УДК 622.831

В.С.ЛИТВИНЕНКО, *д-р техн. наук, профессор, rectorat@spmi.ru*
В.П.ЗУБОВ, *д-р техн. наук, профессор, spggi_zubov@ mail.ru*
О.В.МИХАЙЛЕНКО, *канд. техн. наук, sshatilov@rtmet.ru*
Санкт-Петербургский государственный горный университет

V.S.LITVINENKO, *Dr. in eng. sc., professor, rectorat@spmi.ru*
V.P.ZUBOV, *Dr. in eng. sc., professor, spggi_zubov@ mail.ru*
O.V.MIKHAYLENKO, *PhD in eng. sc., sshatilov@rtmet.ru*
Saint Petersburg State Mining University

ХОЛОДНИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ: КОНЦЕПЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ ОТРАБОТКИ, ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ, ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ

Показана роль Холоднинского месторождения при решении проблемы обеспечения потребности РФ в остродефицитном сырье – цинке и свинце. Рассмотрены технические решения, реализация которых снижает экологические риски при отработке данного месторождения. Сделаны выводы о перспективах отработки Холоднинского месторождения.
***Ключевые слова*:** разработка, полиметаллические месторождения, экология.

KHOLODNINSKOE DEPOSIT: DEVELOPMENT STRATEGY, MAIN ENGINEERING SOLUTIONS, PERSPECTIVE EXPLORATION

The role of the Holodninsky ore deposit in ensuring need of the Russian Federation in extremely scarce raw materials – zinc and lead is shown. Technical solutions for decrease in ecological risks at extraction of this ore deposit are considered. Conclusions are drawn on prospects of extraction of the Holodninsky ore deposit.
***Key words*:** mining, multimetallic, ecology.

Современная минерально-сырьевая база полиметаллических месторождений характеризуется увеличением интенсивности отработки крупных месторождений с относительно высоким качеством полезных ископаемых. Цинк и свинец относятся к остродефицитному сырью, которое Российская Федерация вынуждена импортировать. Вместе с тем на территории России расположено Холоднинское полиметаллическое месторождение с уникальными запасами этих высоколиквидных полезных ископаемых. Балансовые запасы Холоднинского месторождения, утвержденные в 1985 г., равны 334 млн т руды по категориям В и С1 [1]. Среднее содержание основных компонентов в утвержденных запасах следующее, %: цинк 4,3; свинец 0,65; пиритная сера 20,7. В рудах содержится также кадмий, индий, селен, теллур и серебро (28 г/т). Первичные руды составляют 90 % запасов.

Доля Холоднинского месторождения в общероссийских запасах цинка и свинца составляет соответственно около 30 и 15 %.

Несмотря на уникальность запасов цинка и свинца, являющихся для Российской Федерации стратегическим сырьем, и возможность создания благоприятных условий для социально-экономического развития Байкальского региона, вопрос о перспективах промышленного освоения Холоднинского месторождения до настоящего времени еще не решен.

Основной причиной этого является географическое расположение Холоднинского месторождения, лицензионный участок которого находится в центральной экологической (водосборной) зоне оз.Байкал. В пределах этой зоны производственная деятельность запрещена (жестко регламентируется) Федеральным законом «Об охране озера Байкал» от 1 мая 1999 г. № 94-ФЗ. В декабре 1996 г. решением сессии Комитета по всемирному наследию ЮНЕСКО оз.Байкал признано участком всемирного наследия [2].

Основным фактором риска при освоении Холоднинского месторождения является загрязнение водосборной территории оз.Байкал рудничными водами и отходами обогащения, обладающими общекислотной, сульфатной и углекислой активностью.

В период разведки месторождение вскрыто двумя штольнями, по которым на поверхность выходят подземные шахтные воды, содержащие токсичные концентрированные соединения металлов. Отрицательное геохимическое воздействие этих штолен на водные объекты наблюдается в р.Холодной, являющейся притоком р.Кичер, впадающей в Байкал.

Результаты исследований, выполненных в Санкт-Петербургском государственном горном университете, показали, что при освоении Холоднинского месторождения с использованием типовых горно-обогатительных комплексов, включающих подземный рудник с неполной закладкой выработанных пространств и обогатительную фабрику с хвостовым хозяйством на поверхности земли, экологическая безопасность водосборной территории оз.Байкал не обеспечивается. Отрицательное воздействие на природную среду обусловлено повышенным деформированием подрабатываемого породного массива, неуправляемой миграцией подземных и поверхностных вод, наличием хвостохранилища и пиритохранилища наливного типа, суммарной емкостью около 36-38 млн $м^3$, отвалов пустых пород и коммуникаций технологического транспорта на поверхности.

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 пластовыми и лентовидными рудными залежами, объединяющими 11-14 рудных тел различной мощности.

