ГИАБ. Горный информационно-аналитический бюллетень /
MIAB. Mining Informational and Analytical Bulletin, 2020;(11-1):158-168
ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL PAPER

УДК 622.273.1:621.926.3 DOI: 10.25018/0236-1493-2020-111-0-158-168

РАЗРАБОТКА ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ НАНОСОВ НА ШЕЛЬФЕ ЧУКОТСКОГО МОРЯ

А.С. Копылов[1], Г.А. Карасев[2], Х.Х. Кожиев[1], Ю.И. Кондратьев[1]

[1] Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет), Владикавказ, Россия;
[2] Национальный исследовательский технологический университет «Московский институт стали и сплавов», Москва, Россия

Аннотация: В целях выполнения поставленных задач по освоению Арктической зоны РФ и особенно её северо-восточной части, которая примыкает к североамериканскому континенту (Чукотка – Аляска), необходимо проводить освоение шельфовой части Чукотского моря, куда за сотни тысяч лет смывались породы, несущие золотосодержащие фракции, а также другие полезные компоненты. Ставится вопрос об освоении данного побережья, как наиболее перспективного для увеличения золотовалютного резерва. На основании этого проведено описание прибрежной зоны Чукотского моря, прошлое и настоящее состояние территории Чукотки, где в доисторические времена формировались золотоносные месторождения с огромными содержаниями золота, что, по праву, их можно отнести к весьма богатым рудам. Показаны географические карты. Описан район, где наиболее активно велась добыча золота и, который наиболее близко граничил с шельфовой частью. Рассмотрены техника и технологии добычи грунтов со дна водоёмов. Выбрано оптимальное оборудование для этих целей. Описана его работа. Рассмотрены дополнительные приборы для максимального извлечения тонкодисперсного золота, которое может смываться потоками воды. Приведена технология улавливания частиц. Осуществлена количественная оценка запасов золота для конкретного региона. Определена экономическая эффективность разработки шельфа и начала работ.

Ключевые слова: Чукотка, район, прибрежная зона, породы, оценка, золото, шельф, оборудование.

Для цитирования: *Копылов А.С., Карасев Г.А., Кожиев Х.Х., Кондратьев Ю.И.* Разработка золотосодержащих наносов на шельфе Чукотского моря // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2020. – № 11-1. – С. 158–168. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-111-0-158-168.

Development of gold-containing nanospers on the shelf of the Chukot sea

A.S. Kopylov[1], G.A. Karasev[2], H.Kh. Kozhiev[1], Yu.I. Kondratiev[1]

[1] North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University), Vladikavkaz, Russia;
[2] National Research Technological University Moscow Institute of Steel and Alloys, Moscow, Russia

Abstract: In order to fulfill the tasks for the development of the Arctic zone of the Russian Federation and especially its north-eastern part, which adjoins the North American continent (Chukotka – Alaska), it is necessary to develop the shelf part of the Chukchi Sea, where

© А.С. Копылов, Г.А. Карасев, Х.Х. Кожиев, Ю.И. Кондратьев. 2020.

rocks carrying gold-containing fractions have been washed off over hundreds of thousands of years, and also other useful components. The question is raised about the development of this coast, as the most promising for increasing the gold and foreign exchange reserve. Based on this, a description of the coastal zone of the Chukchi Sea is carried out. The past and present conditions of the territory of Chukotka are given, where in prehistoric times gold-bearing deposits were formed with huge gold contents, which, by right, can be attributed to very rich ores. Showing geographic maps. The region is described where gold mining was most actively carried out and which was most closely bordering the shelf part. The technique and technology of soil extraction from the bottom of reservoirs are considered. The optimal equipment for these purposes was selected. His work is described. Additional devices for the maximum extraction of finely dispersed gold, which can be washed off by water flows, are considered. The technology of particle capture is given. A quantitative assessment of gold reserves for a specific region was carried out. The economic efficiency of the development of the shelf and the start of work is determined

Key words: Chukotka, region, coastal zone, rocks, valuation, gold, shelf, equipment.

For citation: Kopylov A.S., Karasev G.A., Kozhiev H.Kh., Kondratiev Yu.I. Development of gold-containing nanospers on the shelf of the Chukot sea. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2020;(11-1):158-168. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-111-0-158-168.

