

Код МРНТИ 52.45.15:52.45.17

А.Б. Бегалинов¹, *М.Р. Шаутинов¹, В.В. Перегудов², А.В. Третьяков³¹Satbayev University (г. Алматы, Казахстан),²Товарищество с ограниченной ответственностью «КРИЦ-НТК» (г. Степногорск, Казахстан),³Товарищество с ограниченной ответственностью «Институт Геологических Наук имени К.И. Сатпаева» (г. Алматы, Казахстан)

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПО ОБОГАТИМОСТИ ТАКЫР- КАЛЬДЖИРСКОЙ РОССЫПИ ЗОЛОТА

Аннотация. Отбор представительной пробы на обогатимость осуществлялся из Центрально-Такырского участка галечников Тузбакской свиты эоцена и гравийно-песчаных образований. Содержание золота в галечнике класса крупности -80+2 мм составило 0,37 г/т, в песках класса крупности -2+0 мм 1,41 г/т. Разработана технологическая схема обработки представительной пробы и аппаратная схема цепи аппаратов для ее осуществления. Отобранная проба золотосодержащих песков из Центрально-Такырского участка галечников исследовалась на обогатимость методом «пассивной» и «активной» гравитации в винтовом сепараторе СВ-500 и виброцентробежном чашевом аппарате, разработанном в КазННТУ им. К.И. Сатпаева [1]. Лабораторные испытания проводились по двухстадийной схеме обогащения. В первой стадии обогащению подвергался природный материал (пофракционный). На второй стадии предварительно весь материал обрабатывался в мельнице самоизмельчения с последующим обогащением оттертых песков (-2+0 мм). В отличие от всех ранее существующих методик, в обработку включен весь материал пробы. Обогащение проводилось на разработанной укрупненной технологической установке в каскадном исполнении – вибровинтовой сепаратор – виброцентробежный аппарат, позволяющий извлекать все (размером ≥ микрон) свободное самородное золото в гравикоцентрирате центробежного аппарата, а связанное (включения в породные минералы) в концентрате вибровинтового сепаратора. Тонкодисперсное золото оказалось практически все сконцентрировано в окончательных хвостах обогащения.

Ключевые слова: золото, россыпь, галечники, пески, обогащение, технологическая схема, класс крупности, мельница самоизмельчения, вибровинтовой сепаратор, центробежный чашевый аппарат.

Тақыр-Қалжыр шашыранды алтын кенін байытудың алғашқы нәтижелер

Андатпа. Байытылуы тексерілген арнаулы кен сынамаcы, Орталық-Тақыр учаскесінің қиыршық тастарынан Тузбақ эоцен свитасының және қиыршық-құм түзілімдерінен алынды. Ірілігі -80+2 мм класты құрайтын малтатастағы алтынның үлесі 0,37 г/т, құмдарда -2+0 мм 1,41 г/т құрайтыны анықталды. Арнайы сынамаcы өңдеудің технологиялық схемасы және оны жүзеге асыру үшін аппараттар тізбегінің аппаратуралық схемасы жасалды. Орталық-Тақыр малтатаcы учаскесінен құрамында алтынны бар құмдардың іріктелген сынамаcы СВ-500 бұрандалы сепараторында және Қ.И. Сәтбаева атындағы ҚазҰТЗУ-да әзірленген ортадан текіші табақшалы аппаратта «пассивті» және «белсенді» ауырлық күші әдісімен байытылуы зерттелді [1]. Зертханалық сынақтар екі сатылы байыту схемасы бойынша жүргізілді. Бірінші кезеңде – бөлшектелген табиғи материал байытуға берілді. Екінші кезеңде – алдын-ала барлық материал өзін-өзі ұнтақтау диірменінде өңделді, содан кейін үгітілген (-2+0 мм) құмдық байытылды. Барлық қолданыстағы әдістерден айырмашылығы, сынама материалы өңдеуге түсіріледі. Байыту процесі ірілендірілген технологиялық қондырғыда каскадты түрде орындалған вибровинттік сепараторда – ортадан текіші аппаратта жүргізіледі, олар арқылы (≥ микрон мөлшерінде) бос сап алтын ортадан текіші аппаратта, ал құрамында бос жынысты минералдары бар алтын вибровинттік сепараторда бөлініп алынады. Жұқадисперсті алтын түгелдей байытудың соңғы қалдықтарында қалғаны анықталады.

Түйін сөздер: алтын, шашырандылар, малтатастар, құмдар, байыту, технологиялық схема, ірілік класы, өзін-өзі ұнтақтау диірмені, вибровинттік сепаратор, ортадан текіші табақшалы аппарат.

