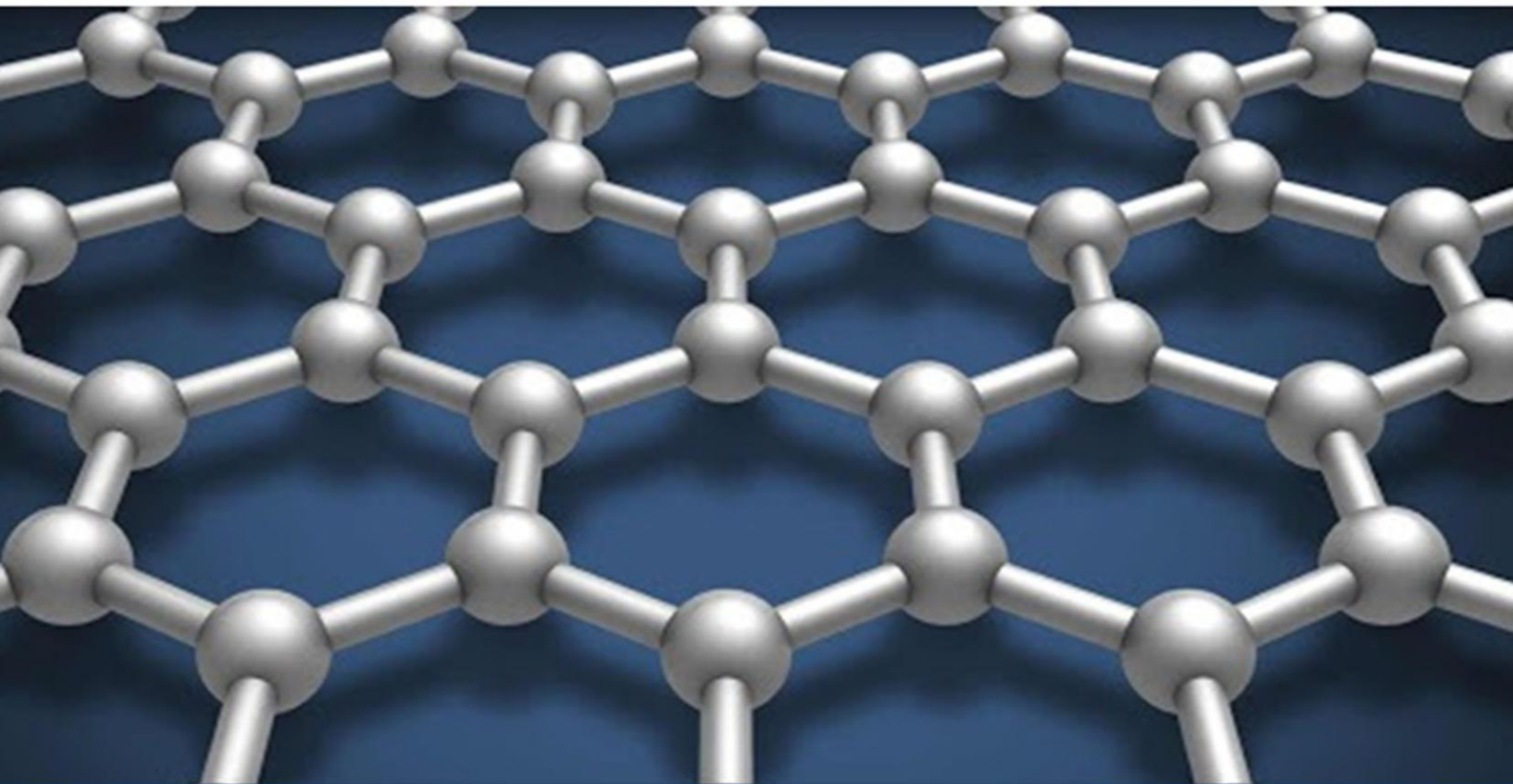


ISSN 2091-5527
№ 3/2025

Ўзбекистон

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

УДК 669.2

ВОВЛЕЧЕНИЕ В ПИРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКУЮ ПЕРЕРАБОТКУ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ УПОРНЫХ РУД И ОТХОДОВ ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК АО «АЛМАЛЫКСКИЙ ГМК»¹Якубов М.М., ²Суннатов Ж.Б., ²Максудходжаева М.С., ¹Валиев Х.Р.¹Филиал НИТУ МИСИС г. Алмалык, ²АФ ТашГТУ им. И.Каримова г. Алмалык

