



Шац М. М.
канд. геогр. наук, ведущий научный сотрудник,
Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова
mmshatz@mail.ru

ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ СЕРЕБРО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВЕРХНЕ-МЕНКЕЧЕ (СЕВЕРО-ВОСТОЧНАЯ ЯКУТИЯ)

Освещено состояние и перспективы добычи серебра Якутии. Охарактеризована история одного из крупнейших серебро-полиметаллического месторождения драгоценных металлов Верхне-Менкече и специфика реализации проекта его отработки. Рассмотрены природные и геоэкономические условия и ресурсы месторождения, а также основные факторы преобразования инженерно-геологической среды на территории проекта.

Ключевые слова: одно из крупнейших серебро-полиметаллическое месторождение драгоценных металлов Верхне-Менкече и специфика реализации проекта его отработки; основные факторы преобразования инженерно-геологической среды на территории проекта.

Добыча серебра – одна из основных отраслей Якутии по извлечению драгоценных металлов, по итогам 2020 года в республике произвели 78,1 тонну металла, что почти на 15% выше установленного плана. При этом отмечено снижение от рекордных показателей 2019 года, вызванное плановым завершением опытно-промышленной добычи на месторождении Верхне-Менкече.

Основной объём добычи серебра – 59,3 тонны обеспечила компания АО «Прогноз» в Кобяйском районе. Вместе с тем, перевыполнение плана 2020 г. связано с попутной добычей серебра золотодобывающими предприятиями: Нерюнгри-Металлик, ГРК «Рябиновый» ПАО «Селигдар», Полюс-Алдан и другими.

Основной объект публикации – серебро-полиметаллическое месторождение Верхне-

Менкече расположено на территории Томпонского района Республики Саха (Якутия) в 200 км восточнее посёлка Хандыга[16].

Уже при начальных исследованиях было установлено, что сырьё из Томпонского района, по своим свойствам существенно отличалось от руды с «Дуката» и других месторождений компании «Серебра Магадана». Сперва обогатители направляли измельчённый продукт на гравитацию, а затем доизмельчённые хвосты гравитации вовлекали во флотацию[6]. Это позволило снизить содержание свинца во флотоконцентрате. В целом технологи Омсукчанской фабрики, но которой обогащали концентрат, успешно справились с непростой задачей – поиском оптимального способа переработки непривычного и крайне непростого сырья.

Цель публикации заключается в освещении близкого к естественному состоянию природной

среды района месторождения, основных факторов преобразования геосистем на начальной стадии его отработки и главных последствий их воздействия. Статья предназначена для студентов и специалистов по комплексному освоению минеральных ресурсов.

Природные условия района месторождения

Современный рельеф основной орографической структуры – Верхоянского хребта предопределён, в первую очередь, расчленением тектонических поднятий, их эрозией и преобразованием интенсивными склоновыми процессами, углубляющимися весьма суровыми климатическими условиями [3-6]. Осевая часть Верхоянского водораздела характеризуется альпинотипным среднегорным рельефом с высотными отметками 1600-2200 м (рис.1). С севера и востока район низко- и среднегорного сглаженного рельефа ограничен крупными межгорными впадинами, разбитыми продольными разломами.

Климат рассматриваемой территории – резко континентальный, характеризующийся большими колебаниями температуры воздуха как внутри года, так и в течение суток [10,11]. Разность температур самого холодного и самого тёплого месяцев достигает 58-62 °С. Зимой рассматриваемая территория находится под преимущественным влиянием сибирского антициклона, обуславливающего повсюду устойчивую морозную погоду. Летом территория находится в основном в области низкого давления с высокими температурами воздуха в отдельные короткие периоды.

Сочетание природных условий определяет основные особенности гидрогеологического и мерзлотного режимов территории с глубоким промерзанием горных пород и формированием многолетнемерзлых пород (ММП), что в целом



Рис. 1. Современные геосистемы района месторождения. Фото М. И. Тянь

является неблагоприятным фактором при освоении мёрзлых толщ. ММП в районе изучены очень слабо, их мощность в горных районах подчиняется закономерности высотной поясности: она минимальна (190-280 м) в долинах крупных рек и возрастает на водоразделах пропорционально увеличению их абсолютных высот до 400 и более метров [3,4,13].

