

Использование модифицированного реагента в обогащении окисленных медных руд

¹***БУРКИТСЕТЕРКЫЗЫ Гульмаржан**, докторант, gulmarzhan.94@mail.ru,

²**КАТКЕЕВА Гульнара Летаевна**, к.т.н., доцент, ведущий научный сотрудник, katkeeva@mail.ru,

¹**СУЛТАНГАЗИЕВ Руслан Бауржанович**, PhD, и.о. доцента, sulrus83@mail.ru,

²**ГИЗАТУЛЛИНА Дилара Рафаиловна**, младший научный сотрудник, dilurin@mail.ru,

²**ЖУНУСОВ Ануарбек Махсұтжанович**, младший научный сотрудник, anuar.zhunussov@mail.ru,

¹НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

²Химико-металлургический институт имени Ж. Абишева, Казахстан, Караганда, ул. Ермакова, 63,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Проблема переработки окисленных медных руд остро стоит в медной отрасли промышленности Казахстана. Решение проблемы обогащения окисленных руд видится в изменении свойств окисленных минералов в сторону гидрофобизации поверхности, что позволило бы повысить эффективность флотационного метода обогащения. Существующие технологии переработки труднообогатимого сырья являются энергозатратными, требуют высокого расхода реагентов или не позволяют достичь высоких показателей обогащения. В данной работе показаны результаты исследований, направленных на решение проблемы повышения эффективности обогащения окисленных медных руд, используя модифицированный реагент для сульфидизации окисленных медных руд, не требующего принудительного нагрева пульпы и использования отдельного оборудования. Результаты проведенных флотационных исследований указывают на эффективность применения модифицированного реагента в обогащении окисленной медной руды Жезказганского месторождения.

Ключевые слова: переработка медных руд, окисленные медные руды, обогащение, измельчение, мельница, сульфидизация, способ сульфидирования, флотация, извлечение, модифицированный реагент.

Введение

Расширение сырьевой базы медной промышленности Казахстана путем вовлечения в переработку окисленных и смешанных медных руд, которые содержатся в огромных количествах в отвалах и неразрабатываемых новых месторождениях в настоящее время является актуальной задачей [1].

Одним из основных этапов переработки медных руд является обогащение, где традиционно применяют метод флотации. Однако данный метод не эффективен при переработке труднообогатимых медных руд, поэтому необходимо создание новых комбинированных технологий, сочетающих флотацию с химическими, гидрометаллургическими, электрохимическими и другими методами обработки сырья [2-5].

В качестве одного из перспективных направлений в решении данной задачи можно предложить химическое преобразование минералов путем сульфидизации. После сульфидирования окисленные минералы превращаются в сульфидные. Такое изменение поверхностных свойств минералов предусматривает использование реагентов-сульфидизаторов на основе неорганических

сульфидов и элементной серы [6].

Решение задачи снижения энергоемкости процесса является целью повышения эффективности применения методов сульфидизации окисленных медных руд.

В этой связи разрабатываемый нами способ сульфидирования является перспективным. По разработанному методу сульфидирования медных руд, окисленных модифицированным реагентом, есть возможность проводить процесс без нагрева, а также для процесса не требуется отдельное оборудование для сульфидирования.

Экспериментальная часть

Исследования выполнялись на пробе окисленной медной руды Жезказганского месторождения, в которой по данным химического анализа содержание общей меди составляет 1,18%, окисленной меди – 1,06%, оксида кремния – 63,28%, оксида алюминия – 10,08%, железа – 2,43%, оксида кальция – 1,96%, оксида магния – 1,34%, свинца – 0,98%, цинка – 0,93%, серы – 0,07%.

Взаимодействие модифицированного реагента с окисленными минералами меди без принудительного нагревания пульпы предусмотрен в

мельнице и совмещен с измельчением руды (рисунк 1).

Результаты экспериментов по сульфидизации окисленной медной руды Жезказганского месторождения при комнатной температуре, являющиеся обоснованием эффективности использования модифицированного реагента как сульфидизатора, указывают на возможность осуществления данного процесса в аппаратах рудо-подготовки (в мельнице).

В каждом опыте навеску руды (Т) загружали в лабораторную шаровую мельницу МШЛ-1 вместе с водой (Ж). Соотношение масс Т:Ж=1:1. После добавления заданного количества модифицированного реагента, пульпу измельчали в течении определенного времени. После измельчения пульпу выгружали из мельницы, доводили водой до Т:Ж=1:4 и проводили флотацию. Флотация была проведена на флотационной машине 237-ФЛ-А с объемом камеры 0,5 литра. Схема сульфидизации и флотации представлена на рисунке 2.

