

Инженерно-геологические аспекты освоения месторождений олова Яно-Индигирской провинции (С-В Якутия)



В статье рассмотрены основные проблемы оловодобывающей промышленности Республики Саха (Якутии) в условиях полнейшего спада производства в целом по стране с начала 1990 г. Освещены перспективы возрождения оловодобывающей промышленности в регионе. Автор аргументирует обязательность получение геокриологической и геоэкологической информации, необходимой для комплексной оценки и разработки эффективной системы природоохранных и компенсирующих мероприятий для отдельных месторождений Яно-Индигирской провинции.

Шац Марк Михайлович

Ведущий научный сотрудник Института мерзлотоведения им. П.И.Мельникова СО РАН, к.г.н
mmshatz@mail.ru

Введение

Олово является одним из важнейших полезных ископаемых, задействованных в народном хозяйстве РФ. Помимо его использования в электронике и химических сплавах, оно также используется при пайке. Кроме того, значительный рост спроса на бытовую электронику, особенно в Китае, Тайване, Южной Корее и

Соединенных Штатах, положительно стимулирует рынок олова, что, в свою очередь, обеспечивает поддержание установившихся высоких цен на металл. Запасы олова в российских недрах превышают 2 млн тонн. Они сконцентрированы восточнее Урала – в пределах Иркутской и Магаданской областей, Забайкальского, Хабаровского и Приморского краев, Якутии и Чукотского автономного округа. Подобная асимметрия в распространении объясняется геологическими особенностями образования месторождений олова, локализованных в шести металлогенических провинциях – Байкальской, Забайкальской, Яно-Индигирской, Хингано-Охотской, Сихотэ-Алиньской и Чукотской [1]. Крупнейшей из них является именно Яно-Индигирская провинция. В ней сосредоточено свыше 30% запасов олова от их общего объема в нашей стране. Основной объект – Депутатское рудное месторождение, на долю которого приходится 75% всех запасов Яно-Индигирской провинции, остальные 25% залегают в россыпях Чурпунья, Тирехтях и других более мелких. Освоение всех этих богатств требует знания и всестороннего учета экстремальных природных условий данного региона. При этом особое внимание должно уделяться инженерно-геологическим, в том числе геокриологическим, и геоэкологическим материалам, обуславливающим специфику обработки месторождений. Цель статьи – показать связь этой специфики с геокриологическими и геоэкологическими условиями территории освоения.

Состояние оловодобывающей отрасли в РФ

До XIX века в России добыча олова не велась, поэтому металл завозился из-за рубежа и лишь в 1811 г. в Забайкалье было обнаружено Ононское месторождение, открытое на месте древних разработок [7]. Однако оно не могло покрыть всех потребностей России.

В СССР в 1930-х гг. были начаты активные поисковые работы на олово, позволившие открыть месторождения в Якутии. Они находились в труднодоступных районах, поэтому осваивались силами Главного управления строительства Дальнего Востока НКВД СССР. Имея в лице заключенных практически бесплатную рабочую силу, эта организация вела вскрышные и добычные работы без каких-либо средств механизации. Во время Великой Отечественной войны и после нее разработка месторождений олова активизировалась. На С-В Якутии был создан крупнейший Депутатский горно-обогатительный комбинат (ГОК). Это позволило вывести Советский Союз в число лидеров на мировом рынке олова.

Несмотря на активное развитие оловодобывающей отрасли в нашей стране ее слабым местом была недостаточная минерально-сырьевая база. И хотя усилиями советских геологов было открыто много месторождений, содержание металла в них было существенно ниже, чем в зарубежных, а руды часто относились к категории труднообогатимых. Для их переработки требовалось привлечение сложных и дорогих технологий, да сами месторождения характеризовались сложными горно-геологическими условиями.