Preliminary results on the enrichment of the Takyr-Kaldzhir gold placer

Abstract. The selection of a representative sample for enrichment was carried out from the Central Takyr site of pebbles of the Tuzbak formation of the Eocene and gravel-sand formations. The gold content in pebbles of the size class -80+2 mm was 0.37 g/t, in sands of the size class -2+0 mm 1.41 g/t. The technological scheme of processing a representative sample and the hardware circuit of the circuit of devices for its implementation have been developed. The selected sample of gold-bearing sands from the Central Takyrsky section of pebbles was studied for enrichment by the method of «passive» and «active» gravity in a screw separator SV-500 and a vibration-centric bowl apparatus developed at KazNITU named after K.I. Satbayev [1]. Laboratory tests were carried out according to a two-stage enrichment scheme. In the first stage, natural material (fractionated) was subjected to enrichment. At the second stage, all the material was pre-processed in a self-grinding mill with subsequent enrichment of graded sands (-2+0 mm). Unlike all previously existing methods, the entire sample material is included in the processing. The enrichment was carried out on a developed enlarged technological installation in a cascade design – a vibro-screw separator – a vibro-centric apparatus that allows extracting all (≥ micron in size) free native gold into the gravity concentrate of the centrifugal apparatus, and the associated (inclusions in rock minerals) into the concentrate of the vibro-screw separator. Fine gold turned out to be almost all concentrated in the final tailings of enrichment.

Key words: gold, placer, pebbles, sands, enrichment, technological scheme, size class, self-grinding mill, vibrating screw separator, centrifugal bowl apparatus.

Введение

В настоящее время основным объектом отработки золотосодержащего минерального сырья являются коренные золоторудные месторождения, россыпи же практически не отрабатываются.

В то же время, за историю человечества из россыпей добыто не менее 23583 тонн золота [2, 3]. По сведениям Н.Т. Патык – Кара и других, за период освоения россыпей (с 1930-х годов) в золотоносных районах Северо-Востока Азии добыто около 5450 тонн, в районах Приамурья – 700-800 тонн, на Урале – около 900 тонн [4]. Анализ распределения мировой добычи золота по типам месторождений за 1998 год показывает, что из россыпей было добыто около 10% (259 тонн) [5]. В России, по данным Б.И. Беневаляского и др., из россыпей добывается до 70% золота, в Казахстане же добыча золота менее 1,4% [6].

Причина заключается в том, что геолого-разведочные работы были ориентированы на изучение и освоение аллювиальных типов россыпей в современных долинах, перспективы которых не велики. Большинство из них уже отработаны. Дальнейшее развитие золотодобычи следует увязать с вовлечением в разработку глубокозалегающих россыпей и создание новых технологий их добычи и переработки [7, 8, 9, 10].

Методы исследования

В работе исследованы методы химического, минералогического и гранулометрического анализов. Экспериментальные исследования обогатимости отобранной представительной пробы золотосодержащих песков Такыр-Кальджирского участка на основе гравитационного обогащения осуществлялись в условиях ТОО «КРИЦ-НТК» г. Степногорск Акмолинской области.

Попрационное обогащение представительной пробы осуществлялось на разработанной укрепленной технологической установке по отработке минералого-технологических проб. В состав минералого-технологических исследований входили следующие процедуры: изучение гранулометрического и минерального состава обломочного материала; попрационное гравитационное обогащение исходного материала; попрационное обогащение материала, предварительно обработанного в мельнице самоизмельчения; изучение свободного самородного и связанного золота в продуктах обогащения, их количественная оценка.

Результаты и их обсуждение

Исследования выполнены на отобранной пробе золото-содержащих песков Такыр-Кальджирского участка галечников. Масса пробы 81,2 кг, содержание золота в пробе по паспортным данным составляло 352 мг/м³.

Исходная проба была разделена на две части. Одна исследовалась на материале природной крупности (гранулометрический, химический, минеральный состав) с попрационным обогащением выделенных классов крупности и получением стандартного набора технологических параметров, позволяющих оценить количество свободного и связанного самородного золота.

Другая – проходила предварительную обработку в мельнице самоизмельчения с последующим обогащением песчаной (-2+0 мм) фракции по гравитационной схеме – вибровинтовой сепаратор – виброцентробежный чашевый аппарат с целью количественного определения свободного и связанного самородного золота.

Гранулометрический состав определялся мокрым ручным грохочением с растиранием на сетке тонкозернистого материала. Грохочение осуществлялось на грохоте с крупной и квадратной (с 5 мм и мельче) ячейкой. Жидкая фаза сохранялась, твердые частицы отстаивались в течение 24 часов и осаждались во фракции -0,044+0 мм.

Материал пробы был расситован на 11 классов крупностей (мм): -40+20; -20+10; -10+5; -5+2; -2+1; -1+0,5; -0,5+0,25; -0,25+0,1; -0,1+0,074; -0,074+0,044 и -0,044+0.

