

Код МРНТИ 52.45.19

И.К. Умарова, О.Г. Хайитов, Ш.А. Бердикулов

Ташкентский государственный технический университет им. Ислама Каримова (г. Ташкент, Узбекистан)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ОБОГАТИМОСТЬ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ КЫЗЫЛАЛМА УЧАСТКА САМАРЧУК

Аннотация. В статье приведены результаты исследований вещественного состава руды на основе спектрального, химического, рационального и минералогического анализов. На основании проведенного минералогического анализа пробы руды выявлено, что на участке Самарчук насчитывается свыше 90 минералов и их разновидностей, входящих, главным образом, в состав кварцево-золоторудных тел. Промышленно ценными компонентами руды являются золото и серебро. На основании изучения вещественного состава проб золотосодержащих руд месторождения Кызылалма участка Самарчук для переработки данной руды были проведены технологические исследования по применению гравитационных и флотационных методов обогащения.

Ключевые слова: руда, вещественный состав, минерал, анализ, ценный компонент, исследования, форма нахождения, гравитация, флотация, извлечение.

Технологиялық зерттеулер Самарчук учаскесінің Қызылалма кен орнының алтын құрамды кендерін байытуға

Андапта. Мақалада спектрлік, химиялық, рационалды және минералогиялық талдаулар негізінде кеннің заттық құрамын зерттеу нәтижелері келтірілген. Кен сынамасын минералогиялық талдау негізінде Самарчук учаскесінде негізінен кварц-алтын кен денелерінің құрамына кіретін 90-нан астам минералдар мен олардың түрлері бар екендігі анықталды. Кеннің өнеркәсіптік құнды компоненттері алтын мен күміс екендігі анықталды. Самарчук учаскесінің қызылалма кен орнының құрамында алтын бар кен сынамаларының заттық құрамын зерттеу бойынша жүргізілген ғылыми-зерттеу жұмыстарының негізінде осы кенді қайта өңдеу үшін гравитациялық және флотациялық байыту әдістерін қолдану бойынша технологиялық зерттеулер жүргізілді.

Түйінді сөздер: кен, заттық құрамы, минерал, талдау, құнды компонент, зерттеулер, табу нысаны, гравитация, флотация, алу.

Technological studies on the enrichment of gold-bearing ores of the Kyzylalma deposit of the Samarchuk site

Abstract. The article presents the results of studies of the material composition of ore based on spectral, chemical, rational and mineralogical analyses. It has been established that gold and silver are industrially valuable ore components. Based on the mineralogical analysis of the ore sample, it was revealed that there are over 90 minerals and their varieties at the Samarchuk site, which are mainly part of quartz-gold ore bodies. Based on the conducted research work on the study of the material composition of samples of gold-bearing ores of the Kyzylalma deposit of the Samarchuk site, technological studies on the use of gravity and flotation methods of enrichment were carried out for processing this ore.

Key words: ore, material composition, mineral, analysis, valuable component, research, form of finding, gravity, flotation, extraction.

Введение

Золотосодержащие руды по вещественному составу отличаются большим разнообразием. В некоторых рудах более 90% по массе составляет кварц; в других, наряду с кварцем, преобладают: барит (до 50-60%), карбонаты (до 20-30%), оксиды железа (до 25%), турмалин (до 50%). Содержание сульфидов (в основном пирита, арсенопирита и пирротина) колеблется от 0 до 80%. В различном количестве в рудах присутствуют еще и многие другие минералы, а также вмещающие породы (сланцы, граниты, диориты). Руды различаются и по физическому состоянию. Большинство из них после добычи представлено прочным кусковатым материалом, некоторые имеют вид рыхлой глинистой массы с отдельными кусками. Еще больше различаются руды свойствами золота и ассоциацией его с минералами.

При выполнении технологических исследований первостепенный интерес представляют те признаки вещественного состава, которые в наибольшей степени определяют технологию обработки руд:

- наличие в рудах наряду с золотом других полезных компонентов, имеющих промышленное содержание;
- содержание в рудах окисленных минералов по сравнению с сульфидными, т. е. степень окисления руд;
- наличие в рудах компонентов, существенно осложняющих технологию отработки;
- характер золота в рудах, в первую очередь, крупность частиц золота [1].

