

ЭКОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ЗОЛОТОРУДНОГО ТАРЫНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ВОСТОЧНАЯ ЯКУТИЯ)

М. М. Шац
ИМЗ СО РАН, г. Якутск, Россия

Аннотация: В статье приведены результаты исследований золоторудного Тарынского поля (Восточная Якутия) на начальном этапе освоения. Установлено, что природные условия в этот период характеризуются невысокой степенью нарушения геосистем. Дана геолого-технологическая характеристика основных месторождений рудного поля. Результаты исследований могут быть полезными на всех последующих стадиях отработки объекта и определении основных положений природоохранной политики, и экологического мониторинга.

Ключевые слова: Восточная Якутия, Республика Саха (Якутия), Тарынное поле, золоторудное месторождение, геолого-технологическая характеристика, природные условия, перспективы проекта.

ENVIRONMENTAL AND TECHNOLOGICAL CONDITIONS FOR THE DEVELOPMENT OF THE GOLD ORE TARYN DEPOSIT (EASTERN YAKUTIA)

М. М. Shatz
IMZ SB RAS, Yakutsk, Russia

Abstract: The article presents the results of studies of the Taryn gold field (Eastern Yakutia) at the initial stage of development. It has been established that natural conditions during this period are characterized by a low degree of disturbance of geosystems. The geological and technological characteristics of the main deposits of the ore field are given. The results of the research can be useful at all subsequent stages of developing the object and determining the main provisions of environmental policy and environmental monitoring.

Keywords: Eastern Yakutia, Republic of Sakha (Yakutia), Taryn field, gold deposit, geological and technological characteristics, natural conditions, project prospects.

Золотодобывающая отрасль Республики Саха (Якутия) является одной из основных отраслей для социально-экономического развития региона. Недр Якутии уникальны по разнообразию, количеству и качеству полезных ископаемых. По данным «Якутнедра» выявлено 1823 месторождения 58 видов минерального сырья. Наиболее важные – месторождения алмазов (82 % запасов России), сурьмы (82 %), урана (61 %). Также на долю республики приходится 47 % разведанных запасов угля, 35 % природного газа и нефти Восточной Сибири и Дальнего Востока. При этом более 16 тысяч потенциальных месторождений остаются слабоизученными [1-3].

История добычи золота в Республики Саха (Якутия) берет свое начало в 1924 году, когда золотые крупинки были обнаружены в песке небольшого ручья Незаметный притока р. Алдан. Затем добыча золота производилась многочисленными предприятиями и артелями государственного треста «Якутзолото». Через несколько лет на ручье возник город Алдан, ставший центром золотой промышленности Якутии.

В недрах Якутии золото залегает в россыпных и рудных месторождениях, кроме того, оно – попутный компонент урановых месторождений. За последнее время произошел резкий, на 35 %, рост объемов добычи драгоценного металла

на 19-25 т. Республика Саха (Якутия) занимает в РФ 2-3 места по запасам и прогнозным ресурсам золота, а ее прогнозный потенциал по рудному золоту в осваиваемых геолого-промышленных типах месторождений вдвое превышает разведанные запасы и может быть существенно расширен за счет новых типов месторождений [1]. Одному из таких объектов, золоторудному месторождению «Таборное», посвящена настоящая публикация.

В последние годы, в связи с резким ростом мировых цен на золото, рентабельность его добычи из россыпей также значительно выросла, что позволило многочисленным старательским артелям эффективно использовать значительный объем разведанных запасов. В качестве резерва для развития добычи золота в Республики Саха (Якутия) рассматриваются рудные месторождения, составляющие около 70 % от общего объема разведанных запасов, но обеспечивающие в настоящее время меньше половины ежегодной добычи.

К числу территорий-лидеров в Республики Саха (Якутия) с 2010 года относится Оймяконский район республики, на территории которого находится объект нашей публикации – Тарынное рудное поле, относящееся к Верхне-Индигирскому горнопромышленному району, входящего в центральную часть Главного золотоносного пояса Северо-Востока России [1, 4, 5, 6].

Район работ находится в 60 км на северо-восток от с. Оймьякон и в 70 км на юг от пос. Усть-Нера, в среднегорной тундрово-таёжной зоне, на территории Оймьяконского района Республики Саха (Якутия), в междуречье рек Большого и Малого Тарынов, на площади листов Р-54 VI. Его общая площадь составляет 101 км².

Основные объекты исследований.

Месторождение Мало-Тарынское. Расположено в 70 км южнее административного центра района — п. Усть-Нера на западном фланге Тарынского рудного поля, на правом борту р. Малый Тарын, на юго-западном фланге Тарынского рудно-россыпного узла, приуроченного к Адыча-Тарынской рудной зоне, в южной части Верхне-Индибирского горно-промышленного района Яно-Колымской золоторудной провинции.