К числу факторов, существенно увеличивающих экологические риски при строительстве современного горно-обогатительного комплекса, включающего подземный рудник и обогатительную фабрику с хвостовым хозяйством на поверхности земли, относится сейсмическая активность Северобайкальского региона. По данным Байкальского филиала Геофизической службы СО РАН в этом регионе преобладают землетрясения с энергетическим классом $К \leq 14$, что соответствует величине магнитуды по шкале Рихтера примерно равной 6. В районе расположения Холоднинского месторождения с радиусом 400 км в среднем за 100 лет происходит три землетрясения с интенсивностью 9 баллов.

Необратимые деформации земной поверхности и прилегающих к поверхности породных массивов возможны при интенсивности землетрясений 6 баллов и более. Подобные явления обычно представляют опасность не только для сооружений, расположенных на поверхности, но и для подземных сооружений с глубиной заложения 30-50 м.

Реальные условия для экономически эффективной отработки Холоднинского месторождения и существенного снижения рисков загрязнения оз.Байкал промышленными отходами создаются при реализации разработанной в Санкт-Петербургском государственном горном университете концепции, включающей расположение объектов горно-обогатительного комплекса в подземных условиях; полную закладку выработанных пространств материалами, полученными при переработке хвостов обогатитель-

ных фабрик и проведении горных выработок; использование подземных рудничных вод в замкнутом цикле.

При реализации данной концепции пиритный концентрат с высоким содержанием серы целесообразно размещать в выработанных пространствах с формированием закладочных массивов по специальным проектам, предусматривающим извлечение пиритного концентрата в будущем как вторичного сырья.

Все основные сооружения горно-обогатительного комплекса располагаются под землей на глубинах, исключающих отрицательное влияние землетрясений на устойчивость камер обогатительной фабрики [3]. С учетом степени сейсмического воздействия землетрясений на устойчивость породных обнажений в камерах, специфики горно-геологических условий Холоднинского месторождения и наиболее вероятных решений по вскрытию, подготовке и системам разработки рудных тел подземную обогатительную фабрику рекомендуется располагать в породах лежачего бока на глубине 450-550 м от поверхности; коэффициент запаса при расчетах нагрузок на подземные сооружения принимать равным 1,3; камеры подземной обогатительной фабрики располагать вне зоны сдвижения горного массива с ориентацией их длинных сторон перпендикулярно фронту тектонических сил, т.е. от рудного тела в сторону массива пород лежачего бока; при отработке верхних этажей ширину целиков следует увеличить в 1,6 раза, а пролеты камер уменьшить в 2-2,5 раза по сравнению с их устойчивыми размерами при геостатическом распределении напряжений в массиве.

Осветление (дешламирование) шахтных вод может быть произведено, например, фильтрацией их через выработанное пространство и последующим отстаиванием.

Реализация вышеизложенной концепции создает объективные предпосылки не только для экологически безопасной отработки Холоднинского месторождения, но и для существенного уменьшения 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, что составит менее 6-10 % объема добытой горной массы.

Уменьшение объемов грузопотоков, перемещаемых по стволам и на поверхности, а также загруженности подземных и наземных транспортных магистралей значительно снижает стоимость их сооружения и обслуживания. Затраты, связанные с подъемом полезного ископаемого на поверхность, снижаются в 8-10 раз и более.

Размещение обогатительной фабрики под землей исключает необходимость отчуждения 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.

Выводы

1. Освоение Холоднинского месторождения в будущем неизбежно, что предопределяется уникальностью запасов Холоднинского месторождения, стратегическим значением цинка и свинца для Российской Федерации, а также тем, что цинк и свинец относятся к остродефицитному сырью, которое Россия в настоящее время вынуждена импортировать.

2. Разработку Холоднинского месторождения необходимо законсервировать до решения вопросов, связанных с обеспечением технологически удовлетворительного состояния камер подземной обогатительной фабрики; использованием хвостов мокрой сепарации для получения закладочных, в том числе твердеющих материалов; использованием подземных рудничных вод в замкнутом цикле для процессов обогащения и подготовки закладочного материала.

3. Необходимо принять неотложные природоохранные меры по предотвращению поступления сточных вод на земную по-

верхность из ранее пройденных геологоразведочных (вскрышных) штолен, очистке стоков из штолен и рекультивации земель бывшего геологического поселка.

4. К промышленному освоению Холоднинского месторождения допустимо приступать только после опережающей организации надежного мониторинга государственными надзорными органами водосборной территории оз.Байкал по фактору «экологическая безопасность».

ЛИТЕРАТУРА

1. *Михайленко О.В.* Организация экологически безопасной разработки месторождений полиметаллических руд на природоохранных территориях: Автореф. ... дис. канд. техн. нук; СПГГУ. СПб, 2011.

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

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

REFERENCES

1. *Mikhajlenko O.V.* Organization of environmentally safe mining technology for development of deposits on the nature conservation territories // Dissertation abstract of PhD in eng. sc.; SPMI. Saint Petersburg, 2011.

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

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