УДК 338.45:669 + 622.7.012.7
ключевые слова: минерально-сырьевая база, техногенные месторождения, золото, недропользование, кучное выщелачивание, экономическая оценка, инвестиционный проект

Н. Ю. Самсонов

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТВАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В статье дана оценка перспективности освоения объектов, представляющих собой отвалы в виде забалансовых руд коренных месторождений золота. Приведен анализ институциональных условий и правовой базы вовлечения данных объектов в эксплуатацию. На основе геолого-промышленных характеристик одного из них — отвального комплекса Северо-Западного фланга месторождения Советское (Красноярский край, Северо-Енисейский район) — дан укрупненный технико-экономический расчет эффективности его вовлечения в переработку способом кучного выщелачивания.

Низкий уровень обеспеченности большинства малых и средних предприятий разведанными запасами коренного золота, свертывание компаниями геологоразведочных работ, дефицит перспективных участков недр в нераспределенном фонде недр обуславливают изменение роли нетрадиционных источников сырья и необходимость проведения системной переоценки промышленного значения отходов золотодобывающих предприятий. Такие отходы с точки зрения достигнутых результатов в области технологий обогащения и переработки рудных материалов представляют собой достаточно крупные техногенные месторождения. Существуют и ограничения на их эксплуатацию, связанные с точностью подсчета промышленных запасов, а также с технологическими характеристиками, которые определяют возможность переработки руд техногенных месторождений.

К техногенным месторождениям относятся специальные отвалы забалансовых руд, добытых в результате разработки золоторудных месторождений, золотосодержащие отходы (хвосты, шламы), образовавшиеся в процессе обогащения руд или переработки золотосодержащих концентратов комплексных месторождений цветных и благородных металлов. Они имеют зависящие от происхождения особенности строения состава золотосодержащего материала, который сформировался под влиянием техногенного и последующего гипергенного (влияние низких температур, давления, процессов окисления и т. д.) воздействия. Специфические подходы к их изучению и оценке изложены в соответствующих методических документах [8]. Техногенные объекты, сформированные при переработке россыпных месторождений различных геолого-промышленных типов, представлены, кроме того, отвальными комплексами техногенных россыпей. Хвосты обогащения являются достаточно спорным источником техногенного сырья по соображениям экологической безопасности, сложности для повторной переработки тем или

иным способом, эффективности извлечения из них ценных компонентов. В настоящей статье акцентируется внимание на оценке перспективности освоения объектов, представляющих собой отвалы и забалансовые руды коренных месторождений золота, разработка которых ранее считалась экономически неэффективной.

Оценка и учет

Отвалы отработанных золоторудных месторождений обычно находятся в пределах горного и земельного отвода соответствующих горных объектов. Отвалы обычно представляют собой как вмещающие породы, так и передробленные руды, перемешанные в слои; породы лежалые, уплотненные и неустойчивые. Минеральный состав таких руд образован как главными рудными минералами (золото, пирит, арсенопирит и др.), так и второстепенными, редкими минералами, а также главными (кварц) и второстепенными нерудными минералами. Распределение золота в отвальных комплексах обычно крайне неравномерное. Детальные технологические оценки этих характеристик руд в конечном счете существенным образом отражаются на экономической оценке перспективности переработки отвального сырья.

Забалансовые руды, согласно Классификации запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых [5], подсчитываются в случае, если технико-экономическими расчетами установлена возможность их последующего извлечения. В отличие от современного представления условий добычи и переработки золоторудного сырья складированная при выемке балансовой руды «техногенка» относилась к забалансовым, некондиционными запасам. Специальными показателями отнесения запасов к забалансовым служат бортовое и минимальное среднее содержание ценного компонента: оно не должно быть ниже содержания ценного компонента в хвостах обогащения, а среднее содержание в подсчетных блоках — ниже бортового содержания для балансовых запасов [12]. Горная порода с минимальным промышленным содержанием золота до 2,0–3,0 г/т классифицировалась как нерентабельная для переработки.

