УДК 622.831

В.П.ЗУБОВ, *д-р техн. наук, профессор, spggi_zubov@ mail.ru*
О.В.МИХАЙЛЕНКО, *инженер, sshatilov@rtmet.ru*
Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)

V.P.ZUBOV, *Dr. in eng. sc., professor, spggi_zubov@ mail.ru*
O.V.MIKHAYLENKO, *engineer, sshatilov@rtmet.ru*
Saint Petersburg State Mining Institute (Technical University)

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ ХОЛОДНИНСКОГО ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Выполнен анализ факторов, осложняющих отработку Холоднинского месторождения, расположенного в пределах водосборной территории озера Байкал. Разработаны организационно-технические мероприятия, реализация которых снижает экологические риски при отработке данного месторождения.

Ключевые слова: разработка, полиметаллические месторождения, экология.

EXPLOITATIONAL PROBLEMS OF THE CHOLODNINSKOYE POLIMETALLIK DEPOSIT MINING

The analysis of factors complicating the development of the Cholodninskoye deposit within the catchment area of Lake Baikal is carried out. Organisational and technical arrangements implementation of which reduces ecological risks while mining this deposit are worked out.

Key words: mining, multimetallic, ecology.

Холоднинское месторождение является одним из крупнейших колчеданно-полиметаллических месторождений России. Расположено в Северо-Байкальском районе Республики Бурятии, в 36 км к северу от железнодорожной станции Разъезд Холодный Байкало-Амурской магистрали. Главные рудные минералы – сфалерит, галенит, пирит. В рудах Холоднинского месторождения сосредоточено около 15 % общероссийских запасов свинца и до 30 % запасов цинка. Основные попутные компоненты – серебро, кадмий, золото, сурьма, сера.

Данные об основных горно-геологических условиях залегания рудных тел и содержании полезных компонентов в руде Холоднинского месторождения получены в 80-х годах прошлого столетия. Однако, несмотря на уникальность запасов цинка и свинца, являющихся для Российской Федерации стратегическим и остродефицитным сырьем, и перспективы социально-экономического развития Байкальского региона, к промышленному освоению Холоднинского месторождения до настоящего времени не приступили. Основной причиной задержки является географическое местоположение месторождения и связанные с этим ограничения по фактору «Экологическая безопасность».

Холоднинское месторождение расположено в пределах водосборной территории озера Байкал, являющегося природным объектом мирового значения. В декабре 1996 г. решением сессии Комитета по всемирному наследию ЮНЕСКО озеро Байкал признано участком всемирного наследия* В пределах

* Documentation on World Heritage Properties (Natural). World Heritage Committee. Twentieth Ordinary Session. 2-7 December 1996. Merida, Mexico.

Байкальской природной территории хозяйственная деятельность регламентирована системой нормативных и правовых актов как на региональном, так и на федеральном уровнях.

Согласно Федеральному закону 94-ФЗ от 01.05.1999 «Об охране озера Байкал», данная территория площадью 30,7 млн га разделена на следующие экологические зоны:

• центральную, включающую озеро Байкал с островами, прилегающими к озеру, водоохранную зону и особо охраняемые природные территории;

• буферную, размещенную за пределами центральной зоны, включающую в себя водосборную площадь озера Байкал в пределах Российской Федерации;

• зону атмосферного влияния – территорию, находящуюся вне водосборной площади озера в пределах Российской Федерации шириной до 200 км на запад и северо-запад от него.

Лицензионный участок Холоднинского месторождение расположен в центральной экологической зоне.

При традиционных подходах к проектированию технологической схемы рудника и обогатительной фабрики существует большая вероятность загрязнения озера Байкал рудничными и поверхностными водами, обладающими общекислотной, сульфатной и углекислотной активностью.

Указанное отрицательное воздействие обусловлено влиянием горных работ на процессы деформирования подрабатываемого породного массива и миграцию подземных и поверхностных вод, функционированием обогатительного комплекса, наличием хвостохранилища, пиритохранилища, отвалов пустых пород и коммуникаций поверхностного технологического транспорта.

Трудности надежного прогнозирования процессов деформирования подрабатываемого породного массива и миграции подземных и поверхностных вод, а также эффективного управления этими процессами объективно обусловлены сложными горно-геологическими условиями Холоднинского месторождения.

Месторождение представлено тремя крупными сближенными крутопадающими пластообразными и лентовидными рудными залежами, объединяющими 11-14 рудных тел. До 85 % всех запасов находится в крупных рудных телах. В месторождении выделяют два промышленных типа руд – колчеданно-полиметаллические и серно-колчеданные. Протяженность месторождения по простиранию составляет около 5,5 км. На северо-восточном фланге на протяжении 1,5-2 км рудные тела выходят на поверхность, а в юго-западном направлении они погружаются до глубины 900 м. Угол падения рудных тел составляет 60-80° Вмещающие породы и рудные тела характеризуются относительно высокими прочностными характеристиками, внутреннее строение рудных тел сложное.