Наличие в рудах кроме золота других промышленно ценных компонентов является одним из решающих факторов при выборе технологии переработки.

Целью проведенных исследований являлось изучение особенностей вещественного состава и разработка экономически эффективной технологии обогащения золотосодержащей руды участка Самарчук месторождения Кызылалма. Участок Самарчук расположен к востоку от Центрального участка. Площадь его сложена комплексом разнообразных пород.

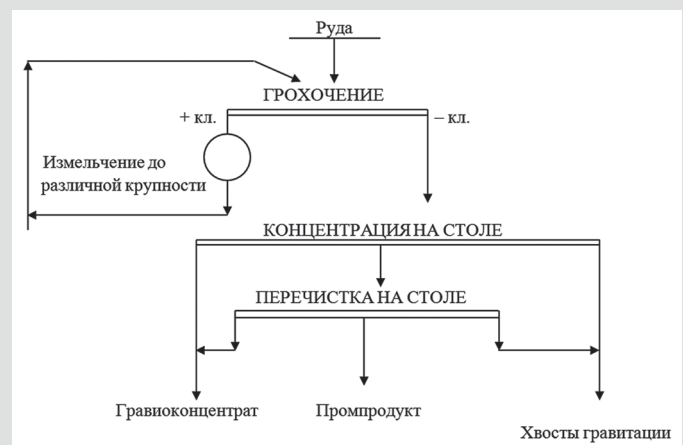


Рис. 1. Схема гравитационного обогащения.
Сурет 1. Гравитациялық байыту схемасы.
Figure 1. Gravity enrichment scheme.

Методы исследования

Подготовка типовых минералого-технологических проб включает в себя операции дробления, измельчения, сокращения и отбора навесок для лабораторных технологических исследований и различных анализов.

Для изучения вещественного состава золотосодержащих руд участка Самарчук проведены спектральный, химический и минералогический анализы. Изучение минерального состава руды проводилось на материале средней пробы дробленной руды, продуктах обогащения, материале мономинеральных фракций, продуктах ситового анализа и изготовленных аншлифах с привлечением спектрального, химического и рентгено-структурного анализа. На основании изучения вещественного состава руды, характера вкрапленности слагающих ее минералов, а также изучения литературных данных [1-3] и фондовых материалов, опыта ранее проведенных исследований руд, аналогичных по вещественному составу изучаемым, в качестве основных методов обогащения приняты флотационный и гравитационный.

Навески руды массой 1 кг измельчались в лабораторной мельнице марки 4МЛ в течение различного времени. Измельчение осуществлялось при постоянной шаровой загрузке и соотношении Т:Ж:Ш = 1:0,5:6. Измельченный продукт просеивался через сито с отверстиями 0,074 мм. Конечная крупность измельченного материала составила 85% класса – 0,074 мм. Обогащение измельченной руды осуществлялось флотационным способом. Гравитационное обогащение руды проводилось на лабораторном концентрационном столе марки 30КС при навеске руды 5 кг.

Флотация руды выполнялась в лабораторных флотационных машинах ФМ-1 и ФМ-2 с камерами емкостью 3,0 л; 1,0 л и 0,5 л. Перед флотацией руда измельчалась навесками по 1 кг в лабораторных шаровых мельницах марки 40МЛ. Процесс флотации реализовывался в две стадии. Первая стадия включает I и II основные операции, вторая – I и II контрольные операции. Длительность флотации (основная + контрольная) – 13 мин. Расход реагентов, г/т руды: сода кальцинированная – 150, ксантогенат бутиловый – 60, вспениватель Т-66 – 90.

Результаты

Результаты полуколичественного спектрального анализа приведены в табл. 1.

Форма нахождения благородных металлов в пробе руды изучалась с помощью рационального анализа, который проводился по стандартной методике, основанной на последовательном выщелачивании измельченной руды (крупность 85% кл. – 0,074 мм) цианистым раствором после предварительного освобождения золота и серебра от ассоциации с другими рудными и породобразующими компонентами.