Введение

В XXI столетии предстоит широкое освоение морской минерально-сырьевой базы — шельфовой зоны Российской Федерации с целью создания горных предприятий по добыче золота, янтаря, олова, меди и других ценных полезных ископаемых. Поэтому целесообразно уже сегодня приступить к решению научных задач, продиктованных необходимостью комплексных разработок специальной плавучей и подводной техники и технологии добычи полезных ископаемых со дна рек, озер, морей и океанов, а также добычи твёрдых полезных ископаемых из морской воды [1].

Предметами исследований являются подготовительные, основные и вспомогательные технологические процессы подводной разработки месторождений, их взаимосвязи между собой и с окружающей природной средой, перевод данных исследований в ранг физико-технической морской геотехнологии.

Цель исследований заключается в установлении закономерностей и взаимосвязей технологических процессов добычи полезных ископаемых из воды и под её толщей, а главная задача — в научном обосновании эффективных, безопасных и экологически чистых технологий и способов добычи.

Преимуществами подводных способов добычи полезных ископаемых, при их использовании в соответствующих условиях применения, являются непрерывность, поточность производства, высокая производительность труда и относительно низкая себестоимость работ.

Физико-техническая подводная геотехнология как наука развивается в следующих направлениях: создание способов разрушения массива и извлечения полезных ископаемых под искусственно образуемыми водоёмами; создание способов извлечения полезных ископаемых со дна морей и океанов под мощной толщей вод [1].

Промышленные технологии, относящиеся к первому направлению, начали применяться на практике во второй половине XIX в. и осуществляются до настоящего времени двумя типами оборудования — землесосными снарядами и драгами [1].

Морская физико-техническая геотехнология — горная наука о способах и взаимосвязях процессов извлечения полезных ископаемых со дна и недр Мирового океана [2].

Велик Охотско-Чукотский вулканический пояс, полный всяких чудес, тянется на тысячи километров — от морей Тихого океана до Северного Ледовитого, очерчивая край древнего мезозойского континента, того, который был здесь десятки миллионов лет назад. Сокровища вулканического пояса безмерны и пока еще так мало познаны [3, 4].

Миллионы лет формировались месторождения золото-серебряных формаций на Северо-Востоке России и на Аляске [4, 5]. В начале 20-х годов прошлого века было обнаружено золото на Чукотском полуострове. Легенда гласит, что золото в этих районах распределено по убывающей — голова на Аляске, туловище на Чукотке, а пояс и ноги на Колыме. На Чукотском полуострове максимальная добыча золота проводилась в 70—80 годы прошлого века. Разведку месторождений в те годы проводили Шмидтовская ГРЭ, Майская ГРЭ и Чаун-Чукотская ГРЭ. Было определено, что практически вся Чукотка содержит золотосодержащие формации. Крупные месторождения золота располагались в районе бассейн рек Кувет, Рывеем, Пильхинкууль, Пытвыткуваат, Пытвыткываам и многих других мелких речушек, которые впадали в эти крупные реки, воды которых в половодье несли сель в Чукотское море, создавая прибрежье Чукотского моря с глубинами от 0 до 40—50 метров. Встречаются пологие отмели с глубинами до 13 метров и большие по протяжённости. По оценкам шельф Чукотского моря содержит до 30 млрд. баррелей нефти. В феврале 2008 года правительство США объявило об успешном проведении торгов по проведению добычи (итоговая цена 2,6 миллиарда долларов США) [6, 7]. Торги критиковались защитниками окружающей среды [8, 9, 10, 11]. Поэтому наша задача — определить эффективную разработку шельфа Чукотского моря и закрепить право на добычу полезных ископаемых российскими компаниями.