Температурный режим горных пород в слое годовых колебаний температур в естественных условиях характеризуется значительными амплитудами [12,13,14]. Минимальные значения температур зафиксированы в отложениях, слагающих высокую пойму местных водотоков, сложенную песками мелкими, пылеватыми, и составляют -8,1°С. Максимальные значения температур приурочены к отложениям I надпойменной террасы и составляют, соответственно, -6,4 °С. Нарушение естественных условий (уничтожение почвенного и растительного покрова) приводит к повышению значений температур в слое годовых колебаний на 1,5 °С.

Глубина сезонного протаивания зависит от тех же факторов, что и температурный режим горных пород. Наименьшие глубины формируются на участках с мохово-торфяным покровом и составляют 0,5-0,6 м, максимальные – на песках высоких пойм и составляют 1,0-1,2 м. Нарушение естественных условий приводит к увеличению глубины оттаивания на 30-50% [10,11].

Многолетнемерзлые грунты при оттаивании в результате освоения дают осадку, тем самым значительно осложняя всю хозяйственную деятельность. В процессе строительства и эксплуатации могут происходить неравномерные осадки грунта, как из-за оттаивания, так и из-за различной льдистости грунта. Это потребует проведения специальных мероприятий по уменьшению этих осадков и приспособлению конструкций сооружений к повышенным деформациям. Максимальная величина осадки для песка составляет 0,25 м, для крупнообломочных грунтов – 0,1 м.

Также необходимо отметить, что на площадке проектируемого объекта развиты погребённые льды плотные, мутные с примесью песка, супеси, гравия и гальки, редко чистые и прозрачные. Высокая льдистость горных пород обуславливает широкое развитие на участке месторождения геологических процессов и явлений, отрицательно влияющих на строительство. Особо следует отметить пучение, одной из разновидностей которого является площадное сезонное поднятие поверхностного слоя рыхлых грунтов в процессе их промерзания. Начало подобного пучения приходится на середину – конец ноября и продолжается в течение всей зимы с максимальной интенсивностью с января по март [10,11].

Наибольшая величина пучения наблюдается на переувлажнённых участках – преимущественно локальных понижениях рельефа, где существуют оптимальные условия для его развития. На переувлажнённых участках в текучих, текучепластичных глинистых грунтах пучение грунтов может достигать 30-50 см. К участкам с минимальной величиной пучения (до 1-2 см) относятся интервалы, сложенные песчаными грунтами с влажностью 15-25%. Существуют различные способы борьбы с воздействием морозного пучения на хозяйственные объекты: – рациональный выбор мест сооружения объектов;

- предупреждение промерзания основания или сохранение его в постоянно мёрзлом состоянии;
- уплотнение или осушение грунтов оснований;
- предотвращение смерзания фундаментов с грунтом (применение засыпок, прокладок, обсадки и т.д.);
- замена пучинистых грунтов в основании на неподверженные морозному пучению.

Ещё одним широко развитым криогенным процессом является курумообразование, приводящее к формированию огромных скоплений крупных обломков горных пород, чаще в виде глыб [10,11]. Курумы как бы являются продолжением осыпных участков склонов в местах их выколаживания. Как правило, курумы приурочены к днищам небольших логов или ложбин по склону (рис.2) и в основном распространены в их нижней трети.

Более быстрое перемещение курумов может произойти в результате сейсмических колебаний, ведущих к нарушению равновесия глыбового материала на склоне, гидродинамического воздействия потоков поверхностных и грунтовых вод, интенсивного оттаивания подстилающих сильно льдистых грунтов [10,11]. Курумы являются фактором, осложняющим инженерно-геологическую обстановку. Наиболее опасны курумы, скорость движения которых составляет более 1,5-2,0 см/в год и со льдогрунтовым основанием.



Рис. 2.
Курум на пологом склоне в районе месторождения.
Фото И.В.Дорофеева

Необходимо учитывать возможность его оттаивания в результате освоения территории, это повлечёт за собой значительные неравномерные осадки, катастрофические подвижки обломочного материала и нарушит различные объекты.

