

ВОЗДЕЙСТВИЕ КУЧНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ НА ПОДЗЕМНЫЕ И ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАБАЙКАЛЬЯ

Верхотуров А.Г.

Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия, e-mail weral0606@yandex.ru

АННОТАЦИЯ: В статье рассмотрены экологические проблемы, возникающие при использовании метода кучного выщелачивания для разработки золоторудных месторождений в Забайкалье на примере месторождения «Дельмачик». Установлено, что поликомпонентный состав руд и монометалльное извлечение полезных ископаемых способствует накоплению токсичных элементов при хранении отходов переработки в не рекультивированных кучах. В последующем это приводит к загрязнению подземных и поверхностных вод при эрозионном размыве куч и утечках вод из отработанных карьеров.

1. ВВЕДЕНИЕ

В Забайкальском крае продолжается наращивание объемов добычи рудного золота. Если в 2015 г. на территории края добыто 11,3 тонны золота, в 2016 г. 12,1 тонны золота, то в 2017 году объемы добычи золота увеличились почти до 13 тонн. Рост золотодобычи обусловлен внедрением метода кучного выщелачивания на месторождениях рудного золота. Перспективы золотодобычи связаны с вводом в эксплуатацию новых месторождений: Быстринского, Дельмачинского, Верхне-Алиинского Кирченевского и других.

Предприятия золотодобывающей отрасли, использующие метод кучного выщелачивания, все больше сталкиваются с проблемами сложности использования технологии кучного выщелачивания в криолитозоне Забайкалья. Опыт эксплуатации месторождений рудного золота, обрабатываемых этим методом (ЗАО «Рудник Апрельково», АО «Золото Дельмачик» и др.) показал, что проблемы возникают в связи с появлением отходов 4 и 5 классов опасности и сложностью обезвреживания продуктивных растворов.

2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследований являлось ранее эксплуатируемое, и вновь подготовленное к отработке АО «Золото Дельмачик» золоторудное месторождение «Дельмачик», расположенное в Шилкинском районе. Приповерхностная (меньшая) часть его запасов состоит из окисленной руды, пригодной для переработки методом кучного выщелачивания. Большую часть запасов месторождения представляют, так называемые упорные руды. Они насыщены сульфидами, с трудом поддаются обогащению, их переработка не может быть осуществлена по стандартной технологии кучного выщелачива-

ния. На первом этапе отработки будет применяться кучное выщелачивание. В период с 2001 по 2007 годы это месторождение обрабатывало ОАО «Забайкальский ГОК» по аналогичной технологии. На участке отработки остались: не рекультивированная куча, карьер, отвалы, технологические дороги, емкости технологически вод.

После прекращения отработки месторождения ОАО «Забайкальский ГОК» в 2007 г., ранее созданный карьер был затоплен.



Рис. 1. Участок «Центральный» месторождения «Дельмачик», на переднем плане – затопленный карьер, на заднем плане – куча

Задачи исследований заключались: в изучении влияния кучного выщелачивания на поверхностные и подземные воды, количественной оценке объемов загрязнения, выявлении возможных рисков загрязнения водных объектов, почв и грунтов при использовании технологии кучного выщелачивания при дальнейшей отработке месторождения.

Методика исследований включала анализ изменений состава поверхностных и подземных вод и оценку рисков загрязнения подземных и

поверхностных вод при отработке месторождения и по завершении его эксплуатации.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Специальных гидрогеологических работ с оценкой запасов подземных вод в рассматриваемом районе не проводилось, и в гидрогеологическом отношении площадь является слабо изученной.

На площади месторождения выделяются следующие типы подземных вод: подземные воды трещинно-пластового типа элювиально-делювиальных отложений и трещинные воды. Воды безнапорные, водовмещающими грунтами являются: щебенистый грунт с песчаным заполнителем, песок дресвяный, дресвяный грунт с суглинистым заполнителем, прослой дресвяного грунта в суглинке дресвяном, трещиноватые граниты.

