снижением флотационной активности пирита в нейтральной среде при высоких концентрациях  $\text{Fe}^{2+}$  и  $\text{Fe}^{3+}$  и повышением извлечения минерала при уменьшении их содержания и переходе в щелочную область рН.

Во флотации галенита отмечается падение его извлечения в слабокислой и нейтральной области рН при низких концентрациях собирателей [2]. Авторы связывают падение флотуемости галенита в указанном диапазоне рН с увеличением отрицательного значения  $\zeta$ -потенциала минерала, препятствующего закреплению анионов ксантогената. Рост флотуемости в щелочной области рН обязан образованию  $\text{Pb}(\text{OH})^+$  и его взаимодействию с анионами ксантогената. Подавление флотуемости галенита в нейтральной среде в деионизированной и технической воде установлено также в [3]. Снижение флотуемости отмечается не только для пирита и галенита, но других сульфидов. В [4] показано, что извлечение халькопирита в зависимости от рН имеет два максимума. Первый максимум извлечения наблюдается при значении рН 6,20 и составляет 96,21 %, второй максимум находится в области рН 7,20 с извлечением до 87,90 %. Дальнейшее увеличение значения рН до 9,20 и 10,20 привело к сокращению извлечения халькопирита до 86,06 и 68,37 % соответственно. Минимум флотуемости установлен при рН 7,20, извлечение снизилось до 64,56 %. Обзор работ по депрессии флотации ряда сульфидов в нейтральной области рН рассмотрен в [5]. Автор отмечает, что решения проблемы депрессии минералов в нейтральной области рН не найдено.

Целью данной работы является доказательство применимости механизма работы физически сорбированных форм собирателя для объяснения снижения флотуемости галенита в слабокислой и нейтральной области рН. С этой целью определялись скорости растекания продуктов взаимодействия ионов свинца и ксантогената в зависимости от рН среды. Далее скорости растекания указанных продуктов сопоставлялись с известными данными по флотуемости галенита.

### *Методы и материалы*

Экспериментально определялось влияние рН эмульсии на активность по отношению к границе раздела «газ-жидкость». Определение скорости растекания продуктов взаимодействия бутилового ксантогената (ГОСТ 7927-75) и ацетата свинца (ГОСТ 1027-67) осуществлялось на установке, ранее описанная в [6]. Растворы свинца и ксантогената готовились в мольном соотношении 2:1; 1:1; 1:5; 1:10 и 1:50, рН изменялось от слабокислой до слабощелочной среды. Концентрация ксантогената 0,1 моль/л.

Фиксация скорости растекания выполнялась высокоскоростной камерой Evercam 4000-16-C. Видео записывалось в разрешении 1280 × 304 пикселей со скоростью 1000 кадр/с. Полученные видеофайлы обрабатывались программами Vegas Pro 13 и Tracker Video Analysis.

На рис. 1 и 2 приведены графики растекания коллоидной системы по поверхности дистиллированной воды в слабокислой среде.

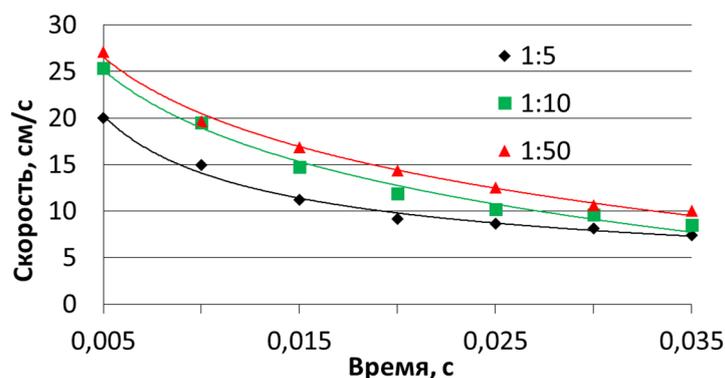


Рис. 1. Скорость растекания производных форм от взаимодействия бутилового ксантогената с ацетатом свинца на поверхности воды в зависимости от времени и мольного отношения  $Pb^{2+}: KX^{-}$ , pH 5

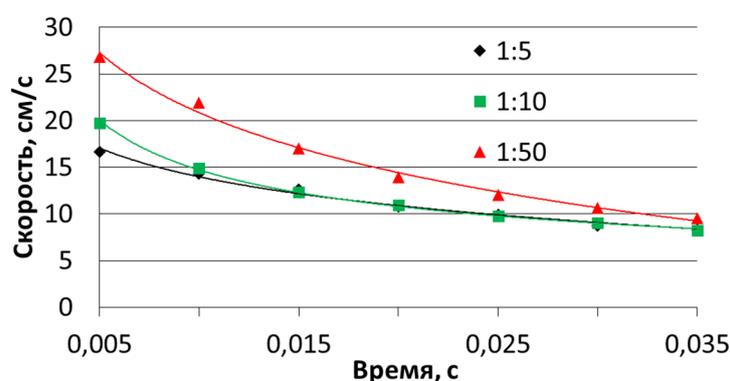


Рис. 2. Скорость растекания производных форм от взаимодействия бутилового ксантогената с ацетатом свинца на поверхности воды в зависимости от времени и мольного отношения  $Pb^{2+}: KX^{-}$ , pH 6

На рис. 3 приведены графики растекания коллоидной системы по поверхности дистиллированной воды в слабощелочной среде.