В качестве собирателя использовали бутиловый ксантогенат калия, в качестве вспенивателя – Т-92. Во всех опытах соблюдали одинаковый режим флотации. После флотации полученные продукты анализировали химическим методом на содержание общей меди. По результатам химического анализа определяли извлечение меди в продукты флотации. Затем определяли общее извлечение меди (α) по формуле

$$\alpha = \frac{\alpha_k}{\alpha_k + \alpha_x}, \quad (1)$$

где α_k – извлечение меди во флотационный концентрат, α_x – извлечение меди в хвосты флотации. Результаты экспериментов представлены в таблице 1.

Для сравнения были проведены аналогичные

эксперименты с использованием в качестве сульфидизатора полисульфида натрия. Их результа-

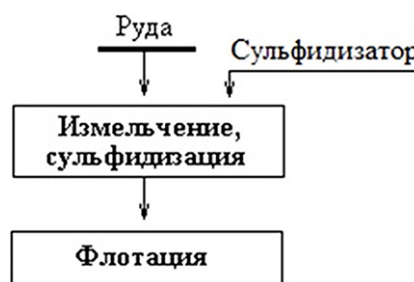


Рисунок 1 – Схема сульфидирования окисленной медной руды в мельнице

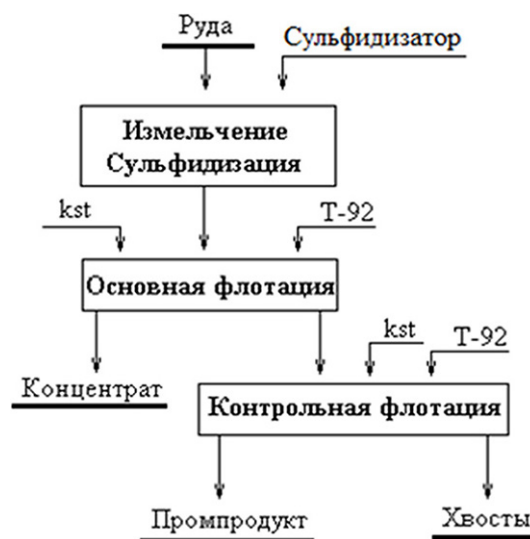


Рисунок 2 – Схема сульфидизации и флотации окисленной медной руды Жезказганского месторождения

Таблица 1 – Показатели флотации руды, просульфидированной модифицированным реагентом (МР) в мельнице

Расход МР, %	Продукт	Выход продукта, %	Содержание меди в продукте, %	Извлечение меди в продукт, %	Общее извлечение меди, %
5	концентрат	7,00	6,14	35,67	36,15
	промпродукт	1,52	1,05	1,32	
	хвосты	91,48	0,83	63,01	
10	концентрат	7,85	7,94	51,34	52,32
	промпродукт	1,99	1,14	1,87	
	хвосты	90,16	0,63	46,79	
15	концентрат	8,5	7,63	53,80	54,74
	промпродукт	2,12	0,97	1,71	
	хвосты	89,38	0,6	44,49	
20	концентрат	9,12	8,03	60,73	61,77
	промпродукт	2,01	1,01	1,68	
	хвосты	88,87	0,51	37,59	

ты приведены в таблице 2.

На рисунке 3 представлена зависимость извлечения меди от выбора сульфидизатора.

По рисунку видно, что модифицированный реагент превосходит полисульфид натрия по общему извлечению меди в концентрат на 7,17%.

Заключение

Сделан вывод, что эффективным решением проблемы обогащения окисленных медных руд является применение методов принудительного сульфидирования. Это позволяет устранить неблагоприятные с точки зрения дальнейшей переработки особенности окисленного медного сырья и повысить эффективность флотационного обогащения данного сырья.

Предложен модифицированный реагент в качестве сульфидизатора окисленных медных руд. Эффективность его применения научно обоснована результатами лабораторных исследований по сульфидизации и флотации окисленной медной руды Жезказганского месторождения.

