

МАТЕРИАЛЫ XXVII МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

МАТЕРИАЛЫ

XXVII МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

*Научные основы и практика переработки
руд и техногенного сырья*

07-08 апреля 2022 г.

Екатеринбург – 2022



Министерство науки и высшего образования РФ
Уральский государственный горный университет

Горно-металлургическая секция
Российской академии естественных наук

ООО «Таилс КО»

XX УРАЛЬСКАЯ ГОРНОПРОМЫШЛЕННАЯ ДЕКАДА

**МАТЕРИАЛЫ
XXVII Международной научно-технической
конференции**

**«Научные основы и практика переработки
руд и техногенного сырья»
07-08 апреля 2022 г.**

Екатеринбург – 2022

УДК 622.7
ББК 33.4
Н 34

Н34

Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья: материалы XXVII Международной научно-технической конференции, 07-08 апреля 2022 г., проводимой в рамках XX Уральской горнопромышленной декады 04-13 апреля 2022 г., Екатеринбург: Издательство ИП Русских А.В., 2022. – 277 с.

В сборнике материалов конференции рассмотрен широкий круг вопросов, связанных с теорией и практикой переработки руд и техногенного сырья, в том числе освещены вопросы опробования, рудоподготовки, технологической минералогии, гравитационных, магнитных, электрических, флотационных и химических методов обогащения минерального сырья.

Материалы могут представлять интерес для специалистов предприятий горнодобывающей и металлургической промышленности и быть полезными для студентов и аспирантов.

ISBN 978-5-6045512-5-7

© ООО «Таилс КО», 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ФОРМА И ТИПИЧНЫЕ ОШИБКИ ТОВАРНЫХ БАЛАНСОВ ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК Козин В.З., Комлев А.С.	3
ОСОБЕННОСТИ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ТУРБУЛИЗАЦИИ ПРИСТЕНОЧНОГО СЛОЯ В ЦЕНТРОБЕЖНОМ СЕПАРАТОРЕ Морозов Ю.П., Бекчурин Е.А., Пеньков П.М.	8
ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ФЛОТАЦИОННЫХ РЕАГЕНТОВ ДЛЯ ФЛОТАЦИИ ОЛОВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИЗМЕРЕНИЯ ДЗЕТА-ПОТЕНЦИАЛА Газалеева Г.И., Назаренко Л.Н., Дмитриева Е.Г.	12
ПРОИЗВОДСТВО ГРАНУЛИРОВАННОГО КОМПОЗИТНОГО ТОПЛИВА ИЗ НИЗКОКАЧЕСТВЕННЫХ УГЛЕЙ Пестряк И.В., Ганбат Самдан, Морозов В.В.	18
ИССЛЕДОВАНИЕ АДСОРБЦИИ ДИТИОКАРБАМАТА С ЦИКЛИЧЕСКИМ СТРОЕНИЕМ УГЛЕВОДОРОДНОГО РАДИКАЛА НА ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕМ АРСЕНОПИРИТЕ В УСЛОВИЯХ ФЛОТАЦИИ Матвеева Т.Н., Громова Н.К., Минаев В.А.	23
ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ВИНТОВОЙ СЕПАРАЦИИ ДЛЯ СТАДИАЛЬНОГО ВЫДЕЛЕНИЯ ТИТАНОМАГNETИТОВОГО КОНЦЕНТРАТА Пелевин А.Е.	27
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ПРОЦЕССОВ ФЛОТАЦИИ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВЫХ РУД Ганбат Самдан, Морозов В.В.	30
ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ СЖИГАНИЯ УГЛЕЙ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ Лавриненко А.А., Кунилова И.В., Крылов И.О., Лусинян О.Г., Шимкунас Я.М.	35
ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЗОЛЫ УГОЛЬНЫХ СТАНЦИЙ Чурсова М.С., Вальцева А.И.	39
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ХВОСТОХРАНИЛИЩ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ МИНИМИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ Тадевоян А.В., Багдасарян Т.С., Восканян П.С.	41
РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОДЕРЖАНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ПРОЦЕССАХ ПЕННОЙ СЕПАРАЦИИ Пестряк И.В., Лезова С.П., Морозов В.В.	45

