

ГЕОЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОЛОВОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ С-В ЯКУТИИ

*Шац Марк Михайлович, канд. геогр. наук, ведущий научный сотрудник,
Институт мерзлотоведения им. Г.И.Мельникова
СО РАН, Якутск, mmshatz@mail.ru*

Рассмотрены основные проблемы оловодобывающей промышленности Якутии в условиях ее возникновения в середине прошлого века, полнейшего спада производства с начала 1990 г. и его возрождения в последнее десятилетие. Освещены перспективы возрождения оловодобывающей промышленности в Республике Саха (Якутия). 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.

Ключевые слова: добыча олова; арктическая зона Республика Саха (Якутия); геокриологические и геоэкологические условия месторождений; морфология мерзлых толщ; криогенные процессы.

GEO-ECONOMIC PROBLEMS OF THE TIN INDUSTRY IN ST. YAKUTIA

*Shatz M.M. Ph.D.,
v.n.s. Institute of Permafrost. P.I. Melnikova
SB RAS, Yakutsk, mmshatz@mail.ru, +79211020575*

The main problems of the tin industry in Yakutia under the conditions of its occurrence in the middle of the last century, the total decline in production since the beginning of 1990 and its revival in the last decade, are considered. The prospects for the revival of the tin industry in the Republic of Sakha (Yakutia) are highlighted. The author argues the obligation to obtain geocryological and geoecological information necessary for a comprehensive assessment and development of an effective system of environmental protection and compensating measures for individual fields of the Yano-Indigir province.

Key words: tin mining; Arctic zone Republic of Sakha (Yakutia); geocryological and geoecological conditions of deposits; morphology of frozen strata; cryogenic processes.

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, которая представляет собой процесс, где два или более металлов соединяются путем

плавания, применяемого в ряде отраслей промышленности, включая металлургию и строительство. 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, обеспечит поддержку установившихся высоких цен на металл. Его запасы в недрах нашей страны превышают 2 млн. тонн, сконцентрированы восточнее Урала – в пределах Иркутской и Магаданской областей, Забайкальского, Хабаровского и Приморского краев, Республики Якутии и Чукотского автономного округа. Подобная асимметрия в распространении объясняется геологическими особенностями образования месторождений олова, локализованных в шести металлогенических провинциях - Байкальской, Забайкальской, Яно-Индибирской, Хингано-Охотской, Сихотэ-Алиньской и Чукотской [1].

Крупнейшей из них является именно Яно-Индибирская провинция, в ней сосредоточены свыше 30% запасов олова от их общего объема в нашей стране. Основной объект – Депутатское рудное месторождение, на долю которого приходится 75% всех запасов Яно-Индибирской провинции, остальные 25% залегают в россыпях Чурпуньня, Тирехтях и других более мелких. Освоение всех этих богатств требует знания и всестороннего учета экстремальных природных условий. При этом особое внимание должно уделяться инженерно-геологическим, в том числе геокриологическим, и геоэкологическим материалам, обуславливающим специфику отработки месторождений. Цель статьи – показать связь этой специфики с геокриологическими и геоэкологическими условиями территории освоения. Статья будет интересна и полезна студентам и специалистам геолого-географической и экономической отраслей.

Состояние оловодобывающей отрасли в РФ

До 19 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. 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. ни мог не привести в отрасль печальным последствиям. 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 итоге в 1990-х гг. им пришлось обрабатывать лишь богатые залежи, оставляя в недрах бедные руды [7]. Но выборочная отработка не могла решить проблем отрасли и процесс остановки производства на ГОКах и рудниках пошел 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 флоат-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, обнуляющая 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 г. [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 вертолетом. В принципе предполагается рассмотреть возможности использования мощностей Депутатского ГОКа, расположенного в 60 км от Тирехтяха, но нет достоверной информации о том в каком состоянии его оборудование [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, закупующий концентрат сюда 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 Хэйдунцзянской 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-Индигорской 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 Селяннинской межгорной впадины с горной цепью Салтага – Тас. Селяннинская межгорная впадина является типичным озерно-аллювиальным понижением с многочисленными водоемами в котлованах. Основными водотоками района месторождения являются р. Тирехтях и ее левый приток р. Ынгырья – 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 - до 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 нами по степени пораженности района месторождения [15].

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, нарки 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 делла на пологих склонах, перекрытых сильнольдистыми отложениями. Подобные термоэрозийные формы хорошо выработаны, имеют глубину до 2-2,5 м при ширине до 30 м (рис. 1).

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

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.



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



Рис. 2. Каменные моря-курумы (А) и морозная сортировка (Б). Фото И.В.Дорофеева.

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 так же 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 явятся 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 попадающих 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 машин 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 снимается и захоранивается в отвалы вскрышных пород. После окончания эксплуатации, вся его территория должна очищаться от мусора (металлолома, древесины, бочкотары). Отвалы вскрышных пород подвергаются технической рекультивации с частичной посадкой на некоторых участках ивы, а остальные остаются под самозарастание. Карьер и хвостохранилище после осушения также подвергается технической рекультивации и оставляются под водоемы.

Значительное внимание уделяется охране водных объектов, основным является река Ынгырья-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;

- дамбы 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»** горнообогатительного комбината Депутатский находится на территории Усть-Янского района, в 3-х 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 многолетне-мерзлых 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. Простирание 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 выдержанна 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 оловянного месторождения вскрыт комбинированным способом: штольными 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, 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 цикла; 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.

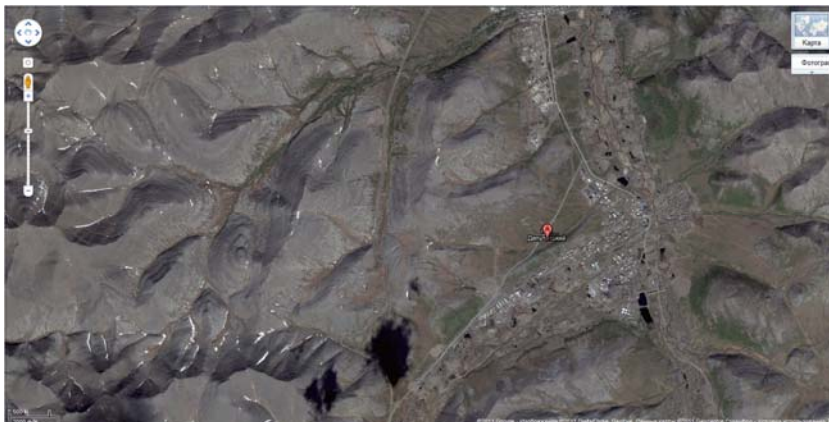


Рис. 5. Участок «Западный» оловорудного месторождения Депутатский. С-В Якутия. Электронный ресурс [14].

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 оборудуется 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 тальми водами с использованием временной перемычки, из

ручья «Ястреб». По мере заполнения отстойника и водоема илами по окончании очередного сезона производится очистка водоема и отстойника, вытравливанием илов на сухой пляж и на поверхность дамбы хвостохранилища.

В настоящее время серьезному преобразованию в результате предстоящих 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 требуется 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.

Литература

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.php?id=2041&nomer=68/. Источник: <http://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/ Госгостехнадзор 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.93–97.
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-olovyanno-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. Россыль Тирехтях. Электронный ресурс. URL: <https://www.google.ru/> Источник: <https://www.google.ru/>. Дата обращения: 13.05.2014.
14. Участок «Западный» оловянного 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. *Шац М.М.* Дистанционные эколого-геокриологические исследования. — Якутск, 1997, 78 с.