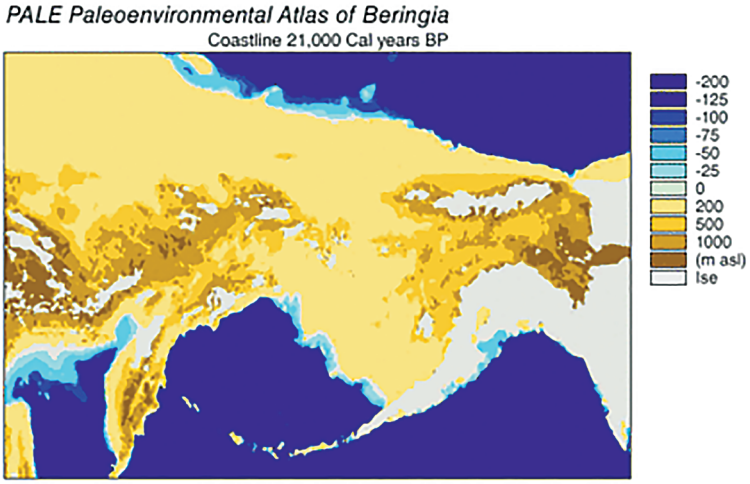

Рис. 1. Состояние Чукотки и Аляски 21 тысячу лет назад
Fig. 1. The state of Chukotka and Alaska 21 thousand years ago
https://yandex.ru/images/search?text=Состояние%20Чукотки%20и%20Аляски%2021%20тысячу%20лет%20назад%20карта&lr=213&p=6&pos=242&rpt=simage&img_url=https%3A%2F%2Fupload.wikimedia.org%2Fwikipedia%2Fcommons%2F5%2F52%2FBeringia_land_bridge-noaagov.gif

Рис. 2. Современное состояние Чукотки
Fig. 2. The current state of Chukotka
https://yandex.ru/images/search?text=современное%20состояние%20чукотки%20карта&stype=image&lr=213&source=wiz

Рис. 3. Охотско-Чукотский вулканический пояс
Fig. 3. Okhotsk-Chukchi volcanic belt
*https://yandex.ru/search/?text=охотско-чукотский%20вулканический%20пояс%20на%20карте&lr=213&src=suggest_*

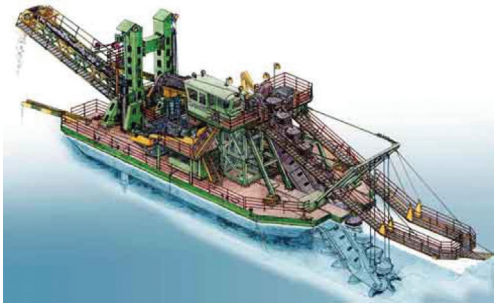

Рис. 4. Малогабаритная разборная мобильная драга (проект 111)
Fig. 4. Small-sized collapsible mobile dredge (project 111)
https://yandex.ru/images/search?text=Малогабаритная%20разборная%20мобильная%20драга%20(проект%20111)&lr=213&pos=0&img_url=http%3A%2F%2Fwww.hydromec.ru%2Fpublic-files%2Fstore%2Fposition%2F236%2F584ff07b90991.jpg&rpt=simage

В шельфовой зоне Чукотского моря имеются промышленные запасы россыпного и коренного золота и золота, которое за десятки миллионов лет смывалось реками, впадающими в Чукотское море [12]. Рельеф дна Чукотского моря довольно ровный. С июня по конец сентября море свободно ото льда.

По предварительным подсчётам в шельфовой зоне сосредоточено более 1000 тонн золота (см. рис. 3) с содержанием от 5 до 18 и более грамм на кубический метр. Технология разработки шельфовой части в летний период возможна малогабаритной разборной мобильной драгой (проект 111) производительностью 75 м^3/час [13, 14].

Поскольку автор длительное время работал на вышеуказанных территориях, начиная от горного мастера до начальника золотодобывающего предприятия и владеет геологической информацией, то можно смело утверждать о перспективности в разработке прибрежной зоны Чукотского моря, куда впадают крупные реки — Рывеем, Кувет, Пильхинкууль. Для подтверждения содержание золота непосредственно в указанных районах были проведены исследования простым намывным прибором (лотком) и сделан вывод о том, что малогабаритная драга оптимально подходит для данных условий.

Более того, модернизация малогабаритной драги прибором, описанным ниже, позволит извлекать мелкодисперсное золото, а также проводить геологическую разведку запасов или подтвердить существующие данные.

Описание

Назначение. Разработка континентальных, предварительно подготовленных обводненных россыпных месторождений золота, обогащение горной массы и отделение золотого концентрата.