Интенсивные темпы эксплуатации крупных коренных месторождений золота в России, особенно в последние 10-15 лет, были связаны как с нарастающим истощением россыпных участков недр и уменьшением их количества, так и, наряду с притоком российского и иностранного капитала в золотодобывающую отрасль, с появлением эффективных технологий ведения карьерных работ, переработки и обогащения руды. Снижением качества минерально-сырьевой базы по золоту и нарастающим дефицитом крупных и средних по запасам богатых месторождений отмечается закономерный переход золотодобывающих предприятий на отработку коренных руд как на эксплуатируемых, так и на вводимых месторождениях, с невысоким (2,0–3,5 г/т) содержанием золота.

Средние содержания золота в отвальных комплексах являются в основном кондиционными по современным экономическим требованиям [1]. Учитывая достаточно низкие (до 0,5–1,0 г/т) содержания золота на техногенных объектах, для обоснования возможности их разработки необходимо проводить основательные технологическое и геолого-экономическое исследование эффективности промышленных работ.

В целом оценка объемов золота в техногенных месторождениях, накопленных в период 1991–2008 гг. (ограничимся периодом современной российской золотодобычи), может быть проведена следующим образом. Суммарная добыча золота из недр в этот период составляет 2,6 тыс. т. Соотношение добычи россыпного и рудного золота менялось в пользу рудного: в настоящее время 67% золота добывается из рудных месторождений, но в 2002 г. — 50%, а до 2000 г. превалировало россыпное золото. Таким образом, примем среднее соотношение как 1:1, тогда из коренных и россыпных источников добыты одинаковые объемы — по 1,3 тыс. т золота. Из-за потерь в виде недоработок при эксплуатации россыпных объектов в техногенных образованиях сохранялось до 20% неизвлеченного золота [1]. В отвальных комплексах и хвостах обогащения при разработке коренных месторождений в забалансовых рудах и остатках процесса обогащения, по экспертным оценкам, оставалось 3–7% неизвлеченного золота. Расчет показывает, что за анализируемый период в виде техногенных запасов образовано 352–409 т золота: до 312 т в виде россыпных источников техногенных образований и 40–97 т — в виде коренных источников. Всего запасы, включая накопленные в советский период на территории РФ, оцениваются в пределах 2,0–2,5 тыс. т. В целом такие оценки не противоречат данным по прогнозным ресурсам техногенного золота в отвальном комплексе техногенных россыпей, представленным в соответствующей монографии Б. И. Беневольского [1]. Объемы

Таблица 1

Забалансовые запасы золота и запасы в отвалах в Сибири и на Дальнем Востоке коренных месторождений

Регион	Забалансовые запасы, т	Отвалы, т		
		$A+B+C_1$	C_2	Забалансовые
Сибирь	458,75	52,54	0,158	1,9
Дальний Восток	452,13	11,71	0,592	4,1

Источник: рассчитано по Государственному балансу золота в РФ (на 01.01.06 г.).

забалансовых запасов золота и отвалов рудных месторождений в Сибири и на Дальнем Востоке, учитываемые в Государственном балансе золота в РФ (на 01 января 2006 г.), представлены в таблице 1.

Институциональные основы

Особенности правовой базы, применяемой при использовании техногенных объектов в качестве минерального сырья для золотодобывающих предприятий, отсутствие сведений о фактических потерях промышленной руды при эксплуатации уже выбывших объектов и низкокачественная геолого-техническая документация не позволяют оперативно вовлекать «готовые» техногенные месторождения в хозяйственный оборот.

Балансовые и забалансовые запасы полезных ископаемых, добытые из недр и складированные в спецотвалы, запасы полезных компонентов в хвостовых комплексах обогатительных производств подлежат постановке на государственный учет только в случае, если они вовлечены в разработку или получили по результатам геологического изучения положительную геолого-экономическую оценку своей промышленной значимости. Так, в Российском федеральном геологическом фонде числится только 7 паспортов учета техногенных рудных объектов, содержащих золото, среди них — отвалы огарков Ангарского металлургического комбината, отвалы месторождения Голец Высочайший, техногенные образования нескольких обогатительных фабрик Алтайского края, завершивших деятельность.

Вместе с тем компании ведут систематический обязательный геолого-маркшейдерский учет добытых не только балансовых, но и забалансовых запасов. Техногенные объекты, образованные на месторождениях, эксплуатация которых уже завершена и соответствующим образом зарегистрирована, относятся к ведению и управлению Федерального агентства по недропользованию (Роснедра) и могут быть системно проанализированы и оценены.