Более или менее равномерное распределение в гравийно-галечных (выход 10,5 – 17,61%) и со значительно более низким выходом в песчаных классах, с более или менее равномерным распределением (3-4%).

Обломочный материал полуоктан – округло-угловатой формы. С уменьшением размерности зерна степень окатанности также уменьшается. Грохочение грубо-обломочного материала, галечника и песка осуществлялось в грохотах диаметром 80 мм, 40 мм и на ситах 5x5 мм, 2x2 мм.

Крупнообломочный (-80+2 мм) класс составляет 47%, с ним связано около 20% золота с содержанием золота 0,37 г/т (таблицы 1, 2). Мелкообломочный (-2+0 мм) класс преобладает, его выход более 50% (53,06%) и с ним связано 81,13% от всего золота в пробе при содержании 1,41 г/т. Обломочный материал округлен. Таким образом, валовое содержание золота в исследуемом материале пробы составляет 0,92 г/т.

Таблица 1

*Распределение галечников и гравийно-песчаных образований в исследуемой пробе**

Кесте 1

*Зерттелетін сынамада малтатастар мен қиыршық-құм түзілімдерінің таралуы**

Table 1

*Distribution of pebbles and gravel-sand formations in the test sample**

Наименование	Класс крупности, мм	Выход		Содержание Au, г/т	Распределение Au, %
		кг	%		
галечник	-80+2	38,39	47,27	0,37	19,02
пески	-2+0	42,82	52,73	1,41	80,98
Исходная проба		81,21	100	0,92	100

*анализы выполнены здесь и далее атомно-абсорбционным методом

Таблица 2

*Гранулометрический состав и распределение золота по классам крупности**

Кесте 2

*Алтынның гранулометриялық құрамы және ірілік кластары бойынша таралуы**

Table 2

*Granulometric composition and distribution of gold by size classes**

Наименование	Класс крупности, мм	Выход	
		кг	%
галечник	+40	3,55	4,37
	-40+20	9,10	11,21
	-20+10	9,10	11,21
	-10+5	8,80	10,84
гравий	-5+2	7,84	9,65
	-2+1	7,86	9,68
пески	-1+0,5	11,08	13,64
	-0,5+0,25	2,88	3,55
	-0,25+0,1	5,25	6,46
	-0,1+0,074	8,30	10,22
	-0,074+0,044	2,09	2,57
глины	-0,044+0	5,36	6,60
Исходная проба		81,21	100

*содержание золота, оттертого в мельнице галечника

Лабораторные испытания на обогатимость проводились по двухстадиальной схеме обогащения. На первой стадии обогащению подвергался природный материал (попрационный), во второй предварительно весь материал обрабатывался в разработанной мельнице самоизмельчения с последующим обогащением оттертых песков (-2+0 мм). Обогащение проводилось на укрепленной технологической установке, приведенной на рисунке 1.



Рис. 1. Укрупненная технологическая установка

1 – мельница самоизмельчения; 2 – винтовой сепаратор;

3 – виброцентробежные чашевые аппараты.

Сурет 1. Минералдық-технологиялық сынама аларды өңдеу бойынша ірілендірілген технологиялық қондырғы: 1 – өздігінен ұнтақтайтын диірмен; 2 – бұрандалы сепаратор; 3 – дірілден тепкіш машиналар.

Figure 1. Enlarged technological installation for processing mineral and technological samples:

1 – self-grinding mill; 2 – screw separator;

3 – vibration-centric thickener apparatuses.

В разработанной мельнице самоизмельчения в качестве мелющего тела используется природная галька (обломочный материал исходной пробы исследуемого материала).

Новизна предлагаемой технологии переработки материала пробы связана с количественной оценкой золота всего материала пробы, начиная от песков и заканчивая валунно-галечниковыми отложениями.

Результаты гравитационного обогащения на золото природного материала гравийно-песчаной размерности представлены в таблице 3.

Как видно из таблицы 3 при обогащении фракций практически все тонкодисперсное золото сконцентрировано в окончательных хвостах. Общее его содержание в песках составляет 1,41 г/т, по данным термоактивации 1,74 г/т, что на 2,34% превышает исходные.

Разработанная технологическая схема обработка проб представлена на рисунке 2.

Гравитационным обогащением на золото песков, оттертых с галечников в мельнице мокрого самоизмельчения с получением в качестве продукта оттирки золотосодержащего песка, получены следующие продукты: галька оттертая (+2 мм) – 79,60 кг; пески (-2+0 мм) – 126,40 кг; коллективным гравикоцентриком – 6,315 кг; окончательные хвосты 120,085 кг; исходный вес пробы 199,68 кг.

Как видно из таблицы 3 при обогащении фракций практически все тонкодисперсное золото сконцентрировано в окончательных хвостах. Общее его содержание в песках составляет 1,41 г/т, по данным термоактивации 1,74 г/т, примерно на 2,34% превышают исходные.