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ОБОРУДОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО ВЫСОКОЧАСТОТНОГО СПОСОБА ОТБОРА И ПОДГОТОВКИ ПРОБ НА ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИКАХ Козин В.З., Комлев А.С., Ступакова Е.В.	50
СОПОСТАВЛЕНИЕ ПОЛНОЙ И СОКРАЩЕННОЙ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ ФОРМУЛЫ РАСЧЕТА СЛУЧАЙНЫХ ПОГРЕШНОСТЕЙ ПОДГОТОВКИ ПРОБ Ступакова Е.В.	57
ГЕОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА В ПРОИЗВОДСТВЕ ГЛИНОЗЕМА Головных Н.В., Жуков Е.И., Кирюшин Е.В., Шепелев И.И.	60
РАСЧЕТЫ ПРОЦЕССОВ КАРБОНИЗАЦИИ ОБОРОТНЫХ РАСТВОРОВ И ВОД ГЛИНОЗЕМНОГО ПРОИЗВОДСТВА Головных Н.В., Бычинский В.А., Жуков Е.И., Кирюшин Е.В., Шепелев И.И.	65
БИОВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ НИКЕЛЬ-МЕДНОЙ СУЛЬФИДНОЙ РУДЫ ХЕМОЛИТОТРОФНЫМИ МИКРООРГАНИЗМАМИ Фомченко Н.В., Панюшкина А.Е., Меламуд В.С., Муравьев М.И.	70
БИОВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ СМЕСИ НИКЕЛЬ-МЕДНОЙ РУДЫ С МЕДНО-НИКЕЛЕВЫМ ШЛАКОМ И МЕДНО-ЦИНКОВОГО КОНЦЕНТРАТА С МЕДНО-ЦИНКОВЫМ ШЛАКОМ Булаев А.Г., Фомченко Н.В., Муравьев М.И., Панюшкина А.Е., Меламуд В.С.	75
ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ИЛЬМЕНИТА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ НАНОСЕКУНДНЫХ ИМПУЛЬСОВ И ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО БАРЬЕРНОГО РАЗРЯДА Бунин И.Ж., Анашкина Н.Е.	80
ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОФОБНЫХ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ СУЛЬФИДНЫХ МИНЕРАЛОВ В ПРИСУТСТВИИ РЕАГЕНТА ДИТИОПИРИЛМЕТАНА Каркешкина А.Ю.	85
РЕЗУЛЬТАТ ИССЛЕДОВАНИЯ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АШАЛЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕНТГЕНРАДИОМЕТРИЧЕСКОГО И ЭЛЕКТРОИНДУКЦИОННОГО МЕТОДА Афанасьев А.И., Потапов В.Я., Морозов Ю.П., Потапов В.В., Стожков Д.С., Садовников М.Е.	88
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФЛОТОРЕАГЕНТОВ С КООРДИНИРУЮЩИМ МЕТАЛЛОМ И ПРОИЗВОДНЫЕ С СЕЛЕНОВОЙ И ТЕЛЛУРНОЙ СВЯЗЯМИ Соложенкин П.М.	94
К МЕХАНИЗМУ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БУТИЛОВОГО КСАНТОГЕНАТА С ИОНАМИ МЕДИ И ЖЕЛЕЗА МЕТОДОМ МОЛЯРНЫХ ОТНОШЕНИЙ Ергешева Н.Д., Игнаткина В.А., Ергешев А.Р.	100

ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОГО КОНЦЕНТРАТА ВОЛКОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ TiO_2 В КАЧЕСТВЕ УТЯЖЕЛИТЕЛЯ В ТЯЖЕЛОСРЕДНОЙ СЕПАРАЦИИ УГЛЯ Бузунова Т.А., Шигаева В.Н.	106
ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ БЕДНОГО ПО ЗОЛОТУ ПРОДУКТА ИЗ ПЕННОГО ПРОДУКТА СУЛЬФИДНОЙ ФЛОТАЦИИ Мушкетов А.Ан.	111
ГЕОХИМИЧЕСКИЕ И МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ НГМК И КОМБИНИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИХ ОБОГАЩЕНИЯ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ Туресебеков А.Х., Шукуров Н.Э., Зунунов А.Ч., Шарипов Х.Т., Шукуров Ш.Р.	115
НОВЫЕ СПОСОБЫ ОБОГАЩЕНИЯ КОНЦЕНТРАТОВ И ПРОЦЕССЫ ПОДГОТОВКИ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ РУД Эшонкулов У.Х., Хасанов А.С., Хужакулов А.М.	119
ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛИБДЕНОВОГО КОНЦЕНТРАТА И ИЗВЛЕЧЕНИЕ МОЛИБДЕНА ИЗ СБРОСНЫХ ОТХОДОВ И РАСТВОРОВ Хасанов А.С., Шодиев А.Н., Каюмов О.А.	125
ВИНТОВАЯ СЕПАРАЦИЯ КАК МЕТОД ПРЕДОБОГАЩЕНИЯ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ЛЕЖАЛЫХ ХВОСТОВ Емельянова К.К., Прокопьев С.А., Прокопьев Е.С., Турецкая Н.Ю., Чикишева Т.А., Морозов Ю.П.	130
МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ГАЗОВ Муносибов Ш.М., Каршиев Х.К., Хайдаралиев Х.Р.	133
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЧАСТИЦ ИЗВЕСТНЯКА-РАКУШЕЧНИКА СВОБОДНЫМ УДАРОМ Калдыбаев Н.А., Акылбек кызы Д., Маматкасымова А.Т., Култаева Д.Ч.	137
ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ РЕАГЕНТНОЙ ПОДГОТОВКИ ОБОРОТНОЙ ВОДЫ В ЦИКЛЕ ПЕННОЙ СЕПАРАЦИИ КИМБЕРЛИТОВ Коваленко Е.Г., Поливанская В.В.	143
ВЛИЯНИЕ СОСТАВА РУДЫ ГУСЕВОГОРСКОГО И СОБСТВЕННО- КАЧКАНАРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ШЛАКООБРАЗУЮЩИЕ В ЖЕЛЕЗОРУДНОМ СЫРЬЕ Бузмаков В.Н., Володина Ю.В.	146
ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОТХОДОВ ИЗ ШЛАМОНАКОПИТЕЛЕЙ ПРОИЗВОДСТВА ТИТАНА Найманбаев М.А., Ультаракова А.А., Есенгазиев А.М.	151