Трещинные воды магматических и метаморфических образований связаны с зоной трещиноватости глубиной 60-120 м. Воды напорно-безнапорные с дебитом источников 0,5-1,5 л/сек (в единичных случаях до 15 л/сек.). Преимущественный состав – гидрокарбонатно-кальциевый с величиной минерализации 0,2-1 г/л.

Трещинные воды зон разломов залегают на глубине до 100-130 м. Воды, как правило, напорные: величина напора до 50 м. Дебит 0,5-5,0 л/сек. По составу воды гидрокарбонатные магниевые-кальциевые и натриево-магниевые-кальциевые, минерализация 0,2-1 г/л.

В близлежащих населенных пунктах водоснабжение осуществляется за счет трещинных вод, дебит скважин составляет от 38,88 м³/сут. до 74,5 м³/сут при понижении уровня 14,7 и 9,33 м соответственно. Уровни трещинных вод в речных долинах устанавливаются на глубине до 5 м, а на водоразделах на 20-22 м и ниже. Нередко из-за слабой трещиноватости пород скважины оказываются безводными.

По данным исследований ОАО «ЗабайкалТИСИЗ» на площадке строительства делювиальные (dQ) и элювиально-делювиальные отложения (edQ), представленные суглинками, песками, дресвой, щебнем, перекрывают трещиноватые скальные породы юрского возраста (J_{3am}). Вскрытая мощность покровных делювиальных и элювиально-делювиальных отложений изменяется от 0,4 до 14,9 м, составляя в среднем 4,3 м.

Глубина появления и установления подземных вод в скважинах изменяется от 2,6 м до 11,6 м и зависит от сезона, интенсивности атмосферных осадков.

Подземные воды на площадке распространены локально.

Технология кучного выщелачивания предусматривает замкнутый цикл оборотов растворов. Все потребители воды в технологическом процессе работают на оборотных маточных растворах. Свежая техническая вода подается на производство для приготовления растворов реагентов, для технологических операций, для восполнения транспортной системы подачи растворов на выщелачивание. Для воды, используемой при подпитке системы фабрики и приготовления реагентов, предусматривается пруд технической воды.

Отработка месторождений методом кучного выщелачивания опасна для экологии окружающей среды из-за применения в технологии кислот [1]. Воздействие на окружающую среду оказывают все основные производственные процессы: формирование карьеров и отвалов пустых пород при вскрыше; формирование рудного штабеля, склада реагентов; технологические процессы, полигоны кучного выщелачивания, склады с кислотой, насосные и другие технические объекты.

Риски негативного воздействия технологии кучного выщелачивания на подземные воды связаны со следующими причинами: 1) не рекультивация кучи, её эрозионный размыв; 2) ненадежная гидроизоляция основания или повреждения геомембраны, как на участках карты выщелачивания (кучи), так и на участках прудов-отстойников и продуктопроводов.

Характерной чертой золоторудных месторождений Забайкалья является комплексный, поликомпонентный состав руд. Горнодобывающие предприятия ориентированы, в основном, на извлечение золота. В результате в отвалах и хвостах скапливаются As, Cd, Pb, Zn, Sb и другие компоненты. Не извлеченные в процессе кучного выщелачивания компоненты, в силу резкого изменения физико-химической обстановки и силу доступности агентам выветривания, становятся весьма подвижными. Под воздействием водной и ветровой эрозии, они могут транспортироваться на значительные расстояния и оказывать негативное воздействие на окружающую среду.

Деградация мерзлых толщ в основании куч, продуктопроводов может также привести к их деформированию и загрязнению подземных и поверхностных вод, почв высокотоксичными элементами.