В схему анализа были включены следующие операции: цианирование руды; щелочная обработка хвостов I цианирования с последующим очередным цианированием; солянокислотная обработка хвостов II цианирования и затем III цианирование; азотнокислотная обработка хвостов III цианирования с последующим цианированием нерастворимого остатка.

Результаты химического анализа приведены в табл. 2.

Результаты рационального анализа пробы руды приведены в табл. 3, где видно, что количество свободного золота в средней пробе руды составляет 21,6%; серебра – 5,5%; цианируемого золота – 75,5%; серебра – 57,60%; с карбонатами связано 2,1% золота и 23,8% серебра; с сульфидами (пирит, арсенопирит) – 0,4% золота и 12,1% серебра; 1,0% золота и 1,0% серебра находится в тонковкрапленном виде в кварце, алюмосиликатах и других кислотонерастворимых минералах.

Таблица 1

Результаты полуколичественного спектрального анализа

1 кесте

Жартылай сандық спектрлік талдау нәтижелері

Table 1

Results of semi-quantitative spectral analysis

Наименование элементов	Содержание массовой доли, %
	Самарчук
Медь	0,03
Свинец	0,2
Мышьяк	0,001
Кобальт	–
Никель	0,001
Сурьма	0,01
Висмут	н/о
Молибден	0,0005
Барий	
Хром	0,001
Ванадий	н/о
Титан	0,03
Цинк	0,1
Серебро	0,01
Стронций	0,004

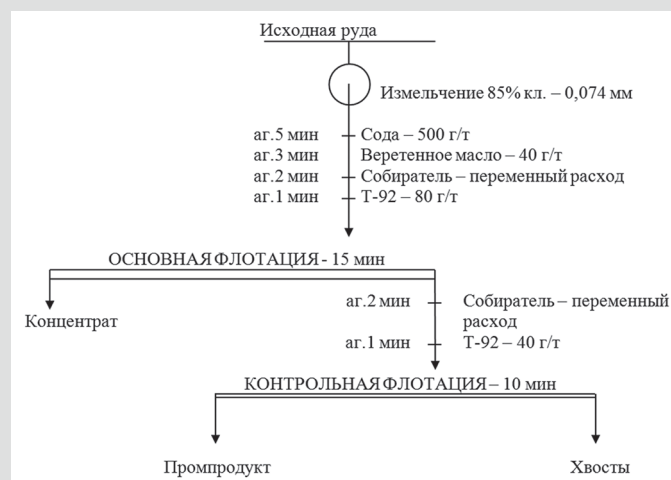


Рис. 2. Схема флотации руды месторождения Кызылалма.

Сурет 2. Қызылалма кен орнының кендерін флотациялау схемасы.

Figure 2. Scheme of ore flotation of the Kyzylalma deposit.

На основании проведенного минералогического анализа проб руды выявлено, что на участке Самарчук насчитывается свыше 90 минералов и их разновидностей, входящих, главным образом, в состав кварцево-золоторудных тел [4-5]. Главными рудообразующими минералами являются кварц, пирит, халькопирит, галенит, сфалерит, блеклая руда, акантит. Кварц – основной минерал, его содержание в рудах достигает 90%. Содержание золота в нем колеблется от 0,02 г/т до 4,6 г/т, серебра – от 0,5 г/т до 114 г/т. Пирит среди сульфидов наиболее распространен в составе руды и составляет 3-5%. Содержание золота в нем колеблется от 70 г/т до 1300 г/т, серебра – от 830 г/т до 3700 г/т. Халькопирит из числа сульфидов по степени распространенности занимает второе место. В халькопирите отмечаются повышенные содержания золота, серебра, свинца, цинка, сурьмы, висмута, селена, теллура. Содержание золота в халькопирите – до 304 г/т; серебра – до 8520 г/т; селена – 982,8 г/т; теллура – 3,9 г/т. Галенит по степени распространенности уступает халькопириту. Содержание золота в галените колеблется от 3,0 г/т до 5008 г/т, серебра от 797,0 до 15398,0 г/т. Сфалерит наряду с галенитом в рудах содержится в меньших количествах, чем халькопирит. В сфалерите содержится от 41,3 г/т до 100,3 г/т золота и от 242,6 г/т до 5000,0 г/т серебра. Блеклая руда (тетраэдрит) по степени распространенности уступает вышеперечисленным минералам. Повышение содержания блеклой руды вызывает интенсивное отложение золота. Акантит обычно встречается в единичных и частных знаках в протолочках, но его количество иногда достигает 5% в тяжелой фракции.