Получены зависимости степени сульфидирования руды и удельного расхода сульфидизатора

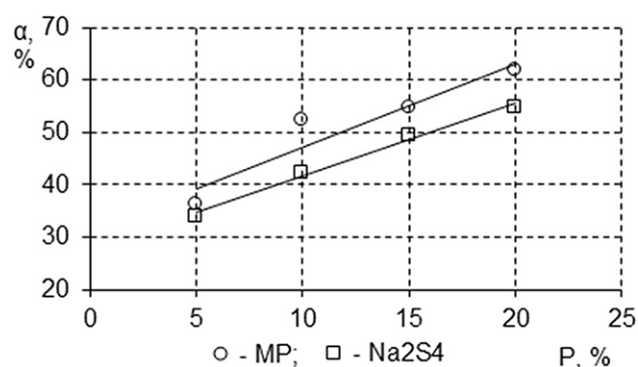


Рисунок 3 – Зависимость общего извлечения меди в концентрат

от общего расхода реагента. Установлено, что модифицированный реагент превосходит полисульфид натрия по извлечению меди в концентрат на 7,17%.

Все экспериментальные работы были выполнены в Химико-металлургическом институте им. Ж. Абишева (г. Караганда, Казахстан).

Таблица 2 – Показатели флотации руды, просульфидированной Na₂S₄ в мельнице

Расход Na ₂ S ₄ , %	Продукт	Выход продукта, %	Содержание меди в продукте, %	Извлечение меди в продукт, %	Общее извлечение меди, α, %
5	концентрат	6,51	6,11	33,15	33,83
	промпродукт	1,98	1,22	2,01	
	хвосты	91,51	0,85	64,83	
10	концентрат	7,43	6,7	41,32	42,33
	промпродукт	2,15	1,34	2,39	
	хвосты	90,42	0,75	56,29	
15	концентрат	7,98	7,12	47,61	49,44
	промпродукт	2,63	1,68	3,70	
	хвосты	89,39	0,65	48,69	
20	концентрат	8,56	7,52	53,42	54,60
	промпродукт	2,22	1,17	2,16	
	хвосты	89,22	0,60	44,42	

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бектурганов Н.С. Технологические и экологические аспекты комплексной переработки труднообогатимого минерального и техногенного сырья Казахстана // Плаксинские чтения – 2014: материалы международного совещания. Алматы, 2014. С. 9-12.
- Бочаров В.А., Манцевич М.И. Состояние и перспективы развития процессов комплексной переработки руд цветных металлов // Сборник научных трудов института «Гинцветмет». – М., 2008. – С. 25-41.
- Бочаров В.А., Игнаткина В.А. Технология обогащения полезных ископаемых. – М.: Руда и металлы, 2007. – Т. 1. – 497 с.
- Абрамов А.А. Флотационные методы обогащения. Т. IV. – М.: Горная книга, 2008. – С. 435.
- Тусупбаев Н.К., Калдыбаева Ж.А., Семушкина Л.В., Нарбекова С.М. Возможность использования композиционных реагентов при флотационном обогащении медной руды Жезказгана // Обогащение руд. – 2017. – № 3. – С. 36-40.
- Оскембеков И.М., Гизатуллина Д.Р. и др. О возможности флотации окисленной медной руды с предварительной сульфидизацией модифицированным сульфидизатором // Плаксинские чтения – 2018: материалы международной научно-практической конференции. – Москва. – 2018. – С. 61-65.

Тотыққан мыс кендерін байытуда модифицирленген реагентті пайдалану

¹***БҰРКИТСЕТЕРҚЫЗЫ Гүлмаржан**, докторант, gulmarzhan.94@mail.ru,

²**КАТКЕЕВА Гульнара Летаевна**, т.ғ.к., доцент, жетекші ғылыми қызметкер, katkeeva@mail.ru,

¹**СУЛТАНГАЗИЕВ Руслан Бауржанович**, PhD, доцент м.а., sulrus83@mail.ru,

²**ГИЗАТУЛЛИНА Дилара Рафаиловна**, кіші ғылыми қызметкер, dilurin@mail.ru,

²**ЖУНУСОВ Ануарбек Махсұтжанович**, кіші ғылыми қызметкер, anuar.zhunussov@mail.ru,

¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

²Ж. Әбішев атындағы химия-металлургия институты, Қазақстан, Қарағанды, Ермеков көшесі, 63,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Тотыққан мыс кендерін қайта өңдеу мәселесі Қазақстанның мыс өнеркәсібіндегі өткір мәселелердің бірі болып табылады. Тотыққан кендерді байыту мәселесінің бір шешімі ретінде тотыққан минералдардың қасиеттерін беттің гидрофобизациясына қарай өзгертуді атауға болады, көрінеді, бұл байытудағы флотация әдісінің тиімділігін арттырады. Қиын байытылатын шикізатты өңдеудің қолданыстағы технологиялары энергияны көп қажет етеді, реагенттерді көп тұтынуды қажет етеді немесе жоғары байыту қарқынына қол жеткізуге мүмкіндік бермейді. Бұл жұмыста тотыққан мыс кендерін сульфидтеуге арналған модификацияланған реагентті қолдану арқылы тотыққан мыс кендерін байыту тиімділігін арттыру мәселелерін шешуге бағытталған зерттеулердің нәтижелері көрсетілген, модификацияланған реагентті пайдалану кезінде пульпаны қыздыруды және жеке жабдықты пайдалануды қажет етпейді. Жүргізілген флотациялық зерттеулердің нәтижелері Жезқазған кен орнының тотыққан мыс кендерін байыту кезінде модификацияланған реагентті қолдану тиімділігін көрсетеді.

Кілт сөздер: мыс кендерін өңдеу, тотыққан мыс кендері, байыту, ұнтақтау, диірмен, сульфидтеу, сульфидтеу әдісі, флотация, алу, модификацияланған реагент.

Using a Modified Reagent in the Enrichment of Oxidized Copper Ores

¹***BURKITSETERKYZY Gulmarzhan**, Doctoral Student, gulmarzhan.94@mail.ru,

²**KATKEEVA Gulnara**, Cand. Of Tech. Sci., Associate Professor, Leading Researcher, katkeeva@mail.ru,

¹**SULTANGAZIEV Ruslan**, PhD, Acting Associate Professor, sulrus83@mail.ru,

²**GIZATULLINA Dilara**, Junior Researcher, dilurin@mail.ru,

²**ZHUNUSOV Anuarbek**, Junior Researcher, anuar.zhunussov@mail.ru,

¹NPISC «Abylqas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

²Zh. Abishev Chemical-Metallurgical Institute, Kazakhstan, Karaganda, Ermekov Street, 63,

*corresponding author.

Abstract. The problem of processing oxidized copper ores is acute in the copper industry of Kazakhstan. The solution to the problem of dressing oxidized ores is seen in changing the properties of oxidized minerals towards hydrophobization of the surface, which would increase the efficiency of the flotation method of dressing. Existing technologies for processing hard-to-enrich raw materials are energy-intensive, require a high consumption of reagents, or do not allow achieving high enrichment rates. This paper shows the results of studies aimed at solving the problem of increasing the efficiency of beneficiation of oxidized copper ores using a modified reagent for sulfidizing oxidized copper ores, which does not require forced heating of the pulp and the use of separate equipment. The results of the conducted flotation studies indicate the effectiveness of using the modified reagent in the beneficiation of oxidized copper ore of the Zhezkazgan deposit.

Keywords: processing of copper ores, oxidized copper ores, beneficiation, grinding, mill, sulfidization, sulfiding method, flotation, recovery, modified reagent.

REFERENCES

1. Bekturganov N.S. Tekhnologicheskie i ekologicheskie aspekty kompleksnoj pererabotki trudnoobogatimogo mineral'nogo i tekhnogennogo syr'ya Kazahstana // Plakinskie chteniya – 2014: materialy mezhdunarodnogo soveshchaniya. Almaty, 2014. Pp. 9-12.
2. Bocharov V.A., Mancevich M.I. Sostoyanie i perspektivy razvitiya processov kompleksnoj pererabotki rud cvetnyh metallov // Sbornik nauchnyh trudov instituta «Gincvetmet». – Moscow, 2008. – Pp. 25-41.
3. Bocharov V.A., Ignatkina V.A. Tekhnologiya obogashcheniya poleznyh iskopaemyh. – Moscow: Ruda i metally, 2007. – T. 1. – 497 p.
4. Abramov A.A. Flotacionnye metody obogashcheniya. T. IV. – Moscow: Gornaya kniga, 2008. – P. 435.
5. Tusupbaev N.K., Kaldybaeva ZH.A., Semushkina L.V., Narbekova S.M. Vozmozhnost' ispol'zovaniya kompozitsionnyh reagentov pri flotacionnom obogashchenii mednoj rudy ZHezkazgana // Obogashchenie rud. – 2017. – No. 3. – Pp. 36-40.
6. Oskembekov I.M., Gizatullina D.R., i dr. O vozmozhnosti flotacii okislennoj mednoj rudy s predvaritel'noj sul'fidizaciej modifitsirovannym sul'fidizatorom // Plakinskie chteniya – 2018: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Moscow. –2018. – Pp. 61-65.