Для рудной зоны характерна система продольных разрывных нарушений и сопровождающих их зон рассланцевания пород. Имеются разрывы в висячем и лежачем боку рудной зоны, ряд нарушений внутри ее центральной части и на юго-западном фланге. Разлом лежачего бока по простиранию составляет порядка 2 тыс.м со сбрососдвиговым характером подвижек. Возможна связь тектонических разломов с рекой Холодной, которая является притоком реки Кичер, впадающей в Байкал.

К числу дополнительных факторов, осложняющих отработку Холоднинского месторождения и увеличивающих риски по фактору «Экологическая безопасность», относится сейсмическая активность Северобайкальского региона.

Существенное снижение экологических рисков при отработке Холоднинского месторождения может быть достигнуто при реализации концепции*, базирующейся на следующих основных положениях:

• Отработка Холоднинского месторождения ведется подземным способом с расположением всех основных технологических подсистем горно-обогатительного комплекса под землей на глубине, исключаю-

* *Zubov V.P.* Concept of exploitation of Kholodninskoye polimetallik deposit / V.P.Zubov, O.V.Mikhajlenko // Scientifik Reports on Resourse. Issues 2010. Vol.1. International University of Resourses, Freiberg. P.209-212.

щей отрицательное влияние землетрясений на устойчивость камер обогатительной фабрики. Водоснабжение фабрики будет обеспечиваться за счет подземных рудничных вод и наземных стоков.

• В качестве основного способа управления состоянием горного массива применяется полная закладка выработанного пространства с параметрами, исключающими опасные деформации подрабатываемого горного массива и земной поверхности, которые могут привести к нерегулируемой миграции подземных и приповерхностных вод и загрязнению водосборной территории озера Байкал.

• Хвосты обогащения, а также пустая порода, получаемая при проходке подготовительных выработок, используются для приготовления закладочного материала и размещаются в выработанном пространстве. При этом «пустые» породы, содержащие пирит, размещают в подземных выработанных пространствах по специальным проектам, как при подземном хранении, предусматривающем возможность извлечения этих пород в будущем.

• Цинковые и свинцовые концентраты плунжерными насосами подаются на фильтр-прессы подземного ГОКа, где доводятся до кондиционной влажности, после чего поднимаются на поверхность по клетьевому стволу.

• Подземные шахтные воды используются для процессов обогащения и подготовки закладочного материала в замкнутом цикле, без выдачи их на поверхность. Осветление (дешламирование) шахтных вод может быть произведено путем, например, фильтрации их через выработанное пространство и последующего отстаивания.

• Отработка рудных тел ведется с использованием технологий, не предусматривающих оставление целиков полезного ископаемого в выработанном пространстве.

• На всех этапах строительства рудника и отработки запасов организуется надежный мониторинг химического состава подземных и поверхностных вод, напряженно-деформированного состояния горного массива и технологических процессов в основных подсистемах рудника.

Реализация вышеизложенной концепции создает объективные предпосылки не только для экологически безопасной отработки Холоднинского месторождения, но и для существенного уменьшения (по сравнению с альтернативным решением, предусматривающим расположение обогатительной фабрики на поверхности) потерь полезного ископаемого и эксплуатационных затрат в течение всего срока службы рудника. Размещение горно-обогатительного комплекса под землей исключает необходимость подъема всей добытой горной массы на поверхность. При полном цикле обогащения в подземных условиях на поверхность будет выдаваться только концентрат. Принимая во внимание, что содержание полезных компонентов в рудной массе не превышает 10 %, затраты, связанные с подъемом руды на поверхность, снижаются в несколько раз.

Уменьшение объемов грузопотоков, перемещаемых по стволам и на поверхности, снижает также загруженность подземных и наземных транспортных магистралей, а, следовательно, стоимость их сооружения и обслуживания.

