



УДК 669.054.6

© Саидахмедов А.А., Юлдошев С.М., Зуваева М.С.

К ВОПРОСУ О ДЕПРЕССИИ УГЛЕРОДА ПРИ ФЛОТАЦИИ УГЛИСТЫХ ЗОЛОТО- СОДЕРЖАЩИХ РУД

Саидахмедов А.А.- доцент кафедры «Металлургия» Навоийского государственного горно-технологического университета, **Юлдошев С.М.**- ассистент кафедры «Металлургия» Навоийского государственного горно-технологического университета **Зуваева М.С.**- магистрант направления Metallurgy Навоийского государственного горно-технологического университета

Аннотация. Ushbu tadqiqotning maqsadi P-2 reagentidan foydalangan holda flotatsiya jarayonida uglerodli moddalarning depressiyasining fundamental imkoniyatlarini aniqlash va siyanidlash paytida flotatsiya kontsentratsiyasini sorbsiya faolligini kamaytirishdir. Ushbu maqola sulfidli flotatsiya jarayonida uglerodli moddalarni depressant reagentini o'rganish natijalarini taqdim etadi. Oltin qazib olishni saqlab qolgan holda flotatsion kontsentratsiya tarkibidagi organik uglerod miqdorini kamaytirish imkoniyati ko'rsatilgan. Tabiiy uglerodning sorbsion faolligini pasaytirish hisobiga siyanidlanish jarayonida oltinning olinishini oshirish imkoniyati ham ko'rsatilgan.

Kalit so'zlar: depressant, tabiiy uglerodli moddalar, jins hosil qiluvchi minerallar, oltin, qazib olish.

Аннотация. Целью данного исследования является определение принципиальной возможности депрессии углистого вещества в процессе флотации с использованием реагента P-2 и снижение сорбционной активности флотоконцентрата при цианировании. В данной работе представлены результаты исследования реагента депрессора углистого вещества в процессе сульфидной флотации. Показана возможность снижения содержания органического углерода в концентрате флотации с сохранением извлечения по золоту. Также показана возможность повышения извлечения золота в процессе цианирования за счет снижения сорбционной активности природного углерода.

Ключевые слова: депрессор, природное углеродистое вещество, породообразующие минералы, золото, извлечение.

Annotation. The purpose of this study is to determine the fundamental possibility of carbonaceous matter depression during flotation using the P-2 reagent and to reduce the sorption activity of the flotation concentrate during cyanidation. This paper presents the results of a study of the carbonaceous matter depressant reagent in the process of sulfide flotation. The possibility of reducing the content of organic carbon in the flotation concentrate while maintaining the extraction of gold is shown. The possibility of increasing the extraction of gold in the process of

cyanidation by reducing the sorption activity of natural carbon is also shown.

Key words: depressant, natural carbonaceous matter, rock-forming minerals, gold, extraction.

Введение. В связи с обработкой запасов легкообогатимых руд доля упорных золотосодержащих руд в общем балансе сырья с каждым годом неизменно возрастает, особенно актуальной эта проблема стала в последние два десятилетия. В.В. Лодейщиков [1] классифицирует упорные руды на три технологических типа: руды с тонковкрапленным золотом и серебром (физическая депрессия в цианистом процессе); руды, цианирование которых сопровождается химической депрессией золота минеральными компонентами примесями, проявляющими восстановительные или цианидные свойства; руды, характеризующиеся повышенной сорбционной активностью по отношению к растворенным в цианиде благородным металлам. Особое место среди так называемых «упорных» руд занимают углистые золотосодержащие руды. Нередко наличие в рудах углистых веществ не только затрудняет процесс цианирования, но и делает его нерентабельным вследствие низкого извлечения золота [1]. С целью снижения содержания природного углерода в руде его пытаются выделить флотацией с применением керосина, но, как показывает практика [2], концентраты угольной флотации получают достаточно богатыми по содержанию золота и требуют переработки в отдельном цикле, что существенно усложняет технологию переработки руды в целом. Также керосин применяют в процессе цианирования для пассивирования углистого вещества, но это негативно сказывается на сорбционных



свойствах активного угля, добавляемого в цианирование. Примером служит руда на Стэвел Гоулд Майн (Австралия) [1].