Особенности геологического строения Мало-Тарынского рудного поля определяются его расположением в пределах Тарынской структурно-фациальной зоны на стыке Курдатской брахиантиклинали Эльгинского складчато-глыбового поднятия и Мало-Тарынской синклинали Тарыно-Эльгинского синклинория. В геологическом строении рудного поля принимают участие терригенные морские отложения карнийского и норийского ярусов верхнего триаса, нижнеюрские отложения, а также континентальные отложения четвертичного возраста. Курдатская брахисинклиналь входит на территорию своим юго-восточным окончанием, и представлена в западной части площади антиклинальной складкой восток-северо-восточного простирания с выходом в ядре наиболее древних в пределах площади пород лоны *Sirenites yakutensis*.

Залегание пород на крыльях и переклинальном замыкании складки относительно пологое — 35–40°. Переклинальное замыкание её наблюдается в верховьях руч. Эгелях. Здесь она приобретает килевидную в плане форму, а углы падения восточного крыла увеличиваются до 75°, северное крыло более пологое и осложнено многочисленными разрывами, обусловившими блоковое строение северо-восточной части Мало-Тарынского рудного поля.

Наиболее интересными в промышленном отношении являются северо-западные зоны разрывов в бассейнах ручьёв Эгелях, Голубичный и Зелёный. Оруденение во всех случаях относится к мало-сульфидному типу золотокварцевой формации [1, 6–8, 11, 12].

Рудные тела являются коренным источником крупной промышленной россыпи золота по р. Малый Тарын с запасами 35 т, в настоящее время практически отработанной. Рудные тела эшелонированные, имеют как крутое, так и изменчивое падение. По отдельным объектам наблюдается увеличение мощности и содержания золота на глубину. Рудные тела изучены до глубин 100 м и не оконтурены по падению, что предполагает возможность наращивания запасов золота на более глубоких горизонтах при более детальной разведке.

Известные рудные зоны Мало-Тарынского месторождения особенно четко выделяются на участке перегиба и совмещения одной из ветвей Адыча-Тарынской зоны разломов с зонами сдвиговых и взбросо-надвиговых деформаций. Протяженность минерализованной части зоны 4 км при мощности в десятки метров. В строении рудной части зоны участвуют зоны брекчирования, милонитизации, расщелачивания

и участки тектонических штокверков. Границы рудных тел определяются исключительно по результатам опробования.

В пределах месторождения выделены два участка: Зелёный (на юго-восточном) и Голубичный (на северо-западном флангах), где проведены более детальные работы и выделено 12 рудных тел, которые прослежены горными выработками и скважинами по простиранию на расстояние 50–700 м, по падению — 30–270 м при средней мощности рудных тел — от 1,5 до 4 м. По сложности геологического строения месторождение Мало-Тарынское согласно «Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых» отнесено к 3 группе. Величина объемной массы для руд Мало-Тарынского месторождения принята равной 2,68 т/куб. м, значение влажности руд составляет 0,2%. При подсчете запасов полученное значение влажности не учитывалось. Золотое оруденение представлено свободным интерстициальным золотом, крупностью от 0,01 до 0,5 см.

На основании технологических испытаний руд, проведенных в «ЦНИГРИ», установлено, что комбинированная схема обогащения руд месторождения обеспечивает суммарное технологическое извлечение золота в «золотую головку» и на смолу — 96,09 %. Зачетное извлечение в сплав Доре, с учетом потерь, составляет — 94,4 %. Золото самородное, главным образом, умеренно высокопробное. В руде присутствуют самородки, наличие которых в отдельных пробах обуславливает ураганные содержания золота.

По состоянию на 1 января 2019 г. Государственным балансом РФ учитываются запасы для открытой отработки золотых руд в количестве [1,7–10]:

золото

✧ категория С2: руда — 2 994 тыс. тонн (ср. содержание — 4,188 г/т), золото — 12 540 кг;

✧ забалансовые: руда — 154 тыс. тонн, золото — 517 кг.

Прогнозные ресурсы месторождения составляют:

золото

✧ категория Р1 — 38 тонн;

✧ категория Р2 — 70 тонн;

серебро

✧ категория Р1 — 2 717 кг.

Месторождение Тан. Расположено на северо-западном фланге Тарынского рудного поля, в междуречье руч. Ударница-Букет, левых притоков р. Большой Тарын, 5 км севернее Мало-Тарынского золоторудного месторождения и 10 км западнее золоторудного месторождения Дразное, на юго-западном фланге Тарынского рудно-россыпного узла, приуроченного к Адыча-Тарынской рудной зоне, в южной части Верхне-Индибирского горно-промышленного района Яно-Колымской золоторудной провинции. В общем потенциале площади месторождения Тан доминируют объекты золото-сурьмяного типа, второстепенную роль играют проявления золотой и золото-редкометальной минерализации. К площади месторождения приурочены головки россыпей золота по ручьям Ударница, Солнечный, Тычинка, Букет.

По количеству промышленных запасов россыпного золота, выявленного на россыпных месторождениях, площадь резко уступает другим участкам рудного поля. Детально разведанная часть месторождения Тан расположена на правом берегу руч. Ударница. Выделено 2 рудных тела, которые име-

ют, соответственно, протяженность 500 и 430 м, среднюю мощность — 1,85 и 1,17 м, среднее содержание золота — 9,82 и 8,32 г/т, сурьмы — 2,77 и 3,31 %.

