

УДК: 553.612(575.1)

doi 10.70769/3030-3214.SRT.4.1.2026.9

ИЗУЧЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЕ МИНЕРАЛОВ ПЛАТИНОИДОВ В МЕСТОРОЖДЕНИЯХ УЗБЕКИСТАНА И ИХ ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ



Тудиев Шахбоз

Шермамат угли

д.т.н., доц., Кашиинский
государственный технический
университет, Кашии,
Узбекистан
E-mail:
shahboz_01011991@mail.ru

ORCID ID: 0000-0002-4116-9799

Турдиев Фарид Рассок

угли

Ассистент, Кашиинский
государственный технический
университет, Кашии,
Узбекистан
E-mail: faridturdiyev3@gmail.com
ORCID ID: 0009-0006-4874-5935

Ганиев Баркамол

Эшдавлат угли

Магистр, Кашиинский
государственный технический
университет, Кашии,
Узбекистан
E-mail:
perfection.2001.02.07@gmail.com

Аннотация. На основании исследований определено составы и количества редких и благородных металлов исследуемых пробах руд и техногенных отходов, а также разработано новые технологические схемы извлечение благородных металлов (в частности, платиноидов) в производственном масштабе. В данной работы представлены генеральное распределение МПГ и разработана технологическая схема извлечения платиноидов из состав техногенных отходов производств в виде чистого порошка платины и палладия.

Ключевые слова: Алмалыкский горно-металлургические комбинат, месторождения, пентландит, платина, технология переработка медьюсодержащих рудников, изоферроплатина, принципиальный технология, техногенных отходов.

O'ZBEKISTON KONLARIDA PLATINOIDLAR SINFIGA MANSUB MINERALLARINING HOSIL BO'LISHI VA ULARNING TAHLILI

Turdiyev Shahboz

Shermamat o'g'li

Dotsent, t.f.d., Qarshi davlat texnika
universiteti, Qarshi, O'zbekiston

Turdiyev Farid Razzoq

o'g'li

Assistent, Qarshi davlat texnika
universiteti, Qarshi, O'zbekiston

G'aniyev Barkamol

Eshdavlat o'g'li

Magistr, Qarshi davlat texnika
universiteti, Qarshi, O'zbekiston

Annotation. Tadqiqotlar asosida o'r ganilayotgan ruda namunalari va texnogen chiqindilardagi nodir va nodir metallarning tarkibi va miqdori aniqlandi, sanoat miqyosida nodir metallarni (xususan, platina guruhidagi metallar) qazib olishning yangi texnologik sxemalari ishlab chiqildi. Ushbu maqola PGM learning umumiyligi taqsimotini taqdim etadi va platina guruhidagi metallarni sanoat chiqindilaridan toza platina va palladiy kukuni shaklida ajratib olishning texnologik sxemasini ishlab chiqadi.

Kalit so'zlar: Olmaliq kon-metallurgiya kombinati, konlari, pentlandit, platina, mis tarkibidagi konlarni qayta ishlash texnologiyasi, izoferroplatina, fundamental texnologiya, texnogen chiqindilar.

STUDY OF THE FORMATION OF PLATINUM METAL MINERALS IN THE DEPOSITS OF UZBEKISTAN AND THEIR DEVELOPMENT PROSPECTS

Turdiev Shahboz
Shermamat ugli

DSc, doc. Karshi State Technical University, Karshi Uzbekistan

Turdiev Farid Razzoq
ugli

Assistant, Karshi State Technical University, Karshi, Uzbekistan

Ganiev Barkamol
Eshdavlat ugli

Master's degree, Karshi State Technical University, Karshi, Uzbekistan

Abstract. Based on the study, the compositions and quantities of rare and noble metals in the studied samples of ores and technogenic waste were determined, and new technological schemes were developed for the extraction of noble metals (in particular, platinoids) on a production scale. This work presents the general distribution of MPG and develops a technological scheme for the extraction of platinum group metals from industrial waste in the form of pure platinum and palladium powder.

