

А.Е. ВОРОБЬЕВ¹, А.В. АНИКИН², Г.Ж. МОЛДАБАЕВА³

¹Российский университет дружбы народов, Россия, г. Москва, fogel_al@mail.ru

²ОАО «Газпром», Россия, г. Москва

³Институт горного дела им. Д.А. Кунаева, г. Алматы

ОСНОВЫ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОГО АУДИТА ЗАО «ВАСИЛЬЕВСКИЙ РУДНИК» (РОССИЯ)

Рассмотрены пути прироста минерально-сырьевых запасов на ЗАО «Васильевский рудник». В качестве перспективных проектов предложено совершенствование технологических процессов на золотоизвлекательной фабрике и начало кучного выщелачивания золота. Показаны мероприятия по повышению эффективности управления минерально-сырьевой базой рудника. В процессе геологоразведочных работ была использована система АГР (автоматизация геологоразведочных работ) – информационная платформа для сбора, хранения и управления геологическими данными. Это позволило оптимизировать процесс документирования геологоразведочных выработок, формировать электронную базу данных, готовить отчетную документацию, при этом избежать повторения отдельных операций. С геологических позиций необходимо продолжить бурение выделенных блоков со сгущением сети скважин, позволяющим провести уточненную блокировку минеральных золотосодержащих запасов. Затем сделать технологический проект и провести опытно-промышленную отработку типового блока, далее уточнить проект и обеспечить промышленную разработку этого месторождения.

Ключевые слова: золотоизвлекательная фабрика, кучное выщелачивание, автоматизация геологоразведочных работ

Введение. ЗАО «Васильевский рудник» обладает на сегодняшний день минеральными запасами, обеспечивающими вполне рентабельное производство золота на существующих производственных площадях. Предприятие имеет обоснованные перспективы довольно высокого потенциала прироста минерально-сырьевых запасов на ближайшие годы.

Обсуждение результатов. Исходя из имеющихся горно-геологических условий, принадлежащих Васильевскому руднику месторождений и технологических характеристик золотосодержащих руд, наиболее перспективным представляется продолжение осуществления фабричной переработки и развитие параллельно кучного выщелачивания в комплексе с другими проектами развития (рисунок 1).

Однако, предварительно необходимо провести расстановку возможных приоритетов (рисунок 2). Осуществить оптимизацию организации структуры производства. Одновременное развитие на ЗАО «Васильевский рудник» значительных объемов геологоразведочных работ и обеспечение должных технологических испытаний кучного выщелачивания (требующих больших финансовых, ресурсных и временных затрат) может оказаться совершенно неоправданным с экономической точки зрения, если только это не делается для повышения капитализации предприятия или продажи. Так, результаты основной массы проводимых в настоящее время геологических и технологических исследований, а также опытных работ для производства золота



Рисунок 1- Основные перспективные проекты ЗАО «Васильевский рудник»



Рисунок 2- Основные организационные мероприятия по повышению эффективности горных работ на ЗАО «Васильевский рудник»

будут востребованы только через 5 и более лет. Однако, крайне необходима оптимизация работы этого предприятия сегодня и в ближайшей перспективе. Поэтому целесообразно пересмотреть сроки и соответственно затраты на проведение геологоразведочных, НИР и ПИР, исходя из реальных потребностей предприятия (в том числе из планов доведения переработки золотосодержащей руды на ЗИФ до 600 тыс. тонн в год).

Для расстановки приоритетов по освоению сырьевой базы, повышения уровня прогнозируемости запасов был разработан и обоснован комплекс мероприятий, приведенный в таблице. В первую очередь были проанализированы имеющиеся минерально-сырьевые запасы Компании и срок их возможной отработки.

Существует определенная практика, что горнодобывающее предприятие должно быть обеспечено запасами на уровне не ниже окупаемости капитальных затрат, необходимых для отработки имеющихся запасов. При этом необходимо учитывать и затраты на поддержание производства и обновление техники. Обычно для окупаемости таких затрат нужно не менее 8 лет. При большем сроке обеспеченности запасами, как правило, капитальные затраты оправданы (если нет серьезных проблем с горно-геологическими и технологическими условиями).

Запасы ЗАО «Васильевский рудник» составляют 35 тонн. Из них условно активные запасы составляют порядка 15 тонн. Если не предполагать существенных первоначальных затрат и оставаться на текущем уровне добычи в 1-1,5 тонны, обеспеченность запасами составит 10 лет, что является низким, но вполне приемлемым показателем. С другой стороны, если рассчитывать на инвестиции и вовлекать в отработку условно неактивные запасы для достижения стратегического уровня добычи 3-4 тонны, обеспеченность запасами составит чуть менее 9 лет.