По состоянию на 1 января 2018 г. Государственным балансом РФ учитываются жильные легкообогатимые запасы золота и попутной сурьмы по месторождению Тан для подземной отработки в количестве [1, 7-10]:

золото

✧ категория C1: руда — 292 тыс. тонн (ср. содержание — 9,288 г/т), золото — 2712 кг;

✧ категория C2: руда — 165 тыс. тонн, золото — 1711 кг.

сурьма

✧ категория C1: руда — 292 тыс. тонн (ср. содержание — 3,045 %), сурьма — 8 890 тонн;

✧ категория C2: руда — 165 тыс. тонн, сурьма — 4056 тонн.

Прогнозные ресурсы месторождения Тан составляют [1, 7-10]:

золото

✧ категория P1 — 18 тонн;

✧ категория P2 — 95 тонн (ср. содержание 3,37 г/т).

сурьма

✧ категория P1 — 140,75 тыс. тонн.

✧ категория P2 — 79,2 тыс. тонн.

Месторождение Пиль и участок Зона Левобережная. В северо-западной части зоны находится золоторудное месторождение Пиль, представляющее пологопадающее (30-35°) кварцевую жилу с невыдержанной мощностью и крайне неравномерными содержаниями золота, в отдельных пробах достигающими 100 г/т и более. Среднее содержание золота в разведанных запасах — 39,08 г/т. Во вмещающих породах, несущих прожилковое окварцевание, содержание золота достигает 7,0-10,0 г/т. Жила характеризуется изменчивостью мощности — от 0,1 до 1,5 м и крайне неравномерным распределением золота. По данным бурения на флангах жила выклинивается на глубинах от 35 м на северном до 60 м на юго-западном фланге.

Часть месторождения — Зона Левобережная северо-западного простираения расположена на левобережье р. Большой Тарын, имеет площадь 44,71 кв. км и дренируется ее левыми притоками руч. Дора, Пиль, Малютка, Струйка, Возвратный, в долинах которых установлены богатые промышленные россыпи золота. В целом рудная Зона Левобережная представляет собой протяженную (около 4 км) полосу шириной 100-200 м, ограниченную ведущими плоскостями разломов (ЮЗ и СВ минерализованные ветви), которые включают тектонически и гидротермально проработанные пласты песчаников с жильно-прожилковой золото-кварцевой минерализацией.

Протяженность рудных зон с подтвержденной золотоносностью 4,0 км, средняя мощность — 0,8-1,5 м (в раздувах — до 10-13 м), содержания золота до 92,61 г/т на мощность 10,13 м, средние содержания золота по блокам от 3,03 до 19,17 г/т. В центральной части площади имеются крутопадающие субмеридиональные минерализованные зоны дробления и прокварцевания со стержневыми кварцевыми жилами системы рудоносных зон Возвратный-Мениск (зоны Дорская, Майская, Июньская, Перевальная), имеющих протяженность до 6,5 км и мощность до 100 м. Данные зоны пересекают практически всю площадь участка и являются секущими по отношению к системе Зоны Левобережная.

В местах их интерференции наблюдается увеличение содержания золота, установленное в результате буровых работ. Протяженность рудных зон Возвратный-Мениск с подтвержденной золотоносностью до 6,5 км, средняя мощность — 4,19-1,43 м (в раздувах — до 4,0 м), содержания золота до 59,0 г/т на мощность 1,3 м, средние содержания золота по блокам — от 10,13 до 18,08 г/т.

Рудоносная зона Перевальная выделяется на левобережье р. Большой Тарын, в междуречье руч. Дора и руч. Ударник. По типу гидротермалитов и характеру геохимического поля подобна северо-западному флангу рудоносной зоны Возвратный-Мениск, являясь, по существу его продолжением на северо-запад. Юго-восточный фланг зоны Перевальной пространственно совмещен с локальным возрастанием продуктивности (до 40-50 г/м²) в нижней части россыпи золота руч. Дора. В пределах зоны установлен ряд контрастных геохимических аномалий золота с содержаниями 0,01-0,1 г/т. Общая протяженность структуры — 3,7 км, ширина — до 300 м.

Рудоносная зона Июньская выделяется в междуречье ручьев Дора и Ударник, протягиваясь от левобережья руч. Июньский (правый приток руч. Ударник) до руч. Дора. Июньская зона является, по существу, северо-западным продолжением Зоны Левобережная. Характеризуется широким развитием прожилкового окварцевания и наличием контрастных геохимических аномалий золота с содержаниями 0,01-0,1 г/т. Общая протяженность структуры — 4,0 км, ширина — 500 м. По особенностям геологического строения, характеру геохимического поля, уровню прожилкового прокварцевания пород зона Июньская подобна северо-западному флангу Зоны Левобережная.

По состоянию на 1 января 2019 г. Государственным балансом РФ учитываются запасы для подземной отработки золотых руд в количестве: [1,7-10]:

✧ категория C1: руда — 12 тыс. тонн (ср. содержание — 39,083 г/т), золото — 469 кг. Прогнозные ресурсы рудного золота месторождения Пиль и участка Зона Левобережная по состоянию на 01.01.2012 г. составляют:

✧ категория P1 — 20 тонн,

✧ категория P2 — 127 тонн.