Аннотация. В производство в большом объеме поступают бедные упорные медно-порфирированные вкрапленные, глинистые руды, приводящие к ошламлению при флотации и снижению извлечения металлов при обогащении. Инновационным направлением увеличения выхода меди и золота из упорных руд является переработка его пирометаллургическим способом, результаты исследования которого приведены в данной статье.

Ключевые слова: медь, шлак, конвертерный шлак, обеднение, магнетит, клинкер, концентрат.

Введение. На мировом рынке наблюдается стремительный рост цен на золото, этот ценовой всплеск стал катализатором значительного увеличения объемов производства золота как за рубежом, так и в Узбекистане, как из минерального сырья, так и из золотосодержащих техногенных образований. У нас в стране производство золота осуществляется гидрометаллургическим способом на АО «Навоийский ГМК» и в качестве попутного элемента при пирометаллургическом производстве меди на АО «Алмалыкский ГМК» [1-3].

Из-за резкого увеличения цены золото на мировом рынке, производство также увеличилось, в то же время прослеживается тенденция к снижению содержания золото в природных рудах, а основная масса поступающего сырья характеризуется упорностью, вкрапленностью и сложностью переработки [4-6].

При переработке упорных руд гидрометаллургическим способом показатель извлечения низкий не только из-за потерь микронных золотин в процессе обогащения, но и из-за вкрапленности минерального сырья в связи с чем часть золото остается в нем и для до извлечения золото из них в последнее время применяется длительный процесс метод кучного выщелачивания [4].

Инновационное направление при производстве золото из особо упорных вкрапленных, углистых, мышьяковистых руд является пирометаллургический способ их переработки, где при расплавлении шихты исчезает вкрапленность, сгорают углистые минералы, возгоняются летучие элементы.

В работе [7-8] предложена технология плавки золотосодержащих сульфидных концентратов с извлечением золота в штейн и последующим конвертированием для перевода золота в черновую медь на медеплавильных заводах. При переработке упорного сырья достигается высокое извлечение благородных металлов в штейн, которое зависит от состава

шлака и условий его отстаивания. Наименьшие потери золота (менее 1 г/т) наблюдаются при шлаке с составом: 48% SiO₂, 20% FeO и CaO.

Авторами представлены результаты технологии исследовали высокотемпературную плавку (1600–1700 °С) с добавлением известняка, обеспечивающую извлечение 97,8 % золота и 80,2 % серебра в железистый штейн [9-10].

В работе при 800–900 °С отгоняется до 98,5 % мышьяка, золото и серебро остаются в огарке. Электроплавка с известняком обеспечивает извлечение 98 % золота и 95,4 % серебра. Выход штейна составляет 8,3 %. Несмотря на высокую эффективность, технология требует доработки схемы переработки на месте и пока не внедрена промышленно [11].

Статья посвящена исследованию жидкофазного восстановления золотосодержащих огарков при температурах 1350–1450 °С и различном содержании кокса. Определены оптимальные параметры восстановления с получением металлизированной фазы, обогащенной золотом и серебром. Разработанный метод позволяет извлекать более 95 % благородных металлов, исключая стадии обогащения и цианирования, и может быть интегрирован в пирометаллургические схемы переработки упорных руд [12].

В работе проведенные испытания показали целесообразность плавки в восстановительно-сульфидирующих условиях, в области высоких температур процесса и необходимого восстановительно-сульфидирующего потенциала газовой фазы в электропечи в условиях пирометаллургического процесса плавки упорных коренных руд золота, обеспечивает извлечение 98,5 % золота и 95,9 % серебра. [13,14].

Объект и методика исследования. Для оценки степени восстановления шихты в зависимости от температуры анализировалось изменение выхода основного компонента

металлизированной фазы.