Золото на месторождении преобладает пылевидное и весьма мелкое. Подавляющая часть его (~ 50%) развивается в кварце, размер выделений колеблется от 0,004 × 0,04 мм до 0,01 × 0,01 мм. Каплевидные формы (от 0,004 × 0,008 мм до 0,01 × 0,01 мм) присущи

Таблица 2

Результаты химического анализа

Кесте 2

Химиялық талдау нәтижелері

Table 2

Chemical analysis results

Наименование соединений и элементов	Содержание массовой доли, %
	Самарчук
Кремнезем	62,06
Глинозем	13,4
Железо общее	3,73
Железо сульфидное	1,41
Железо окисленное	0,25
Оксид железа	1,77
Оксид магния	1,07
Оксид кальция	2,99
Диоксид титана	0,46
Сера общая	1,63
Сера окисленная	0,41
Мышьяк	0,018
Цинк	0,005
Медь	0,03
Марганец	0,17
Сурьма	0,005
Оксид натрия	0,14
Оксид калия	4,32
Углерод общий	1,23
Углерод органический	0,09
Золото г/т	3,7
Серебро г/т	21,4

Таблица 3

Рациональный анализ средних проб руд

Кесте 3

Кендердің орташа сынамааларын ұтымды талдау

Table 3

Rational analysis of average ore samples

Формы нахождения золота и характер его связи с рудными компонентами	Кызылалма			
	золото		серебро	
	содержание, г/т	распределение, %	содержание, г/т	распределение, %
Золото, серебро свободное (амальгируемое)	0,56	21,6	1,2	5,5
Золото, серебро в сростках (цианируемое)	2,03	75,5	12,4	57,60
Золото, серебро, связанное с карбонатами	0,06	2,1	5,0	23,8
Золото, серебро, ассоциированное с сульфидами	0,01	0,4	2,6	12,1
Золото, серебро в породе	0,03	1,0	0,2	1,0
Золото, серебро в исходной руде.	3,7	100	21,4	100

Таблица 4
Результаты гравитационного обогащения пробы руды месторождения Кызылалма на концентрационном столе

Кесте 4
Концентрациялық үстелдегі Қызылалма кен орнының кен сынамаcын гравитациялық байыту нәтижелері
Table 4
The results of gravity enrichment of the ore sample of the Kyzylalma deposit on the concentration table

Продукты обогащения	Выход, %	Содержание, у.е.		Извлечение, %		Крупность, мм
		Au	Ag	Au	Ag	
Гравиоконцентрат	1,61	108	138,0	66,2	11,43	-0,5 + 0
Промпродукт	76,19	2,2	35,0	27,76	59,56	
Хвосты гравитации	22,2	1,6	57,0	6,04	29,01	
Руда	100	3,7	21,4	100	100	
Гравиоконцентрат	1,59	75,0	180,0	71,6	22,02	-0,315 + 0
Промпродукт	66,36	2,0	33,0	21,29	45,03	
Хвосты гравитации	32,05	1,3	47,0	7,11	32,95	
Руда	100	3,72	21,42	100	100	

Таблица 5
Результаты опытов флотации золотосодержащей руды с традиционными реагентами

Кесте 5
Құрамында алтын бар кенді флотациялау тәжірибелерінің нәтижелері дәстүрлі реагенттермен
Table 5
Results of experiments on flotation of gold-bearing ore with traditional reagents