История месторождения и реализации проекта

23 июня 2007 года на совместном совещании делегации Минэкономразвития РФ и правительства РС (Я) в Якутске был представлен инвестиционный проект развития Томпонского горнопромышленного района, в который вошёл и проект освоения Верхне-Менкеченского серебро-полиметаллического месторождения. Стоимость проекта оценивалась в 8 млрд рублей. Об этом рассказал информационный портал SakhaNews 24 июня 2007 года. [9,12].

В 2013 году ООО «Инфопроф» подготовило ТЭО временных разведочных кондиций для подсчёта запасов месторождения Верхне-Менкече (на условиях подряда для компании «ГеоПроМайнингВерхнеМенкече»).

В марте 2014 года Государственная Комиссия Запасов (ГКЗ) утвердила балансовые запасы месторождения Верхне-Менкече. [3; 12].

В 2014 году проектный институт «Шанэко» разработал проект «Опытно-промышленной разработки (ОПР) подземным способом в составе проекта геологического доизучения месторождения Верхне-Менкече на 2013-2016 гг.».

В феврале 2017 года горнодобывающая «GeoProMining» (ООО «ГеоПроМайнинг», GPM) провела общественные слушания по проекту разработки серебро-полиметаллического месторождения Верхне-Менкече в Томпонском районе Якутии. Управляющий директор ОАО «Сарылах-Сурьма» (входит в GPM) Александр Копяков сообщил «Интерфаксу»: «... реализуется проект опытно-промышленной отработки, но не добычи. Он утверждён, прошёл все согласования в московских органах и геологических. Вопрос по добыче остаётся открытым». [9,16].

В 2017 году компания «ГеоПроМайнингВерхнеМенкече» приступила к опытно-промышленной добыче серебра на месторождении Верхне-Менкече. Переработка руды велась на ЗИФ «Серебро Магадана» (входит в состав «Полиметалл») (рис.3).

6 декабря 2018 года проект строительства обогатительной фабрики по переработке серебро-полиметаллической руды на месторождении Верхне-Менкече в Республике Саха (Якутия) одобрили эксперты Красноярского филиала Главгосэкспертизы России.

С 2019 года производство серебра осуществляет АО «Прогноз» (дочернее предприятие канадской Silver Bear Resources Plc) в Кобяйском

районе. В первом квартале предприятие выпустило 457,46 тыс. унций серебра при годовом плане по добыче серебра 68,1 тонн.

Горно-геологические условия и ресурсы месторождения

По минеральному составу руды месторождения относятся к серебро-полиметаллическому типу. Рудные минералы представлены галенитом, сфалеритом, пиритом, сульфосолями, пруститом. Характер минерализации: жилы, линзы, просечки и вкрапленность. Основными рудовмещающими структурами являются зоны дробления с кварц-сульфидной минерализацией. Из нерудных преобладает кварц (30-40%), карбонаты (до 10%) и углистое вещество. На долю нерудных структур приходится 70-80%. [1,2,16].

Запасы по степени изученности

Государственным балансом РФ учитываются запасы для подземной отработки серебряных руд в количестве. [1,2,16]:

серебро (По состоянию на 1 января 2018 г.)

- категория С1: руда – 530 тыс. тонн (ср. содержание – 315,6604 г/т), серебро – 167,3 тонны,
- категория С2: руда – 2254 тыс. тонн, серебро – 1 271,3 тонны,
- забалансовые: руда – 406 тыс. тонн, серебро – 34,2 тонны;

По информации Polymetal, руду с Верхне-Менкече сейчас перерабатывает АО «Серебро Магадана» (входит в Polymetal), в этом году предприятие переработает 45 тысяч тонн руды. Руда – сульфидная, легкообогащаемая, с высоким содержанием серебра (от 900 до 1600 г/т), свинца и цинка (*рис. 4*).

Очередным этапом освоения серебро-полиметаллического месторождения Верхне-Менкече станет строительство нового подземного рудника, где будет добываться до 330 тыс. тонн руды в год [14]. Проектную документацию и результаты инженерных изысканий объекта рассмотрели и утвердили в Главгосэкспертизе России. В рамках проектной документации на месторождении построят подземный рудник и объекты поверхности, непосредственно связанные с технологией ведения подземных горных работ. Добытая руда будет перерабатываться на собственной обогатительной фабрике, работающей по гравитационно-флотационной технологии переработки.