Гидрологические исследования в районе золоторудного месторождения «Дельмачик» в 2014 г., выполненные ЗАО «Золотопроект», показали что через 7 лет после прекращения его эксплуатации (на период смены собственника) в поверхностных водах р. Дельмачик протекающей по территории месторождения содержание токсичных веществ резко выросло (табл.1). Суммарный коэффициент загрязненности воды р. Дельмачик с учетом класса опасности (КО) составляет:

– 0,1 км ниже истока – по 2 КО – 3.6, по 3–4 классу опасности –16.2;

– 0,5 км ниже поселка геологов – по 2 КО– 5.6, по 3–4 классу опасности – 16.6.

По уровню токсического загрязнения вода р. Дельмачик с учетом сумм загрязняющих веществ 2КО и 3-4 КО относится:

– 0,1 км ниже истока – высокотоксичная;
– 0,5 км ниже поселка геологов – чрезвычайно токсичная.

Наиболее загрязненными оказались карьерные воды и воды из осветлительных прудков.

Суммарный коэффициент загрязненности карьерных вод по токсичным загрязняющим веществам с учетом класса опасности (КО) составил: по 2 КО – 4.2; – по 3–4 КО – 17.3.

Таблица 1. Химический состав воды р. Дельмачик (мг/л) и оценка загрязнения по химическим показателям с учетом классов опасности загрязняющих веществ

Определяемые показатели	ПДК	Результаты исследований	Класс опасности (КО)	Превышения ПДК	Результаты исследований		Класс опасности (КО)	Превышения ПДК
					0,3 км ниже истока	0,5 км ниже поселка геологов		
рН	6-9	5,9				6,9		
Общая минерализация	1000	74				288		
Взвешенные вещества	10 или фон+0,75	7				11		1,1
БПК ₅	4,0	2,2				3,1		
нефтепродукты	0,05	0,049				0,064	3	1,3
Фенолы	0,001	0,0008				0,0005		
АПАВ	0,1	0,039				0,036		
Нитраты	40	0,028				0,012		
Нитриты	0,08	0,63	4	7,9		0,55	4	6,9
Аммонийный азот	0,5	0,66	4	1,3		0,52	4	1,04
Хлориды	300	10				6		
Сульфаты	100	18				113	4	1,1
Фосфаты	0,05	0,005				0,005		
Кальций	120	14,82				37,22		
Магний	40	2,96				8,36		
Марганец	0,01	0,005				0,008		
Цинк	0,01	0,0066				0,0032		
Медь	0,001	0,0011	3	1,1		0,0043	3	4,3
Кобальт	0,01	< 0,002				0,0015		
Железо общее	0,10	0,34	4	3,4		0,20	4	2,0
Свинец	0,005	0,0115	2	2,3		0,0147	2	2,9
Кадмий	0,006	< 0,0001				0,0006		
Никель	0,01	< 0,0005				< 0,0005		
Литий	0,08	0,0049				0,0131		
Сурьма	0,005	0,0063	2	1,3		0,0134	2	2,7
Мышьяк	0,05	0,00039				0,00068		
Молибден	0,001	0,00036				0,00089		
Алюминий	0,04	0,100	4	2,5		0,037		
Ртуть	0,00001	< 0,000005				< 0,000005		

По уровню токсического загрязнения карьерная вода с учетом сумм загрязняющих веществ 2КО и 3-4 КО относится к высокотоксичной. Суммарный коэффициент загрязненности вод с осветлительных прудков 1, 2 по токсичным загрязняющим веществам с учетом класса опасности (КО) составляет:

- осветлительный прудок 1 - по 2 КО - 18, по 3-4 классу опасности - 177,2;

- осветлительный прудок 2 - по 2 КО - 7,1, по 3-4 классу опасности - 33;

По уровню токсического загрязнения вода в осветлительных прудках 1, 2 с учетом сумм загрязняющих веществ 2КО и 3-4 КО относится к чрезвычайнотоксичной (экстремально грязная).