Распад Советского Союза в 1991 г. не мог ни привести к печальным последствиям для этой отрасли. Нарушились налаженные хозяйственные связи, резко поднялись внутренние цены на энергоресурсы. Вдобавок произошел глобальный экономический кризис, вызвавший сокращение спроса и снижение мировых цен на

олово. Все это сделало горнодобывающие предприятия убыточными. В 1990-х гг. им приходилось обрабатывать лишь богатые залежи, оставляя в недрах бедные руды [7]. Выборочная отработка не могла решить проблем отрасли, и процесс остановки производства на ГОКах и рудниках пошел еще более быстрыми темпами.

С развалом СССР и переориентацией экономического строя в стране, оловянная промышленность прекратила свое существование, хотя добыча руды на Депутатском ГОКе осуществлялась в незначительных количествах вплоть до 2009 г.

В плане борьбы за экономичность добычи в конце прошлого века сотрудник Института Мерзлотоведения СО РАН Е.И.Гайдаенко в составе группы специалистов принимал участие в решении проблемы возможности зимней консервации здания Депутатской обогатительной фабрики. В случае успеха была возможна существенная экономия энергоресурсов, однако удовлетворительное техническое решение найдено не было. В то же время спрос на олово на отечественном рынке не исчез. Из металлургических предприятий крупным потребителем олова является Магнитогорский комбинат, изготавливающий белую жель. Кроме того, олово востребовано в производстве листового флот-стекла, из которого делают зеркала, стеклопакеты и др. Оно имеет отличную гладкость в сочетании с отсутствием оптических дефектов, поэтому спад выпуска олова в России компенсировался его возросшим импортом [11].

По статистическим данным, ежегодная потребность в олове в стране – 7,5 тыс. тонн. При этом сырьевая база олова РФ представлена 214 (88 коренных и 126 россыпных) месторождениями с запасами олова в 1,7 млн тонн, большинство которых сосредоточено в Северо- Восточной Сибири [3]. Возрождение оловодобывающей отрасли началось в 2011 г., когда была принята поправка в Налоговый кодекс России, обнулявшая ставку налога на добычу полезных ископаемых (НДПИ) для кондиционных руд олова на территории Дальневосточного федерального округа на период с 1 января 2013 по 31 декабря 2017 года [12]. В августе 2016 г. интерес к олову проявила государственная корпорация «Ростех». Ее внимание привлекло россыпное месторождение «Ручей Тирехтях» в Северо-Янском оловоносном районе в северо-восточной части Республики Саха (Якутия) с запасами около 70 тыс. тонн олова.

Еще до начала разработки можно предполагать, что она будет сложной – месторождение расположено в довольно удаленном районе Якутии, где понадобится полное обустройство с созданием всей необходимой производственной и вспомогательной инфраструктуры. Понадобится доставка стройматериалов и энергоресурсов автотранспортом, или вертолетами. В принципе, предполагается рассмотреть возможности использования мощностей Депутатского ГОКа, расположенного в 60 км от Тирехтяха, но нет достоверной информации о том, в каком состоянии находится его оборудование в настоящее время [12]. К тому же, создавать производство чистого олова в данном районе Якутии в нынешних экономических условиях представляется нерентабельным, поскольку оно, скорее всего, может оказаться весьма затратным. Тем не менее, оловянный концентрат с Ручья Тирехтях может оказаться востребованным как на рынке России, так и за ее пределами. Одним из его потребителей может стать Новосибирский обрабатывающий завод, либо Китай, закупающий концентрат едва

ли не во всех оловодобывающих странах. К тому же олово на мировом рынке часто дорожает и это делает спрос на него устойчивым.

В Якутии планируется создание совместного якутско-китайского предприятия по реализации инвестиционных проектов на территории республики при участии АО «Республиканская инвестиционная компания» (РИК) и Хэйлунцзянской главной компании по развитию экономики и технологий [12]. Благодаря оперативному взаимодействию китайских и якутских коллег была подготовлена соответствующая документация для реализации совместного предприятия на территории Якутии. На первом этапе предприятие будет нацелено на совместную реализацию проекта освоения россыпного оловоносного месторождения «Ручей Тирехтях». В будущем планируется реализация инвестпроектов на территории Якутии во всех перспективных сферах.