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ПЕРКОЛЯЦИОННОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ МЕДИ Абдылдаев Н.Н., Магомедов Д.Р., Койжанова А.К., Камалов Э.М., Ерденева М.Б., Бакраева А.Н.	156
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ФЛОТАЦИИ ФРАКЦИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ РЕНТГЕНРАДИОМЕТРИЧЕСКОЙ СЕПАРАЦИЕЙ ИЗ РУДЫ НОВО-ШЕМУРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ Овчинникова Т.Ю., Ситников Д.А., Зиятдинов С.В.	159
ВЛИЯНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ РУДЫ ВОЛКОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ РЕНТГЕНРАДИОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА НА РЕЗУЛЬТАТЫ ФЛОТАЦИИ Овчинникова Т.Ю., Тарасов Е.Ю., Зиятдинов С.В.	164
ПОЛУЧЕНИЕ ИЛЬМЕНИТОВОГО КОНЦЕНТРАТА ИЗ ТИТАНОМАГNETИТОВОЙ РУДЫ СОБСТВЕННО-КАЧКАНАРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ Пелевин А.Е.	169
ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ОБОГАЩЕНИЯ В БЕГУЩЕМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТИТАНОМАГNETИТОВОГО КОНЦЕНТРАТА Пелевин А.Е.	171
СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ ДЛЯ СТАДИАЛЬНОГО ВЫДЕЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОГО КОНЦЕНТРАТА Пелевин А.Е.	173
ФАКТОРЫ ВЛИЯНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ РУДЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РЕНТГЕНРАДИОМЕТРИЧЕСКОЙ СЕПАРАЦИИ Ефремова Т.А., Овчинникова Т.Ю., Цыпин Е.Ф.	175
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ СТЕПЕНИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ РУДЫ И СОДЕРЖАНИЯ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ Канаева З.К., Канаев А.Т.	178
ЖИДКОФАЗНОЕ ОКИСЛЕНИЕ KI И SKИПИДАРА ПЕРСУЛЬФАТОМ В CH_3COOH Малышев А.Н., Меньшиков С.Ю.	184
ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРСПЕКТИВ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОЛИЗНОЙ ОБРАБОТКИ ЖИДКОЙ ФАЗЫ ПУЛЬПЫ С ЦЕЛЬЮ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА ФЛОТАЦИИ ТОНКИХ ЧАСТИЦ Киенко Л.А., Воронова О.В.	186
КУЧНОЕ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ ОКИСЛЕННЫХ ЗОЛОТОУРАНОВЫХ РУД Шипнигов А.А., Собенников Р.М., Епифоров А.В., Мусин Е.Д.	190

ПОВЕДЕНИЕ ЗОЛОТА И СЕРЕБРА В ПРОЦЕССЕ АВТОКЛАВНОГО ОКИСЛЕНИЯ СУЛЬФИДНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ Епифоров А.В.	194
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ МОДИФИКАТОРОВ НА ПРОДУКТАХ СУЛЬФИДНОГО ЦИКЛА ПРИМОРСКОЙ ФАБРИКИ Шепета Е.Д.	199
ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КАЧЕСТВЕННОГО МАГНЕЗИТОВОГО КОНЦЕНТРАТА ИЗ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ МАГНЕЗИТОВОЙ РУДЫ САТКИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ Орлов С.Л., Балакин М.Г.	203
ФЛОТАЦИОННОЕ ОБОГАЩЕНИЕ ПРОБ ТАЛЬКОВОЙ РУДЫ ЧЕРЕМШАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ С ПОЛУЧЕНИЕМ КОНДИЦИОННЫХ ТАЛЬКОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ Орлов С.Л., Балакин М.Г., Власов И.А.	208
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ РУД И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ Вальцева А.И., Зубов К.В., Катков Д.А.	212
ВЛИЯНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОГО ВЕСА КАРБОКСИМЕТИЛИРОВАННЫХ КРАХМАЛОВ НА ИХ ДЕПРЕССИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ ПРИ ФЛОТАЦИИ ОТАЛЬКОВАННОЙ ПЛАТИНОМЕТАЛЛЬНОЙ CU-NI РУДЫ Лавриненко А.А., Кузнецова И.Н., Саркисова Л.М., Шрадер Э.А., Копыльцов А.А.	216
ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЖИДКОФАЗНОГО ОБЕСКРЕМНИВАНИЯ ПЛАЗМОАКТИВИРОВАННОГО ЦИРКОНА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЦИРКОНОВОГО КОНЦЕНТРАТА Брянкин Д.В., Смороков А.А.	219
РАЗРАБОТКА СПОСОБА ЖИДКОФАЗНОГО ОБЕСКРЕМНИВАНИЯ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО ШЛАКА Брянкин Д.В., Смороков А.А.	223
ПОЛУЧЕНИЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ ЦЕОЛИТОВ ИЗ РАСТВОРОВ ГЛИНОЗЕМНОГО ПРОИЗВОДСТВА Бибанаева С.А., Скачков В.А., Сабирзянов Н.А., Суриков В.Т., Лебедева Э.М., Резницких О.Г.	226
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СВИНЦОВЫХ РУД МЕТОДОМ ПНЕВМОСЕПАРАЦИИ Лебедев И.Ф.	228
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАКОПИТЕЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ЦЕНТРОБЕЖНОЙ СЕПАРАЦИИ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТОВ Пеньков П.М.	233