Количество тонкодисперсного золота определялось термоактивацией в разработанном термоактиваторе [8]. Термическая активация осуществлялась нагревом до красного колена извне корпуса пробоприемника за счет сжигания угля (температура 400-750-800 °С), нагрев материала пробы (450-1000 г.) происходил внутри термоактиватора в раскаленной газовой среде без доступа воздуха и нарушения сплошности исследуемого материала. При этом происходило разрушение органо-минеральных «рубашек» золотин, их расплавление и укрепление. Летучие фракции улавливались здесь же в термоактиваторе на специально разработанном углеродсодержащем сорбенте.

Причем нанозолото, к которому мы относим его летучие фракции (т.е. сорбированные), максимально установлено в глинисто-шламистом материале ~70% (68,87%) и тонкозернистом (-0,1+0,074 мм) ~55% (54,61%), в остальных укладывается в интервал 15-25%.

Таким образом, термоактивационным анализом нам удалось подтвердить не просто наличие тонкодисперсного золота, но и его порядок содержания 1,74 г/т для песков.

Выход свободного гравитируемого самородного золота в продуктах обогащения:

- концентрат вибровинтового сепаратора	-9,409 мг
- концентрат виброцентробежного аппарата	-0,54 мг
в итоге по пробе	-9,949 мг
в пересчете 1 м ³ песков	-99,65 мг/ м ³
в пересчете 1 м ³ песков	-99,65 мг/ м ³

Общий вид свободного самородного золота при различных увеличениях под оптическим микроскопом приведен на рисунке 3.

Результаты гравитационного обогащения, связанного тонкодисперсного золота представлены в табл. 4. Тонкодисперсное золото практически не гравитируется (общее извлечение в гравикоцентрике составило 8,84%). Содержание тонкодисперсного золота в пробе 1,52 г/т, количество нанозолота (летучей фракции) ~9%. Содержания золота в гравикоцентрате низкие некондиционные.

Предлагается перерабатывать сырье с тонкодисперсным золотом гидрометаллургическими методами обогащения.

В процессе исследований было выполнено минералогическое описание свободного самородного золота в продуктах обогащения всех классов крупности, а также отбор его в классах минус 2+0,044 мм, взвешивание и определение состава.

При обогащении фракций практически все тонкодисперсное золото было сконцентрировано в окончательных хвостах обогащения.