Краткое описание. Малая скорость майонной черпаковой цепи, фрикционный привод верхнего черпакового барабана, практически бесшумная работа черпаковой цепи, малые износы сочленений цепи, возможность транспортировки блоков драги автомобильным и железнодорожным транспортом и сборки на месте эксплуатации. Электропитание с берега.

Основные характеристики:

Длина понтона — 20,03 м

Ширина понтона — 9,65 м

Высота борта — 1,50 м

Надводный габарит — 9,15 м

Доковая масса — 195 т

Осадка средняя с полной нагрузкой — 1,21 м

Производительность — 75 м^3/ч

Глубина разработки — 7,5 м

Высота разработки берега — 1,0 м(макс.)

Потребляемая мощность — 190кВт.

Обогатительное оборудование состоит из:

– двух отсадочных диафрагмовых машин МОД-3М1, установленных на главной палубе под сеющей частью скруббер-бутары;

– одной отсадочной диафрагмовой машины МОД-1М1, установленной на крыше мастерской правого борта;

– двух гидроциклонов типа ГЦ-250Р;

– одного концентрационного стола типа СКО-2Л.

Скруббер-бутара состоит из дражной бочки, привода вращения дражной бочки и горизонтального упорного ролика.

Ввиду того, что скруббер-бутара работает в наклонном положении с углом наклона 7°, между поддерживающими колесами третьей секции дражной бочки на специальном фундаменте установлен упорный ролик с резиновым бандажом. Каток смонтирован на оси с радиально-упорным сферическим двухрядным роликовым подшипником.

Котвальные устройства к отвальным устройствам относятся стакер (отвальный транспортер) и лотки для эфеля. Стакер расположен в ДП кормовой оконечности и имеет: приводную станцию, расположенную в верхней части конвейера, натяжную станцию, расположенную в нижней части, загрузочный лоток и площадки обслуживания. В рабочем положении стакер подвешен на оттяжках, а спуск и подъем стакера производится электроталью.

Грохот статический оборудуется в ДП между стойками металлоконструкций.

Устройство крепления кабеля для подключения к судну питания с берега.

Технологические системы

Система водоснабжения на драге предназначена для обеспечения забортной водой технологического оборудования и для подачи воды на обмыв палуб, площадок и черпаковой рамы.

Система гидротранспорта обеспечивает:

1) подачу

– концентрата из зумпфа отсадочных машин МОД-3 в гидроциклоны ГЦ-250Р двумя песковыми электронасосами марки ПР 63/22,5 по трубопроводу;

– концентрата второй камеры отсадочной машины МОД-1 в зумпф отсадочных машин МОД-3 самотеком по трубопроводу с уклоном;

– промпродукта с концентрационного стола СКО-2 в зумпф машин МОД-3 самотеком по трубопроводу с уклоном.

2) отвод самотеком излишней воды от оборудования за борт:

– по желобу и трубопроводу от зумпфа диаметром 150 мм;

– по трубопроводу 108×6 мм от гидроциклонов ГЦ-250Р;

– по трубопроводу из-под концентрационного стола СКО-2 диаметром 50 мм;

– по трубопроводу диаметром 100 мм из поддона стакера.

Более того, существует прибор для улавливания тонкодисперсного золота на основе электростатического заряда [15]. Николай Егин разработал новую технологию и установку для извлечения мелкодисперсного золота в промышленных объёмах. Эксперименты показали, что наиболее эффективно на тонкие чешуйки металла оказывают влияние электростатических зарядов, где чешуйки (подобно тонкой фольге) в конденсаторах собирают на себе заряды и сохраняют их в диэлектрической среде. Схема устройства для добычи золота из воды изображена на рис. 5 [15].