Переработка техногенных объектов представляет интерес для средних и малых золотодобывающих предприятий, находящихся в условиях дефицита сырьевой базы и специализирующихся на добыче рудного золота (крупные компании, обладающие большими производственными мощностями и финансовыми ресурсами, стремятся фокусировать внимание на перспективной первичной сырьевой базе). Например, в Красноярском крае на Северо-Енисейском ГОКе в 1993–1997 гг. отработаны отвалы месторождения Советское в объеме 280 тыс. т, а в 2000–2002 гг. для загрузки мощностей восстановленной золотоизвлекательной фабрики ООО «Соврудник» (преемник ГОКа) было переработано еще 422 тыс. т отвальных пород.

Особую привлекательность придает техногенным месторождениям то, что, как правило, они расположены в промышленно развитых районах, в зоне действия существующих обогатительных предприятий, находятся на поверхности земли и горная масса в них преимущественно дезинтегрирована, что резко снижает затраты на их вовлечение в хозяйственный оборот [3].

С точки зрения налогового законодательства и налогового стимулирования также существуют преференции: при разработке некондиционных или ранее списанных запасов, а также остающихся во вскрышных, вмещающих породах, в отвалах или отходах перерабатывающих производств, предусмотрена нулевая ставка налога на добычу полезных ископаемых (для золота НДПИ составляет 6%) [9]. Вместе с тем подготовка и согласование недропользователями обоснования применения нулевой ставки к данному виду сырья в реальности проблематичны и затратны: чтобы получить льготную ставку при добыче некондиционных запасов, недропользователи обязаны поквартально, в соответствии с распоряжением МПР РФ №403-р от 19 сентября 2003 г., направлять обосновывающие материалы на государственную экспертизу. Такая высокая периодичность административных процедур с затягиванием согласований, расходами на экспертизы и транспорт не дает компаниям стимулов вовлекать даже собственные забалансовые запасы (от разрабатываемых месторождений) в переработку.

С технологической точки зрения наиболее богатая часть забалансовых руд и отвалов может быть обогащена на реконструированных золотоизвлекательных мощностях предприятий, которые позволяют ко времени истощения запасов основных месторождений перерабатывать

(в т. ч. в виде шихтовочной руды) менее качественное сырье — техногенное или с близлежащих месторождений с бедными рудами. В качестве альтернативного варианта имеет смысл рассмотреть перспективность организации переработки отвалов с использованием недорогих (по сравнению с традиционными) технологий. В частности, на забалансовых рудных отвалах, переработанном сырье (лежалые хвосты ЗИФ и ОФ) и текущих хвостах обогащения золотосодержащих руд эффективно использование технологии кучного выщелачивания (КВ) [6].

Преимуществами метода кучного выщелачивания являются низкие общие и удельные капитальные вложения и эксплуатационные затраты, отсутствие энерго- и материалоемких операций, высокая производительность труда при малой численности обслуживающего персонала. Также существуют некоторые особенности применения этой технологии, связанные с технологичностью руды (т. е. руда должна поддаваться цианированию) и сложностями в организации производственного процесса в условиях климатических зон с низкими температурами. Главными типами руд, пригодными для цианирования и цианидного кучного выщелачивания, являются: 1) окисленные вкрапленные руды; 2) малосульфидные руды, в которых золото не является тесно ассоциированным с сульфидными минералами; 3) руды коренных месторождений и россыпи, содержащие тонкое золото или частицы с высоким отношением площади поверхности к весу. Не подлежат переработке методом КВ первичные руды, в которых золото тонко вкраплено в сульфиды, а также в которых присутствует углеродистое вещество, сорбционно активное к цианидному комплексу. К сырью, пригодному для переработки способом КВ, относится горный материал, обладающий достаточной пористостью и проницаемостью. Эти свойства материала обеспечивают доступ цианидных растворов к поверхности золота и диффузию растворенных цианистых комплексов золота в продуктивный раствор, поступающий на извлечение золота. В качестве такого сырья рассматриваются и забалансовые рудные отвалы легкообогатимых геолого-промышленных типов месторождений, например, включающие золотосульфидные или золото-серебросульфидноварцевые залежи окисленных руд.