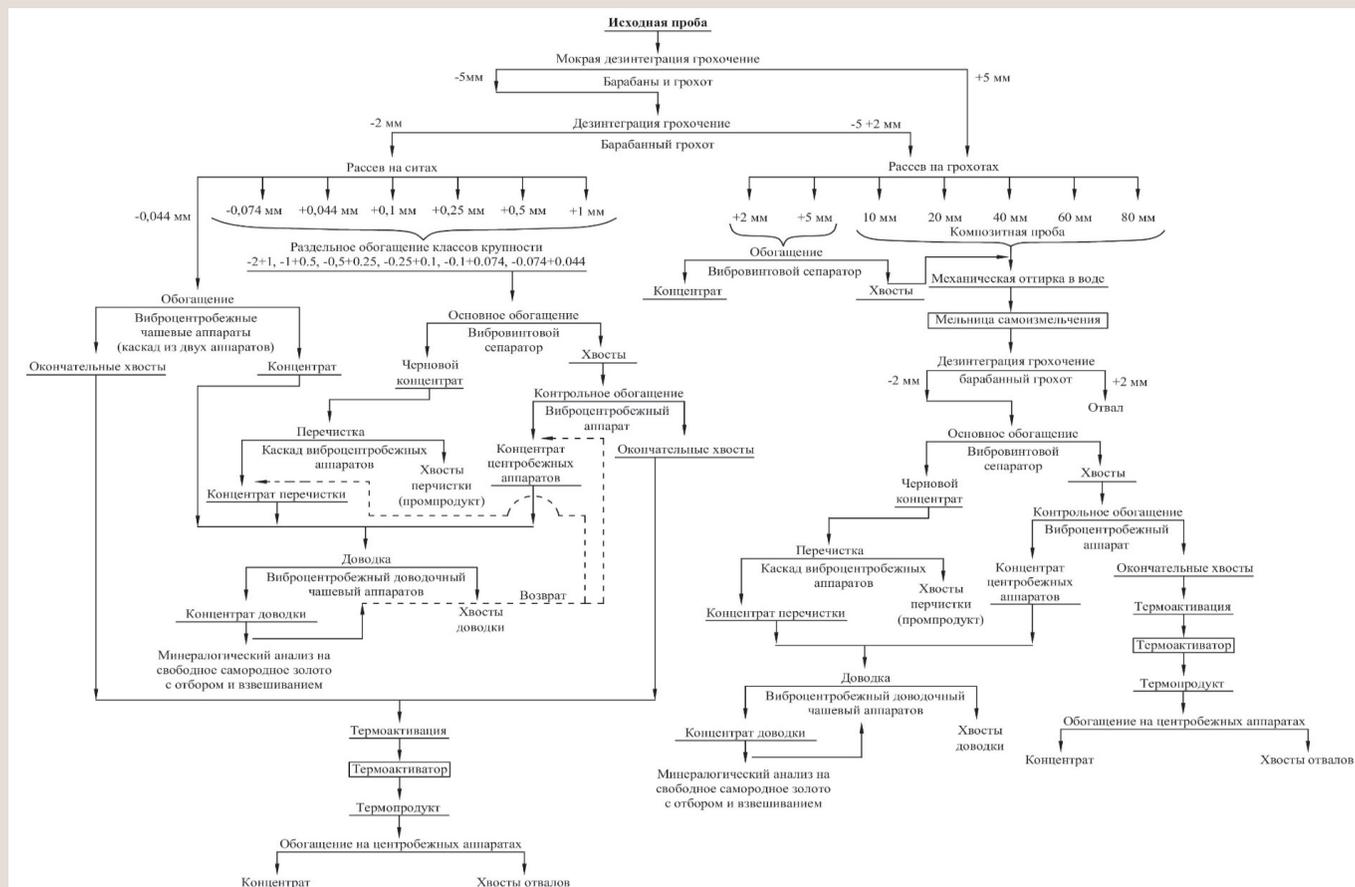


Рис. 2. Технологическая схема обработки проб Такыр-Кальджирского участка.
 Сурет 2. Такыр-Кальжир учаскесінің сынамаларын өңдеудің технологиялық сұлбасы.
 Figure 2. Technological scheme of sample processing of the Takyr-Kaldzhir site.

Таблица 3

Результаты гравитационного обогащения на золото природного материала гравийно-песчаных классов крупности

Кесте 3

Қиыршықтас-құм кластарының табиғи материалын алтынға гравитациялық байыту нәтижелері

Table 3

The results of gravity enrichment for gold of natural material of gravel-sand size classes

	Продукты обогащения	Выход		Номера проб	Содержание Au, г/т	Распределение Au, %
		кг	%			
1	2	3	4	5	6	7
-5+2	Концентрат винтового сепаратора	0,19	2,43	3	0,88	3,77
	Хвосты	7,65	97,57	2	0,52	96,23
	Исходное	7,84	100	1	0,53	100
-2+1	Концентрат перемешки винтового сепаратора	0,077	0,37	8	2,35	1,74
	Хвосты перемешки винтового сепаратора	0,715	9,09	7	1,63	4,35
	Концентрат центробежного аппарата	0,08	1,02	6	1,22	1,74
	Хвосты	6,994	88,92	5	1,08	92,17
	Исходный -2+1 мм	7,866	100	4	1,15	100

Продолжение таблицы 3

1	2	3		4	5	6
-1+0,5	Концентрат перечистки винтового сепаратора	0,045	0,40	13	0,30	0,09
	Хвосты перечистки винтового сепаратора	1,107	9,98	12	3,33	27,64
	Концентрат центробежного аппарата	0,063	0,57	11	1,56	2,45
	Хвосты	9,87	89,05	10	0,89	69,92
	Исходный -1+0,5 мм	11,085	100	9	1,13	100
-5+0,25	Концентрат перечистки винтового сепаратора	0,080	2,77	18	1,43	5,19
	Хвосты перечистки винтового сепаратора	0,127	4,40	17	1,47	7,79
	Концентрат центробежного аппарата	0,088	3,03	16	1,37	5,19
	Хвосты	2,590	89,30	15	0,70	81,83
	Исходный -0,5+0,25 мм	2,885	100	14	0,77	100
-25+0,1	Концентрат перечистки винтового сепаратора	0,085	1,62	24	1,21	4,0
	Хвосты перечистки винтового сепаратора	0,063	1,80	23	1,30	3,0
	Концентрат центробежного аппарата	0,094	1,79	22	1,34	4,80
	Хвосты	5,010	95,39	21	0,46	88,20
	Исходный -0,25+0,1 мм	5,252	100	19	0,50	100
-1+0,074	Концентрат перечистки винта	0,103	1,24	29	2,68	2,16
	Хвосты перечистки винтового сепаратора	0,503	6,06	28	2,18	8,62
	Концентрат центробежного аппарата	0,95	1,14	27	1,40	1,04
	Хвосты	7,60	91,56	26	1,48	93,18
	Исходный -0,1+0,074 мм	8,301	100	25	1,53	100
-074+0,044	Концентрат перечистки винтового сепаратора	0,060	2,87	34	1,36	2,95
	Хвосты перечистки винтового сепаратора	0,072	3,45	33	2,72	5,65
	Концентрат центробежного аппарата	0,006	0,29	32	1,49	0,35
	Хвосты	1,95	93,39	31	1,29	81,05
	Исходный -0,074+0,044 мм	2,088	100	30	1,33	100
-0,044+0	Концентрат винта	0,037	0,70	38	1,04	0,20
	Концентрат центробежного аппарата	0,0013	0,24	37	1,05	0,11
	Хвосты	5,26	99,26	36	3,47	99,69
	Исходный материал -074+0,044 мм	5,36	100	35	3,45	-
Исходный материал -5+0 мм		50,66	100	-	1,30	-
Класс крупности -2+0 мм		42,88	100	-	1,41	-