Россыпные месторождения и проявления золота распространены в пределах площади весьма широко и имеются как в долинах основных водотоков р.р. Большой и Малый Тарын так и во всех мелких водотоках с их притоками, дренирующих рудные поля: руч. Дора, Пиль, Кус-Юрюе, Маскыл, 29 Эгелях, Голубичный, Зелёный, Красивый. Среди россыпей выделяются уникальные, такие как россыпь Большой Тарын - Малый Тарын и мелкие. Россыпи как пойменные, так и террасовые, иногда с несколькими уровнями террас — россыпь Малый Тарын-Верх. Россыпь руч. Эгелях является наиболее протяженной в правых притоках р. Мал. Тарын и достигает истоков ручья до пересечения его долиной продолжения рудоносных структур рудопроявления Эгелях. Длина россыпи 2,5 км, ширина колеблется от 10 до 100 м. Средняя мощность торфов 10,0 м, песков 1,7 м, содержание золота 12,5г/м³. Пробность изменяется от 837 до 903, составляя в среднем 884.

Относительно высокие линейные запасы золота отмечаются в интервале линий № 5 и № 12, с максимумом 1 050 г/м по линии №7, а также по линиям № 17 и № 19, где макси-

мум (900 г/м) установлен по линии № 19 [3]. Кроме золота, в пределах Тарынского рудного поля зафиксированы запасы серебра. Проявление Вешнее расположено на правобережье р. Малый Тарын, в 30 км южнее Мало-Тарынского рудного поля. Здесь в результате проходки 11 скважин и 20 канав установлен ряд рудных тел протяженностью до 1 км, средней мощностью от 1,83 до 2,16 м со средним содержанием серебра 900 г/т., представленными не оконтуренными по простиранию минерализованными зонами дробления с пиритом, сфалеритом, галенитом, пирротинном. Минералы серебра — полибазит, фрейбергит, пираргирит, аргентит и самородное серебро. Прогнозные ресурсы серебра категории Р1 на проявлении составляют — 2849,7 т, категории Р2 — 328 т [7-10].

Цель исследований: показать эколого-технологические условия месторождений Тарынского рудного поля, одного из крупнейших в Оймяконском районе на современном начальном этапе его освоения.

Методы и материалы исследований. Изучение проводится в соответствии со стандартными подходами тематической направленности, фактические материалы приведены в соответствующих разделах.

По результатам работ поисково-съёмочных партий масштаба 1:50000 были проведены поиски масштаба 1:25000-1:10000. Участки месторождения Малый Тарын в 1973-75 гг. были охвачены поисковыми работами масштаба 1:25000. При этом на всей охваченной поисками площади было проведено площадное литохимическое опробование вторичных ореолов по сети 200×20 м. В результате были выявлены многочисленные, но слабоконтрастные и, в основном, точечные аномалии золота, в целом довольно равномерно распространённые по площади междуречья Тарынов [1, 7-11].

В верховьях руч. Кус-Юрюе было выявлено проявление Кус-Юрюе, представленное крупно-глыбовыми развалами кварца с видимым золотом. По данным штучного опробования среднее содержание золота здесь составило 82,7 г/т. Оба участка отнесены к первоочередным, требующим дальнейшего изучения с применением поверхностных горных выработок.

В разные годы, начиная с 40-х, интенсивно велись поисково-разведочные работы и на россыпное золото, охватившие практически все ручьи. В 70-90-е годы в пределах участков работ проводилась разведка россыпей в бассейнах рек Большого и Малого Тарынов.

В 1988-91 гг. проводились поисковые работы в пределах Курдатского рудного узла, на Мало-Тарынском рудном поле была выполнена площадная геохимическая съёмка по сети 200×20 и 100×20 м и горные работы на рудопроявлении Эгелях. На всей площади выявлены слабоконтрастные ореолы золота, основная часть которых концентрируется в полосе развития песчаных отложений, большие по площади и контрастности ореолы золота отмечаются также на площади Эгеляхского рудопроявления. При заверке отдельных аномалий поисковыми маршрутами отмечались мелкие обломки прожилкового кварца с содержаниями золота до 5-6 г/т. Горными работами аномалии золота, за исключением рудопроявления Эгелях, не заверялись.

Перспективы участка Малый Тарын в отношении золотого оруденения связывались с дальнейшим изучением рудопроявления Эгелях, особенно его юго-восточного фланга.

Прогнозные ресурсы этого проявления по категории Р2 оценены в 3,1 т.

Рекомендовано также изучить поверхностными горными выработками рудопроявление Кус-Юрюе, где прогнозные ресурсы золота по категории Р3 оценили в 0,2 т. С 1999 г. по 2004 гг. на Дора-Пильском и Мало-Тарынском рудных полях силами Тарынской ГПП велись поисковые работы с применением буровых и горных работ. В их результате после многолетнего перерыва в Верхне-Индибирском районе открыто рудное месторождение золота — Мало-Тарынское.