Продукты обогащения	Выход, %	Содержание, у.е.		Извлечение, %		Расход реагентов в основной и контрольной флотации, г/т
		Au	Ag	Au	Ag	
Концентрат	13,24	35,0	225,0	86,38	87,21	БКК – 60+30
Промпродукт	5,12	1,2	26,0	1,15	2,7	
Хвосты	81,64	0,82	6,1	12,48	10,09	
Руда	100	3,36	21,34	100	100	
Концентрат	11,9	40,0	260,0	90,39	87,08	БКК – 80+40
Промпродукт	4,68	1,9	35,0	1,69	3,0	
Хвосты	83,42	0,5	6,5	7,92	9,92	
Руда	100	3,72	21,7	100	100	
Концентрат	14,19	39,0	250,0	93,17	87,77	БКК – 100+50
Промпродукт	5,03	0,98	20,0	0,83	2,07	
Хвосты	80,78	0,44	6,1	6,0	10,16	
Руда	100	3,84	21,5	100	100	
Концентрат	13,2	41,0	236	94,1	87,59	БКК – 120+60
Промпродукт	6,5	0,9	25,0	1,02	3,21	
Хвосты	80,3	0,35	5,8	4,88	9,2	
Руда	100	3,75	21,63	100	100	

золотинкам, отлагающимся в пирите. С глубиной возрастает значимость микропарагенезиса халькопирит-золота. Большая часть золотин размером $0,004 \times 0,008$ мм до $0,01 \times 0,002$ мм. Морфология золотин характеризуется большим разнообразием, наиболее часто встречаются комковидно-угловатые, губчатые, дендритовидные, пластинчатые формы. Форма большинства золотин близка к изометричной. Серебро самородное в небольшом количестве выделяется при перекристаллизации пирита. Основное же количество самородного серебра связано с халькопирит-сульфосолевым комплексом. Из аксессуарных

отмечены сфен, апатит, циркон, турмалин [6-7]. По текстурно-структурным особенностям руду следует отнести к вкрапленной, прожилково-вкрапленной и гнездово-вкрапленной. Отличительной особенностью изучаемой руды является большой разброс в размерах выделений самородных металлов и их минералов.

На основании проведенных научно-исследовательских работ по изучению вещественного состава проб золотосодержащих руд месторождения Кызылалма участка Самарчук для переработки руды были проведены технологические исследования по применению

гравитационных и флотационных методов обогащения. Гравитационные опыты проводились по схеме, изображенной на рис. 1. Режим работы концентрационного стола: частота качаний 110 ходов в мин; амплитуда качаний 8-9 мм; поперечный наклон деки – 18-20 мм/м; расход смывной воды – 4,5 л/мин. В табл. 4 приведены результаты опытов гравитационного обогащения золотосодержащей пробы руды. Как видно из данных, при обогащении пробы на концентрационном столе получены гравикоонцентраты, содержащие 75-108 у.е. золота и 138-180 у.е. серебра при извлечении золота 66,2-71,6% и серебра 11,43-22,02%.

Флотация руды осуществлялась по схеме, приведенной на рис. 2. В качестве флотационных реагентов применены ксантогенаты, флотореагент Оксаль Т-92, полиакриламид, веретенное масло и другие. Результаты опытов флотации руды с традиционными

реагентами приведены в табл. 5, где видно, что при флотационном обогащении пробы с традиционными реагентами можно получить концентраты, содержащие 35-41 у.е. золота и 300-360 у.е. серебра при извлечении золота 86,38-94,1% и серебра 87,08-87,77%.