Keywords: Almalyk mining and metallurgical combined deposits, pentlandite, platinum, technology for processing copper mines, isoferroplatinum, fundamental technology, industrial waste.

Введение. Огромное запасы в Республике с цветными и благородными металлами достаточно для реализации новых проектов с комплексными извлечениями драгоценных металлов. Лидирующие компании по производству редких, благородных и радиоактивных элементов - являются Навоийский и Алмалыкский горно-металлургические комбинаты. В месторождениях драгоценных металлов в качестве дополнительных элементов накоплено значительные количества МПГ, редких и редкоземельных элементов. Накопленное в течение 60-70 лет техногенные сырья в связи повышением готовых продуктов может послужить в качестве исходных материалов. Это широкая направление переработка техногенных отходов производства с извлечением благородных и редких металлов, подкрепляет экономику страны [1; с.14-17].

Литературный анализ и методы. В Узбекистане минералы, содержащие платиновые металлы, встречаются в виде хромитов, медно-никелевых сульфидов, титаномагнетита и других рудных соединений с основными и высокоосновными магматическими породами. Такие интрузивные северные массивы были обнаружены в горах Томдитау, Нурата, Бельтов, Султанувайс и в других местах. Руды этих месторождений содержат платину (от 0,4 г/т до 25 г/т), палладий (от 0,24 г/т до 22 г/т), рутений, родий, иридиум, осмий и основную часть платиноидов (92-99,2 г/т). %) относятся к зонам сульфидной минерализации и в различных формах добавляются в состав минералов платины (поликсен, куприт, сперрилит) [1; с.14-17]. Кроме того, штокверки ураноносные (Джонтор, Мадани), золотокварцевые

(Мурунтау, Метенбой), золотосульфидно-кварцевые (Марジョンбулак, Кошбулак), золото-серебряные (Косманачи), медно-порфировые (Кальмакыр). и, в меньшей степени, холит-полиметаллические, Карасон) и серебро-полиметаллические (Лашкарак и др.) месторождения до 13,61 г/т Pt, до 8,74 г/т Pd, до 4,22 г/т Os, до 0,11 г/т Ir и др. определялось присутствие платиноидов [2; с.21-28].

Платиновые руды-это природные минералы, содержащие платиновые металлы (Pt, Pd, Ir, Rh, Os, Ru). Относительно крупные месторождения платиновых руд, имеющих горное значение, встречаются редко. Месторождения платиновых руд являются примитивными или сланцевыми и состоят в основном из чистой платины и смешанных (или сложных, т.е. в основном медные и медно-никелевые сульфидные руды примитивны, платиновые сланцы с золотом и осмиеевые сланцы с золотом) [3; с.18-21]. Платиновые металлы в месторождениях обычно распределены неравномерно, количество полезного металла в руде составляет от нескольких граммов до килограмма на тонну. Основная форма платиноидов в платиновых рудах - их собственные минералы (известно более 100 минералов) [4; с.20-22].

Наиболее распространены: железная плата (Pt, Fe), изоферроплатина (Pt_3Fe), платина, тетраферроплатина ($PtFe$), осмирид, иридосмин, фрудит ($PdBi_2$), геверсит ($PtSb_2$), сперрилит ($PtAs_2S$), лаурит ($PtAs_2S$) и н-гуортит (Rh, Pt, Pd, Ir) (AsS)₂ и другие. Базовые месторождения платиновых руд состоят из комплексных сульфидных платиновых руд, массивов исходных платинохромовых руд различной формы [4;

c.20-22]. Рудные тела этого типа генетически и пространственное связаны с отложениями основных и сверх основных пород и относятся в основном к породам магматического типа. Отложения этого типа связаны с крупными глубокими тектоническими разломами, которые длительное время развивались в платформенных и извилистых областях, расположенных на глубине от 0,5-1,0 до 3-5 км. Комплексные месторождения медно-никелевых сульфидных платиновых руд являются ведущими источниками добываемого в настоящее время металлического платинового сырья. Основными минералами платины на месторождениях этого типа являются пирротин, халькопирит, пентландит, кубанит. Основными металлами, принадлежащими к платиновой группе медно-никелевых платиновых руд, являются платина и более палладий (Pd: Pt 1:1: 1 до 5:1) [5; С.349-351].