За более чем 60-летний период изучения геологии Верхне-Тарынского района проведены многочисленные тематические исследования, касающиеся стратиграфии, тектоники, магматизма, гидрогеологии, полезных ископаемых, и закономерностей их размещения [1, 4-10]. Вся описываемая площадь перекрыта аэромагнитной съёмкой масштаба 1:200000 и 1:50000, и гравиметрической съёмкой масштаба 1:1000 000. Массовые поиски урана проводились в начале 70-х годов при геолого-съёмочных работах масштаба 1:50000 и дали отрицательные результаты.

Горнопроходческие и буровые работы проводились круглогодично, с небольшим перерывом в декабре-январе. Выполнены поисковые маршруты, специализированные геологические исследования и литохимическое опробование вторичных ореолов. Пробирные анализы на золото, серебро, спектро-золотометрические и спектральные анализы бороздовых, керновых, штучных и литохимических проб произведены в физико-химической лаборатории «ВИЭ». Здесь же выполнялся и минералогический анализ шлиховых и минералогических проб.

Главными водными артериями в пределах лицензионной площади являются реки Малый и Большой Тарын, ширина их русел достигает 40-50 м, глубина — 5 м [1, 12, 13]. Непосредственно в пределах участков работ водотоки представлены мелкими ручьями протяжённостью от 2 до 15 км с шириной русел 2-10 м, глубиной 0,1-0,5 м, скоростью течения 1-2 м/с, обычным расходом воды 0,2-2,0 м³/с. В пределах отработанных россыпей в долине р. Малый и Большой Тарыны имеются озёра-отстойники, объём воды до десятков тыс. м³. По своему качеству вода ручьёв пригодна для бытовых и технических нужд, а воду из озёр-отстойников можно использовать в технических целях.

Климат района резко континентальный. Период с положительной среднесуточной температурой воздуха не превышает 3,5 месяца при среднегодовой температуре воздуха -15°C. Среднемесячная температура за 15-летний период составляет 9,0°C. Продолжительность зимнего периода 8-8,5 месяцев, наиболее низкие температуры приходятся на декабрь-январь, достигая среднемесячных значений -45-48°C с минимумами до -64°C. Среднегодовое количество осадков составляет 250-300 мм, большая часть их выпадает в июле-августе. Снежный покров ложится в начале сентября и сходит в начале июня. Участок не опасен для схода лавин и возникновения селевых потоков.

Результаты исследований и обсуждение. Основным полезным компонентом месторождения является золото, попутным — серебро, характеризуется достаточно простыми горнотехническими условиями, благоприятными для организации отработки открытым способом.

В пределах исследуемой площади известны разведанные золоторудные месторождения Тан, Малтан, Пиль, Мало-Тарыньское, значительное количество перспективных недоизученных рудопроявлений, относящихся к малосульфидной золотокварцевой формации. Кроме этих объектов на площади известно значительное количество перспективных, но слабо изученных рудопроявлений золота. Междуречье рек Большой и Малый Тарыны является одной из наиболее изученных и экономически освоенных площадей Верхне-Индигирского горнопромышленного района.

В последние годы наиболее активно изучается Тарыньское полигенное месторождение жильно-вкрапленных руд, в запасах которого существенную роль играют нетрадиционные для района вкрапленные руды с игольчатым арсенипиритом [9]. При существующих технологиях извлечения золота, в настоящее время в районе успешно обрабатываются лишь золото-кварцевые месторождения Бадран и Нагорное, руды которых относятся к легкообогатимым. Вместе с тем, в районе известно более 530 золото-кварцевых рудопроявлений, перспективы которых однозначно не определены, что связано с отсутствием четких критериев для их разбраковки.

Разработка таких критериев, помимо систематизации эмпирических данных, должна основываться на понимании генезиса объектов прогнозирования.

Основой экономики района является золотодобывающая промышленность, годовая добыча золота составляет порядка 5,0 т (в том числе около 1,5 т рудного золота). Географо-экономическое положение участков работ благоприятно. В географическом отношении район работ расположен в пределах Адыча-Оймяконского мелкогогорья на восточном окончании Курдатского поднятия.

Рельеф среднегорный, средне расчлененный, крутизна склонов 15–20°, нередко крутые склоны – 25–30°. Абсолютные отметки поверхности в основном от 740 до 1000 м, на участке Малый Тарын достигают 1200–1300 м, относительные превышения от 150–200 до 350–450 м.

В районе работ повсеместно развиты многолетнемерзлые породы (ММП) мощностью до 500 м, а непосредственно в долинах местных водотоков – более 300 м [1, 5, 9–11]. Среднегодовая температура пород на глубине постоянных годовых теплооборотов (15–20 м) составляет, в зависимости от абсолютных отметок рельефа и экспозиции склонов – 6–9°С. В долинах рек Большой и Малый Тарыны отмечаются круглогодичные подрусловые талики, формирующие наледи в зимний период. Мощность деятельного слоя составляет на склонах северной экспозиции 0,2–0,3 м, южной 1–1,2 м, в долинах водотоков – 3–3,5 м.