Заключение

В статье приведены результаты исследований вещественного состава руды на основе спектрального, химического, рационального и минералогического анализов. Установлено, что промышленно ценными компонентами руды являются золото и серебро. На основании проведенных научно-исследовательских работ по изучению вещественного состава проб золотосодержащих руд месторождения Кызылалма участка Самарчук для переработки данной руды были проведены технологические исследования по применению гравитационных и флотационных методов обогащения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Умарова И.К., Джалилов Б.Р. Исследование особенностей вещественного состава золотосодержащих руд Ангреновского рудного поля. // *Инженерные решения*. – Новосибирск, 2020. – Вып. 4(14). – С. 4-8 (на русском языке)
2. Умарова И.К., Djalilov B.R. Флотационная переработка золотосодержащей руды на Ангреновском рудном поле. // *III Международная научно-техническая конференция «Инновационное развитие ресурсосберегающих технологий и устойчивое использование природных ресурсов»*. – Петросани (Румыния), 2020. – С. 113-115 (на английском языке)
3. Умарова И.К., Махмарежабов Д.Б., Ахмедов Б.М. Изучение вещественного состава золотосодержащих руд месторождений Кочбулак и Кызылалма. // *Научный прогресс*. – 2021. – Т. 2. – Вып. 1. – С. 749-755 (на русском языке)
4. Khudoyarov S.R., Matkarimov S.T., Makhmarejabov D.B. Исследование возможности гидрометаллургической переработки труднообогатимых золотых руд и продуктов их обогащения на руднике Амантайтау. // *Международный журнал передовых исследований в области науки, техники и технологий*. – Индия, 2020. – Т. 7. – Вып. 10. – С. 15074-15080 (на английском языке)
5. Умарова И.К., Маткаримов С.Т., Махмарежабов Д.Б. Разработка технологии флотационного обогащения золотосодержащих руд месторождения Амантайтау. // *Обогащение руд*. – С-Пб: Руда и Металлы, 2020. – №2. – С. 29-33 (на русском языке)
6. Умарова И.К., Маткаримов С.Т., Махмарежабов Д.Б. Исследование вещественного состава и гравитационное обогащение золотосодержащих руд месторождения Амантайтау. // *Современные технологии: актуальные вопросы, достижения и инновации: XXXII Международная научно-практическая конференция*. – Пенза, 2019. – С. 65-69 (на русском языке)
7. Худояров С.Р., Махмарежабов Д.Б. Изучение вещественного состава и обогатимости проб руд месторождения Амантайтау. // *XLVI Международная научная конференция «Мировая наука: проблемы и инновации»*. – Пенза, 2020. – С. 18-21 (на русском языке)
8. Akhmedov K. Изучение вещественного состава и разработка технологии переработки золотосодержащих сульфидных образцов одного из месторождений республики Узбекистан. // *Техническая наука и инновации*. – 2019. – Т. 2019. – №1. – С. 69-75 (на английском языке)
9. Бекпулатов Ж.М., Худайбердиев Ф.Т. Изучение вещественного состава и разработка технологии переработки золотосодержащей пробы руды одного из месторождений Республики Узбекистан. // *Инновационная наука*. – 2017. – №4-3. – С. 20-23 (на русском языке)
10. Bekpulatov Ja.M., Akhmedov Kh., Matkarimov S.T. Изучение вещественного состава и методов выщелачивания пробных руд месторождения Бешкудук (Узбекистан). // *Европейское научное обозрение*. – 2017. – №1-2. – С. 208-211 (на английском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Умарова И.К., Джалилов Б.Р. Ангрэн кен алаңының құрамында алтын бар кендерінің заттық құрамының ерекшеліктерін зерттеу. // Инженерлік шешімдер. – Новосибирск, 2020. – Шығ. 4(14). – Б. 4-8 (орыс тілінде)
2. Umarova I.K., Djalilov B.R. Ангрэн кен алаңында құрамында алтын бар кенді флотациялық қайта өңдеу. // III Халықаралық ғылыми-техникалық конференция «Ресурс үнемдейтін технологиялардың инновациялық дамуы және табиғи ресурстарды тұрақты пайдалану». – Петросани (Румыния), 2020. – Б. 113-115 (ағылшын тілінде).
3. Умарова И.К., Махмарезжабов Д.Б., Ахмедов Б.М. Кочбулақ және Қызылалма кен орындарының құрамында алтыны бар кендерінің заттық құрамын зерттеу. // Ғылыми прогресс. – 2021. – Т. 2. – Шығ. 1. – Б. 749-755 (орыс тілінде)
4. Khudoyarov S.R., Matkarimov S.T., Makhmarejabov D.B. Қиын байытылатын алтын кендері мен оларды Ямантау кенішінде Байыту өнімдерін гидрометаллургиялық өңдеу мүмкіндігін зерттеу. // Ғылым, техника және технологиялар саласындағы алдыңғы қатарлы зерттеулердің халықаралық журналы. – Үндістан, 2020. – Т. 7. – Шығ. 10. – Б. 15074-15080 (ағылшын тілінде)
5. Умарова И.К., Маткаримов С.Т., Махмарезжабов Д.Б. Амантайтау кен орнының құрамында алтыны бар кендерін флотациялық байыту технологиясын әзірлеу. // Кенді байыту. – Санкт-Петербург: Кен және металдар, 2020. – №2. – Б. 29-33 (орыс тілінде)
6. Умарова И.К., Маткаримов С.Т., Махмарезжабов Д.Б. Амантайтау кен орнының заттық құрамын зерттеу және құрамында алтыны бар кендерді гравитациялық байыту. // Заманауи технологиялар: өзекті мәселелер, жетістіктер мен инновациялар: XXXII халықаралық ғылыми-практикалық конференция. – 2019. – Б. 65-69 (орыс тілінде)
7. Худояров С.Р., Махмарезжабов Д.Б. Амантайтау кен орнының заттық құрамын және кен сынамаларының байытылуын зерттеу. // «Әлемдік ғылым: мәселелер мен инновациялар: XLVI халықаралық ғылыми конференциясы. – Пенза, 2020. – Б. 18-21 (орыс тілінде)
8. Ахмедов К. Өзбекстан Республикасының кен орындарының бірінен құрамында алтыны бар сульфидті үлгілерді өңдеу технологиясын әзірлеу және заттық құрамын зерттеу. // Техникалық ғылым және инновациялар. – 2019. – Шығ. 2019. – №1. – Б. 69-75 (ағылшын тілінде)
9. Бекпулатов Ж.М., Худайбердиев Ф.Т. Өзбекстан Республикасының кен орындарының бірінде құрамында алтыны бар кен сынамасының заттық құрамын зерттеу және өңдеу технологиясын әзірлеу. // Инновациялық ғылым. – 2017. – №4-3. – Б. 20-23 (орыс тілінде)
10. Bekpulatov Ja.M., Akhmedov Kh., Matkarimov S.T. Беиқұдық (Өзбекстан) кен орнының сынамалы кендерінің заттық құрамы мен сілтісіздендіру әдістерін зерттеу. // Еуропалық ғылыми шолу. – 2017. – №1-2. – Б. 208-211 (ағылшын тілінде)