Освоение Тирехтяхского месторождения олова планируется компанией «Янолово» (дочерняя структура «РИК») в 2019 году при поддержке китайского инвестора. Общий объем инвестиций в капитальные вложения в проект составит порядка 4 млрд рублей. Реализация проекта позволит в основном обеспечить внутреннюю потребность РФ. В то же время Инвестиционная компания Millhouse Capital, наоборот, отказалась от проекта освоения на Чукотке Пыркакайского узла, имеющего запасы в 228,5 тыс. тонн олова [12]. Будучи открытым в 1937 г., он до сих пор остается неразработанным в связи с труднодоступностью и низкими концентрациями олова.

ПРИРОДНЫЕ, В ТОМ ЧИСЛЕ ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ОЛОВА ЯНО-ИНДИГИРСКОЙ ПРОВИНЦИИ

Месторождение россыпь Тирехтях

Район россыпи в административном отношении находится в Усть-Янском районе Республики Саха (Якутия), в 65 км от улусного центра Депутатский, в зоне сочленения Селяннихской межгорной впадины с горной цепью Салтага – Тас. Селяннихская межгорная впадина является типичным озерно-аллювиальным понижением с многочисленными водоемами в котлованах. Основными водотоками района месторождения являются р. Тирехтях и ее левый приток р. Ынгырыа – Сала [9].

Климат района резко континентальный с суровой продолжительной зимой (8–9 месяцев) и коротким летом. Среднегодовая температура воздуха в районе $-13,2^{\circ}\text{C}$. Среднегодовое количество осадков 250–280 мм, глубина снежного покрова достигает 24 см. Многолетнемерзлые породы имеют сплошной характер развития, мощность около 500 м с температурой на подошве слоя годовых колебаний около -7°C . Сезонное оттаивание грунтов составляет от 0,4 до 1,8 м.

Важным геоэкологическим аспектом является специфика развития криогенных процессов и явлений [4]. В целом природные условия при естественном развитии территории месторождения не благоприятствуют высокой активности криогенных процессов. В частности, это лимитируется небольшой мощностью рыхлых отложений, не превышающей 2–2,5 м.

В подобных условиях развиваются следующие криогенные процессы, ранжированные автором статьи по степени пораженности района месторождения [16].

Морозное выветривание преобразовывает 20–30% поверхности района и наиболее активно протекает в глинисто-карбонатных породах кембрия и ордовика. В них формируется достаточно мощная (2–7 м) кора криогенного выветривания, которая по своим свойствам резко отличается от подстилающих коренных пород. Этот факт должен быть учтен при проектировании.

Солифлюкция развита на 20–25% площади, главным образом на глинисто-карбонатных породах кембрия и ордовика. В результате выветривания эти породы перекрыты рыхлыми пылеватыми отложениями. Они в условиях достаточного увлажнения и под действием гравитационных сил перемещаются вниз по склонам. Скорость процесса обычно 8–10 см в год. В отдельных случаях при значительном уменьшении сил сцепления между частицами грунта и крутизне склонов более 10^0 , скорость солифлюкции может достигать 30 см в год. При обычных скоростях солифлюкции на склонах малой ($2-5^0$) и средней ($6-10^0$) крутизны формируются оплывины, языки, натеки и микротеррасы.

Морозное пучение грунтов развито лишь на 15–20% территории месторождения. Это связано с относительно низкой влажностью грунтов. В основном пучению подвержены озерно-аллювиальные и озерно-болотные отложения, а также аллювиальные отложения пойм и низких террас. Здесь формируется кочковатый микрорельеф. Диаметр кочек 30–50 см, высота 10–30 см, редки кочки до 1,5 м в поперечнике и 0,3–0,4 м высотой. Все эти формы являются результатом сезонного пучения.

Многолетнее пучение грунтов наблюдается редко и возможно только на участках развития торфяников. Образующиеся при этом отдельные слабовыпуклые многолетние бугры пучения имеют высоту не более 1–1,5 м.

Термокарстовые явления охватывают 5–8% территории, это обусловлено отсутствием крупных залежеобразующих масс подземных льдов и ограниченностью сильнольдистых четвертичных отложений, зафиксированных лишь на отдельных участках поймы, I и II надпойменных террас, в долинах временных водотоков и на плоских, или слабовыгнутых водораздельных пространствах.