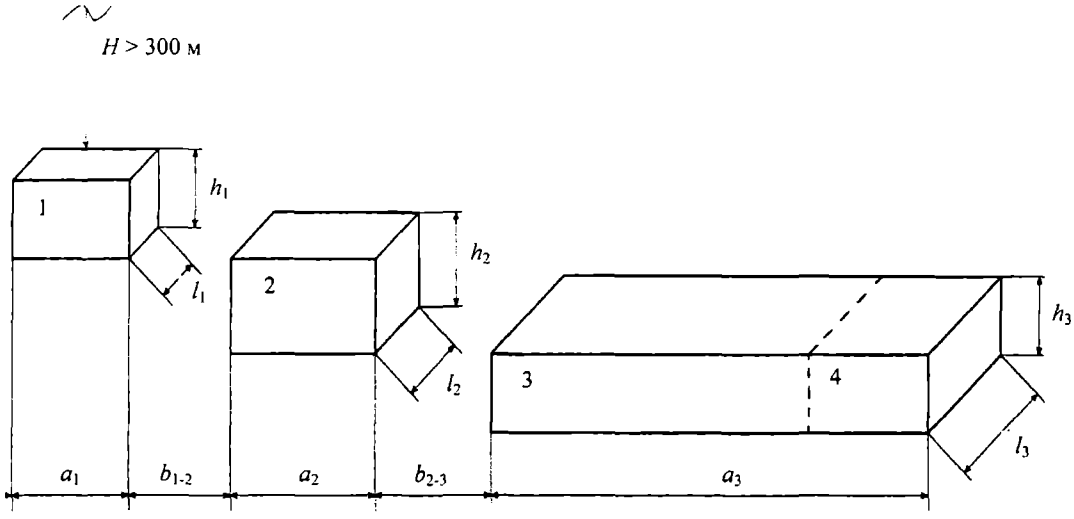
Размещение обогатительной фабрики под землей исключает необходимость отчуждения значительных земельных участков под промышленные площадки фабрики, хвостохранилища, пиритохранилища, подъездные дороги и др. Уменьшаются также затраты на оборотное водоснабжение и загрязнение территории, связанное с транспортными операциями на поверхности.

Принципиальными техническими вопросами, от сроков и эффективности решения которых зависят перспективы реализации изложенной выше концепции, являются следующие:

• обеспечение технологически удовлетворительного состояния камер подземного горно-обогатительного комплекса;

• использование хвостов мокрой сепарации для получения закладочных, в том числе твердеющих, материалов;

• использование подземных шахтных вод в замкнутом цикле, без выдачи их на поверхность, для процессов обогащения и подготовки закладочного материала.



Принципиальная схема расположения камер подземного горно-обогатительного комбината (галереи между камерами не показаны)
a, *h*, *l* – соответственно длина, высота и ширина камер; *b* – ширина целиков между камерами

Выполнен анализ возможных вариантов размещения в подземном ГОКе технологического оборудования для обогащения свинцово-цинковых руд с соблюдением принципа минимизации размеров подземных камер. Производственная мощность рудника при этом принята равной 3 млн т руды в год.

По предварительным результатам выполненных исследований подземный горно-обогатительный комплекс будет состоять (см. рисунок) из последовательно соединенных подземных камер: среднего дробления (1), мелкого дробления (2), измельчительно-флотационной (3) – измельчение, флотация, сгущение – с отделением фильтрации 4.

Сооружения для аварийного сброса хвостов ГОКа, отделение приготовления реагентов и материальные склады размещаются на поверхности.

Подземные камеры 1, 2 и 3 целесообразно располагать на одной линии с ориентацией их продольных осей параллельно наибольшему горизонтальному напряжению, действующему в массиве горных пород.

Камера 3 имеет максимальные размеры. По условиям расположения обогатительного оборудования в соответствии с действующими нормами ее параметры следующие: высота $h_3 = 20$ м, ширина $l_3 = 27$ м, длина $a_3 = 104$ м.

С учетом степени сейсмического воздействия землетрясений на устойчивость породных обнажений в камерах и наиболее вероятных решений по вскрытию, подготовке и системам разработки рудных тел подземный горно-обогатительный комплекс рекомендуется располагать на глубине 450-550 м. Проектирование рудника и горные работы необходимо вести с учетом специальных норм строительства в сейсмически активных районах, а также требований, предъявляемых к рудникам, отрабатывающим месторождения, опасные по горным ударам.

Выводы

1. К числу факторов, предопределяющих актуальность и неизбежность освоения в будущем Холоднинского месторождения, относятся следующие: цинк и свинец, являясь стратегически важными полезными ископаемыми, относятся к остродефицитному сырью, которое государство вынуждено импортировать; сырьевая база основных крупных полиметаллических месторождений РФ с относительно высоким качеством полезных ископаемых характеризуется быстрым истощением; на Холоднинское месторождение приходится около 30 % российских запасов цинка и 15 % свинца.

2. Реализация рассмотренной концепции, основанной на идее расположения горно-обогатительного комплекса в подземных условиях, полной закладке выработанных пространств материалами, полученными при переработке хвостов обогатительных фабрик, использовании подземных шахтных вод в замкнутом цикле, создает реальные предпосылки для экономически эффективной отработки Холоднинского месторождения и существенного снижения рисков загрязнения озера Байкал промышленными отходами.

3. Принимая во внимание высокую цену возможной ошибки к промышленному освоению Холоднинского месторождения допустимо приступать только после детальной объективной оценки альтернативных технологий по фактору «Экологическая безопасность»; опережающей организации надежного мониторинга. Критерием допустимости производственной деятельности при освоении Холоднинского месторождения является соблюдение предельно допустимых концентраций вредных веществ (в почве, реках, впадающих в озеро Байкал, и в атмосферном воздухе), при которых обеспечивается сохранность уникальной природной экологической системы Байкальского региона.