Другие платиновые металлы в рудах очень редки. Месторождения платиновых руд сложены в основном месторождениями платины и осмия и иридия, относящимися к мезозойско-кайнозойской системе и простираются до поверхности, иногда под осадочными породами мощностью 10–30 м. Месторождения этого типа образуются в результате размыва платиновых клинопироксенитовых дунитовых и серпентиновых итгерсбургитльских массивов и массивов. Иногда промышленные месторождения располагаются в генетических породах, месторождения платины располагаются отдельно от пород на глубине 11-12 м. В этих месторождениях платиновые минералы часто встречаются в сочетании или в сочетании с хромитом, оливином, серпентином, клинопироксеном, магнетитом [6; С.101-195].

Сыревая база платиноидов в минералах Чаткало-Курамы широко распространена в медных рудах (медно-порфировые, медно-молибденовые и другие минеральные структуры). Медно-порфировые месторождения (данные месторождения Большая Кальмакыр: Васильевский и др., 2012г. Металлогения Золота. 2012 г., Турсебеков А.Х. 2012 г.). Первичные сульфидные руды состоят из более чем 150 рудных и нерудных минералов, основными из которых являются халькопирит,

пирит, халькоцит и молибденит. В рудных месторождениях Кальмакыр содержание ЭПГ (элементов платиновой группы) колеблется от 0,03 г/т до 0,5 г/т (А.Х. Турсебеков, Металлогения Золота. 2012 г.), в основном легкие платиноиды (Pd, Rh, Ru), от тяжелых платиноидов до платины [6; С.101-195].

Таблица 1.

Среднее количество МПГ в серебряно-золотом и других месторождениях (данные Р.Г. Юсупова, А.Х. Турсебекова, Э.Э. Игамбердиева)

Карьеры	Минералы	ПГМ, г/т					
		Pt	Pd	Rh	Ru	Os	Ir
Кочбулак	Золото Пирропирит (мас. %)	188	100	-	-	-	-
	Пирит	4,94	7,38	-	-	-	-
	Халькопирит	0,11	0,01	-	-	-	-
	Блеклы руды	0,08	0,50	-	-	-	-
		0,01	0,10	-	-	-	-
Кизилымасой	Золото	60	200	-	-	-	-
Самарчук	Золото	476	-	-	4,00	-	-
Чумак	Виттихенит	-	100	-	-	-	-
Окотепа	Серебро	200	4800	500	-	-	-
Лашкерек	Серебро	200	100	10	-	-	-
Кальмакыр	Магнетит	0,004	0,004	0,01	0,05	0,002	0,00
	Пирит	0,05	0,50	-	0,10	0,15(0,05 ¹⁸⁷ Os)	0,05
	Сфалерит	-	0,01	-	0,05	0,08	0,01
	Халькопирит	0,05	0,40	-	0,10	0,10(0,04 ¹⁸⁷ Os)	0,03
	Молибденит	-	4,50	-	-	-	-
	Галенит	0,013	0,05	-	0,05	0,14	0,04
Сары-Чеку	Магнетит	0,50	0,02	-	5,0	3,60	0,10
Пирмироб	Золото	100	200(3%)	-	-	-	-
	Платина мас. %	93,28	1,15	0,69	-	-	-
	Пирит	0,10	0,01	-	-	-	-
	Халькопирит	0,03	0,50	-	-	-	-
Кизилташсан	Золото (мас. %)	0,21	4,64	0,57	0,02	0,01	0,05
	Пирропирит мас. %	0,34	8,72	0,22	0,10	0,05	0,05
Хайдаркон	Антиモンит	0,09	0,46	0,032	-	-	-
	Киноварь	0,915	0,01	-	-	0,46	0,11
Каскир	Уранит	0,020	0,18	-	-	-	-
Олтой (Ag-Pb, Zn)	Серебро (тальцидное)	10,00	30,00	2,00	-	0,05	2,00
	Серебро (мышьяковистое)	4,00	9,00	2,00	-	-	1,00
Курутегерек	Молибденит	0,22	200	34,0	-	0,9(0,09 ¹⁸⁷ Os)	-
	Моихукит	0,33	0,55	0	-0,04	0,50	-