Значительно более ярко выражены на местности делли на пологих склонах, перекрытых сильнольдистыми отложениями. Подобные термоэрозионные формы хорошо выработаны, имеют глубину до 2–2,5 м при ширине до 30 м (рис. 1).



Рис. 1. Эрозионные формы. Фото С.И.Серикова

Морозобойное трещинообразование имеет наименьшее развитие из криогенных процессов, затронувших лишь 1% площади. Это связано с отсутствием в данном районе необходимых условий: высокой влажности грунтов и их низких температур, обуславливающих большие температурные градиенты в деятельном слое. При обнажении участков высоких пойм и низких террас возможно развитие законсервированных маломощных полигонов морозобойных трещин и каменных морей-курумов (рис. 2).



Рис. 2. Каменные моря-курумы. Фото И.В.Дорофеева

Предполагаемый способ добычи – подземный шахтный. Объект находится на стадии проектирования шахты. Предусмотрена круглогодичная добыча песков при помощи буро-взрывных работ, выдача песков путем транспортирования их автомашинами скреперными лебедками и ленточными конвейерами на поверхность в отвал. Промывка песков осуществляется в теплое время года, продолжительность промывочного сезона в среднем 120 дней в году. При создании технологических водоемов используется естественный рельеф местности, а для задержания воды создается дамба. На шахте №4 месторождения предусмотрена схема вскрытия россыпи двумя наклонными стволами. Выбор углов наклона главного и вспомогательного стволов гарантирует минимально возможные объемы вскрыши пород и воздействие на поверхностный слой почвы. Схема вскрытия шахты и отработки отвечают условиям безопасности и обеспечивают оптимальную полноту и качество извлечения запасов полезных ископаемых из недр с максимальным экономическим эффектом. Согласно «Единых правил охраны недр при разработке месторождений твердых полезных ископаемых» [6] в период строительства и эксплуатации предусмотрено выполнение следующих маркшейдерских работ:

- создание геодезических и маркшейдерских опорных и выемочных сетей;
- своевременное нанесение на горную графическую документацию предохранительных и барьерных целиков, границ безопасного ведения горных работ, а также погашения отработанного пространства;
- определение и своевременное нанесение на горно-графическую документацию опасных участков возможного прорыва воды;
- контроль за соблюдением утвержденных мероприятий по безопасности ведения горных работ вблизи и в пределах опасных зон в части маркшейдерского обеспечения;
- учет состояния и движения запасов, потерь и разубоживания полезных ископаемых.

В процессе вскрытия и подготовки месторождения к разработке должны обеспечиваться:

- контроль за соблюдением предусмотренных проектом мест заложения стволов, направления и параметров горных выработок, размеров предохранительных целиков, технологических схем проходки;
- проведение в полном объеме эксплуатационной разведки и других технологических работ.

В процессе вскрытия и подготовки месторождения не допускается нарушение примыкающих к нему участков тел с балансовыми и забалансовыми запасами полезных ископаемых, при этом без соответствующего обоснования запрещается: проводить на указанных участках горные работы, а также размещать отвалы; осваивать участки тел, создавая невозможность их дальнейшей отработки. Очистные работы по прирезке должны производиться в строгом соответствии с проектом разработки и планом развития горных работ.

При проектируемой разработке участка месторождения подземным способом (шахтой № 4) ущерб, наносимый окружающей природной среде, будет многократно сокращен по сравнению с созданием карьера. В плане охраны атмосферного воздуха предусмотрены специальные мероприятия, при этом

основными причинами его загрязнения станет ведение горных работ: пыль, работа транспорта и горных машин. Однако, увлажненность территории, небольшие объемы горных работ и незначительное количество работающих механизмов на жидком топливе при отработке месторождения в целом предполагают незначительное загрязнение атмосферного воздуха. Для охраны поверхностных геосистем предполагается обеспечивать максимальную сохранность существующей растительности и почвенного покрова на участках, не подпадающих непосредственно под возводимые объекты и разработки полезного компонента. В мерзлотном отношении нарушение почвенно-растительного слоя ведут к глубокому протаиванию мерзлых толщ и резкой активизации криогенных процессов.