Порядок работы установки. В дно реки или платформы, колоды забиваются шпильки *1* с пластиковыми роликами *1*, через которые пропускают бесконечную ленту *3*. Основание ленты изготовляется из прорезиненного брезента, в котором завулканизированны нити из полимера с упругим ворсом из токопроводящих углеродных волокнистых структур (УВС) с внешней стороны *4*. Лента *3* копирует уклон дна реки или ручья (платформы или колоды) с одной стороны и проходит

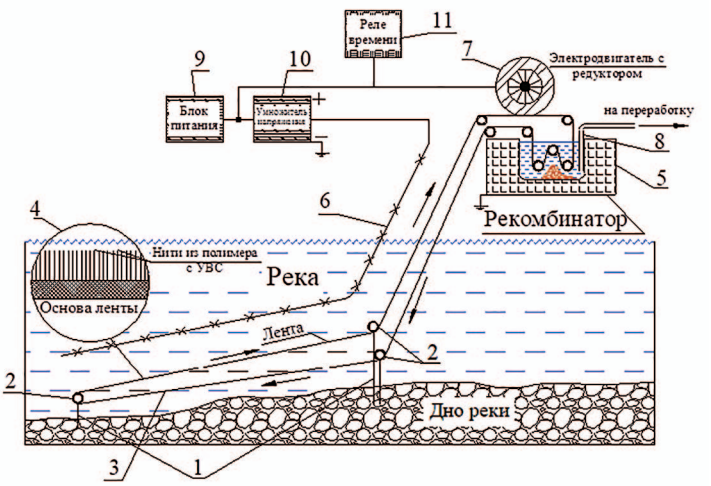

Рис. 5. Установка для добычи драгоценных металлов — золота из воды «Лента-СДМ» [15]
Fig. 5. Installation for the extraction of precious metals — gold from Lenta-SDM water [15]

через коробку рекомбинатора зарядов *5*, расположенную у берега. На расстоянии около 1 метра вверх по течению (движению воды) устанавливают вторую неподвижную ленту *6* параллельно первой подвижной ленте *3*, привод которой выполняет электродвигатель *7* с редуктором, установленный в коробке рекомбинатора зарядов *5*. Последний имеет заземление и съёмную кассету *8* с моющим раствором. Источником тока (блок питания) *9* служит автомобильный аккумулятор, водяной или ветрогенератор на + 24В с умножителем напряжения *10*.

В придонных слоях чешуйки мелкодисперсного золота в турбулентных потоках воды касаются волокон из УВС на неподвижной ленте *6* и заряжаются до напряжения 200—250В. Затем, проходя 1 метр в воде, не успев потерять свой положительный заряд, падают на внешнюю поверхность подвижной ленты *3*. Расстояние в 1 метр между лентами *6* и *3* было выбрано опытным путём, так чтобы ленты не разряжались между собой при меньшем зазоре и не терялись заряды на чешуйках золота при большом расстоянии. Поскольку полимерные нити с УВС на поверхности ленты *3* заряжены от умножителя напряжения *10* отрицательно, то положительно заряженные чешуйки золота под действием сил электростатики (закон Кулона) притягиваются, внедряются в нити и удерживаются в них. Диаметр, длина и упругость этих нитей выбраны так, что более крупные частицы песка и гальки прокатываются через них не застревая, т. к. имеют большую кинетическую силу и давление воды. Не могло их удержать и достаточно слабое электрическое поле. На мелкие чешуйки золота оптимально подобранное электрическое поле и упругость волокон оказывают доминирующее значение и надежно удерживают их. Электродвигатель *7* с редуктором перемещает ленту *3* со скоростью не более 0,1 м/сек, так, что всё золото, собранное на ленте *3* поступает в коробку рекомбинатора зарядов *5*. С помощью роликов лента 3 меняет направление движения на 180° и поступает в съёмную кассету *8* с моющим раствором, который имеет высокую электропроводность и гидрофобность. Заземление коробки *5* и кас-

сеты *8* совместно с указанным расположением в них ленты *3* и свойствами моющего раствора полностью снимают статическое электричество с чешуек золота и полимерных нитей с УВС на ленте *3*. Кроме того, гидрофобность раствора резко снижает силы поверхностного натяжения между частичками золота и деталями устройства, что полностью устраняет налипание мелких чешуек золота на них. Очищенная лента *3* продвигается снова в зону улавливания мелкодисперсного золота, а концентрат из кассеты *8* отбирается на переработку.