REFERENCES

1. Umarova I.K., Dzhaliilov B.R. Issledovanie osobennostej veshhestvennogo sostava zolotosoderzhashhix rud Angrenskogo rudnogo polya [Investigation of the features of the material composition of gold-bearing ores of the Angren ore field]. // Inzhenernye resheniya = Engineering Solutions. – Novosibirsk, 2020. – Issue 4(14). – P. 4-8 (in Russian)
2. Umarova I.K., Djalilov B.R. Flotation processing of gold-containing ore in the Angren ore field. III International scientific and technical conference «Innovative development of resource-saving technologies and sustainable use of natural resources». – Petrosani (Romania), 2020. – P. 113-115 (in English)
3. Umarova I.K., Makhmarezhabov D.B., Akhmedov B.M. Izuchenie veshhestvennogo sostava zolotosoderzhashhix rud mestorozhdenij Kochbulak i Kyzylalma [Study of the material composition of gold-bearing ores of the Kochbulak and Kyzylalma deposits]. // Scientific progress. – 2021 – Vol. 2. – Issue 1. – P. 749-755 (in Russian)
4. Khudoyarov S.R., Matkarimov S.T., Makhmarejabov D.B. Researching the possibility of hydrometallurgical processing of hard-enriched gold ores and their enrichment products at the Amantau mine // International journal of advanced research in science, engineering and technology. – India, 2020. – Vol. 7. – Issue 10. – P. 15074-15080 (in English)
5. Umarova I.K., Matkarimov S.T., Makhmarezhabov D.B. Razrabotka texnologii flotacionnogo obogashheniya zolotosoderzhashhix rud mestorozhdeniya Amantajtau [Development of technology for flotation enrichment of gold-bearing ores of the Amantaytau