Для сохранения почвенно-растительного слоя в районе деятельности машинам и механизмам на гусеничном ходу в теплое время запрещается проезд по тундре, либо применяются специальные покрытия из особо прочных материалов. Предпочтительно движение гусеничного транспорта по утвержденным маршрутам и, в основном, зимой.

Для сохранения чистоты территории от нефтепродуктов создаются специально оборудованные площадки с обваловкой. Почвы и минеральный грунт с мест проливов нефтепродуктов на поверхность снимаются и захораниваются в отвалы вскрышных пород.

После окончания эксплуатации вся территория должна очищаться от мусора (металлолома, древесины, бочкотары).

Отвалы вскрышных пород подвергаются технической рекультивации с частичной посадкой на некоторых участках ивы, а остальные оставляются под самозаращение. Карьер и хвостохранилище после осушения также подвергается технической рекультивации и оставляются под водоемы.

Значительное внимание уделяется охране водных объектов, основным из которых является река Ынгырыя-Сала и ее притоки. В пределах района также множество озер с пригодной для питьевого водоснабжения и технических нужд водой, питание водотоков – снегово-дождевое. С целью обеспечения условий для охраны водных объектов предусмотрена полнооборотная схема хвостового хозяйства.

Основные условия сохранности водных объектов заключаются в следующем:

- предотвращение сброса промышленных стоков в поверхностные водные системы;
- в водохранилищах должен быть 5-кратный запас воды от максимального суточного водопотребления для осаждения тонкодисперсных взвесей без использования типичных реагентов осветления вод;
- использование только атмосферных вод и водоотлив из карьера;
- места под хвосто- и водохранилища расположены так, что причинить вред существующим водотокам и водоемам невозможно;
- сброс стоков с промывочных приборов проводится по специальным пульповодам в хвостохранилище;
- возводятся с мерзлым ядром с ежегодной проморозкой.

В результате предшествующих горно-геологических работ нарушению, а часто и серьезному преобразованию подвержено около 60% площади месторождения (рис. 3, 4). Поэтому степень последствий воздействий на природную среду в настоящее

время умеренная, а категория объекта по степени последствий разработки – умеренно опасный.



Рис. 3. Месторождение Тирехтях. Электронный ресурс [10]



Рис. 4. Россыпь Тирехтях. Электронный ресурс [13]

Месторождение рудник «Западный»

Месторождение рудник «Западный» горнообогатительного комбината Депутатский находится на территории Усть-Янского района, в трех километрах от районного центра пос. Депутатский. Район характеризуется резко расчлененным, местами альпинотипным рельефом с абсолютными отметками 1000–1100 м при относительных превышениях до 300–350 м. Основной водной артерией района являются река Иргичээн с притоками речек Депутатская и Эпкыкылкан. Непосредственно через месторождение протекают ручьи: Буревестник (с притоками ручьев Кыра, Чайка, Ястреб, Ворон), Восходящий, Орел, Кондор (с притоками ручьев Красивый, Попутный). Дебет водопритоков непостоянный, зависящий от времени года, выпадающих осадков, снеготаяния и сезонной оттайки. В зимний период все реки и ручьи промерзают полностью.

Климат территории резко континентальный субарктический с продолжительной и холодной зимой и коротким, сравнительно теплым летом. Наиболее низкие значения температуры воздуха в декабре-январе составляют -55 – -60°C , высокие в июле – $+25^{\circ}\text{C}$. Среднегодовое количество осадков достигает 250–300 мм, а высота снега не превышает 0,5 м.

Рудник располагается в зоне сплошного распространения многолетнемерзлых горных пород, мощность которых в долине Ыргычана достигает 270–400 м. Глубина сезонного оттаивания грунтов составляет 0,1–1,5 м. Под руслами рек существуют талики, при промерзании которых в зимний период года формируются наледи. Комплекс криогенных процессов близок месторождению россыпь Тирехтях.