Применение метода КВ (имеется в виду совокупность применяемых технологий и оборудования) часто ограничивается рамками территорий с более или менее умеренными климатическими условиями. Низкие температуры ограничивают эксплуатационную активность не столько из-за того, что они угнетают химическую реакцию выщелачивания, сколько из-за образования льда (при проникновении растворов в ячейки штабелей, в коллекторах, в бассейнах золотосодержащих растворов). Такого рода факторы должны приниматься в расчет на стадии проектирования.

Вовлечение отвалов в оборот не требует значительных капитальных вложений для строительства инфраструктуры — водо- и теплоснабжения, электрификации, возведения жилья, административных зданий и т. д.). Она, как правило, создана при действующем предприятии, сетевая инфраструктура требует ее подведения к планируемому комплексу. Собственно капитальные затраты для организации комплекса кучного выщелачивания включают в себя затраты на оборудование по дроблению, фото(рентгено)метрической сепарации (при необходимости), сооружение подушек выщелачивания и резервуаров-коллекторов, на оборудование золотоизвлекательного узла. Оценка капитальных затрат также должна содержать стоимость геологоразведочных и инжиниринговых работ, сооружения установки для промышленных испытаний, сопряженных и непредвиденных затрат. Статьи эксплуатационных затрат: транспортировка отвалов, сепарация, дробление и укладка руды в штабеля, выщелачивание (энергия, вода, реагенты), ремонт оборудования, подготовка проб и анализов, оплата труда и отчисления, амортизация.

Опыт горнодобывающих предприятий США и Канады, применяющих кучное выщелачивание золота из убогих и забалансовых руд, показывает, что капитальные затраты на организацию комплекса кучного выщелачивания составляют 20–25% от стоимости переработки

Таблица 2

Сравнительная оценка стоимостных факторов технологических процессов (без учета затрат на добычу сырья)

Технологический процесс	Капитальные затраты		Текущие издержки	
Противоточная декантация	1	—	1	—
Цианирование технологией «уголь-в-пульпе»	0,68–0,75	1	0,77–0,94	1
Кучное выщелачивание	0,10–0,45	0,15–0,60	0,30–0,45	0,39–0,48

Источник: [6]

обычным цианированием, а эксплуатационные затраты — 40% [4]. Сравнительные показатели представлены в таблице 2. Рентабельность метода КВ обычно определяется двумя основными параметрами: объемом переработки руды (желательно, чтобы он находился в пределах 3,5–5,0 тыс. т в сутки) и степенью сквозного извлечения золота порядка 80–85% [6], что ниже показателя, достигаемого фабричными технологиями.

Отвальные комплексы, как правило, располагаются в границах отведенных недропользователям территорий (при проведении горных работ используется внешнее отвалообразование, поскольку зачастую в бортах карьеров возможен прирост запасов), на расстоянии 3–5 км от карьеров, то есть являются доступными для транспортировки их сырья на перерабатывающие мощности. Положительный опыт применения технологии КВ показал: содержание извлекаемого золота в рудах при производительности 300-600 тыс. т в год может составлять 0,65–0,82 г/т, а при объемах переработки свыше 1 млн т — 0,35–0,65 г/т [13].

Оценка экономической эффективности

На основе геолого-промышленных характеристик отвального комплекса Северо-западного фланга месторождения Советское (недропользователь — ООО «Соврудник») рассчитаем укрупненный технико-экономический план с показателями эффективности вовлечения его руд в переработку способом кучного выщелачивания.

За сырьевую базу примем отвальные руды месторождения с содержанием золота до 0,6 г/т. Накопленные остатки техногенной руды в течение срока эксплуатации фланга месторождения и после его завершения составляют 3,881 млн т [11].

Проект извлечения этого объема золота не потребует инвестиционных затрат на приобретение карьерной техники (используется имеющаяся техника), на обеспечение техникой погрузочно-разгрузочных работ (задействуются имеющиеся и подрядные автосамосвалы, экскаваторы, бульдозеры), на создание социальной, ремонтной и складской инфраструктуры. Таким образом, для расчета проекта учитываются капитальные затраты на оборудование комплекса КВ (включая строительно-монтажные и пусконаладочные работы) и полные текущие издержки производства золота.

