


УДК: 553.612(575.1)

 10.70769/3030-3214.SRT.4.1.2026.9

ИЗУЧЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЕ МИНЕРАЛОВ ПЛАТИНОИДОВ В МЕСТОРОЖДЕНИЯХ УЗБЕКИСТАНА И ИХ ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ



**Турдиев Шахбоз
Шермамат угли**

д.т.н., доц., Қаршинский
государственный технический
университет, Қарши,
Узбекистан
E-mail:
shahboz_01011991@mail.ru
ORCID ID: 0000-0002-4116-9799



**Турдиев Фарид Раззоқ
угли**

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



**Ганиев Баркамол
Эшдавлат угли**

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

Аннотация. 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 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 медьсодержащих рудников, изоферроплатина, принципиальная технология, техногенных отходов.

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

**Turdiyev Shahboz
Sheramat 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

Annotatsiya. Tadqiqotlar asosida o‘rganilayotgan 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 PGMLarning umumiy 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

Turdiyev Shahboz
Shermamat ugli

*DSc, doc. Karshi State Technical
University, Karshi Uzbekistan*

Turdiyev 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. Огромные 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 значительное количество МПГ, редких и редкоземельных элементов. Накопленное в течение 60-70 лет техногенное сырье в связи повышением готовых продуктов может послужить в качестве исходных материалов. Это широкое направление переработки техногенных отходов производства с извлечением благородных и редких металлов, подкрепляет экономика 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, иридий, 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 (Маржонбулак, 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 осмиевые 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 платина (Pt, Fe), изоферроплатина (Pt₃Fe), платина, тетраферроплатина (PtFe), осмирид, иридоосмин, фрудит (PdBi₂), геверсит (PtSb₂), сперрилит (PtAs₂S), лаурит (PtAs₂S) 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;

с.20-22]. Рудные тела этого типа генетически и пространственно 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 серпентинитовых 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].

Сырьевая база платиноидов в минералах Чаткало-Курамы широко распространена в медных рудах (медно-порфиновые, медно-молибденовые и другие минеральные структуры). Медно-порфиновые месторождения (данные месторождения Большая Кальмакыр: Васильевский и др., 2012г. Металлогения Золота. 2012 г., Туресебеков 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. Туресебеков, 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. Туресебекова, Э.Э. Игамбердиева)

Карьеры	Минералы	ПГМ, г/т					
		Pt	Pd	Rh	Ru	Os	Ir
Кочбулак	Золото	188	100	-	-	-	-
	Порпешит (мас. %)	4,94	7,38	-	-	-	-
	Пирит	0,11	0,01	-	-	-	-
	Халькопирит	0,08	0,50	-	-	-	-
	Блеклые руды	0,01	0,10	-	-	-	-
Кизилдомасой	Золото	60	200	-	-	-	-
Самарчук	Золото	476	-	-	4,00	-	-
Чумаук	Витихенит	-	100	-	-	-	-
Октепа	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)	2
	Сфалерит	-	0,01	-	0,05	0,08	0,05
	Халькопирит	0,05	0,40	-	0,10	0,10(0,04 ¹⁸⁷ Os)	0,01
	Молибденит	-	4,50	-	-	-	0,03
	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
	Порпешит мас. %	0,34	8,72	0,22	0,10	0,05	0,05
Хайдаркон	Антимонит	0,09	0,46	0,032	-	-	-
	Клиноварь	0,915	0,01	-	-	0,46	0,11
Каскир	Уранинит	0,020	0,18	-	-	-	-
Оптой (Ag-Pb, Zn)	Серебро (теллуридное)	10,00	30,00	2,00	-	0,05	2,00
Фрайбергит (Ag-As)	Серебро (мышьяковистое)	4,00	9,00	2,00	-	-	1,00
Курутгетерек	Молибденит	0,22	200	34,0	-0,04	0,9(0,09 ¹⁸⁷ Os)	-
	Моноксит	0,33	0,55	0,55	-	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), 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), 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 ЦАЛ АО «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-ультрамафитовыми 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 желательнее, 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., & Кадилова, 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., & Игнатилов, 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» (с. 349–351). Ташкент: НУУз.
- [6] Туресебеков, А. Х. (2012). Меднорудные формации Узбекистана. В Металлогения золота и меди Узбекистана (с. 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.