Подземные воды являются относительно чистыми, так как в подземных водах, отобранных в том же году из родника в борту карьера, отмечается превышение содержания: марганца – 3,2 ПДК; железа – 6,5 ПДК; взвешенных веществ – 1,1 ПДК.

5. ОБСУЖДЕНИЕ

Аномальное содержание мышьяка характерно для всей территории месторождения «Дельмачик». Так уровень содержания мышьяка во всех пробах почв превышает ПДК от 16-16,5 мг/кг (на техногенной территории) до 140-180 мг/кг на естественной территории. По классу опасности химических загрязняющих веществ мышьяк относится к 1.

Превышение допустимого уровня содержания мышьяка отмечается и в донных отложениях. Уровень токсического загрязнения донных отложений от среднего (0,5 км от истока - 39 мг/кг) до сильного (0,5 км ниже поселка геологов - 88,5 мг/кг).

Отсутствие мышьяка в поверхностных водах и превышение ПДК по другим компонентам-токсикантам свидетельствует, что причиной загрязнения подземных вод Sb, Al и другими элементами являются техногенные образования: прудки осветлители, борта карьера и т.п. взаимодействующие с атмосферными осадками и подземными водами.

Дальнейшая обработка месторождения открытым способом предполагает осушение затопленного карьера, что приведет к формированию единой воронки депрессии с радиусом влияния $R=1200$ м. Максимальное понижение

уровня подземных вод на конец отработки на месторождении составит 150 м.

Понижение уровней подземных вод не скажется на месторождениях подземных вод на прилегающих территориях. В радиусе 6 км от границ проектируемого участка отсутствуют установленные зоны санитарной охраны (ЗСО) источников хозяйственно-питьевого водоснабжения. При соблюдении всех требований безопасности отработки месторождения, возможность попадания загрязнений в водоносные горизонты исключена.

6. ВЫВОДЫ

Очистку карьерных сточных вод необходимо проводить поэтапно, вначале на очистных сооружениях на основе физико-механических принципов осаждения взвешенных частиц при отстаивании с последующей фильтрацией через сорбционную загрузку. Стоки могут очищаться на локальных очистных сооружениях, поставляемых комплектно в блочно-модульном, например Flotenk OP-OM-SB-80. Количество комплексов должно обеспечить необходимый объем очистки карьерных вод, даже в условиях ремонта или профилактического обслуживания одного из блоков. Отдельный блок должен обеспечивать (при необходимости) очистку стоков и от токсичных металлов. Основной задачей уменьшения вредного воздействия карьерных стоков на экологию является постоянный мониторинг поверхностных и подземных вод в районе месторождения.

Прекращение отработки месторождений методом кучного выщелачивания требует обязательного обеззараживания и рекультивации куч. При продолжении отработки упорных руд по другой технологии или ликвидации предприятия в не рекультивированной куче будут накапливаться металлы токсиканты, причем их содержание в куче выше, чем в исходной руде месторождений. Последующий эрозионный размыв и пыление с незакрепленных куч приводит к загрязнению почв, поверхностных вод и, как следствие, подземных вод.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фазлуллин М.И. Кучное выщелачивание благородных металлов. – М.: Изд-во Академии горных наук, 2001. – 647 с.

THE IMPACT OF HEAP LEACHING ON GROUNDWATER AND SURFACE WATER IN THE DEVELOPMENT OF GOLD DEPOSITS IN THE TRANSBAIKALIA REGION

Verkhoturov A

Transbaikal State University, Chita, Russia, e-mail weral0606@yandex.ru

ABSTRACT: The article deals with the environmental problems arising from the use of the method of heap leaching to develop gold deposits in Transbaikalia on an example of deposits of «Delmachik». It was found that the multicomponent composition of ores and monometallic extraction of minerals contributes to the accumulation of toxic elements when storing waste in non-remediated piles. Subsequently, this leads to contamination of groundwater and surface water during erosion of piles and leakage of water from waste pits.