

УДК 622.271

Н.П. Панчуков

**ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
НЕРУДНЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ
ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ НА ТЕРРИТОРИЯХ
РАСПРОСТРАНЕНИЯ СУЛЬФАТНОГО КАРСТА**

Проведен анализ запасов минеральных ресурсов Узбекистана, работы Навоийского комбината, являющегося ведущим горно-металлургическим предприятием мира, дан обзор дальнейшего прироста выпуска золота за счет наращивания объемов по Учкудукскому золотоизвлекательному комплексу.

Ключевые слова: горно-металлургический комплекс, полезные ископаемые, Навоийский комбинат.

Узбекистан располагает крупными запасами полезных ископаемых, обеспечивающими сбалансированный рост всех базовых отраслей национальной экономики. В валовом национальном продукте республики доля горно-металлургического комплекса составляет около одной трети. В Узбекистане разведано 1466 месторождений, включающих 72 вида минерального сырья. Подготовленные к отработке запасы всех видов минерально-сырьевых ресурсов (МСР) в стоимостном выражении оцениваются в 1,88 трлн. долл. США, а суммарный минерально-сырьевой потенциал составляет более чем 10,96 трлн. долл. США [1, 2].

МСР Центрально-Кызылкумской горнорудной провинции представлены широким спектром минеральных ресурсов: от энергетических и рудных до сырья для металлургической, горно-химической, стекольно-керамической промышленности и производства строительных материалов. Доля предприятий минерально-сырьевого комплекса в структуре промышленного производства Навоийской области составляет более 95,0 %, в котором

ведущее место занимают государственное предприятие Навоийский горно-металлургический комбинат (НГМК) и СП «Амантайгау Голдфилдс» (СП «AGF»). Навоийский комбинат является ведущим горно-металлургическим предприятием мира, входит в первую десятку лидирующих компаний по производству золота (рис. 1). Горно-перерабатывающие рудоуправления комбината являются градообразующими и расположены в Навоийской, Бухарской, Самаркандской, Ташкентской и Джизакской областях. Города Навои, Зарафшан, Учкудук, Нурабад, Зафарабад с общей численностью населения свыше 250 тыс. чел. находятся на балансе комбината. От результатов деятельности комбината зависит развитие социальной инфраструктуры областей, занятость, жизненный уровень и благополучие многих тысяч семей Центрально-Кызылкумской горнорудной провинции.

Наиболее характерными и промышленно важными рудными объектами, выявленными и изученными в Центрально-Кызылкумской горнорудной провинции, являются место-

рождения золота (табл. 1). Месторождения неоднозначны по промышленной значимости, часть из них интенсивно разрабатывается, некоторые подготавливаются к эксплуатации. Есть месторождения, в настоящее время не имеющие промышленного значения. Для промышленного освоения месторождений золота важнейшее значение имеет вещественно-минералогический состав руды, определяющий ее технологические свойства и связанный с генетическим ти-

пом и характером вторичных изменений пород в зоне окисления. По этим признакам месторождения Центрально-Кызылкумской горнорудной провинции делятся на: золотокварцевые (Мурунтау, Мютенбай, Бесапантау, Восточное, Песчаное и др.), золото-сульфидные (Кокпатас, Даугызтау, Сарыбатыр, Асаукак, Амантайтау и др.) и золото-сульфидно-кварцевые (Каракутан, Алтынсай, Айтым, Капкаклы, Бешкудук, Тилия-Таг, Зармитан и др.) (табл. 2).

Таблица 1

Месторождения золота Центрально-Кызылкумской горнорудной провинции

Месторождение	Запасы, млн.т.	Использование тыс.т./год
Учкудукский район (Навоийская область)		
Кокпатас	98,2	2500
Тамдынский район (Навоийская область)		
Мурунтау, Мютенбай, Бесапантау, Даугызтау	358,3	11000
Канимехский район (Навоийская область)		
Аджибугут	25,5	1000
Навоийский район (Навоийская область)		
Сармич	3,200	законсервировано
Пахтачийский район (Самаркандская область)		
Каракутан	0,1	30
Кушрабадский район (Самаркандская область)		
Чармитан	20,0	250
Галляаральский район (Джизакская область)		
Марджанбулак	4,4	100