Устройство «Лента-СДМ» (сбор драгоценных металлов) содержит небольшое количество деталей, простых в изготовлении и эксплуатации, поэтому легко может быть освоено. При достаточно большой концентрации мелкодисперсного золота в воде устройство собирает до 350—400 грамм в сутки при расходе электроэнергии не более 0,1кВт/час. При малых концентрациях движение ленты *3* целесообразно сделать в импульсном режиме, для этого электродвигатель *7* с редуктором подключают к блоку питания *9* через реле времени *11*. Промежуток времени между включениями движения ленты *3* выбирают таким, чтобы на поверхности ленты собралось достаточно много мелкодисперсного золота. Путь движения ленты при этом должен быть не меньше длины ленты, находящейся в кассете *8,* рекомбинатора зарядов *5*. Все это дополнительно повышает степень очистки ленты от мелкодисперсного золота и снижает расход электроэнергии не менее, чем на порядок.

Более того, при правильном подборе электростатических и механических параметров конструкции «Лента-СДМ», способна выполнять промышленную добычу целого ряда редкоземельных и цветных металлов из морской воды, имеющей высокую электропроводность. Устройствами, аналогичными «Ленте-СДМ» отдельные фирмы успешно добывают уран из морской воды. Можно применить новую технологию и для различных производственных целей в химической, медицинской, пищевой, нефтегазовой и др. отраслях хозяйства [16, 17]. Применение таких приборов в общей технологической линии с малогабаритными драгами, увеличит извлекаемость золота, повысит экономичность, безопасность и простоту обслуживания (не требует высокой квалификации рабочих). Также, необходимо дальнейшее формирование проектных решений по данному вопросу.

Промывку можно начинать в прибрежной зоне, где река Рывеем впадает в Чукотское море близ посёлка Ленинградский. Здесь располагался временный причал для приёма грузов, топлива во время навигации по Северному морскому пути.

Для начала работ необходимо вложить около 25 миллионов рублей (стоимость драги, доставки и прочих накладных расходов), которые окупятся к концу промывочного сезона с применением простой технологии намыва, где не требуется высокой квалификации рабочих.

По предварительным расчётам за сезон (июнь — середина сентября) можно промыть около 75 м^3/час × 20 часов × 102 дня = 153 тыс. м^3 песка. По самым худшим подсчётам можно добывать более тонны россыпного золота и получать до 1 млрд рублей, а это будет довольно внушительная сумма, даже если высчитать все затраты, налоги и сборы. Ожидаемая сумма прибыли до 200—300 млн. рублей — это по худшему сценарию! Применяя эти приборы можно устойчиво извлекать до 97% золота из песка, грунта и улавливать золотинки с метриче-

скими данными до 0,05 мм. Соответственно экономика будет выглядеть довольно внушительно и с минимальными затратами.

Заключение

На сегодняшний момент разработка шельфовой части Чукотского моря не ведётся, хотя к 90-му году прошлого века этот вопрос ставился в реализацию, но был технологически несовершенен и также последовали колоссальные перемены в экономике страны, то данный вопрос остаётся нерешённым по сей день.