Минералы сульфидных медно-молибденовых месторождений являются основными носителями палладия. Наибольшее количество палладия обнаружено в молибдените Pd (3,5 г/т), Pt (0,7 г/т) и Os187 (3,2 г/т).

Результаты химического анализа для определения количества МПГ в месторождениях Алмалык-Ангренского региона приведены в табл.1. на примере детализированных месторождений. Количество платиноидов в рудах (г/т) в халькопирите (Pd-0,145 г / т, Pt-0,07 г / т, Rh-0,012 г/т), в пирите (Pd-0,146 г/т, Pt-0,01 г/т), t, Rh-0,012 г / т), в молибдените (до Pd-5 г/т, Pt-0,7 г/т, Rh-0,01 г/т), в магнетите (Pd-0,03 г/т). t, Pt-0,01 г/т) и другие накапливаются в форме минералов, а МПГ встречаются в форме минералов-носителей [7; С.170].

Будущее и практическое значение месторождения определяется количеством МПГ в

минералах и добавках, таких как халькопирит (68%), пирит, молибденит, галенит, сфалерит и другие минералы.

Таблица 2.

**Результаты ЦАЛАО «Алмалыкский ГМК»:
Химический состав руд месторождения
«Кальмакыр»**

Номер пробы №	Содержание, г/т						
	Sc	Te	Re	Os	Pd	Li	In
26394	6	7	0,08	0	1,8	11	9
95	5	6	0,09	0	1,6	16	11
96	4	6	0,1	0	1,5	9	9
97	7	8	0,1	0	1,6	10	7
98	5	6	0,1	0	2	18	13
99	7	6	0,1	0	1,8	16	10
26452	7	7	0,1	0	2,2	3	7
53	7	7	0,1	0	2	6	8
54	5	5	0,1	0	2	3	15
55	5	5	0,1	0	1,8	3	10
56	7	6	0,1	0	2,8	4	7
57	8	6	0,1	0	2,6	3	5
26535	4	5	0,1	0	2,3	11	11
36	4	5	0,1	0	2,5	16	13
37	6	5	0,1	0	2,5	13	11
38	7	6	0,1	0	2,3	3	4
39	11	11	0,5	0,01	6,6	29	7
40	12	11	0,5	0,01	5,8	28	8
41	9	9	0,2	0,04	4,4	26	9
42	5	6	0,2	0,04	3,2	24	9
43	10	9	0,4	0,05	1,8	27	14
44	9	10	0,4	0,05	1,9	30	16
27135	7	6	9,12	0,05	1,2	4	0
36	7	7	0,38	0,05	4,3	21	5
37	6	5	9,14	0,01	2,7	3	3
38	6	5	0,10	0,03	1,7	2	3
39	6	5	0,10	0,04	0,2	2	4
40	7	5	0,10	0,05	0,2	3	5
27164	6	8	0,15	0,04	0,8	29	4
65	6	7	0,16	0,04	1,1	18	5

Медно-никелевые (металлическая платина) месторождения имеют уникальную структуру, связанную с мафит-ультрамагнитовыми комплексами. На сегодняшний день нами было проведено научное исследование по

определению количества платиноидов в месторождении Кальмакыр и в техногенных отходах АГКМ путем химических анализов. Ниже приведены результаты химического анализа некоторых рудных проб этих месторождений (см. табл. 2.).