С целью пассивирования активного углерода в пульпу перед началом цианирования добавляли керосин (200 г/т), что снижало эффективность цикла угольной сорбции. Это обстоятельство заставило прекращать добавление керосина через каждые 2–4 недели для восстановления сорбционных свойств активного угля.

Существует метод снижения природного углеродистого вещества во флотоконцентрате, при котором золото стараются извлекать в концентрат, оставляя уголь в хвостах обогащения [1]. Для этого применяют реагенты – депрессоры углеродистого вещества, например, крахмал, однако эффективность крахмала недостаточно высока, и к тому же он является дорогостоящим пищевым продуктом, что ограничивает его применение [2].

В последние два десятилетия активно разрабатываются крупнообъемные близповерх-ностные месторождения золота с его относительно низким содержанием (0,5–2,0 г/т). Такие месторождения часто соседствуют с карбонатно-глинистыми породами, обогащенными кремнеземом и органическим веществом. Этот тип характерен для крупных месторождений, таких как Goldstrike и Gold Quarry в США, Нежданское, Наталкинское, Советское, Олимпиадинское и Сухой Лог в России и Ауминзо-Амантай в Узбекистане. При цианировании золотых руд, содержащих углеродистое вещество, вследствие его высокой сорбционной активности или так называемого эффекта Pregrobbing, наблюдается преждевременное осаждение растворенного золота, что приводит к его существенным потерям с хвостами [2].

Известно, что сорбционноактивные вещества могут как физически сорбировать золотоцианистый комплекс, так и образовывать прочные металлоорганические соединения [2]. Нередко наличие в рудах углеродистых веществ не только затрудняет процесс цианирования, но и делает его нерентабельным вследствие низкого извлечения ценного компонента. Для снижения сорбционной активности углеродистого вещества, входящего в состав руды, применяют различные методы и технологические приемы, которые включают флотацию, гидрохимическое окисление

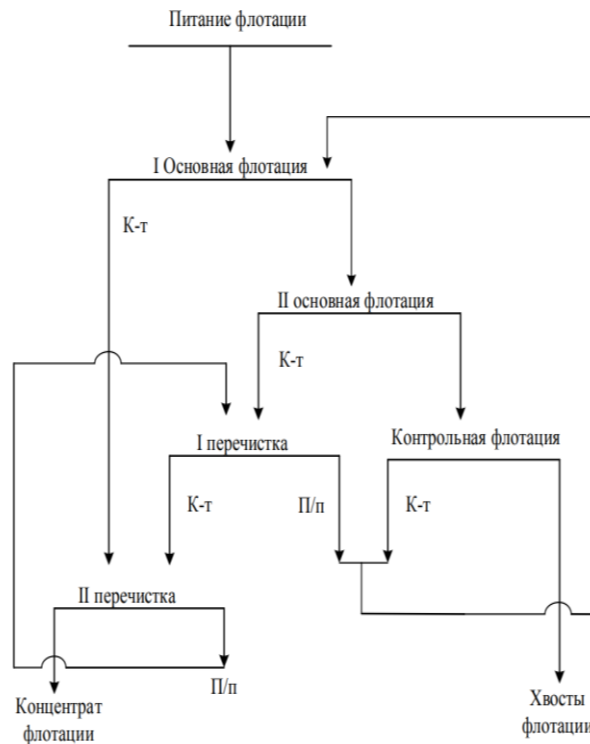
хлором, автоклавное окисление, окислительный обжиг.

Одним из перспективных методов переработки углеродистых золотосодержащих руд является флотация с применением органических реагентов – депрессоров углеродистого вещества. Данный метод позволяет выделить золото и золотосодержащие сульфиды в концентрат флотации, оставляя уголь в хвостах обогащения. При флотации углеродистой золотосодержащей руды используется реагент депрессор – подавитель углерода – P-2, представляющего собой смесь сополимеров полиметиленафталинсульфоната натрия, оптимизированного молекулярномассового распределения, полученного в результате органического синтеза и модификатора, обеспечивающего улучшение эксплуатационных свойств.