На основе вышеизложенного можно сказать, что разработка шельфа Чукотского моря повысит значимость удалённых территорий Северо-Востока страны, вернёт утраченные позиции по разработке месторождений Крайнего Севера и Арктики, улучшит значимость навигации по северному морскому пути.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Андрейко С.С.* Современные проблемы науки и производства в области горного дела: учеб. пособие. Пермь: Изд-во Перм.гос.техн.ун-та, 2010, с. 210 — 211.
2. *Павленко В.И.* Арктическая зона Российской Федерации в системе обеспечения национальных интересов страны // Арктика: экология и экономика. 2013. № 4 (12), с. 16 — 25.
3. *Сидоров А.А.*, *Волков А.В.* Освоение ресурсных регионов (на примере Аляски и Чукотского АО) // Вестн. Рос. академии наук. 2008. Т.78, №10, с. 867 — 874.
4. *Борщевский С.В.*, *Качурин Н.М.*, *Бурдзиева О.Г.*, *Голик В.И.* Перспективы извлечения металлов из рудничных стоков // Устойчивое развитие горных территорий. 2017. Т.9. №1, с. 81 — 91.
5. *Евдокимов С.И.*, *Ли И.*, *Герасименко Т.Е.* Устойчивое развитие горных территорий: инвестиционная привлекательность техногенных запасов золота // Устойчивое развитие горных территорий. 2018. Т.10. №1, с. 132 — 140.
6. *Lindholt L.* Arctic natural resources in a global perspective. — Ch. 3 // The Economy of the North / S. Glomsrod and I. Aslaksen, eds. Oslo: Statistics Norway, 2006, 27 — 37 p.
7. Mineral Commodity Summaries 2017. Reston, Virginia, U.S. Geological Survey, 2018, 202 p. Available at: https://doi.org/.
8. *Athey J.E.*, *Werdon M.B.* Alaska's mineral industry 2016.Alaska Division of Geological & Geophysical Surveys. Special Report 72, 2017, 65 p.
9. Finland // *Mining J.* special publication. 2019, 20 p.
10. *Grant H.L.* J., Layton-*Matthews D.*, *Peter J.M.* Distribution and Controls on Silver Mineralization in the Hackett River Main Zone, Nunavut, Canada: An Ag- and Pb-enriched Archean Volcanogenic Massive Sulfide Deposit.Economic Geology, 2015,vol. 110, no.4.
11. Mineral Resources in the Arctic. Rognvald Boyd, Terje Bjerkgård, Bobo Nordahl, Henrik Schiellerup (editors). Geological Survey of Norway, 2016, 484 p.
12. *Зонн И.С.*, *Костяной А.Г.*, *Куманцов М.И.* Чукотское море: Энциклопедия / Авт. и сост.: И.С. Зонн, А.Г. Костяной, М.И. Куманцов; Под ред. проф., д.г.н. А.Н. Косарева. М.: Международные отношения, 2013. 176 с.
13. Продукция завода Гидромеханизации, г. Рыбинск, Ярославской обл. www.hydromec.ru, малогабаритная разборная мобильная драга (проект 111), 15.05.2018г.
14. *Клыков Ю.Г.*, *Сошкин С.В.*, *Гасанов Б.Г.* Доизмельчение промпродуктов обогащения медно-пиритных руд // Устойчивое развитие горных территорий. 2018. Т.10. №2, с. 215 — 220.
15. *Егин Н.Л.* Установка для добычи золота из воды — «Лента-СДМ». // Изобретатель и рационализатор. 2004. №5, с. 17 — 19.

16. *Клыков Ю.Г.*, *Дмитрак Ю.В.*, *Байматов К.К.*, *Клыкова В.Б.* Доизмельчение промпродуктов обогащения медно-пиритной руды в мельнице ДР-500 // Устойчивое развитие горных территорий. 2019. Т.11. №1, с. 79 — 84.

17. *Хетагуров В.Н.*, *Каменецкий Е.С.*, *Минасян Д.Г.*, *Гегелашвили М.В.* Исследование движения измельчаемого материала в центробежной мельнице вертикального типа при установке в её рабочем пространстве коаксиального кольца // Устойчивое развитие горных территорий. 2017. №3, с. 287 — 294. ГИАБ

REFERENCES

1. Andrejko S.S. *Sovremennye problemy nauki i proizvodstva v oblasti gornogo dela* [Modern problems of science and production in the field of mining]: ucheb. posobie. Perm': Izd-vo Perm.gos.tekhn.un-ta, 2010, pp. 210 — 211. [In Russ]

2. Pavlenko V.I. The Arctic zone of the Russian Federation in the system of ensuring the national interests of the country. *Arktika: ekologiya i ekonomika*. 2013. no. 4 (12), pp. 16 — 25. [In Russ]

3. Sidorov A.A., Volkov A.V. Development of resource regions (for example, Alaska and the Chukotka Autonomous Region). *Vestn. Ros. akademii nauk*. 2008. T.78, no. 10, pp. 867 — 874. [In Russ]

4. Borshchevskij S.V., Kachurin N.M., Burdzieva O.G., Golik V.I. Prospects for the extraction of metals from mine drains. *Sustainable Development of Mountain Territories*. 2017. T.9. no.1, pp. 81 — 91. [In Russ]

5. Evdokimov S.I., Li I., Gerasimenko T.E. Sustainable development of mountain territories: investment attractiveness of technogenic gold reserves. *Sustainable Development of Mountain Territories*. 2018. T.10. no.1. pp. 132 — 140. [In Russ]

6. Lindholt L. Arctic natural resources in a global perspective. Ch. 3. The Economy of the North / S. Glomsrod and I. Aslaksen, eds. Oslo: Statistics Norway, 2006, pp. 27 — 37.