Закключение

В целом производство намечаемых работ по освоению месторождения является одним из наиболее экологически опасных для окружающей природной среды. Специфика геоэкологических последствий горнодобывающей отрасли для северных территорий охарактеризована в публикациях [18–20].

Применительно к конкретным природным условиям Тарыньского рудного поля будут оказаны следующие преобразования геосистем:

- ✧ выбросы в атмосферу загрязняющих веществ при работе машин и механизмов;
- ✧ нарушение почвенно-растительного слоя;

- ✧ механическое нарушение верхних горизонтов горных пород;
- ✧ забор воды для производственных и бытовых нужд;
- ✧ сброс хозяйственно-бытовых стоков на рельеф;
- ✧ негативное воздействие на окружающую среду при вырубке леса;
- ✧ нарушение естественных условий обитания диких животных и птиц.

Вышеперечисленные виды воздействия и загрязнения пока на начальной стадии освоения не могут существенно изменить динамику естественных природных процессов в районе ГРП и нарушить существующие структуры и продуктивности геоэкологических систем. Однако в дальнейшем, по мере расширения масштабов и роста степени воздействия, уровень нарушений неизбежно возрастет.

Оценка степени оказываемого экологического воздействия на окружающую среду будет производиться на основании имеющихся справочных данных, опубликованных сведений о современном состоянии природной среды в районе работ и на прилегающих территориях, обычной спецификой горно-добывающей деятельности [18–20].

Предложения по практическому применению и направлению будущих исследований

Начальный этап освоения Тарыньского рудного поля включал поиски и разведку месторождений полезных компонентов. На его протяжении в их результате на отдельных участках происходят умеренные нарушения поверхностных элементов геосистем.

Содержанием второго этапа освоения Тарыньского комплексного проекта является расширение производственных мощностей, в частности на месторождении Дажное (входит в АО «Высочайший») до 4,2 тонн золота в год и на месторождении Мало-Тарыньское (ООО «Богуславец») – до 5 тонн.

Проектной документацией, получившей положительное заключение Главгосэкспертизы России, предусмотрена вторая очередь разработки месторождения Дажное. Объем добычи в рамках второй очереди составит около 1,35 млн тонн золотосеребряных руд в год.

В рамках второй очереди планируется строительство трёх карьеров на территории Тарыньского горно-обогатительного комбината. Из-за высокой сейсмоопасности в этом районе будет проведён геотехнический мониторинг участка открытых горных работ.

Добыча золота на Тарыньском рудном поле в Якутии в ближайшее время предположительно может превысить 9 тонн в год и внесет существенный вклад в золотодобывающую отрасль республики.

Выводы

Важным условием успешного освоения объекта при достижении максимальной экономической эффективности являются не только решение геотехнологических проблем, но и рациональная природоохранная политика, включающая экологический мониторинг.

К числу рекомендуемых природоохранных мероприятий по реализации данного проекта предлагается включить [13–17]:

- ✧ соблюдение установленных нормативов загрязнения окружающей среды и использования природных ресурсов при ведении геологоразведочных работ;

- ✧ применение современных технологий, максимально уменьшающих степень и сроки агрессивного воздействия геологоразведки на окружающую среду;
- ✧ ограничение минимально необходимых объемов прокладки дорог и переездов через местные водотоки и водоемы;
- ✧ применение специальных технических средств (поддонов, герметичных емкостей, устойчивых к разжиданию уплотнителей, быстродействующих сорбционных материалов и т.п.), препятствующих загрязнению окружающей среды горюче-смазочными материалами и химическими реагентами, применяющимися в процессе работы техники и бурения;
- ✧ использование только сертифицированных промышленных буровых реагентов с доказанными безвредными воздействиями и безопасными химическими свойствами;
- ✧ размещение бурового шлама в зумпфах с перекрытием рыхлыми инертными отложениями и почвенно-грунтовыми смесями, с последующим самозарастанием местной растительностью;
- ✧ применение биологической очистки хозяйственно-бытовых стоков;
- ✧ использование оборотной воды в циклах, связанных с бурением;
- ✧ устройство локальных очистных и накопительных сооружений для производственных стоков в виде земляных дамб и зумпфов;
- ✧ проходка буровых площадок и дорог к ним осуществляется только в пределах земельного отвода;

- ✧ соблюдать проектные размеры буровых площадок и подъездных путей к ним;
- ✧ проводить экстренную сорбционную обработку и зачистку аварийных разливов горюче-смазочных материалов;
- ✧ выполнять утилизацию бытового мусора, отработанных смазочных материалов и буровых растворов;
- ✧ проводить складирование в специальных помещениях отработанных горюче-смазочных материалов, аккумуляторов и металлического лома;
- ✧ выполнять санитарную зачистку поверхности рабочей зоны после завершения бурения;
- ✧ соблюдать правила противопожарной безопасности с целью предохранения растительного покрова от пожаров.

Особое внимание уделять рекультивации — по завершению работ производить санитарную очистку объектов работ, буровых площадок, оборудование и материалы вывозятся, ликвидацию туалетов и выгребных ям с засыпкой грунтом после окончания полевых работ.