ИЗВЛЕЧЕНИЕ МИКРОДИСПЕРСНОГО ЗОЛОТА ИЗ ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ ПУТЕМ ИХ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ Амдур А.М., Федоров С.А., Каримова П.Ф.	237
РАЗРАБОТКА РЕАГЕНТНОГО РЕЖИМА ФЛОТОКЛАССИФИКАЦИИ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ХВОСТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ОКИСЛЕННЫХ РУД Упорова И.В., Мамонов Р.С.	240
ИССЛЕДОВАНИЕ СУХОЙ КОМБИНИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОБОГАЩЕНИЯ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ Завьялов С.С., Мамонов Р.С.	244
О НОВОМ МЕТОДЕ ОЦЕНКИ ФЛОТОАКТИВНОСТИ МИНЕРАЛОВ: КИНЕТИКА МИНЕРАЛИЗАЦИИ ПУЗЫРЬКА ВОЗДУХА В ДИНАМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ СУСПЕНЗИЙ Николаев А.А.	251
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА И ХАРАКТЕРА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ИССЛЕДУЕМОЙ РУДЕ Шаутенов М.Р., Бегалинов А.Б., Акказина Н.Т.	252
АППАРАТ ДЛЯ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ФЛОТАЦИОННЫХ РЕАГЕНТОВ НА ОСНОВЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ КАВИТАЦИИ Шаутенов М.Р., Рақымғалиева А.О., Акказина Н.Т.	257
КОМБИНИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ Морозов Ю.П., Шевченко А.С., Вальцева А.И.	261
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЛЮМИНОФОРОВ НА АЛМАЗАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ РЕАГЕНТОВ-ГИДРОФОБИЗАТОРОВ Морозов В.В., Двойченкова Г.П., Чантурия Е.Л., Лезова С.П., Тимофеев А.С.	266

УДК: 553.068.4: 550.4

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ И МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ НГМК И КОМБИНИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИХ ОБОГАЩЕНИЯ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ (РЕСПУБЛИКА УЗБЕКИСТАН)

Турсебеков А.Х., Шукуров Н.Э., Зунунов А.Ч., Шарипов Х.Т., Шукуров Ш.Р.
Институт Геологии и геофизики им. Х.М.Абдуллаева, Университета Геологических
наук Госкомгеологии РУз. E-mail: nosirsh@gmail.com

Аннотация: В результате проведения минералого-геохимических исследований выявлены формы нахождения золота, серебра и других ценных сопутствующих элементов в техногенных месторождениях золотоизвлекательного производства Навоинском ГМК с целью их технологической оценки и разработки рациональной технологии их переработки.

GEOCHEMICAL AND MINERALOGICAL PECULIARITIES OF MAN- MADE RAW MATERIALS NMMC AND COMBINED TECHNOLOGY OF THEIR ENRICHMENT, ENVIRONMENTAL ASPECTS (REPUBLIC OF UZBEKISTAN)

Turesebekov A.Kh., Shukurov N.E., Zununov A.Ch., Sharipov Kh.T., Shukurov Sh.R.
Institute of Geology and Geophysics named after Kh.M. Abdullaev, University of Geological
Sciences of the State Committee for Geology and Mineral Resources of the Republic of
Uzbekistan. E-mail: nosirsh@gmail.com

Abstract: As a result of mineralogical and geochemical studies, the forms of finding gold, silver and other valuable accompanying elements in the technogenic deposits of the gold recovery production of the Navoi MMC were revealed in order to evaluate them technologically and develop a rational technology for their processing.