Таким образом, с точки зрения данного показателя Компания имеет крайне низкий уровень прочности.

Учитывая необходимость обязательного восполнения минерально-сырьевой базы, были проанализированы все геологоразведочные проекты с точки зрения эффективности инвестиций. Для этого была посчитана стоимость прироста запасов по каждому проекту в отдельности и по Компании в целом.

В результате было установлено, что средняя стоимость разведки планируется на уровне 17 долларов за унцию, различаясь по проектам в диапазоне 10 – 28 долларов за унцию.

После этого было проведено сравнение с аналогичными проектами в РФ. Среднеотраслевой показатель (ОАО «Полюс Золото», ОАО «Полиметалл», ОАО «Петропавловск» и др.) несколько выше и составляет чуть больше 20 долларов за найденную унцию запасов.

В ЗАО «Васильевский рудник» с 2006 года создано свое ГРП, которое способно вести весь комплекс геологоразведочных работ. Первоначально это подразделение было создано для ведения масштабных работ на месторождении Герфед и разведки на остальных лицензиях. После завершения данных работ это ГРП оказалось не загруженным и несло дополнительные затраты, которые ложились на основное производство в кризисное время 2008-2009 годов.

Таблица - Мероприятия по повышению эффективности управления минерально-сырьевой базой Компании

Мероприятие	Описание	Ожидаемые результат/цель	Метод оценки эффективности проекта	График
Анализ срока обеспеченности запасов	Обеспеченность запасами предприятия должно быть не ниже срока окупаемости капитальных затрат на отработку оставшихся запасов (вкл. Затраты на поддержание производства)	Рекомендуемый срок обеспеченности активными запасами не ниже 8 лет	Разделить активные запасы на среднюю планируемую производительность	<p>Кривая кап. затрат и обеспеченности запасов</p>
Контроль стоимости геологоразведочных работ	Мониторинг стоимости прироста унции запасов по всем ГРР проектам	Стоимость прироста запасов не должна превышать \$25	Расчет отношения планируемых затрат на ГРР и постановку на баланс запасов к поисковому результату	<p>Стоимость прироста запасов</p>
Аутсорсинг ГРР	Анализ собственной себестоимости и скорости выполнения ГРР в сравнении с подрядчиками с учетом условно постоянных затрат на поддержку геологоразведочного участка	Снижение постоянных издержек на геологоразведочный участок и сокращение сроков работ	Анализ экономики и сроков работ	<p>Стоимость ГРР своими силами и подрядчиком</p>
Компьютерное моделирование и автоматизация пополнения геологической информации	Построение компьютерной модели месторождения. Автоматизация процесса пополнения геологической базы данных с использованием специализированных продуктов и постоянное уточнение геологической модели	Получение живой модели месторождения учитывающей последние данные разведки и эксплуатации	Мониторинг сроков интерпретации новых данных по скважинам и каналам в геологической модели месторождения	<p>Эффект от компьютерного моделирования и автоматизации</p>
Усовершенствование опробования содержания. Проведение эксплоразведки, в т.ч. шламовым бурением	Анализ существующей практики опробования руды при проведении горных работ и отклонения данных опробования от фактических данных производства. В случае подсчета запасов через коэффициент рудоносности и работе на запасах низких категорий необходимо проведение эксплоразведки	Повышение прогнозируемости качества руды и ведения горных работ	Проведение опытных работ на локальных участках и анализ результатов	<p>Эффект от усовершенствования эксплоразведки</p>

Проведенный анализ рынка подрядных услуг в области геологоразведки показал, что при неравномерности работ в долгосрочной перспективе дешевле и эффективнее по срокам привлекать подрядные организации, готовые мобильно и профессионально выполнить необходимые объемы работ.

Для более своевременного и оперативного принятия решений по целесообразности проведения разведки были созданы компьютерные геологические модели каждого месторождения в системе Datamine. Данные модели используются геологами, маркшейдерами и горными инженерами для оперативного планирования и корректировки существующих планов на основе новых данных, получаемых при разведке и эксплуатации.

В процессе геологоразведочных работ была использована система АГР (АГР - автоматизация геологоразведочных работ) – информационная платформа для сбора, хранения и управления геологическими данными.

Это комплексное решение позволило оптимизировать процесс документации геологоразведочных выработок, формировать электронную базу данных, готовить отчетную документацию, при этом избежать повторения отдельных операций, исключить дублирование одной и той же информации. Удалось обеспечить сохранность невосполнимой информации, обеспечить разграниченный доступ к данным и т.д., а также обеспечить соответствие всех отчетных материалов существующим методическим и инструктивным документам.