Радиоактивность и токсичность горных пород участка находится в пределах нормы и не превышает фоновых значений территории. Рудное поле месторождения сложено мощной терригенной толщей песчаников с прослоями-ритмами глинистых алевролитов-алевропесчаников. Простираение пластов от северо-западного до субширотного, падение до 20 град. на ЮЗ [5]. Рудные тела морфологически представлены минерализованными зонами дробления, жилами выполнения, зонами прожилкования с выклинивающимися и дуговыми апофизами. Мощность не выдержана и изменяется в пределах от 0,3 до 4,5 м с небольшими раздувами. Состав первичных руд – сульфиды, кварц, хлорит, турмалин, метаморфизованные осколки вмещающих пород.

Западный участок Депутатского оловорудного месторождения вскрыт комбинированным способом: штольнями Вентиляционная, Капитальная, Вскрывающая и вентиляционно-вспомогательным стволом. Все горные выработки проходились буровзрывным способом. В октябре 1997 года работы по добыче полезного ископаемого, учитывая ряд производственных факторов, были прекращены, а в 1998 году на месторождении проведены работы по демонтажу оборудования.

В последнее время предусматривается проведение работ по переработке и обогащению руды, добытой в период активной эксплуатации рудника «Западный» и складированной в отвалах. В основу технологической схемы положены выводы, сделанные ОАО «ЦНИИОЛОВО» при исследовании на обогатимость руды добычи 1997–1998 гг.

Предусмотрено строительство сезонной обогатительной установки (СОУ) в открытом варианте с учетом защиты электрооборудования от атмосферных осадков. Руда, подлежащая переработке, первичная многосульфидная. Олово в руде представлено в основном касситеритом. Предполагается упрощенная технологическая схема обогащения, включающая следующие циклы и операции обогащения: цикл рудоподготовки; основной цикл; цикл обезвоживания и сушки концентрата; цикл доводки концентрата.

Сезонная обогатительная установка строится непосредственно в районе склада руды рудника «Западный», что исключает ее автомобильную транспортировку. Количество руды на складе обеспечивает работу установки в течение нескольких лет. Приемный бункер для руды установлен непосредственно под рудным отвалом. В результате обогащения на разных стадиях получают отвальные хвосты, которые самотеком направляются в водоем-отстойник.

В плане геоэкологии предусмотрены мероприятия по охране атмосферного воздуха, природных вод, недр и рациональному использованию сырья.

Предусматривается извлечение из добытой руды олова в виде концентрата с содержанием олова 55%, серы – 1,5%, железа – 8,0% и мышьяка – 0,3% с получением хвостов переработки в виде измельченного продукта с содержанием касситерита. Хвосты будут складироваться в специально отведенном для этой цели месте, в дальнейшем возможна переработка этого продукта с целью получения из него касситерита.

Предусмотрен комплекс мероприятий по охране окружающей природной среды. Определены источники загрязнения атмосферного воздуха:

- работа обогатительного оборудования дробилок – щековой, конусной, сопровождающаяся выбросом в атмосферу пыли;
- отработанные газы от землеройной техники и погрузчика, периодической работы автотранспорта.

Осуществляется регулярный контроль на соответствие технологическим условиям эксплуатации двигателей, регулярный контроль выбросов вредных веществ посредством измерений их в выхлопных газах, а также предусматривается регулярный контроль выбросов вредных веществ пыли от работы дробильного оборудования и сушильного барабана.

Предусмотрены мероприятия по охране подземных и поверхностных вод от загрязнения и истощения. Для обеспечения нормальной работы участка на объекте предусмотрен комплекс мер, заключающихся в строительстве гидротехнических сооружений: водоема, илоотстойника, нагорных, капитальных канав, дамбы, зумпфы и др.