Планируемое извлечение не превысит 80% (минимизируем данный показатель), то есть общий объем извлеченного золота из отвального комплекса не превысит 1,79 т. Проектная мощность комплекса — 545 тыс. т руды в год, сезонная переработка руды — 3,7 тыс. т в сутки (при 150-дневном периоде годовой работы в условиях Крайнего Севера). На месторождении Эльдорадо (Красноярский край) компанией «Соврудник» используется установка КВ с аналогичной мощностью 500 тыс. т, перерабатывающая параллельно извлекаемые из месторождения бедные руды, образуемые отвалы и хвосты сепарации (среднее содержание золота в поступающем сырье — 1,23 г/т).

Срок обеспеченности эксплуатационными запасами отвального комплекса — 7 лет. Предпочтительным является метод сорбции на активный уголь: он характеризуется меньшими капитальными и эксплуатационными затратами. Полученный концентрат будет перерабатываться в слитки на действующей ЗИФ с последующей транспортировкой на аффинаж. Стоимость полезного компонента в концентрате в национальной валюте рассчитывается исходя из цены золота в 1000 долл. за 1 тр. унц. (или 32 долл./г) и валютного курса 30 руб./долл.

В расчете не учитывались потери руды, связанные с погрузкой, транспортировкой и выгрузкой, в связи с тем, что погрузка руды в автосамосвал производится на отвальном комплексе экскаватором. Ее транспортировка на расстояние до 3 км осуществляется автосамосвалом с коэффициентом использования емкости кузова 0,9. Выгрузка руды производится в бункер дробилки (рудосортировочный) комплекс, что исключает потери. При этом нормативы разубоживания будут существенно ниже норматив потерь, что объясняется низким качеством разрабатываемых запасов: потери при добыче принимаются в размере 2% и разубоживания — 2%.

Опираясь на приведенные выше оценки капитальных вложений и полных текущих затрат по комплексу, примем их средние значения как коэффициенты от расчетных показателей для традиционного метода цианирования — соответственно 0,2 и 0,4. Взяв за аналог удельные капитальные и эксплуатационные (плановые) затраты по ТЭО проекта освоения месторождения Благодатное (Красноярский край, ЗАО «Полюс») [2], получаем расчетные данные, представленные в таблице 3. Расчет показателей эффективности выполнен в постоянных ценах на 1 сентября 2009 г. в рамках действующего на эту дату российского налогового законодательства и учетом нормы дисконта [7] — ставка дисконта раскладывается на составляющие: промышлен-

Таблица 3

Технико-экономические данные проекта вовлечения в эксплуатацию отвального комплекса Северо-западного фланга месторождения Советское

Показатели, единицы измерения	Значения
Разведанные запасы руды в отвальном комплексе, млн т	3,881
Среднее содержание золота в разведанных запасах, г/т	0,6
Запасы золота в отвальном комплексе, т	2,329
Потери при добыче, %	2,0
Разубоживание, %	2,0
Эксплуатационные запасы руды, т	3,888
Запасы золота в эксплуатационных запасах, т	2,283
Среднее содержание золота в эксплуатационных запасах, г/т	0,6
Годовая производительность по руде, тыс. т	544,5
Годовая производительность по золоту, т	0,272
Срок строительства комплекса кучного выщелачивания, лет	1
Срок обеспеченности запасами, лет	7
Извлечение при обогащении, %	80,0
Годовой выпуск товарной продукции, т	0,256
Цена полезного компонента, долл. / г	32,0
Стоимость полезного компонента, млн руб. / т	964,5
Затраты на металлургический передел (аффинаж) и транспортировку, всего, млн руб.	28,9
Содержание полезного компонента в концентрате, %	95,0
Извлечение при металлургическом переделе, %	99,0
Цена концентрата золота, млн руб. / т	879,7
Цена полезного компонента в концентрате, млн руб. / т	926,0
Годовая стоимость продукции при известной цене полезного компонента, млн руб.	237,3
Годовая стоимость продукции при известной цене концентрата, млн руб.	237,3
Капитальные затраты на комплекс кучного выщелачивания, руб. / т годовой проектной мощности	551,0
Удельные затраты на добычу и переработку (обогащение) руды отвального комплекса, руб./г годовой производительности по золоту	1186,2
Общие капитальные затраты, млн руб.	300,0
Прочие расходы, % от обогащения способом кучного выщелачивания	0,0
Норма амортизации, %	14,3
Срок эксплуатации оборудования, лет	7
Доля амортизируемого имущества в КВ, %	80,0
Налоговые отчисления, входящие в себестоимость	
на добычу полезных ископаемых	6,0
отчисления с заработной платы*	10,2
на прибыль	20,0
Годовая рисковая ставка дисконта, %	7,0
Годовой рост стоимости золота, %	6,0
Годовая промышленная инфляция, %	5,0