Поверхностный комплекс запроектирован с учётом технологических решений подземных горных работ, результатов инженерно-геологических изысканий и водоохранных зон водных объектов [1,6,12,16]. При проектировании промплощадки рудника были учтены характер рельефа местности и связанные с ним опасные природные явления – сели и лавины. Проектными решениями предусмотрены



Рис. 3. Серебро месторождения Верхне-Менкече [1]



Рис. 4. Погрузка горной массы на начальной стадии освоения месторождения. 2017 г. Фото Р.И.Головатого

сооружения инженерной защиты территории проектируемых объектов на поверхности, а также мероприятия по снижению негативного воздействия опасных явлений до минимума.

Для обеспечения безопасности ведения подземных горных работ в условиях риска проникновения дренажных вод в выработанное пространство, при выемке запасов рудника подземным способом под ручьём Менкече будут оставлять временный предохранительный рудный целик.

По итогам первого полугодия 2020 г. в республике добыто 50,5 тонн серебра, сообщает Минпром Якутии, что в полтора раза превышает результат предыдущего года.

Основные факторы преобразования инженерно-геологической среды на территории месторождения

Основной причиной ухудшения инженерно-геокриологических условий территории в процессе освоения является его отепляющий эффект, вызванный рубкой деревьев и корчёвкой пней в пределах площадок строительства с нарушением дернового покрова, приводящий к образованию промоин и оврагов на склонах. Нарушение дернового покрова в пониженных местах приводит к нарушению терморегуляции в пределах деятельного слоя и связано с повышенным снегонакоплением. В аномально тёплые и многоснежные зимы последних


лет повышенные снегонакопления в понижениях рельефа оказывает отепляющее влияние на верхний горизонт ММП. Поэтому в период проведения строительных работ рекомендуется минимизировать нарушения дернового покрова, во избежание развития эрозионных процессов, приводящих к образованию промоин и росту оврагов.

На современном этапе освоения уровень воздействия на природную среду невысок [7,8]. Основные факторы – изыскательские работы, которые важно производить строго в пределах отведённого разрешением участков и инженерно-геологические работы, как и прочие производственные виды деятельности человека, наносят вред окружающей среде. При производстве работ необходимо выполнять все действующие положения [7,8] по охране недр, окружающей среды, охране атмосферного воздуха, о животном мире, об отходах производства и потребления, правила пожарной безопасности и т.д. После завершения буровых работ все выработки ликвидируются путём обратной засыпки с трамбовкой. Воздействие на окружающую среду в период проведения инженерных изысканий будет носить временный характер, ограниченный сроками изысканий.

Заключение

В Якутии на серебро-полиметаллическом месторождении Верхне-Менкече готовятся построить новый подземный рудник, где будет добываться до 330 тыс. тонн руды в год. Проектную документацию и результаты инженерных изысканий объекта рассмотрели в Главгосэкспертизе России.

Решениями предусматривается отработка балансовых запасов месторождения Верхне-Менкече подземным рудником в период с 2021 по 2037 год на существующих горизонтах, а также вскрытие и отработка запасов на проектируемых производителями, технологии апробированы на действующих предприятиях. Для обеспечения безопасности ведения подземных горных работ в условиях риска проникновения дренажных вод в выработанное пространство, при выемке запасов рудника подземным способом под ручьём Менкече будут оставлять временный предохранительный рудный целик.

Реализация перечисленных природоохранных и компенсирующих мероприятий позволит при освоении месторождения предотвратить серьёзные технологические осложнения и избежать значительные экономические потери. 