Система АГР специально разработана для документации горных выработок при выполнении разведочного бурения и представляет собой компьютерную программу для сбора, обработки и представления первичных геологических данных. В ее основе лежит электронный шаблон, который формируется для каждого конкретного месторождения и позволяет документировать особенности пород и руд, наиболее существенные для целей разведки данного месторождения.

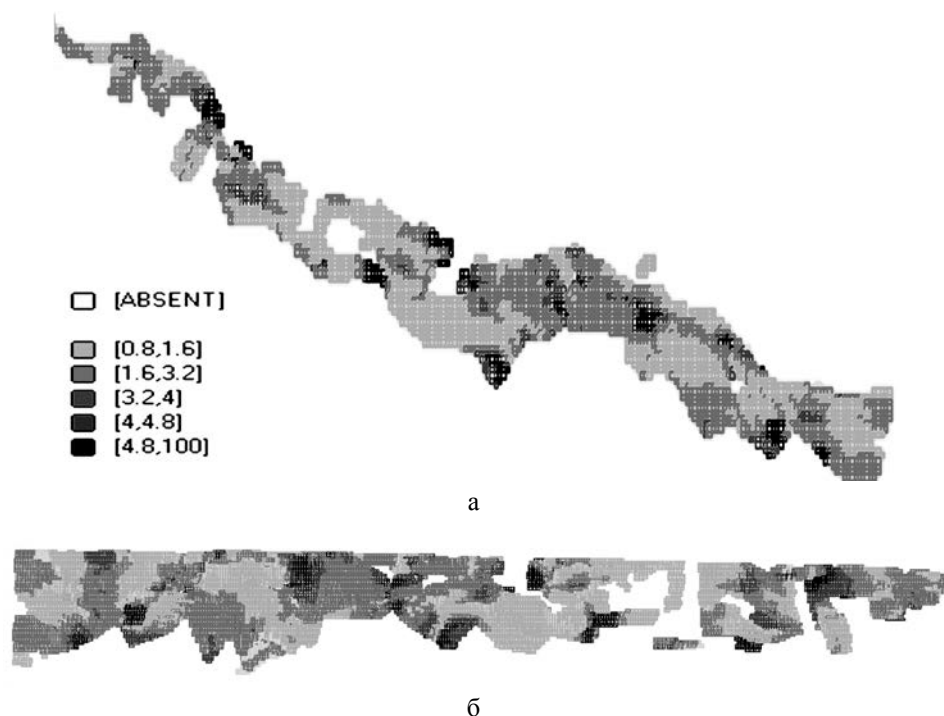
Ближайшее развитие Компании связано с продолжением освоения разведанных золоторудных запасов Николаевского и Архангельского месторождений, а также доработкой запасов для открытых горных работ (ОГР) Васильевского месторождения.

Из наиболее близких и перспективных основных минерально-сырьевых золоторудных баз Компании на сегодняшний день – это отработка подземных запасов Васильевского месторождения или отработка запасов месторождения Герфед. В данный момент времени предпочтение отдаётся интенсификации работ по Герфеду. Хотя месторождение Герфед еще изучено недостаточно полно. В частности, оценка его ресурсов имеет разбег у разных специалистов от 10 до 70 тонн золота. Запасы, утвержденные в ГКЗ, посчитаны через коэффициент рудоносности и с трудом поддаются прогнозированию. Распределение золота по этому месторождению крайне неравномерное и представлено золотосодержащими линзами, с большими промежутками в виде безрудных зон (рисунок 3). Структура месторождения Герфед определяется общим моноклинальным залеганием вмещающих пород, падающих на восток под углом 30-60°. Рудовмещающие толщи вытянуты в субмеридиональном направлении и, зачастую, смяты в слабовыраженные складки.

По результатам разведочных работ на месторождении Герфед было выделено одно рудное тело, приуроченное к кварцевой жиле Магистральная. Северная часть месторождения Герфед имеет отличительную особенность - характеризуется сплошностью рудных линз, без пережимов и апофиз. Мощность рудных интервалов варьирует от 0.5 до 10 м. Распределение золота на месторождении носит неравномерный характер (коэффициент вариации содержания достигает 200).

По сложности геологического строения Герфед относится к 3-ей группе – «...средние и крупные минерализованные зоны с рудными телами мощностью 3-5 м и более...».

Поэтому еще до конца не понятно, сколько и каких золоторудных запасов на этом объекте можно будет добывать открытым, а сколько - подземным способами.