* Рассчитывается от доли оплаты труда в структуре эксплуатационных затрат, составляющей 30%, исходя из ставки НДФЛ в 13% от дохода работников и страховых взносов 34% (с 2011 г.) от фонда оплаты труда.

ная инфляция (5%), рост цены золота (6%) и рисковая ставка дисконта (7%). В качестве источника финансирования проекта рассматриваются только собственные средства, расчет эффективности проекта выполнен без учета НДС.

Приведенные расчеты показывают, что затраты на переработку отвального комплекса до товарного продукта не превышают извлекаемой из них ценности при условии благоприятных технологических испытаний, показывающих возможность промышленного использования техногенного сырья (табл. 4, 5).

Выводы

Расчет технико-экономических параметров показывает положительное значение чистого дисконтированного дохода за весь период реализации инвестиционного проекта вовлечения отвального комплекса в переработку в размере 33,7 млн руб. внутренняя норма рентабельности — 9,8%, а срок окупаемости инвестиций равен сроку реализации проекта — 7 лет. Таким образом, в современных экономических условиях промышленная разработка рассмотренного

Таблица 4

Расчетные технико-экономические показатели эффективности проекта

Показатели	Всего	Годы							
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Объемы поставки руды, млн т	3811,5	0,0	544,5	544,5	544,5	544,5	544,5	544,5	544,5
Объем добычи золота в руде, т	2,243	0,000	0,320	0,320	0,320	0,320	0,320	0,320	0,320
Объемы выпуска концентрата золота, т	1,794	0,000	0,256	0,256	0,256	0,256	0,256	0,256	0,256
Затраты, всего	2015,6	300,0	242,3	243,1	244,0	245,0	246,0	247,1	248,2
в т. ч. капитальные, млн руб.	300,0	300,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
эксплуатационные с учетом налогов, млн руб.	1715,6	0,0	242,3	243,1	244,0	245,0	246,0	247,1	248,2
амортизация, млн руб.	240,0	0,0	34,29	34,29	34,29	34,29	34,29	34,29	34,29
Налоги и платежи	267,3	0,0	35,34	36,20	37,10	38,06	39,08	40,16	41,30
Налогооблагаемая прибыль	276,3	0,0	-4,94	8,44	22,63	37,67	53,61	70,51	88,42
Налог на прибыль	56,3	0,0	0,0	1,7	4,5	7,5	10,7	14,1	17,7
Чистая прибыль	220,1	0,0	-4,9	6,8	18,1	30,1	42,9	56,4	70,7
Чистый приток, млн руб.	160,1	-300,0	29,3	41,0	52,4	64,4	77,2	90,7	105,0
Кумулятивный чистый приток, млн руб.	160,1	-300,0	-270,7	-229,6	-177,2	-112,8	-35,6	55,1	160,1
Чистый дисконтированный приток, млн руб.	33,7	-280,4	25,6	33,5	40,0	45,9	51,4	56,5	61,1
Чистый дисконтированная прибыль, млн руб.	33,7	-280,4	-254,7	-221,2	-181,3	-135,3	-83,9	-27,4	33,7

Таблица 5

Итоговые показатели коммерческой эффективности проекта

Показатель	Значение
Индекс доходности дисконтированных инвестиций	1,12
Внутренняя норма прибыльности, %	9,75
Срок возврата инвестиций, лет	7
Дисконтированные капитальные вложения, млн руб.	280,4

отвального комплекса золоторудного месторождения экономически эффективна. С другой стороны, инвестиционный проект имеет значительную капиталоемкость на коротком периоде реализации (строительство и запуск комплекса КВ) при невысоких показателях получаемой чистой прибыли, чувствительных к изменению значения технологического извлечения золота. Так, при снижении коэффициента извлечения на единицы процентов чистая дисконтированная прибыль стремится к нулю. Ограничения (допущения для расчетов) накладывает применимость руд к технологическому обогащению.