Заключение. На основании исследования определено составы и количества редких и благородных металлов исследуемых пробах руд и техногенных отходов, а также разработано новые технологические схемы извлечение благородных металлов (в частности, платиноидов) в производственном масштабе. В разделах 3,4 и 5 данной диссертационной работы представлены генеральное распределение МПГ и разработана технологическая схема извлечения платиноидов из состав техногенных отходов производств в виде чистого порошка платины и палладия.

Для извлечения платиноидов из сбалансированных рудных месторождений желательно, чтобы в дополнение к основной части, в качестве сырья использовались техногенные отходы и отходы производства. Основная причина этому - высокий спрос на первичное сырье во всем мире, при его ежегодном сокращении запасов. В то же время рост стоимости МПГ делает процессы их отделения от техногенных отходов более эффективными.

В связи с этим исследование количества и химический анализ элементов платиновой группы в техногенных отходах сочли целесообразным. Ниже приводится обсуждение химического состава техногенных отходов, образующихся при добыче и переработке руды в регионе Чоткал-Курамы, и количества МПГ в них.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Шарипов, Х. Т., Борбат, В. Ф., Даминова, Ш. Ш., & Кадирова, З. Ч. (2018). Химия и технология платиновых металлов (сс. 3–5, 14–17, 14–28, 35–40). Ташкент: Университет.
- [2] Хурсанов, А. Х., Хасанов, А. С., & Вохидов, Б. Р. (2019). Разработка технологии получения аффинированного палладиевого порошка из отработанных электролитов. Горный вестник Узбекистана, (1(76)), 58–61.
- [3] Санакулов, К. С. (2019). Концептуальные основы решения проблем переработки техногенного сырья. В Материалы международной научно-практической конференции «Современные проблемы и инновационные технологии решения вопросов переработки техногенных месторождений Алмалыкского ГМК» (сс. 18–21).

- [4] Игамбердиев, Э. Э. (2015). Платиноносность магматогенных и эпимагматогенных месторождений Восточного Узбекистана. Ташкент: ГП «НИИМР».
- [5] Туресебеков, А. Х., Конеев, Р. И., Санакулов, К. С., Дабижа, С. И., & Игнатиков, Е. Н. (2005). Распределение элементов платиновой группы в рудах и продуктах их переработки золотосодержащих месторождений Кураминской металлогенической зоны (Узбекистан). В Материалы научной конференции «Магматические, метасоматические формации и связанное с ними оруденение» (сс. 349–351). Ташкент: НУУз.
- [6] Туресебеков, А. Х. (2012). Меднорудные формации Узбекистана. В Металлогенез золота и меди Узбекистана (сс. 101–195). Ташкент: ИГиГ АН РУз.
- [7] Василевский, Б. Б., Ежков, Ю. Б., Рахимов, Р. Р., и др. (2012). Проблемы крупнообъемных месторождений золота и меди Узбекистана. Ташкент: ГП «НИИМР».
- [8] Пирматов, Э. А., Шодиев, А. Н. У., & Боймуродов, Н. А. (2023). Изучение растворимых форм вольфрама и условий кристаллизации шеелита и вольфрамита. Universum: технические науки, (11-2(116)), 15–19.
- [9] Турдиев, Ш., Комилов, Б., Раббимов, Ж., & Азимов, А. (2022). Қизота (Ёшлик II) майдонининг стратиграфияси. Евразийский журнал академических исследований, 2(11), 502–504.
- [10] Турдиев, Ш., Комилов, Б., Раббимов, Ж., Бўриев, С., & Азимов, А. (2022). Қизота (Ёшлик II) майдонининг гидрогеологик тузилиши. Евразийский журнал академических исследований, 2(11), 242–245.
- [11] Shodiev, A., Boymurodov, N., & Ravshanov, A. (2023). Study of the technology for extracting tungsten in the form of a semi-finished product and metallic form from industrial waste. Sanoatda raqamli texnologiyalar, 1(2), 87–91.