В последнее время многие исследователи [1-7] обратили внимание на техногенные месторождения как на потенциальный источник восполнения минерально-сырьевых ресурсов. Так в ЮАР перерабатываются ежегодно до 18 млн. тон отвальных хвостов золотодобычи при содержании золота 0653 г/т и серебро 1,4 г/т [2]. Техногенными месторождениями являются - отходы переработанных и видоизмененных по физическому, химическому, минералогическому и гранулометрическому составу перерабатываемых руд золоторудных месторождений при золотодобыче, являющиеся конечным техническим продуктом, не соответствующим установленным кондициям. Целью работа было проведение минералого-геохимических исследований и выявление форм нахождения золота, серебра и других ценных сопутствующих элементов в техногенных месторождениях золотоизвлекательного производства Навоинском ГМК с целью их технологической оценки и разработки рациональной технологии их переработки.

1. Минералого – геохимические исследования техногенных отходов (хвосты обогащения НГМК). Объектом исследования были выбраны техногенные месторождения (техногенные отходы) – хвосты обогащения (ГМЗ-3 и ГМЗ-4). В результате минералого-технологического картирования акваторий (хвостохранилищ ГМЗ-3 и ГМЗ-4) были отобраны пробы для геохимических, минералогических

исследований и лабораторных технологических испытаний. Данными методами были изучены химический и минеральный состав матрицы вмещающих пород рудных минеральных скоплений и формы нахождения золота, серебра и других сопутствующих продуктивных и токсичных элементов (табл. 1-5). Самыми ценными элементами техногенных отходов (хвосты обогащения ГМЗ-4 и ГМЗ-3) являются золото и серебро. Содержание золота и серебра в техногенных отходах, полученных различными методами и в различных лабораториях (табл.2) колеблется золота 0.3-до 0.83 г/т, серебра от 1 – до 1.52 г/т. Для золота установлены три формы нахождения: 1. Свободное золото, представленное микронными выделениями (2-5 мкм), где золото присутствует в гидрослюде; 2. Основная масса золота представлена «невидимой» формой, «упорное» золото, которые изоморфно входит в состав пирита и арсенопирита (Табл.6); 3. Ультратонкодисперсное золото присутствующее в гетите, гидрогетите, гидрослюде и кварце (Табл.6). Для серебра аналогично, как и для золота установлены три формы нахождения серебра.

Таблица 1 - Химический состав техногенных отходов (хвосты обогащения) в %, по данным химического и масс-спектрометрического анализа)

Хвосты обогащения	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe _{общ}	K ₂ O	Na ₂ O	MgO	CaO	As ₂ O ₃	S _{общ}	C _{орг}	CO ₂	S _s
ГМЗ-4	70,9	13,68	5,44	4,2	3,12	1,13	13,11	0,38	1,7	0,21	4,36	0,2
ГМЗ-3	73,4	12,53	5,55	2,79	1,59	2,92	5,78	0,58	1,7	0,3	4,36	0,2

Примечание: ГМЗ-4 содержание Sb (0,022%), ГМЗ-3 - (0,022%).

Таблица 2 - Содержание золота и серебра в техногенных отходах (хвосты обогащения)

Хвосты обогащения	Содержание, г/т (1)		Содержание, г/т (2)		Содержание, г/т (3)	
	Au	Ag	Au	Ag	Au	Ag
ГМЗ-4	0.83	1.3	0.93	1.8	0.3	1.4
ГМЗ-3	0.83	1.3	0.5	1	0.81	1.52

Примечание: 1-пробирный анализ Навоинский горно-металлургический комбинат; 2-пробирный анализ Госкомгеологии РУз; 3- масс-спектрометрический анализ Институт геологии и геофизики

Таблица 3 - Среднее содержание попутных сопутствующих продуктивных элементов в техногенных отходах (хвосты обогащения) по данным масс-спектрометрического анализа (г/т)