В целом можно выделить 2 категории техногенных месторождений: созданные без учета последующего освоения и целенаправленно созданные с заданными качественными и количественными параметрами. Первые формируются на основе традиционных требований к складированию отходов без учета возможности разработки в будущем. Вторые проектируются с учетом качества сырья, технологии будущей разработки и изменения конъюнктурных условий. В обобщенном виде рациональное использование минерально-сырьевых ресурсов с использованием техногенных источников представлено на рис. 1.

Эффективность недропользования зависит не только от государственной системы подготовки минерально-сырьевой базы к распределению, но и от финансовых и экономико-технологических возможностей компаний претендовать на получение перспективных объектов из группы первичных сырьевых ресурсов. Обеспечить полноценные разведочные и эксплуатационные работы на крупных месторождениях способны лишь золотодобывающие компании-лидеры, в последнее время активно включающие в свою сырьевую базу и средние по запасам объекты. В таких условиях определение уровня промышленного значения техногенных ресурсов и условий их вовлечения в хозяйственный оборот — задача, стоящая, прежде всего, перед средними и малыми предприятиями, находящимися в ситуации истощения первичных источников сырья.

Извлекаемая ценность (чистый дисконтированный доход в период эксплуатации) товарного продукта их техногенных объектов, в частности с применением способа кучного выщелачивания в современных (и прогнозируемых) экономических условиях может превышать понесенные капитальные и эксплуатационные

Рис. 1. *Система рационального использования минерально-сырьевой базы рудного золота [10]*

затраты. Вовлечение части техногенной золотосодержащей сырьевой базы в эксплуатацию можно рассматривать как задействование дополнительного источника минерального сырья, что является перспективным направлением деятельности для малых и средних золотодобывающих предприятий.

Список литературы

1. *Беневольский Б. И.* Золото России. Проблемы использования и воспроизводства минерально-сырьевой базы : изд. 2-е, исправл. и доп. М. : ЗАО «Геоинформмарк», 2002. с. 84-87.

2. Годовой отчет ОАО «Полюс Золото» за 2008 г. М., 2008. с. 22.

3. Горнопромышленные отходы — дополнительный источник минерального сырья / Комаров М. А., Алискеров В. А., Кускевич В. И., Заверткин В. Л. // Минеральные ресурсы России: экономика и управлении. 2007. №4. с. 3.

4. *Гудков С. С., Татаринов А. П., Дружинина Г. Я.* Итоги освоения технологии кучного выщелачивания в золотодобыче России // Цветные металлы. 2007. №2. с. 71-78.

5. Классификация запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Утверждена Приказом МПР России 11.02.1006, №278.

6. Кучное выщелачивание золота — зарубежный опыт и перспективы развития. Справочник / под ред. Караганова В. В., Ужкенова Б. С. Москва — Алматы. 2002. с. 57.

7. Методические рекомендации по геолого-экономическому обоснованию кондиций для подсчета запасов месторождений твердых полезных ископаемых (кроме углей и горючих сланцев). // ГКЗ МПР РФ. М., 1999. 75 с.

8. Методические рекомендации по применению классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Золото рудное. М., 2007.

9. Налоговый кодекс РФ. Глава 26, ст. 342, п.1, пп.4.

10. Оценка техногенных минерально-сырьевых ресурсов России и стран СНГ в качестве альтернативных источников минерального сырья. // ВИЭМС. М., 2002. с. 25.

11. Переоценка балансовой принадлежности запасов золота Северо-западного фланга месторождения Советское в современных экономических условиях с подсчетом экономически эффективных запасов в границах. // Отчет о результатах научно-исследовательских работ / Махнева Г. Г., Поляков А. В., Васин С. Ю., Кавицкий С. Л., Тагаров А. В. ООО «Соврудник». Северо-Енисейский. 2004.

12. *Погребицкий Е. О., Терновой В. И.* Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых. Л. : «Недра». 1974. с. 224.

13. Технологический регламент для проектирования опытно-промышленной установки переработки руды месторождения Эльдорадо по технологии кучного выщелачивания. ОАО «Иргиредмет». Иркутск, 2003.