Для исключения сбросов загрязненной технологической воды и сокращения объемов потребления свежей воды предусмотрено создание системы замкнутого оборотного водоснабжения с осветлением сточных вод в водоотстойнике хвостохранилища. Также намечена система обезвоживания технологической пульпы перед сбросом в отстойник хвостохранилища. Осветление воды в отстойнике предусматривается осаждением взвешенных частиц естественным путем с использованием сил гравитации без применения флокулянтов. Пункты стоянок, ремонта и заправки бульдозеров устраиваются на расстоянии не ближе 50–100 м от водоемов. Поверхность площадок покрывается суглинком и тщательно утрамбовывается, по периметру площадка отсыпается валом не менее 0,7 м из

подручных материалов и оборудуются металлическими емкостями для сбора отработанных масел и используемых обтирочных материалов. Во избежание утечки ГСМ на землю в местах заправки на почву укладываются металлические поддоны, в которые собираются пролитое масло и топливо. Для сбора хозяйственно-бытовых отходов мусора на участке около бытовых помещений устанавливаются контейнера, которые по мере наполнения вывозятся на централизованные склады.

Для строительства хвостохранилища используется естественная впадина, где строится илоотстойник с устройством нефилтрующей дамбы. В тело дамбы по периметру укладывается полиэтиленовая пленка в два слоя. За отстойником устраивается водоем, а перед ним место для складирования обезвоженных илов. Во избежание загрязнения поверхностных водотоков водами из хвостохранилища спуск воды из водоема предусматривается осуществлять после окончания промывочного сезона и содержания воды в отстойнике, и водоеме. Сброс воды производится через специальную трубу самотеком, продолжительность сброса 20–25 суток. Заполнение водоема производится в весенний период талыми водами с использованием временной перемычки из ручья «Ястреб». По мере заполнения отстойника и водоема илами по окончанию очередного сезона производится очистка водоема и отстойника выталкиванием илов на сухой пляж и на поверхность дамбы хвостохранилища.



Рис. 5. Участок «Западный» оловорудного месторождения Депутатский. С-В Якутия. Электронный ресурс [14]

В настоящее время серьезному преобразованию в результате предшествующих горно-геологических работ подвержены около 75% площади (рис. 5). В связи с этим, степень последствий воздействий на природную среду при отработке месторождения оценена умеренной. Категория объекта по степени последствий разработки на данной стадии признана умеренно опасной, с началом отработки – опасной, а при аварийных ситуациях может стать особо опасной.

Выводы

Оловодобывающая отрасль в Яно-Индибирская провинция в С-В Якутии характеризуется высокой эффективностью при экстремальных природных условиях: резко-континентальный климат, скудная растительность, суровые слабо изученные мерзлотные и геоэкологические характеристики. В сочетании все это обуславливает необходимость разработки системы природоохранных и компенсирующих мероприятий.

Еще в далеком 1963 году известный ученый К.Г.Кондаков [8] отметил, что на основе всестороннего учета качества сырья определена высокая экономическая эффективность создания в Якутской АССР крупной оловодобывающей промышленности. Так, для получения одной тонны олова в концентрате из якутских месторождений в силу высокого содержания металла и качества руд, при одинаковом уровне затрат на технику, рабочую силу потребуется меньше, чем в Приморском крае – в 3 раза, в Хабаровском крае и Магаданской области – в 1,5 раза, а в сравнении с Читинской областью – в 7,5 раз.

Казалось бы, при установившихся в 2017 г мировых ценах на олово в размере \$21 тыс. за тонну и себестоимости олова в концентрате в 2009 году при 55%

Депутатского олова в сырье 346,4 тыс. руб., можно достичь неплохих финансовых показателей [12]. Однако одним из факторов, удорожающих освоение природных ресурсов республики, является отсутствие налаженной экономически эффективной транспортной схемы.

Усть-Янский район, где расположены разведанные месторождения олова, входит в состав Арктической зоны, инвестиционный потенциал которой базируется на месторождениях полезных ископаемых. При этом основные проблемы связаны с экстремальными природными условиями, приводящими к сложностям с переработкой, транспортировкой сырья, также практически утрачен квалифицированный кадровый потенциал отрасли.