Хвосты обогащения	Va	P	w	Zn	Ga	M o	Sn	In	Te	Re	Pb	Bi	Th	U	∑T r
ГМЗ-4	160 0	70 0	55. 6	39 1	23	2.8	2.7	0.1	1.3	0.0 2	325	6. 9	14. 7	6. 6	199
ГМЗ-3	600	90 0	10. 5	87	16. 5	2.7	0.1 6	0.0 4	0.0 7	0.0 2	22. 7	0. 3	10. 3	4. 3	155

Таблица 4 - Среднее содержание токсичных элементов в техногенных отходах (хвосты обогащения) по данным масс-спектрометрического анализа

Хвосты обогащения	As %	Se (г/т)	Cd (г/т)	Sb (г/т)	Hg (г/т)	Tl (г/т)	Bi (г/т)
ГМЗ-4	0.28	2.8	2.7	61	2	1	6.9
ГМЗ-3	0.43	2.7	0.16	85	1.5	1	0.3

Таблица 5 - Минеральный состав техногенных отходов (хвосты обогащения)

Руда	Хвосты обогащения (ГМЗ-3, ГМЗ-4)
	Минералы
Окисленные	Гидрохлорит, гидрослюда, гетит, гидрогетит, манганит, мелантерит, гипс, опал, скородит, гидрофосфат алюминия, бруссит, самородное золото
Гипогенные	Кварц, альбит, ортоклаз, (Ca-Sr) полевой шпат, лабрадорит, кальцит, анкерит, пирит, арсенопирит, сфалерит, галенит, апатит, монацит, самородное золото

Таблица 6 - Основные носители и концентраторы золота и серебра в техногенных отходах (хвосты обогащения ГМЗ-3 и ГМЗ-4) по данным микрозонда JEOL Superprobe, в %

Минералы	Au	Ag
Пирит	0,07 – 0,51	0,09 – 0,1
Арсенопирит	0,01 – 0,53	0,01 – 0,13
Гетит, гидрогетит	0,08 – 0,3	0,05 – 0,41
Гидрослюда (иллит)	0,03 – 0,16	0,07 – 0,18
кварц	0,02 – 0,11	0,01 – 0,08

2. Комбинированная технологическая схема обогащения отходов на центробежном концентрате и гравитационном столе. Технологические исследования по комбинированной схеме обогащения провели на двух пробах отходов НГМК: хвостов обогащения ГМЗ-3, ГМЗ-4. Навески по 50 кг от каждой пробы пропустили через центробежный концентрат ИТОМАК – КГ-3 и полученные «бедные» концентраты переработали на концентрационном столе по вышеуказанной схеме (рис.1.) с получением кондиционного товарного концентрата. Исходные пробы и полученные продукты обогащения были проанализированы пробирным методом в ГП «Центральная лаборатория» Госкомгеологии РУз.

СХЕМА ГРАВИТАЦИОННОГО ОБОГАЩЕНИЯ РУДЫ



Рисунок 1 - Схема гравитационного обогащения руды (отходы ГМЗ -3,4)

Результаты проведенных исследований приведены в таблицах 7 и 8.

Таблица 7 - Результаты переработки хвостов ГМЗ-3 по комбинированной схеме.

Сырьё и продукты обогащения	Кол-во, кг	Выход, %	Содержание, г/т		Количество, мг		Извлечение, %	
			Au	Ag	Au	Ag	Au	Ag
Обогащение на центробежном концентраторе «ИТОМАК»								
Исх.сырьё	50	100	0,4	<5	20	250	100	100
Концентрат	2,5	5	1,52	<5	3,8	12,5	19	5
Хвосты обогащения	47,5	95	0,34	<5	16,2	237,5	81	95
Доводка на гравитационном столе								
«Бедный» концентрат	2,5	100	1,52	<5	3,8	12,5	100	100
Товарный концентрат	0,11	4,4	17,1	15,2	1,88	1,67	49,5	13,4
Промпродукт	1,18	47	1,32	<5	1,56	5,9	41,1	47,2
Хвосты обогащения	1,21	48,6	0,3	<5	0,36	6,05	9,4	39,4
Сквозное извлечение Me в товарный продукт	0,11	0,22	17,1	15,2	1,88	1,67	9,4	0,67

При комбинированной схеме переработки хвостов ГМЗ-3 получен концентрат (выход составил 0,22%) с содержанием 17,1 г/т золота и извлечением его 9,4%, который можно направить на окислительный обжиг ГМЗ-3 и далее на сорбционное цианирование.