Рекультивация горных выработок проводится в объеме 40 % канав и траншей в связи с тем, что после окончания поисково-оценочных работ намечается продолжение работ. Для практической реализации природоохранной деятельности на предприятии будет создана специализированная экологическая служба, которая проведет и будет контролировать все экологические аспекты деятельности предприятия, в том числе, выполнение расчетов платы за выбросы, сбросы, вырубку леса, водопотребление. Таким образом предусмотрена организация проблемно-ориентированного геоэкологического мониторинга. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Акимов Г.Ю., Крючков А.В., Крылова Т.Л., Сидоров А.А. Тарынское месторождение жильно-вкрапленных руд — новый тип золотого оруденения в Верхне-Индигирском районе Якутии. // Доклады Академии наук. 2004. Т. 397. С. 363-368.
2. Васильев А. Якутии предложили организовать переработку золотосодержащих руд: Сахамедиа: [сайт]. URL: <http://ysia.ru/yakutii-predlozhiili-organizovat-pererabotku-zolotosoderzhashhih-rud/>. (дата обращения: 27.03.2019).
3. Беневоольский Б.И. Золото России: проблемы использования и воспроизводства минерально-сырьевой базы. Изд. 2-е, исправл. и доп. - М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2002. - 464 с.
4. Гамянин Г.Н. Минералого-генетические аспекты золотого оруденения Верхояно-Колымских мезозоид. М., ГЕОС, 2001. 201 с.
5. Месторождение семидесятой широты [Электронный ресурс] URL: <https://yesaul.livejournal.com/544011.html>. Дата обращения: 16.10.2017.
6. Мурзин Ю. А., Нерадовский Л. Г., Железняк М. Н. «Температурное поле и строение криолитозоны Янского плоскогорья» // Сб. трудов IV Общероссийской конференции изыскательских организаций 16-17 декабря 2008г, «Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в РФ». М., ПНИИС, 2009, С.53-56.
7. Тыллер А. Г., Никифорова В. В. Об инновационной целесообразности расширения Томпонского горно-промышленного района в Восточной Якутии // Материалы I научно-практической конференции «Проблемы формирования инновационной экономики региона». (г. Магадан, 2-3 декабря 2009 г.). - Магадан: Новая типография, 2010. - С. 60-64.
8. Фридовский В. Ю., Гамянин Г. Н., Полуфунтикова Л. И. Структуры, минералогия и флюидный режим формирования руд полигенного Малотарынского золоторудного поля (Северо-восток России) // Тихоокеанская геология, 2015. т. 34. №4. С. 39-52.
9. Фридовский В.Ю. Структуры рудных полей и месторождений Яно-Колымского рудного пояса (Восточная Якутия - территория Верхояно-Колымской коллизионной области) // Металлогения рядов коллизионных геодинамических обстановок. В 2-х томах. 2002. Т. 1. С. 6-241.
10. Фридовский В.Ю., Гамянин Г.Н. Длительно развивающиеся разломные зоны Тарынского рудного узла и обстановки локализации оруденения // Материалы ВНИПК «Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России», Якутск: Издательский дом СВФУ, 2013. Т. 2. С. 246-252.
11. Якутский Тарын после 2019 года может давать более 9 тонн золота: [сайт]. URL: <https://news.ykt.ru/article/48324> (дата обращения: 14.02.2020).
12. Геокриология СССР. Северо-Восток Сибири // М.: «Недра», 1989 - 414 с.
13. Мерзлотно-ландшафтная карта Якутской АССР масштаба 1:2 500 000 // М.: ГУГК, 1991. - 2 л.
14. Шац М.М. Современная динамика многолетнемерзлых пород при природопользовании на Севере Сибири // Маркшейдерия и недропользование. 2019. № 1 (99). С. 41-47.

15. Шац М.М. Эколого-геокриологическая специфика при недропользовании на севере СИБИРИ // Недропользование XXI век. 2020. № 2. С. 130-141.
16. Шац М. М., Сериков С. И, Скачков Ю. Б. Роль техногенеза в современной динамике мерзлых толщ горных пород // Климат и природа. 2017. № 4 (25). С. 3-16.
17. Шац М. М., Скачков Ю. Б. Геоэкологические последствия при освоении минеральных ресурсов криолитозоны // Недропользование XXI век. 2021. № 1-2. С. 16-21.
18. Волков А. В., Сидоров А. А. Поисковая модель золото-сульфидных месторождений вкрапленных руд Арктической зоны России // Арктика: экология и экономика. 2017. № 2 (26). С. 62-75.
19. Соложенкин П. М. Экологические аспекты рациональной переработки золотосурьмяных руд // ВИНТИ. 2006. № 2. С. 2-122.
20. Тарынское рудное поле. Электронный ресурс. URL: https://nedradv.ru/nedradv/ru/find_place?obj=76537a414023f2809014b833d90bcbf1. Источник: <https://nedradv.ru/>. Дата обращения: 18.05.2021.