Таблица 4

Результаты гравитационного обогащения песка, оттертого в мельнице валовой пробы

Кесте 4

Жалпы сынама дүірменінде үйкелген құмдарды гравитациялық байыту нәтижелері

Table 4

The results of gravitational enrichment of sand, grated in the mill of the gross sample

Продукты обогащения	Выход		% от пробы	Содержание золота, г/т	Распределение золота, %
	кг	%			
+2 (галька оттертая)	79,60	-	-	0,37	-
-2 мм	126,40	-	-		-
Концентрат перерешетки винтового сепаратора	0,04	0,03	46	2,74	0,06
Хвосты перерешетки винтового сепаратора	6,18	4,89	45	2,74	8,82
Концентрат центробежного аппарата	0,09	0,08	44	8,76	0,46
Окончательные хвосты	120,09	95,0	43	1,45	90,66
Исходный песок	126,40	100	-	1,52	100

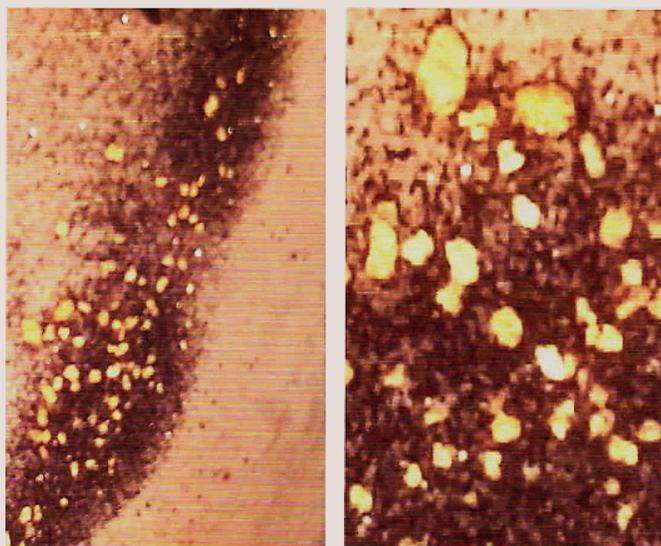


Рис. 3. Общий вид свободного самородного золота при различных увеличениях под оптическим микроскопом.

Сурет 3. Оптикалық микроскоптың көмегімен әртүрлі үлкейту кезіндегі бос алтынның жалпы көрінісі.

Figure 3. General view of free native gold at various magnifications under an optical microscope.

Тонкодисперсное золото практически не гравитируется (обогащается), общее извлечение в гравиконоцентрат составило 8,84%. Содержание тонкодисперсного золота в пробе 1,52 г/т, после термоактивации повысилось до 1,90 г/т (на 25%), количество нанозолота (летучей фракции) ~9%.

Содержание свободного самородного золота в целом по пробе 327 мг/м³, т.е. на порядок меньше, чем тонкодисперсного, но оно высокотехнологично и из-

влекается простыми, самыми дешевыми гравитационными методами, поэтому представляет практический интерес.

Заключение

На основе изучения минерального состава золотосодержащих галечников и формах нахождения полезного компонента в них проведены исследования на их обогащаемость.

Произведен отбор представительной пробы из галечников Такыр-Кальджирского участка. Разработана технологическая схема обогащения и укрупненная технологическая установка по обработке минералого-технологических проб.

Контроль содержания тонкодисперсного золота в золотосодержащих продуктах осуществлялся на основе термоактивации в разработанном термоактиваторе.

Разработана технологическая схема обработки представительной пробы и аппаратная схема цепи аппаратов для ее осуществления.

Проведено пофракционное гравитационное обогащение природных предварительно обработанных в мельнице самоизмельчения песков пробы на разработанной цепи аппаратов, состоящей из вибровинтового сепаратора и центробежных аппаратов.