7. Mineral Commodity Summaries 2017. Reston, Virginia, U.S. Geological Survey, 2018, 202 p. Available at: https://doi.org/.

8. Athey J.E., Werdon M.B. Alaska's mineral industry 2016.Alaska Division of Geological & Geophysical Surveys. Special Report 72, 2017, 65 p.

9. Finland. Mining J. special publication. 2019, 20 p.

10. Grant H.L. J., Layton-Matthews D., Peter J.M. Distribution and Controls on Silver Mineralization in the Hackett River Main Zone, Nunavut, Canada: An Ag- and Pb-enriched Archean Volcanogenic Massive Sulfide Deposit.Economic Geology, 2015,vol. 110, no.4.

11. Mineral Resources in the Arctic. Rognvald Boyd, Terje Bjerkgård, Bobo Nordahl, Henrik Schiellerup (editors). Geological Survey of Norway, 2016, 484 p.

12. Zonn I.S., Kostyanoj A.G., Kumancov M.I. *Chukotskoe more* [The Chukchi Sea]. Enciklopediya. Moscow: Mezhdunarodnye otnosheniya, 2013. 176 p. [In Russ]

13. Produkciya zavoda Gidromekhanizacii, g. Rybinsk, Yaroslavskoj obl. www.hydromec.ru, malogabaritnaya razbornaya mobil'naya draga (proekt 111), 15.05.2018g.

14. Klykov Yu.G., Soshkin S.V., Gasanov B.G. Re-grinding of industrial products of enrichment of copper-pyrite ores. *Sustainable Development of Mountain Territories*. 2018. T.10. no.2, pp. 215 — 220. [In Russ]

15. Egin N.L. Installation for the extraction of gold from water "Tape-SDM". *Izobretatel' i racionalizator*. 2004. no.5, pp. 17 — 19. [In Russ]

16. Klykov Yu.G., Dmitrak Yu.V., Bajmatov K.K., Klykova V.B. Re-grinding of industrial products of enrichment of copper-pyrite ore in the mill DR-500. *Sustainable Development of Mountain Territories*. 2019. T.11. no.1. pp. 79 — 84. [In Russ]

17. Khetagurov V.N., Kameneckij E.S., Minasyan D.G., Gegelashvili M.V. Investigation of the movement of crushed material in a vertical centrifugal mill when a coaxial ring is installed in its working space. *Sustainable Development of Mountain Territories*. 2017. no.3. pp. 287 — 294. [In Russ]

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Копылов Александр Сергеевич[1] — канд. техн. наук, доцент кафедры горного дела, декан горно-металлургического факультета, kopylov62@mail.ru;
Карасёв Геннадий Анатольевич[2] — ст. преподаватель кафедры геотехнологий освоения недр Горного института, karasev1954@inbox.ru;
Кожиев Хамби Хадзимурзович[1] — докт. техн. наук, профессор;
Кондратьев Юрий Иванович[1] — докт. техн. наук, профессор;
[1] Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет), 362021, РСО-Алания, Владикавказ, Россия;
[2] Национальный исследовательский технологический университет «Московский институт стали и сплавов», 119991, Москва, Россия.
Для контактов: Копылов А.С., kopylov62@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Kopylov A.S.[1], Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor of the Department of Mining, Dean of the Mining and Metallurgical Faculty, kopylov62@mail.ru;
Karasev G.A.[2], senior lecturer, Department of Geotechnology, Subsoil Development, Mining Institute, karasev1954@inbox.ru;
Kozhiev Kh.Kh.[1], Dr. Sci. (Eng.), Professor, Head of the Department;
Kondratiev Yu.I.[1], Dr. Sci. (Eng.), Professor.
[1] North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University), Vladikavkaz, Russia, kopylov62@mail.ru;
[2] National Research Technological University Moscow Institute of Steel and Alloys, Moscow, Russia.

Получена редакцией 26.05.2020; получена после рецензии 15.08.2020; принята к печати 10.10.2020.
Received by the editors 26.05.2020; received after the review 15.08.2020; accepted for printing 10.10.2020.