REFERENCES

1. Akimov G.Yu., Kryuchkov A.V., Krylova T.L., Sidorov A.A. Taryn deposit of vein-disseminated ores – a new type of gold mineralization in the Verkhne-Indigirsky region of Yakutia. // Reports of the Academy of Sciences. 2004. T. 397. S. 363-368.
2. Arkady Vasiliev. Yakutia was offered to organize the processing of gold ores. Electronic resource. URL: <http://ysia.ru/yakutii-predlozhili-organizovat-pererabotku-zolotosoderzhashhih-rud/>. Source: <http://ysia.ru/>. Date of access: 03/27/2019.
3. Benevolsky B.I. Gold of Russia: problems of use and reproduction of the mineral resource base. Ed. 2nd, corrected. and additional - М.: CJSC «Geoinformmark», 2002. - 464 p.
4. Gamyranin G.N. Mineralogical and genetic aspects of gold mineralization of the Verkhoyansk-Kolyma mesozoids // М., GEOS, 2001. 201p.
5. Deposit of the seventieth latitude. Electronic resource. URL: <https://yesaul.livejournal.com/544011.html> Source: <https://yesaul.livejournal.com/>. Date of access: 10/16/2017.
6. Murzin Yu.A., Neradovsky L.G., Zheleznyak M.N. «Temperature field and structure of the permafrost zone of the Yanskoye Plateau». Proceedings of the IV All-Russian Conference of survey organizations December 16-17, 2008, «Prospects for the development of engineering surveys in construction in the Russian Federation.» М., PNIIS, 2009, S.53-56.
7. Tyllar A.G., Nikiforova V.V. On the innovative expediency of expanding the Tomponsky mining and industrial region in Eastern Yakutia // Proceedings of the 1st scientific and practical conference «Problems of forming the innovative economy of the region.» (Magadan, December 2-3, 2009). -Magadan: New printing house, 2010. - P.60-64.
8. Fridovsky V.Yu., G.N. Gamyranin, L.I. Polufantikova Structures, mineralogy and fluid regime of ore formation in the polygenic Malo-Taryn gold field (North-East of Russia) // Pacific Geology, 2015, vol. 34, no. 4, p. 39-52.
9. Fridovsky V.Yu. Structures of ore fields and deposits of the Yano-Kolyma ore belt (Eastern Yakutia - the territory of the Verkhoyansk-Kolyma collision region) // Metallogeny of series of collisional geodynamic settings. In 2 volumes. T.1 // М.: GEOS, 2002. - S. 6-241.
10. Fridovsky V.Yu., Gamyranin G.N. Long-term developing fault zones of the Taryn ore cluster and the environment of localization of mineralization // Proceedings of the VNP «Geology and mineral resources of the North-East of Russia» // Yakutsk: Publishing House of the North-East Federal University, 2013. V. 2. P. 246-252.
11. Yakut Taryn after 2019 can produce more than 9 tons of gold. Electronic resource. URL: <https://news.ykt.ru/article/48324>. Source: <https://news.ykt.ru>. Date of access: 14.02.2020.
12. Geocryology of the USSR. North-East of Siberia // М.: «Nedra», 1989 - 414 p.
13. Permafrost-landscape map of the Yakut Autonomous Soviet Socialist Republic, scale 1:2,500,000 // М.: GUGK, 1991. - 2 p.
14. Shatz M.M. Modern dynamics of permafrost rocks during nature management in the North of Siberia // Mine surveying and subsoil use. January-February 2019, No. 1 (99), P. 41-47.
15. Shatz M.M. environmental and geocryological specificity in subsoil use in the north of Siberia // Subsoil use XXI century, 2020, No. 2, P.130-141.
16. Shatz M.M., Serikov S.I., Skachkov Yu.B. The role of technogenesis in the modern dynamics of frozen rocks. //one CLIMATE AND NATURE, 4 (25), 2017, p.3-16.
17. Shatz M.M., Skachkov Yu.B. Geoecological consequences during the development of mineral resources of the cryolithozone // Subsoil use XXI century, 2021, No. 1-2, P. 16-21.
18. Volkov A. V., Sidorov A. A. Exploration model of gold-sulfide deposits of disseminated ores in the Arctic zone of Russia // Арктика: экология и экономика. - 2017. - No. 2 (26). - S. 62-75.
19. Solozhenkin P. M. Ecological aspects of rational processing of gold-antimony ores // VINITI. 2006. No. 2. S. 2-122.
20. Taryn ore field. Electronic resource. URL: https://nedradv.ru/nedradv/ru/find_place?obj=76537a414023f2809014b833d90bcbf1. Source: <https://nedradv.ru/>. Date of access: 05/18/2021 district

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ



Шац Марк Михайлович:
кандидат географических наук,
ведущий научный сотрудник,
Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова
Сибирского отделения Российской академии наук,
г. Якутск, Россия
e-mail: mmshatz@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Shatz Mark Mikhailovich:
Candidate of Geographical Sciences,
Leading Researcher,
P.I. Melnikov Permafrost Institute of the Siberian
Branch of the Russian Academy of Sciences,
Yakutsk, Russia
e-mail: mmshatz@mail.ru