Благодарность

Данная статья была написана по результатам НИР ГФ по проекту AP09259631 «Разработка технологии добычи и переработки песков древних большеобъемных россыпей впадин с преобладанием мелко, тонкого, свободного и связанного золота (участок Такыр-Кальджирский)» на 2021-2023 гг., руководитель д.т.н., профессор Бегалинов А. Исследование финансировалось Комитетом по науке Министерства образования и науки Республики Казахстан.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Перегудов В.В., Шаутинов М.Р., Ожогин Г.А., Мотовилов И.Ю. Виброцентробежный чашевый аппарат периодического действия – Инновационный патент РК №30418 от 15.10.2015. – НИИС РК (на русском языке)
2. Полеванов В.П. Крупные золотороссыпные провинции и их роль в мировой золотодобыче. – Москва. – 1990. – С. 88 (на русском языке)
3. Третьяков А.В. Формирование закономерности размещения и перспективы россыпной золотоносности Востока Казахстана. – Алматы. – 2009. – С. 290 (на русском языке)
4. Патык-Кара Н.Г. Многопластовые россыпи приразломных впадин // Россыпные месторождения России и стран СНГ. – Москва. – 1997. – С. 92-98 (на русском языке)
5. Ерофеев В.С. Геологическая история южной периферии Алтая в палеогене и неогене. – Алма-Ата. – 1969. – С. 165 (на русском языке)
6. Бегалинов А.Б., Третьяков А.В., Бегалинов А.А. Перспективы выявления большеобъемных россыпей золота в Казахстане // Известия НАН РК серия геологии. – 2005. – №6 – С. 32-43 (на русском языке)
7. Перегудов В.В., Шаутинов М.Р., Бегалинов А.Б., Третьяков А.В., Кургузкин Е.В. Новый тип золота в галечных образованиях россыпей. Материалы XXVI Национальной научно-технической конференции. «Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья». – 26-27 мая 2021 г. – С. 41-46 (на русском языке)
8. Перегудов В.В., Левин В.Л., Ожогин Г.А., Бекенова Г.К. Термоактиватор. Патент на полезную модель №7613 от 25.11.2022. – НИИС РК (на русском языке)
9. Федотов П.К., Сенченко А.Е., Федотов К.В., Бурдонов А.Е. Исследования обогатимости сульфидных и окисленных руд золоторудных месторождений Алданского щита. Записки Горного института. – 2020. – Т. 242. – С. 218-227. DOI: 10.31897/PMI.2020.2.218 (на русском языке)
10. Суримбаев Б.Н., Каналы Е.С., Болотова Л.С., Шалгымбаев С.Т. Оценка гравитационной обогатимости золотосодержащей руды – GRG. – 06.2020. Mining Science and Technology. – 5(2):92-103. DOI: 10.17073/2500-0632-2020-2-92-103 (на английском языке)

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Перегудов В.В., Шаутинов М.Р., Ожогин Г.А., Мотовилов И.Ю. Мерзімді әсер ететін дірілді ортадан тепкіш тостағанды аппарат – ҚР ҒЗИ 15.10.2015 жылғы №30418 ҚР инновациялық патенті (орыс тілінде)
2. Полеванов В.П. Ірі алтын өндіретін провинциялар және олардың әлемдік алтын өндірудегі рөлі. – Мәскеу. – 1990. – Б. 88 (орыс тілінде)
3. Третьяков А.В. Қазақстанның шығысындағы шашыранды алтынның орналасу заңдылығын және перспективасын қалыптастыру. – Алматы. – 2009. – Б. 290 (орыс тілінде)
4. Патык-Кара Н.Г. Сілемнің жарықтанған аймағындағы ойпаттардың көп қабатты шашыранды кендері // Ресей мен ТМД елдерінің шашаранды кен орындары. – Мәскеу. – 1997. – Б. 92-98 (орыс тілінде)
5. Ерофеев В.С. Палеогенді және неогендегі Алтайдың Оңтүстік перифериясының геологиялық тарихы. – Алма-Ата. – 1969. – Б. 165 (орыс тілінде)
6. Бегалинов А.Б., Третьяков А.В., Бегалинов А.А. Қазақстанда үлкен көлемді шашыранды алтын кендерін анықтау перспективалары // ҚР ҰҒА жаңалықтары геология сериясы. – 2005. – №6. – Б. 32-43 (орыс тілінде)
7. Перегудов В.В., Шаутинов М.Р., Бегалинов А.Б., Третьяков А.В., Кургузкин Е.В. Шашыранды малта тас түзілімдеріндегі алтынның жаңа түрі. XXVI Ұлттық ғылыми-техникалық конференция материалдары. «Кен және техногендік шикізатты қайта өңдеудің ғылыми негіздері мен практикасы». – 2021 жылғы 26-27 мамыр. – Б. 41-46 (орыс тілінде)
8. Перегудов В.В., Левин В.Л., Ожогин Г.А., Бекенова Г.К. Термоактиватор. ҚР ҒЗИ 25.11.2022 жылғы №7613 пайдалы модельге Патент (орыс тілінде)
9. Федотов П.К., Сенченко А.Е., Федотов К.В., Бурдонов А.Е. Алдан қалқаны алтын кен орындарының сульфидті және тотыққан кендерінің байытылуын зерттеу. Тау-кен институтының жазбалары. – 2020. – Т. 242. – Б. 218-227. DOI: 10.31897/PMI.2020.2.218 (орыс тілінде)
10. Суримбаев Б.Н., Каналдар Е.С., Болотова Л.С., Шалгымбаев С.Т. Құрамында алтын бар кендердің гравитациялық байытылуын бағалау – GRG. 06.2020. Mining Science and Technology. – 5(2):92-103. DOI: 10.17073/2500-0632-2020-2-92-103 (ағылшын тілінде)