а - проекция на горизонтальную плоскость; б - проекция на вертикальную плоскость (С-Ю)

Рисунок 3 - Распределение золота на месторождении Герфед

В настоящий момент на этом объекте предварительными геологоразведочными работами было выделено 4 блока, предназначенные для опытно-промышленной отработки. Содержания и запасы золота на данных участках невелики (1-2 г/т), дорог и электроэнергии к ним нет. То есть фактически на сегодня требуется отвлечение значительных средств и сил от основной деятельности Компании для выполнения работы, которая вряд ли добавит каких-либо новых сведений о месторождении.

Посреди месторождения проходит ВЛ-110 краевого значения и ВЛ-35. По предварительным данным перенос будет стоить не менее 130 млн. руб. Утвержденные к настоящему запасы по проекту не включают часть месторождения, находящуюся под ЛЭП, а эти запасы составляют, по разным оценкам, от 30 до 40% от всего месторождения.

Выводы. С геологических позиций необходимо продолжить бурение выделенных блоков со сгущением сети скважин, позволяющим провести уточненную блокировку минеральных золотосодержащих запасов, после чего сделать технологический проект и провести опытно-промышленную отработку типового блока, затем уточнить проект и обеспечить промышленную разработку этого месторождения.

По результатам бурения необходимо уточнить блокировку имеющихся на месторождении минеральных золотосодержащих запасов. При этом приступить к опытно-промышленным работам можно будет уже в 2012 году, а к промышленным – в 2013 году.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Воробьев А.Е., Гладуш А.Д. Геохимия золота. Ресурсы и технологии России. – М.: РУДН, 2000. – 431 с.
- 2 Воробьев А.Е., Козырев Е.Н., Каргинов К.Г., Ашихмин А.А. Физико-химическая геотехнология золота. – Владикавказ: Ремарко, 2001. – 568 с.
- 3 Воробьев А.Е., Портнов В.С., Турсунбаева А.К., Маусымбаева А.Д. Алтыннын. уйімді сілтіленуі. - Караганда: КарМТУ баспасы. 2010. - 300 б.
- 4 Воробьев А.Е., Аникин А.В. Сырьевая база ЗАО «Васильевский рудник» в аспекте организации золоторудного производства // Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр: Матер. 11-ой Междунар. Конф., М. РУДН, 2011. - С. 76-78.
- 5 Воробьев А.Е., Аникин А.В., Кушеков К.К., Лоцев Г.В., Пихота А.Н. Оптимизация параметров добычи от геологических характеристик разрабатываемого месторождения // Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр: Матер. 11-ой Междунар. Конф., М. РУДН, 2012. - С. 50-51.

Түйіндеме

«Васильев кеніші» ЖАҚ-дағы минералды-шикізат қорларының өсімінің жолдары қарастырылған. Тиімді жобалардың бірі болып алтын игеруші фабрикада және бастапқы алтынды сілтіден айыруда технологиялық жетілдіру үрдісі ұсынылады. Кеніштің минералды-шикізат базасының тиімділігін арттырудағы басқару іс-шаралары көрсетілген. Геологиялық тұрғыдан алтынқұрамды минералды қорларға нақтыланған шектеулерге мұрша беретін ұңғымалар желісін жиілеті отырып, белгіленген блоктарда бұрғылауды жалғастыру керек, одан кейін технологиялық жоба жасап тіпті блоктың тәжірибелік-өндірістік өңдеуді жүргізу керек, сонымен жобаны нақтылап осы кенорынның өндірістік пайдаланумен қамтамасыз ету керек.

Түйін сөздер: алтын, кен, қорлар, шаймалау

Summary

The ways to increase mineral reserves at "Vasilevsky Mine" CJSC are discussed. Updating of technological processes at the gold extraction factory and start of gold heap leach are proposed as promising projects. Measures to increase effectiveness of the mine's mineral resource management are shown. System AGR (automatization of geological surveying works) – information platform for acquisition, holding and administration by geological data was used at geological surveying. It is allowed to optimize process of documentation of geological exploration course, form electronic data base, prepare reporting documents, and avoid repeat of some operations. From geological position it is necessary to continue drilling of allocated blocks with concentration of borehole network that allows carrying out specified blocking of gold-bearing mineral reserves. Then it is necessary to design the technological process, and conduct pilot-production testing of model block, then to specify the project and provide the commercial development of the deposit.

Keywords: gold-bearing ore, reserves, leaching, geological surveying, mine, deposit, automated system

Поступила 07.12.2012.