



Казахский национальный университет имени аль-Фараби
Новосибирский государственный технический университет
Сибирское отделение Российской Академии наук

ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

МАТЕРИАЛЫ

VIII Международной Российско-Казахстанской
научно-практической конференции

г. Алматы, 28-29 апреля 2022 г.



Казахский национальный университет имени аль-Фараби
Новосибирский государственный технический университет
Сибирское отделение Российской Академии наук

ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

МАТЕРИАЛЫ
VIII Международной Российско-Казахстанской
научно-практической конференции

г. Алматы, 28-29 апреля 2022 г.

Алматы
«Қазақ университеті»
2022

УДК 66
ББК 35
Х-46

Ответственный редактор
Б.С.Бәкірова

Х-46 **Химические технологии функциональных материалов:** материалы VIII Международной Российско-Казахстанской научно-практической конференции. Алматы, 28-29 апреля 2022 г. / отв. ред. Б.С.Бәкірова. – Алматы: Қазақ университеті, 2022. – 315 с.

ISBN 978-601-04-6011-9

В сборнике представлены материалы ежегодной научно-практической конференции «Химические технологии функциональных материалов».

Для широкого круга специалистов, работающих в области химии и химической технологии, химического материаловедения, экологии.

**УДК 66
ББК 35**

ISBN 978-601-04-6011-9

© КазНУ им. аль-Фараби, 2022.

Al Farabi Kazakh National University
Novosibirsk State Technical University
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

CHEMICAL TECHNOLOGIES OF FUNCTIONAL MATERIALS

Proceedings of the VIII International
Russia-Kazakhstan scientific-practical conference

Almaty, April 28-29, 2022

Almaty
“Kazakh University”
2022

UDC 66
LBC 35
X-46

Executive editor
B.S.Bakirova

The book was prepared at the Faculty of chemistry and chemical technology, Novosibirsk state technical University

X-46 **Chemical technologies of functional materials:** Proceedings of the VIII International Russia-Kazakhstan scientific-practical conference / Executive ed. B.S.Bakirova. – Almaty: Kazakh University, 2022. – 313 pp.

ISBN 978-601-04-6011-9

The Proceedings contains materials of scientific-practical conference «Chemical technologies of functional materials».

**UDC 66
LBC 35**

ISBN 978-601-04-6611-9

© Al-Farabi Kazakh National University, 2022

АМИНОКИСЛОТНОЕ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ ХАЛЬКОПИРИТА В ПРИСУТСТВИИ ПЕРЕКИСИ ВОДОРОДА В ЩЕЛОЧНОЙ СРЕДЕ

Нуртазина Н.Д., Ажигулова Р.Н., Уваров Н.Ф.

*Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан
Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, Новосибирск, Россия
e-mail: nurtazina.nn@gmail.com*

Введение

Халькопирит (CuFeS_2) является первичным, очень тугоплавким и наиболее распространенным сульфидным медьсодержащим минералом. Известны исследования по извлечению меди из халькопирита путем выщелачивания минерала в растворах неорганических кислот таких как хлороводородная, серная и азотная кислоты. Однако эти кислоты разрушают оборудование для выщелачивания и вызывают экологические проблемы. В этой связи в последнее время благодаря своей относительно низкой коррозионной активности органические соединения стали широко использоваться в качестве выщелачивающих реагентов для перевода меди из твердой фазы сульфидных минералов в раствор [1-3].

Целью настоящей работы является изучение процесса выщелачивания халькопирита Джезказганского месторождения (Казахстан) растворами аминокислот в щелочной среде в присутствии перекиси водорода. В качестве реагентов растворителей были выбраны три аминокислоты – глицин (Gly), лизин (Lys) и бетаин (Bet) за счет их относительно недорогой стоимости, экологичности и комплексообразующей способности. Предполагается, что глициновое, лизиновое и бетаиновое выщелачивание достигается благодаря комплексообразованию глицинатов, лизинатов и бетаинатов меди (II).

Методика эксперимента

Процесс выщелачивания меди из образцов халькопирита в присутствии аминокислот и перекиси водорода осуществляли в щелочной среде при атмосферном давлении и температурном диапазоне 25÷65 °С с помощью установки с двумя интенсивно встряхиваемыми стеклянными термостатированными реакторами типа «каталитическая утка» вместимостью 150 мл. В каждый реакционный сосуд вносили порошкообразный минерал массой 0.1 г и приливали 50 мл растворяющего реагента. Далее реакторы закрывали и включали лабораторный автотрансформатор для встряхивания реакционных сосудов. Температуру поддерживали с помощью термостата-циркулятора LOIP LT-100. После опыта растворы из реакторов фильтровали для разделения на твердую и жидкую фазы. Анализ концентраций ионов меди в фильтрате после выщелачивания проводился методом атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС, Shimadzu AA-6200 (Япония)). Кроме того, образцы минерала до и после процесса растворения были проанализированы различными физико-химическими методами.