Таблица 8 - Результаты переработки хвостов ГМЗ-4 по комбинированной схеме

Сырьё и продукты обогащения	Кол-во, кг	Выход, %	Содержание, г/т		Количество, мг		Извлечение, %	
			Au	Ag	Au	Ag	Au	Ag
Обогащение на центробежном концентраторе «ИТОМАК»								
Исх.сырьё	50	100	0,4	<5	20	250	100	100
Концентрат	3,55	7,1	1,4	<5	4,97	17,75	24,85	7,1
Хвосты обогащения	46,45	92,9	0,3	<5	15,03	232,2 5	75,15	92,9
Доводка на гравитационном столе								
«Бедный» концентрат	3,55	100	1,4	<5	4,97	17,75	100	100
Товарный концентрат	0,19	5,3	17,2	22	3,27	4,18	65,75	23,5
Промпродукт	1,07	30,2	1,1	6,2	1,18	6,63	23,8	37,4
Хвосты обогащения	1,29	64,5	0,3	<5	0,52	6,94	10,4	39,1
Сквозное извлечение Me в товарный продукт	0,19	0,38	17,2	22	3,27	4,18	16,3	1,67

В результате переработки хвостов ГМЗ-4 по комбинированной схеме мы получили товарный продукт с содержанием золота 1762 г/т, выход концентрата составил

0,38%, а сквозное извлечение золота – 16,3%. Этот концентрат нужно перерабатывать по технологии «окислительный обжиг - сорбционное цианирование» или другим методом.

Вышеизложенные результаты технологических испытаний техногенных отходов (хвосты ГМЗ-3 и ГМЗ-4, имели поисковые значение в проблеме извлечения золота и серебра из отходов Навоинского горнометаллургического комбината.

Список использованной литературы:

1. Аржанова В.С., Елпатьевский П.В. Геохимия ландшафтов и техногенез.- М.: Наука, 1990.- 198 с.
2. Изойтко И.М., Шендерович Е.И., Особенности геолого-технологической оценки и переработки руд крупных и уникальных техногенных месторождений. // Тезисы докладов Международного симпозиума «Крупные и уникальные месторождения редких и благородных металлов». Санкт-Петербург, ВСЕГЕИ, 1986. С. 22.
3. Дабижа С.И., Туресебеков А.Х. и др. Проблемы образования, оценки и разведки техногенных месторождений в связи с их комплексном использованием на АГМК. // Труды Международной практической конференции «Проблемы рудных месторождений и повышения эффективности геолого-разведочных работ» (21-24 октября, Ташкент, 2003 г., с. 407-409.
4. Маматов У. «Рудник ЦКВЗ» - Новый этап. [Газета "Кончилар ҳаёти" \(pressangmk.uz\)](http://pressangmk.uz) 13.07.2018
5. Санакулов К.С. О возможности извлечения благородных и цветных металлов из отходов обогатительной фабрики. Горный вестник Узбекистана. 3, №74, С. 3-5.
6. Санакулов К.С. Научно-технические основы переработки отходов горно-металлургического производства. Ташкент, из-во «ФАН» АН РУз
7. Санакулов К. С., Рахимов В. Р., Туресебеков А. Х. Геолого-технологическая оценка перспектив утилизации отходов горно-металлургических производств Узбекистана // ГИАБ. 2005. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/geologo-tehnologicheskaya-otsenka-perspektiv-utilizatsii-othodov-gorno-metallurgicheskikh-proizvodstv-uzbekistana>