- deposit]. *Obogashhenie rud = Ore enrichment*. – St. Petersburg: Ruda i Metally = Ore and Metals. – 2020. – №2. – P. 29-33 (in Russian)
6. Umarova I.K., Matkarimov S.T., Maxmarezhabov D.B. *Issledovanie veshhestvennogo sostava i gravitacionnoe obogashhenie zolotosoderzhashhix rud mestorozhdeniya Amantajtau [Investigation of the material composition and gravitational enrichment of gold-bearing ores of the Amantaytau deposit // Modern technologies: current issues, achievements and innovations]. // Sovremennye texnologii: aktual'nye voprosy, dostizheniya i innovacii: Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya = Modern technologies: current issues, achievements and innovations: XXXII International Scientific and Practical Conference*. – Penza, 2019. – P. 65-69 (in Russian)
 7. Khudoyarov S.R., Makhmarezhabov D.B. *Izuchenie veshhestvennogo sostava i obogatimosti prob rud mestorozhdeniya Amantajtau [Study of the material composition and enrichment of ore samples from the Amantaytau deposit]. // XLVI Mezhdunarodnaya nauchnaya konferenciya «Mirovaya nauka: problemy i innovacii» = XLVI International Scientific Conference «World Science: Problems and Innovations»*. – Penza, 2020. – P. 18-21 (in Russian)
 8. Akhmedov K. *Studying of the material composition and development of the technology of processing of gold-containing sulfide samples of one of the deposits of the republic Uzbekistan. // Technical science and innovation*. – 2019. – Vol. 2019. – №1. – P. 69-75 (in English)
 9. Bekpulatov Zh.M., Khudaiberdiev F.T. *Izuchenie veshhestvennogo sostava i razrabotka texnologii pererabotki zolotosoderzhashhej proby rudy odnogo iz mestorozhdenij Respubliki Uzbekistan [Study of the material composition and development of technology for processing gold-bearing ore samples from one of the deposits of the Republic of Uzbekistan]. // Innovacionnaya nauka = Innovative science*. – 2017. – №4-3. – P. 20-23 (in Russian)
 10. Bekpulatov Ja.M., Akhmedov Kh., Matkarimov S.T. *Studying material composition and leaching methodics trial ores deposit of Beshkuduk (Uzbekistan). // European science review*. – 2017. – №1-2. – P. 208-211 (in English)

Сведения об авторах:

Умарова И.К., канд. хим. наук, доцент кафедры «Горное дело» Ташкентского государственного технического университета им. Ислама Каримова (г. Ташкент, Узбекистан), inoiyat.umarova@tdtu.uz; <https://orsid.org/0000-0001-5190-3400>

Хайитов О.Г., д-р геол.-минерал наук, доцент, академик Академии наук Турон, заведующий кафедрой «Горное дело» Ташкентского государственного технического университета им. Ислама Каримова (г. Ташкент, Узбекистан), o_haitov@mail.ru; <https://orsid.org/0000-0002-7735-5980>

Бердикулов Ш.А., магистр 1 курса по специальности «Обогащение полезных ископаемых» кафедры «Горное дело» Ташкентского государственного технического университета им. Ислама Каримова (г. Ташкент, Узбекистан), shezod.berdikulov@inboks.ru; <https://orsid.org/0000-0002-4705-9216>

Авторлар туралы мәліметтер:

Умарова И.К., химия ғылымдарының кандидаты, Ислам Каримов атындағы Ташкент мемлекеттік техникалық университеті, «Тау-кен ісі» кафедрасының доценті (Ташкент қ., Өзбекстан)

Хайитов О.Г., геология-минералогия ғылымдарының докторы, доцент, Турон Ғылым Академиясының академигі, Ислам Каримов атындағы Ташкент мемлекеттік техникалық университеті, «Тау-кен ісі» кафедрасының меңгерушісі (Ташкент қ., Өзбекстан)

Бердіқұлов Ш.А., Ислам Каримов атындағы Ташкент мемлекеттік техникалық университетінің, «Тау-кен ісі» кафедрасының, «Пайдалы қазбаларды байыту» мамандығы бойынша 1 курс магистрі (Ташкент қ., Өзбекстан)

Information about the authors:

Umarova I.K., Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor at the Department of Mining of the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov (Tashkent, Uzbekistan)

Khayitov O.G., Doctor of Geological and Mineral Sciences, Associate Professor, Academician of the Academy of Sciences of Turon, Head at the Department of Mining of the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov (Tashkent, Uzbekistan)

Berdikulov Sh.A., Master of the 1st Year in the Specialty «Enrichment of Minerals» at the Department of Mining of the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov (Tashkent, Uzbekistan)