Результаты и обсуждение

Методом энергодисперсионной спектроскопии была подтверждена чистота исходного халькопирита, которая составила 93.77 % (32.47 % Cu, 30.64 % Fe, 26.14 % S). В настоящее время недостаточно исследований по выщелачиванию халькопирита в щелочных растворах глицина и перекиси водорода. Кроме того, отсутствуют данные по выщелачиванию халькопирита с применением щелочных растворов лизина, бетаина в присутствии перекиси водорода. По этой причине изучение выщелачивания халькопирита с использованием данных реагентов представляло определенный интерес. На рис. 1 представлены кинетические кривые выщелачивания халькопирита в щелочных растворах глицина, лизина и бетаина с участием окислителя – перекиси водорода.

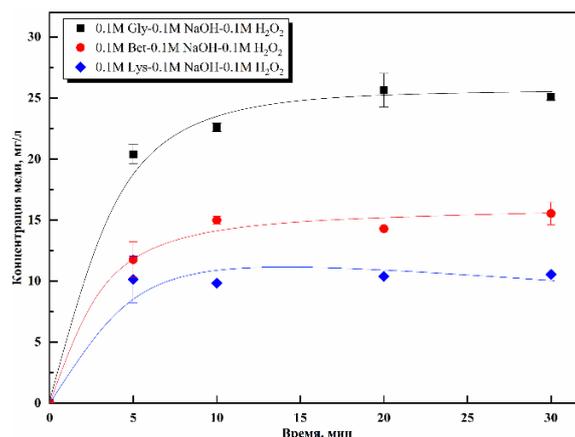


Рис. 1. Зависимость концентрации извлеченных ионов меди от продолжительности опыта

При увеличении продолжительности опыта концентрация извлеченных ионов меди из твердой фазы в раствор увеличивается. Наибольшие значения концентраций составили 25.63 ± 1.37 мг/л, 15.53 ± 0.91 мг/л, 10.54 ± 0.06 мг/л меди в системах «0.1M Gly-0.1M NaOH-0.1M H₂O₂», «0.1M Bet-0.1M NaOH-0.1M H₂O₂», «0.1M Lys-0.1M NaOH-0.1M H₂O₂» соответственно. Необходимо отметить, концентрации железа в растворе были очень низкими, что позволяет говорить об их практическом отсутствии. Учитывая это, процесс растворения халькопирита можно считать селективным в пользу извлечения ионов меди. Сравнивая результаты ААС можно сделать вывод, наиболее действенным реагентом в процессе растворения халькопирита является глицин. После определения эффективности использования щелочных растворов глицина и перекиси водорода было изучено влияние температуры на выщелачивание халькопирита во всех трех системах. Рост температуры от 25 °C до 65 °C положительно влияет на выщелачивание меди из минерала в раствор (рис. 2). Концентрации извлеченной меди в течение 10 минут опыта при температуре 65 °C достигли 53.74 ± 0.02 мг/л, 43.33 ± 0.91 мг/л, 16.60 ± 0.39 мг/л в системах «0.1M Gly-0.1M NaOH-0.1M H₂O₂», «0.1M Bet-0.1M NaOH-0.1M H₂O₂», «0.1M Lys-0.1M NaOH-0.1M H₂O₂» соответственно. Эти результаты повторно подтвердили эффективность использования глицина по сравнению с лизином и бетаином при растворении халькопирита в щелочной среде в присутствии перекиси водорода.

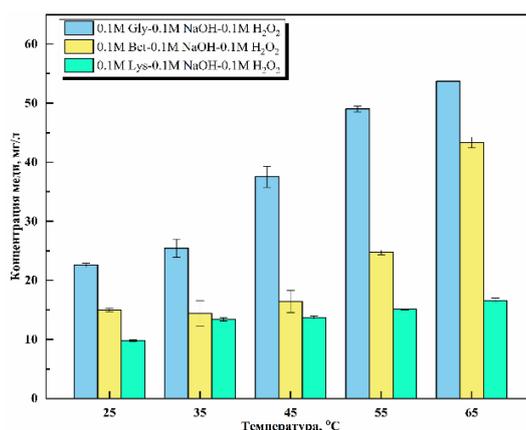


Рис. 2. Зависимость концентрации извлеченных ионов меди от температуры опыта

Заключение

В работе показана эффективность использования глицина и перекиси водорода для выщелачивания меди из минерала – халькопирита в раствор, основанная на окислительной способности гидроксильных

радикалов перекиси водорода и комплексообразующей способности глицинат-анионов в щелочной среде. Согласно результатам исследования можно сделать вывод – использование аминокислот в качестве растворяющих реагентов и перекиси водорода в роли окислителя дает ценное представление о возможности выщелачивания халькопирита в таких системах и становится новым промышленно важным альтернативным направлением будущих исследований в области гидрометаллургии.