Литература

1. Верхне-Менкече, месторождение // Кадмий. Свинец. Серебро. Цинк. Электронный ресурс. URL: https://nedradv.ru/nedradv/ru/find_place?obj=f2f5e2370b07304ef3b5b8e49138fee0 Источник:<https://nedradv.ru>. Дата обращения: 23.06.2022.
2. В Якутии извлекли 39 тонн серебра за полгода. Электронный ресурс. URL: https://nedradv.ru/nedradv/ru/page_news?obj=681600e66fb8552de7a7065610b24a2. Источник:<https://nedradv.ru/nedradv/ru/11> августа 2020
3. Геоэкология СССР. Средняя Сибирь. – М.: «Недра», 1989, - 414 с.
4. Геология СССР, том XVIII, Западная часть Якутской АССР. Часть 1. Геологическое описание. Книга 1. Коллектив авторов. М., изд-во «Недра», 1970, 536 с.
5. Гидрогеология СССР. Том XX. Якутская АССР / Толстихин О.Н., Пигузова В.М., Анисимова Н.П. и др. – М.: Недра, 1970. – 383 с.
6. «Геопромайнинг Верхне-Менкече» построит обогатительную фабрику в Якутии. Электронный ресурс. URL: https://nedradv.ru/nedradv/ru/page_news?obj=b9e9ffdd24a62bce3a959eed51ba0324. Источник:<https://nedradv.ru/nedradv/ru> Дата обращения: 06 декабря 2018.
7. ГОСТ 17.2.1.03-84 «Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения»;
8. ГОСТ 17.4.3.04-85 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения»;
9. Катюжан Л.Л. Минералогический музей ГБУ РС(Я). Электронный ресурс. URL: <http://ggt-khandyga.narod.ru/muzey/diamonds.html>. Источник: Горно-геологический техникум. Дата обращения: 12.05.2019.
10. Мерзлые ландшафты Якутии. Пояснительная записка к Мерзлотно-Ландшафтной карте Якутской АССР масштаба 1 : 2 500 000 / Новосибирск: ГУГК, 1989. – 170 с.
11. Мерзлотно-ландшафтная карта Якутской АССР масштаба 1 : 2 500 000 / Новосибирск: ГУГК, 1991. – 2 л.
12. На месторождении Верхне-Менкече в Якутии построят новый рудник... Электронный ресурс. URL: <http://www.ginfor.ru/geonews/sakhanews/212-ooo-geopromayning-verhne-menkeche-namereno-postroit-na-mestorozhdenii-verhne-menkeche-v-yakutii-obogatitelnyu-fabriku-moschnostyu-300-tysyach-tonn-serebro-polimetallicheskoy-rudy-v-god.html>. Источник: <http://www.ginfor.ru>. Дата обращения :29.06.2022
13. Некрасов И.А., Максимов Е.В., Климовский И.В. Последнее оледенение и криолитозона Южного Верхоянья. – Якутск: Якутское кн. изд-во, 1973. – 150 с.
14. Теплофизические исследования криолитозоны Сибири / Балобаев В.Т., Павлов А.В., Перльштейн Г.З. и др. – Новосибирск: Наука, 1983. 365 с.
15. Шац М.М., Галкин А.Ф. База данных №0220409730 «Опасные и потенциально опасные геотехнические объекты алмазной провинции РС(Я)». Электронная база данных. Государственный регистр баз данных РФ. Свидетельство №9045 от 03.06.2004, 94,4 Мв, 6 печ. л.
16. 78,1 тонны серебра добыли в Якутии по итогам 2020 года. Электронный ресурс. URL: <https://www.sakha.gov.ru/news/front/view/id/3258053https://minprom.sakha.gov.ru>. Источник: minprom.sakha.gov.ru. Дата обращения: 16.04.2022.

UDC 550.98

M.M. Shatz, cand. geogr. Sci., Leading Researcher, P. I. Melnikov Permafrost Institute SB RAS, mmshatz@mail.ru

GEOECONOMICAL CONDITIONS OF THE INITIAL STAGE OF DEVELOPMENT OF THE SILVER-POLYMETALLIC DEPOSIT UPPER-MENKECHE (NORTH-EASTERN YAKUTIA)

Abstract: The state and prospects of silver mining in Yakutia are highlighted. The history of one of the largest silver-polymetallic deposits of precious metals Verkhne-Menkeche and the specifics of the implementation of the project for its development are characterized. Considered geoeconomical conditions and resources of the deposit, as well as the main factors in the transformation of the engineering and geological environment in the project area.

Keywords: one of the largest silver-polymetallic deposits of precious metals Verkhne-Menkeche and the specifics of the implementation of the project for its development, the main factors of transformation of the engineering-geological environment in the project area.