По результатам исследований установлено, что добавление P-2 в основную флотацию способствует снижению содержания органического углерода во флотоконцентрате с 3,52 до 0,97% при повышении качества концентрата по содержанию золота с 38,4 до 55,4 г/т и увеличению извлечения металла с 73,62 до 82,99% [1]. В продолжение данной работы проведены исследования на ряде руд подобного типа с использованием реагента P-2.

Подготовка руды к исследованиям проводилась на центробежном аппарате Knelson с выведением гравитационного концентрата. Для исследования флотационного обогащения использовались механические флотомашинки. В ходе лабораторных исследований были установлены оптимальные условия флотации: реагентный режим, плотность питания, продолжительность флотации, очередность подачи и продолжительность агитации с реагентами.

Флотационные исследования пробы руды № 1. Проба руды состоит преимущественно из оксида кремния – 79,5%. Главным рудным компонентом является железо. Его доля находится на уровне 2,72%, из них в оксидной форме – 1,86%, на долю сульфидного железа приходится 0,86%. Массовая доля серы (0,67%) почти полностью находится в сульфидной форме.



I-я перечистка флотация			1,5	10
II-я перечистка флотация			1	

Рудная минерализация представлена преимущественно пиритом и образует главным образом гнездовую или линзовидную вкрапленность. Углеродистое вещество представлено керогеном, количество углерода в органической форме составляет 0,80%, а массовая доля карбонатного углерода составляет 0,89%. Основным полезным компонентом пробы руды является золото, содержание которого составляет 1,91 г/т. На основании опытов в открытом цикле были проведены эксперименты с имитацией непрерывного процесса, по схеме, представленной на рис. 1. Результаты опытов приведены в табл. 2.

Рис. 1. Схема проведения флотационного обогащения в замкнутом цикле

Таблица 1

Реагентный режим флотационного обогащения

Операция	Расход реагента на 1 т, г			Продолжительность флотации, мин	Массовая доля твердого, %
	P-2	БКК	ПМ-2		
Крупность питания флотации 85–90% класса минус 0,071 мм (класс минус 0,1 мм)					
I-я основная флотация	240	100	75	3	23
II-я основная флотация		55	12	5	
Контрольная флотация		25	12	9	

Таблица 2
Баланс металла по конечным продуктам флотации в условиях замкнутого цикла

Наименование продуктов	Выход, %	Золото		Органический углерод	
		Содержание, г/т	Извлечение, %	Содержание, %	Извлечение, %
Концентрат флотации	1,52	30,5	82,46	4,22	8,74
Хвосты флотации	98,48	0,1	17,54	0,68	91,26
Исходное питание	100,0	0,56	100,0	0,73	100,0
С реагентом-депрессором P-2 (опыт 2)					
Концентрат флотации	0,67	71,4	81,41	1,27	0,91
Хвосты флотации	99,9	0,11	18,59	0,93	99,09
Исходное питание	100	0,58	100,0	0,94	100,0

По данным табл. 2 видно, что реагент P-2 показал положительные результаты по



снижению содержания (с 4,22 до 1,27%) и извлечения (с 8,74 до 0,91%) углеродистого вещества в концентрат флотации и способствовал повышению качества флотоконцентрата по содержанию золота (с 30,5 до 71,4 г/т), уменьшению выхода концентрата (с 1,52 до 0,67%) при незначительном снижении уровня извлечения.

Литература

[1]. А.И. Сосипаторов и др. Перспектива использования реагента-депрессора

отечественного производства при флотации углистых золотосодержащих руд // *Металлургия и материаловедение г. Иркутск – 2018г.*

[2]. А.А.Саидахмедов, Б.Р. Вохидов. Способы селективной флотации углистых золотосодержащих сульфидных руд // *“Горно металлургических комплекс: достижения, проблемы и современные тенденции развития” номли халқаро илмий амалий анжумани, НДКИ Узбекистон Навоий шаҳри.2015йил 19-21 ноябр 96б*