Благодарности

Авторы данной статьи выражают особую благодарность: сотруднику лаборатории анализа металлов Центра физико-химических методов исследования и анализа КазНУ им. аль-Фараби Аскару Оразалину за оказанную помощь при проведении атомно-абсорбционного исследования; сотруднику ДГП «Национальная нанотехнологическая лаборатория открытого типа» КазНУ им. аль-Фараби Гульжан Байгариновой за оказанную помощь при анализе минерала методом EDS-SEM; к.х.н., доценту кафедры физической химии Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета) Ольге Проскуриной за оказанную помощь при исследовании минерала рентгенофазовым анализом; сотруднику лаборатории физико-химических методов исследования КазНУ им. аль-Фараби Занзамгуль Саттыгуловой за оказанную помощь при проведении ИК-спектроскопического анализа.

Список литературы

1. Ghomi M.A., Mozammel M., Moghanni H., Shahkar L. Atmospheric leaching of chalcopyrite in the presence of some polar organic reagents: A comparative study and optimization // Hydrometallurgy. – 2019. – No. 189, 105120. DOI: 10.1016/j.hydromet.2019.105120.
2. Нуртазина Н.Д., Сыздыкова Л.И. Кинетика выщелачивания борнита в присутствии глицина // Вестник КазНУ. – 2021. – Т. 143. – № 4. С. 117–126. DOI: <https://doi.org/10.51301/vest.su.2021.i4.15>.
3. Carlesi C., Harris R.C., Abbott A.P., Jenkin G.R.T. Chemical Dissolution of Chalcopyrite Concentrate in Choline Chloride Ethylene Glycol Deep Eutectic Solvent // Minerals. – 2022. – Vol. 12. – No. 1, 65. DOI: 10.3390/min12010065.

СВОЙСТВА МНОГОКОМПОНЕНТНОГО ОКСИДНОГО КАТАЛИЗАТОРА $\text{MoVNbSbCeO}_x/\text{SiO}_2$ В РЕАКЦИИ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО ДЕГИДРИРОВАНИЯ ЭТАНА

Марчук А.С., Зенковец Г.А., Шутилов А.А., Бондарева В.М., Соболев В.И., Цыбуля С.В., Просвирин И.П.

*Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук,
Новосибирск, Россия*

*Новосибирский Государственный Университет, Новосибирск, Россия
alexander.s.marchuk@gmail.com*

Получение этилена окислительным дегидрированием этана в этилен (ОДЭ) является перспективным методом. Это один из наиболее многообещающих способов производства этилена с использованием природного газа, обеспечивающий значительное преимущество в энергоэффективности по сравнению с традиционными процессами парового пиролиза и каталитического крекинга. В настоящее время в литературе наиболее эффективными для ОДЭ считают многокомпонентные MoVNbTeO_x катализаторы, на которых выход этилена достигает 72-74%. Однако вследствие низкой стабильности в реакционной среде из-за летучести теллура, их использование затруднено [1-1].

Многообещающим альтернативным способом является окислительное дегидрирование этана с использованием Sb-содержащих MoVNbSbO_x катализаторов. Катализаторы, содержащие сурьму, показывают более низкую активность в ОДЭ. В тоже время, отсутствие летучести сурьмы и предполагаемая повышенная стабильность обеспечивает перспективу данной системы в связи с энергоэффективностью и экологическими преимуществами.

В данной работе синтезирован многокомпонентный оксидный катализатор $\text{MoVSbNbCeO}_x/\text{SiO}_2$, характеризующийся высокой каталитической активностью в ОДЭ. Катализатор приготовлен распылительной сушкой суспензии водных растворов исходных компонентов с последующей