Таблица 1

Составы шихты, вес и выходы продуктов плавки

№ опыта	№ тигля	Состав шихты	Вес шихты		T, °C	Вес и выходы продуктов плавки от веса шихты					
			г	%		металл. фаза		шлак		возгоны	
						г	%	г	%	г	%
1	1	Оксидная руда, отходы МОФ	50	45,5	1350	9,8	9,1	80,11	72,82	10,09	9,17
		Шлак	50	45,5							
		Кокс	10	9							
			110	100							
2	1	Оксидная руда, отходы МОФ	50	45,5	1400	11,79	10,7	76,28	69,34	11,93	10,84
		Шлак	50	45,5							
		Кокс	10	9							
			110	100							
3	1	Оксидная руда, отходы МОФ	50	45,5	1450	12,98	11,8	72,61	66	14,41	13,1
		Шлак	50	45,5							
		Кокс	10	9							
			110	100							

На рисунках 1 и 2 представлены результаты экспериментальных данных зависимости степени восстановления от температуры в виде ее влияния на выход металлизированной фазы (рис. 1) и содержания железа металлизированной фазе (рис. 2).

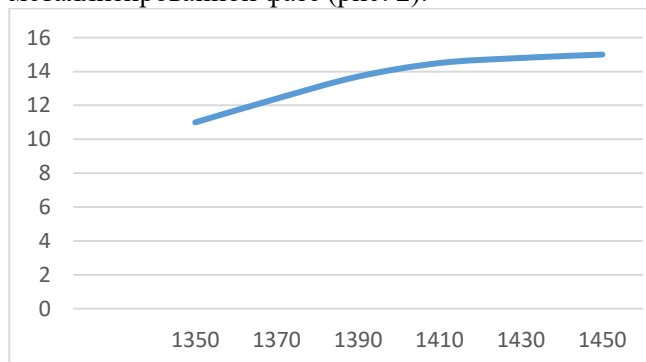


Рис. 1. Влияние температуры на содержание железа в сплаве

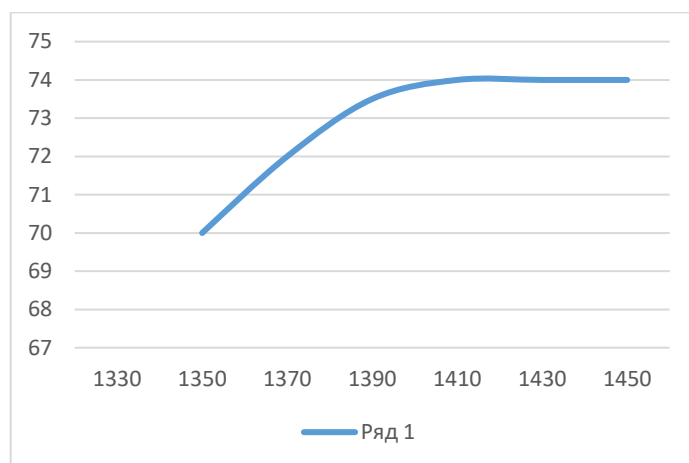


Рис. 2. Влияние температуры на степень восстановления железа

Таблица 2

Распределение золота и серебра по продуктам опытных восстановительных плавки

№ оп.	Материал	Вес, г	Au		Ag		
			г/г	распр., %	г/г	распр., %	
1	ЗАГРУЖЕНО						
	Оксидная руда, отходы МОФ	50	2,18	-	10,28	-	
	Шлак	50	-	-	-	-	
	Кокс	10	-	-	-	-	
	Всего	110					
	ПОЛУЧЕНО						
	Металл. фаза	13,39	8,1	99,44	35,22	91,63	
	Шлак	77,03	0,1	0,56	0,35	9,37	
	Газы	19,58	-				
	Всего	110		100		100	

В таблице 2 приведено распределение золота и серебра по продуктам восстановительных плавки, рассчитанное по

формуле: $Me_{\text{шихты}} - Me_{\text{шлака}} = Me_{\text{сплава}}$. Согласно полученным данным, степень извлечения в металлизированную фазу