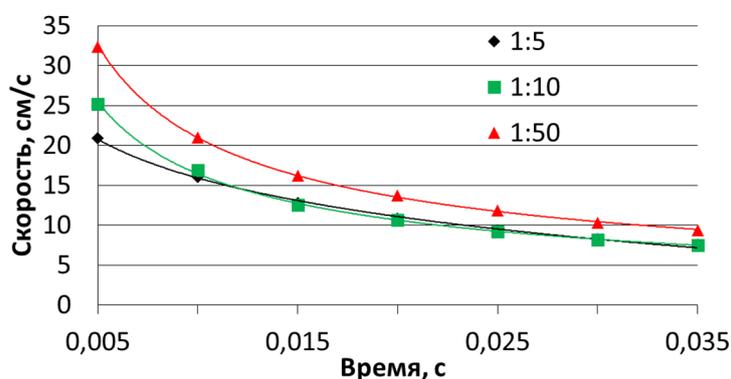


Рис. 3. Скорость растекания производных форм от взаимодействия бутилового ксантогената с ацетатом свинца на поверхности воды в зависимости от времени и мольного отношения  $Pb^{2+}: KX^{-}$ , pH 9

## **Обсуждение результатов**

Установлено, что в слабокислой среде рН 5 - 6 при стехиометрическом равновесии ионов свинца к ксантогенату растекания продуктов их взаимодействия отсутствовало. Максимальная скорость растекания продуктов взаимодействия ацетата свинца и бутилового ксантогената наблюдалось при соотношении 1:50 составила 27 см/с (рис. 2). При  $Pb^{2+}: KX^-$ , равном 1:5, скорость растекания не превышала 17 см/с. В слабощелочной области при рН = 9 получены аналогичные результаты. Уменьшение отношения концентраций катионов свинца к анионам ксантогената до 1:50 увеличило скорость их растекания до 32 см/с (рис. 3). Увеличение концентрации ионов свинца к ксантогенату также, как и в кислой среде, привело к снижению скорости растекания. Экспериментально получены закономерности в слабокислой и слабощелочной средах, наблюдается снижение скорости с увеличением отношения  $Pb^{2+}: KX^-$ . При рН коллоидной системы равной 9 скорость ее растекания больше, чем при рН = 5 и 6, тем самым она может оказывать большее влияние на удаления прослойки жидкости между пузырьком воздуха и минеральной частицей при образовании флотационного контакта.

Полученные результаты позволяют дать объяснение незначительному снижению флотиремости галенита в слабокислой и нейтральной областях рН и росту флотиремости в щелочном диапазоне рН. Образование  $Pb(OH)^+$  в области рН 8÷9 и его взаимодействие с анионами ксантогената приводит к формированию поверхностно-активных форм ксантогенатов, обладающих высокой скоростью растекания по поверхности воды. Указанные формы выделяются на минеральную поверхность. В момент прорыва прослойки, находящиеся на минеральной частице указанные формы десорбируются с минерала и растекаются по поверхности прослойки, удаляют из нее жидкость. Таким образом, сокращается время индукции и снимается кинетическое ограничение образованию флотационного комплекса.

## **Выводы**

Экспериментально показано, что скорость растекания продуктов взаимодействия бутилового ксантогената и ацетата свинца зависит от рН среды и концентрации ионов свинца. Полученные данные о скорости находятся в корреляции с практическими флотационными экспериментами, механизм работы физической формы сорбции можно использовать для объяснения высокой флотиремости галенита в слабощелочной области и низкими показателями флотации в слабокислой области рН.

*Работа выполнена в рамках проекта НИР, номер государственной регистрации 121051900145-1.*

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Кондратьев С. А., Коновалов И. А. Влияние физической формы сорбции собирателя на флотацию пирита в присутствии ионов  $Fe^{2+}$  и  $Fe^{3+}$ / Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2022. -№3. – С. 119-129.

2. Özün S., Ergen G. Determination of Optimum Parameters for Flotation of Galena: Effect of Chain Length and Chain Structure of Xanthates on Flotation Recovery / American Chemical Society. – 2019. – Vol. 4. – P. 1516 – 1524.
3. Ikumapayi F., Makitalo M., Johansson B., Rao K. H. Recycling of process water in sulphide flotation: Effect of calcium and sulphate ions on flotation of galena / Minerals Engineering. – 2012. – Vol. 39. P. 77–88.
4. Niksic D., Lazic P., Kostovic M. Floatability of chalcopyrite from the rudnik deposit / Journal of Mining Science. – 2021. - Vol. 57. No. 3.- P.
5. Finkelstein N.P. The activation of sulphide minerals for flotation: a review / Int. J. Miner. Process. – 1997. – Vol.52. – P. 81-120.
6. Кондратьев С. А., Мошкин Н. П., Коновалов И. А. Оценка собирательной способности легко десорбируемых форм ксантогенатов / Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2015. - № 4. – С. 164 – 173.

© И. А. Коновалов, 2023