<i>Ussenov N.K., Smagulova N.T.</i> Catalytic processing of distillate fractions of resin of semi-coking coal of the shubarkul deposit.....	149
<i>Maksotova K.S., Bakirova B.S., Smagulova I.A., Tatykhanova G., Shakhvorostov A., Akbayeva D.N., Kudaibergenov S.E.</i> Study of alcohols oxidation by catalase encapsulated within macroporous polyampholyte cryogel matrix.....	150
<i>Нуртазина Н.Д., Ажигулова Р.Н., Уваров Н.Ф.</i> Аминокислотное выщелачивание халькопирита в присутствии перекиси водорода в щелочной среде.....	153
<i>Марчук А.С., Зенковец Г.А., Шутилов А.А., Бондарева В.М., Соболев В.И., Цыбуля С.В., Просвирич И.П.</i> Свойства многокомпонентного оксидного катализатора $MoVNbSbCeO_x/SiO_2$ в реакции окислительного дегидрирования этана.....	155
<i>Тряхов Д.Е., Политов А.А.</i> Получение 3 D структур нанокрахмала методами хемомеханической обработки.....	157
<i>Тряхов Д.Е., Политов А.А., Масленников Д.В.</i> Получение хрупко-разрушенного крахмала и его использование для синтеза нанокристаллического крахмала.....	158
<i>Kadirova H.B., Abdurikhimov A.A., Salikhanova D.C.</i> Efficient use of secondary resources in the oil industry.....	160
<i>Esmaeili A., Aubakirov Y., Kanapiyeva F.</i> Treating produced water from an oil reservoir for re-injection and enhanced oil recovery.....	164
<i>Tashmukhambetova Zh.Kh., Kalamgali T.O., Aubakirov Y.A., Sassykova L.R., Akhmetova F.Zh., Alpyysbay A.</i> Investigation of the activity of catalysts for thermocatalytic hydrogenation processing of polymer waste.....	171
<i>Esmaeili A., Aubakirov Y., Kanapiyeva F.</i> Proposing new technological solutions for produced water management in an oil field.....	174
<i>Parmanov A., Nurmonov S., Ziyadullaev O., Fayzullaeva M., Tursunov Sh.</i> Synthesis of vinyl esters of some aromatic carboxylic acids.....	179
<i>Zhamantay N., Toshtay K., Aubakirov Y.A.</i> Influence of magnetic field on the processes of structural formation in oil dispersion systems.....	182
<i>Manabayeva A., Kaumenova G.N., Murzin D.Yu., Tungatarova S.A., Zhumabek M., Talasbayeva N.S.</i> Dry reforming of methane on Ni-Al and Ni-Fe-Al catalysts.....	183
<i>Shalmagambetov K.M., Vavasori A., Zhaksylykova G.Zh., Kanapiyeva F.M., Kudaibergenov N.Zh., Bulybayev M.Y., Almatkыzy P.</i> Hydroalcoxycarbonylation of linear olefins in the presence of various alcohols and $PdCl_2(PPh_3)_2-PPh_3-AlCl_3$ system.....	186
<i>Esmaeili A., Aubakirov Y., Kanapiyeva F.</i> Minimum miscibility pressure prediction for an oil reservoir.....	189
<i>Стебницкий И.А., Матейшина Ю.Г.</i> Транспортные свойства твердых электролитов $(1-X)BU_4NBF_4-XBU_3MENBF_4$	193
<i>Брестер А.Е., Швецов Д.А., Павленко А.Н., Жуков В.И.</i> Фликкер шум при взрывном вскипании жидкости в условиях пониженного давления.....	194
<i>Коротаева З.А., Булгаков В.В., Бердникова Л.К., Жданок А.А., Самуэль Д.С.</i> Корундовая керамика на основе вяжущего материала, полученного механохимическим способом.....	196
<i>Толочко Б.П., Жданок А.А., Кузнецов В.А., Коротаева З.А., Бердникова Л.К., Михайленко М.А., Степанова Н.В.</i> Влияние углеродных нанотрубок на свойства литейных образцов меди.....	198
<i>Булина Н. В., Винокурова О. Б., Еремина Н. В., Чайкина М. В.</i> Механохимический синтез и исследование термостабильности гидроксипатита допированного ионами CU	201
<i>Рыбкина А.С., Воробьева А. Е., Головахин В.В., Брестер А.Е., Баннов А.Г.</i> Исследование процесса электрохимического модифицирования многослойных углеродных нанотрубок....	204
<i>Воробьева А.Е., Рыбкина А.С., Головахин В.В., Брестер А.Е., Баннов А.Г.</i> Исследование процесса электрохимической обработки нановолокнистого углерода.....	205
<i>Пономарева В.Г., Багрянцева И.Н., Уваров Н.Ф.</i> Электротранспортные и термические свойства гидросульфата тетрабутиламмония.....	207
<i>Мызь С.А., Политов А.А., Кузнецова С.А., Шахтинейдер Т.П.</i> Морфологический контроль синтеза смешанных кристаллов бегулина с дикарбоновыми кислотами при нагревании.....	208

Научное издание

**ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Материалы VIII Международной Российско-Казахстанской
научно-практической конференции**

г. Алматы, 28-29 апреля 2022 г.

Ответственный редактор *Б.С.Бәкірова*

Дизайн обложки Айша Калиева

ИБ № 15515

Электронное издание. Формат 60 × 84 1/8.

Объем 19,75 п.л. Заказ № 16168.

Издательский дом «Қазақ университеті»
Казахского национального университета им. аль-Фараби
050040, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 71.