Негматов С.С., Исмаилов Р.И., Раупова Д.Н., Рахимов Х.Ю., Мусабеков Д.Х. Исследование процесса обессоливание нефтеемульсии в зависимости от вида и содержания деэмульгаторов	53
Неъматова С.Т., Каттаев Н.Т., Колядин В.Г., Акбаров Х.И. Получение оксида ванадия (V) на основе промышленных отходов	56
Якубов М.М., Суннатов Ж.Б., Максудходжаева М.С., Валиев Х.Р. Вовлечение в пирометаллургическую переработку золотосодержащих упорных руд и отходов обогатительных фабрик АО «Алмалыкский ГМК»	60
Эминов Аф.А., Эминов А.М., Кадырова З.Р. Обжиг тонкокерамических изделий: режимы и сущность процессов образования структуры	62
Турсунов А.С., Турдалиев У.М., Оразимбетова Г.Ж. Обогащения глауконитовых руд по методу простого отмучивания	68
Каршиев М., Файзиев М.М. Определение адгезионных свойств лабораторных образцов полученным газопламенным напылением с последующим оплавлением	70
Ochilov M., Mamatkulov N.N., Abdushukurov A.K. Fenil-4-metoksifenoksipropionat sintez usuli va uning texnologik sxemasini ishlab chiqish	73

4. Прикладные, экономические и экологические аспекты применения композиционных материалов

Абед Н.С., Негматов С.С., Нормуродов А.А., Туляганова В.С., Джабборов Б.Т., Бозорбоев Ш.А. Исследование электрофизических свойств разрабатываемых композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе	76
Фузаилова К.Р. Исследование свойств композиционных материалов, использующихся в раскладках головного убора	79
Во'rixonov B.X., Rajabova G.R., Berdimurodov E.T., Panjiyev A.X. Uchlamchi aminlar asosida sintez qilingan to'rtlamchi ammoniy tuzlarini kvant-kimyoviy hisoblashlarni amalga oshirish	81
Махкамов В.Г'. Mahalliy xomashyodan sintez qilingan pan/vermikulit kompozitining Cu(II), Ni(II) ionlari bilan sorbsiyasi	86
Тошпулатова Г.Р., Хушвактова У.А., Абдурахимов К.Г., Дехканбаева С.А., Камолов Т.О. Исследование механизма окисления молибдена азотной кислотой	89
Xudoynazarov F.S. Piroliz qurumining termodinamik xossalari	93
Lutfullayev S.Sh., Sayfullayev T.X., Xayitov J.K. Qayta ishlangan polietilen asosidagi kompozitlarning mexanik xossaloriga somon tolalaring miqdori va o'lchami ta'siri	96
Негматов С.С., Мусабеков Д.Х., Исмаилов Р.И., Раупова Д.Н., Рахимов Х.Ю. Проведение опытно-производственные испытания разработанных композиционных химических деэмульгаторов для обезвоживания и обессоливания нефти в условиях ООО «Ферганский НПЗ»	99
Абдувалиева К.Х. Экологические аспекты интенсификации процесса извлечения платиноидов из техногенного сырья	102
Сайназаров А.М., Маткаримов С.Т., Мухаметджанова Ш.А., Носирходжаев С.К. Микроструктурное и фазовое исследование шлака донной корки кислородно-взвешенной плавки меди на стадии шлакоотвода	103

5. Методы исследования, приборов и оборудования композиционных материалов

Qarshiyev H.K., Xasanov A.S., Murashkeyevich S.M., Mirzanova Z.A. Eritmadan kobaltni oksidlab-cho'ktirishning zamonaviy holati va oksidlab cho'ktirishga ta'sir etuvchi omillarni tadqiq qilish.....	107
Во'rixonov B.X., Ahmadova R.S., Tojimuhamedov H.S., Panjiyev A.X. Etilenxlorgidrin asosida to'rtlamchi ammoniy tuzlari sintezi va ularni xitozan bilan modifikatsiyasi	113
Сидрасулиева Г.Б., Каттаев Н.Т., Акбаров Х.И. Синтез, идентификация и морфология поверхности нанокompозита O-g-C ₃ N ₄ /ZnO	116
Мнажов А.Н., Абылова А.Ж. Қорақалпоғистон республикаси устурт текислиги гипс минералларининг кимёвий, физик-кимёвий таҳлил натижалари	120