REFERENCES

1. Peregudov V.V., Shautenov M.R., Ozhogin G.A., Motovilov I.Yu. Vibrocentrous bowl apparatus of periodic action – Innovative patent of the Republic of Kazakhstan No. 30418 dated 15.10.2015 of the Research Institute of the Republic of Kazakhstan (in russian)
2. Polevanov V.P. Large gold-bearing provinces and their role in world gold mining. – Moscow – 1990. – P. 88 (in russian)
3. Tretyakov A.V. Formation of regularities of placement and prospects of placer gold content of the East of Kazakhstan. – Almaty. – 2009. – P. 290 (in russian)
4. Patyk-Kara N.G. Multilayer placers of near-fault depressions // Placer deposits of Russia and CIS countries. – Moscow. – 1997. – P. 92-98 (in russian)
5. Erofeev V.S. Geological history of the southern periphery of Altai in the Paleogene and Neogene. – Alma-Ata. – 1969. – P.165 (in russian)
6. Begalinov A.B., Tretyakov A.V., Begalinov A.A. Prospects for detecting large-volume placers of gold in Kazakhstan // Izvestiya NAS RK series of Geology. – 2005. – No.6. – P. 32-43 (in russian)
7. Peregudov V.V., Shautenov M.R., Begalinov A.B., Tretyakov A.V., Kurguzkin E.V. New type gold in pebble formations of placers. Materials of the XVI National Scientific and Technical Conference. «Scientific foundations and practice of processing ores and technogenic raw materials». – May 26-27, 2021. – P. 41-46 (in russian)
8. Peregudov V.V., Levin V.L., Ozhogin G.A., Bekenova G.K. Thermoactivator. Utility model patent No.7613 dated 25.11.2022 of the National Research Institute of the Republic of Kazakhstan (in russian)
9. Fedotov P.K., Senchenko A.E., Fedotov K.V., Burdonov A.E. Studies of the enrichment of sulfide and oxidized ores of gold deposits of the Aldan shield. Notes of the Mining Institute. – 2020. – Vol. 242. – P. 218-227. DOI: 10.31897/PMI.2020.2.218. (in russian)
10. Surimbayev B.N., Kanaly E.S., Bolotova L.S., Shalgymbayev S.T. Assessment of gravity dressability of gold ore – GRG test. – 06.2020. Mining Science and Technology. – 5(2):92-103. DOI: 10.17073/2500-0632-2020-2-92-103 (in english)

Сведения об авторах:

Бегалинов А., доктор технических наук, профессор, Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), begalinov_a@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4793-6207>

Шаутинов М.Р., кандидат технических наук, профессор, Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), shautenov_m@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0266-3882>

Перегудов В.В., директор лаборатории, Товарищество с ограниченной ответственностью «КРИЦ-НТК» (г. Степногорск, Казахстан), pereval150520@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6173-1374>

Третьяков А.В., доктор геолого-минералогических наук, профессор, Товарищество с ограниченной ответственностью «Институт геологических наук имени К.И. Сатпаева» (г. Алматы, Казахстан), alextrt_1210@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5286-2823>

Авторлар туралы мәлімет:

Бегалинов Ә., техника ғылымдарының докторы, профессор, Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан)

Шаутинов М.Р., техника ғылымдарының кандидаты, профессор, Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан)

Перегудов В.В., «КРИЦ-НТК» жауапкершілігі шектеулі серіктестігі, зертхана директоры (Степногорск қ., Қазақстан)

Третьяков А.В., геология-минералогия ғылымының докторы, бас геолог, «Қ.И. Сәтбаев атындағы Геология ғылымдары институты» Жауапкершілігі шектеулі серіктестігі (Алматы қ., Қазақстан)

Information of the authors:

Begalinov A., Doctor of Technical Sciences, Professor, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

Shautenov M., Candidate of engineering, Professor, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

Peregudov V., director of the laboratory, Limited Liability Partnership «CRIC-NTK» (Stepnogorsk, Kazakhstan)

Tretyakov A., Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Limited Liability Partnership Institute of Geological Sciences named after K. Satpayev (Almaty, Kazakhstan)