Особо следует обратить внимание на необходимость решения важнейшей проблемы – вовлечения в хозяйственный оборот перспективнейшего месторождения Черпунья, обладающего рудой с уникально высокими содержаниями металла, в то же время находящегося на побережье Северного Ледовитого океана в наиболее экстремальных природных условиях. Последнее обстоятельство послужило причиной, из-за которой отработка здесь так и не развернута.

Приведенные данные убедительно свидетельствуют, что без получения объективной и оперативной информации о геокриологических и геоэкологических условий Яно-Индибирской оловорудной провинции, создания и реализации системы природоохранных и компенсирующих мероприятий, эффективная добыча олова с минимальным ущербом для северных геосистем, а, следовательно, и возрождение оловодобывающей отрасли, невозможно.

Список литературы

1. Айкашев А.Н. Современный мировой рынок олова и перспективы участия в нем России: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. экономич. наук (08.00.14) /РФ ФГБОУ ВО Всероссийская академия внешней торговли Министерства экономического развития РФ. — Москва, 2015. — 35 с.

2. В Китае обсудили добычу золота и олова в Усть-Янском улусе. Электронный ресурс. URL: <http://www.yktimes.ru> Источник: YKTIMES.RU/новости/Дата обращения: 11.06.2017.
3. Восстановится ли в России добыча олова? Электронный ресурс. URL: www.promved.ru/articles/article.phtml?id=2041&nomer=68/. Источник: <https://www.promved.ru>. Дата обращения: 03.06.2017.
4. Геокриология СССР. Средняя Сибирь / Под ред. Э.Д. Ершова. – М.: Недра, 1989. – 414 с.
5. Геология СССР, том XVIII, Часть 1. Геологическое описание. Книга 1. Коллектив авторов. М., изд-во «Недра», 1970, 536 с.
6. Единые правила охраны недр при разработке месторождений твердых полезных ископаемых/ Госготехнадзор СССР, -М: Недра, 1987. -60 с.
7. Егорова И.Е, Егоров Е.Г. Перспективы инвестиций в оловянную промышленность: мировые тенденции //Проблемы современной экономики. — 2012. -№ 4(44). — С.93–8. Кондаков К.Г. Основные экономические положения эффективности промышленного освоения недровых богатств Якутской АССР: доклад о содержании основных опубликованных работ на соиск. учен. степ. канд. эконом. наук / Объединенный ученый совет по экономическим наукам Сибирского отд-я Академии наук СССР. — Якутск, 1963. — 25 с.
9. Мерзлые ландшафты Якутии. Пояснительная записка к Мерзлотно-Ландшафтной карте Якутской АССР масштаба 1 : 2 500 000 / Новосибирск: ГУГК, 1989. – 170 с.
10. Месторождение Тирехтях. Электронный ресурс. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3199732>. Источник: <https://www.kommersant.ru>. Дата обращения: 12.06.2017.
11. Перспективы возрождения оловянной промышленности в республике Саха-Якутия. Электронный ресурс. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-vozhrozhdeniya-olovyannoou-promyshlennosti-v-respublike-saha-yakutiya> Источник: <https://cyberleninka.ru>. Дата обращения: 18.09.2018
12. Перспективы добычи олова в России. Электронный ресурс. URL: <http://www.yktimes.ru>. Источник: YKTIMES.RU / Дата обращения: 11.06.2017.
13. Россыпь Тирехтях. Электронный ресурс. URL: <https://www.google.ru/> Источник: <https://www.google.ru/>. Дата обращения: 13.05.2014.
14. Участок «Западный» оловорудного месторождения Депутатский. С-В Якутия. Электронный ресурс. URL: <https://www.google.com/intl/ru/photos/about/>. Источник: <https://www.google.com/intl/ru>. Дата обращения: 12.04.2011.
15. Участок «Западный» оловорудного месторождения Депутатский. С-В Якутия. Электронный ресурс. URL: <https://www.google.com/intl/ru/photos/about/>. Источник: <https://www.google.com/intl/ru>. Дата обращения: 16.07.2014.
16. Шац М.М. Дистанционные эколого-геокриологические исследования. – Якутск, 1997, 78 с.