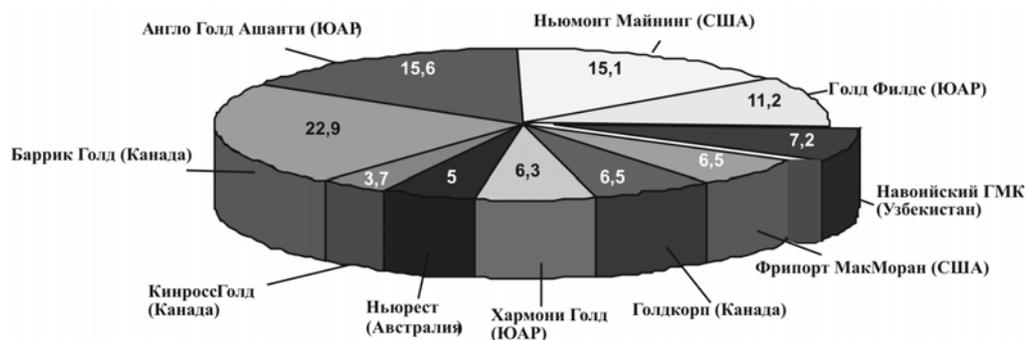


Рис. 1. Добыча золота в 2007 г. крупнейшими компаниями мира. Источник: GFMS; U.S.Geological Survey, НГМК

Таблица 2

Характеристика геолого-промышленных типов месторождений золота Центрально-кызылкумской горнорудной провинции

Геолого-промышленный тип	Примеры месторождений	Технология переработки
Золотокварцевый (среднее содержание Au — 1,5—10,0 г/т)	Мурунтау, Мютенбай, Бесапантау и маломасштабные месторождения Мурунтаусского рудного поля, Алтынтау и объекты Кулкудук-Аякашинской площади, Песчаное, Таушан, Каракутан	1. Гравитационно-сорбционная технология с вовлечением части «свободного» золота гравитационным способом, а оставшейся части — цианированием и извлечением золота из раствора с помощью сорбента (уголь, смола). 2. Гравитационная технология извлечения золота с использованием или без использования воды
Золотосульфидный (среднее содержание Au — 1,5—12,0 г/т)	Кокпатас, Даугызтау, Амантайтау	Флотация, автоклавное выщелачивание или биокислотная переработка
Золото-сульфидно-кварцевый (среднее содержание Au — 1,5—,0 г/т)	Балпантау, Аристантау, Биран, Сармич	флотоконцентрата с последующим цианированием и осаждением золота на смолу

Основу минерально-сырьевой базы золотодобывающего производства Навоийского комбината составляют запасы 13 золоторудных месторождений. В структуру золотодобычи Навоийского ГМК входят Зарафшанский золотоизвлекательный комплекс — карьер Мурунтау и гидрометаллургический завод № 2 (ГМЗ-2); Учкудукский золотоизвлекательный комплекс — карьеры на месторождениях Кокпатас, Даугызтау, Аджибугут и гидрометаллургический завод № 3 (ГМЗ-3); гидрометаллургический завод № 1 (ГМЗ-1) в г. Навои. В 2002 г. в состав комбината вошли Зармитанский, Марджанбулакский, Каракутанский золотодобывающие рудники и Марджанбулакская золотоизвлекательная фабрика (ЗИФ).

Золото, выпускаемое комбинатом соответствует мировым стандартам. Слиткам золота Арбитражной лабораторией Лондонской биржи металлов в 1994 г. присвоен статус «Оптимальная поставка». В 1997 г. золото прошло сертификацию на Токийской бирже промышленных товаров.

Золотоизвлекательные комплексы комбината обеспечены МСР на ближайшие 20—25 лет, но имеют разную готовность к ее освоению:

- наиболее высокая на Зарафшанском золотоизвлекательном комплексе, где начат очередной этап реконструкции транспортной схемы карьера Мурунтау, проведение которой непосредственно не связано с выпуском золота;
- занимает промежуточное положение Учкудукский золотоизвлекательный комплекс, где завершается перевод ГМЗ-3 на переработку сульфидных руд по технологии Biox;
- наименьшее значение в Зармитанской золоторудной зоне, где требуется построить новые рудники и перерабатывающую фабрику, а на период строительства организовать обеспечение рудой Марджанбулакской ЗИФ.

По объемам добычи золота в 2008 г. доля комбината среди горных золотодобывающих компаний Узбекистана составила 85,8 % (рис. 2).

За последние шестнадцать лет по Навоийскому комбинату переданы

на баланс шесть золоторудных месторождений. Прирост геологических запасов составил более 700 т. К сожалению, как показывает практика, рост добычи МСР происходит в условиях, когда прирост их запасов не компенсирует текущей добычи. Уменьшаются размеры открываемых месторождений в освоенных регионах, нет прироста запасов на новых перспективных площадях. Основной прирост запасов получен главным образом за счет доразведки эксплуатируемых месторождений, а также путем перевода запасов из предварительно оцененных в разведанные. Так, прирост геологических запасов по золоторудным месторождениям Навоийского комбината снизился на 18 %, причем уменьшение произошло на фоне увеличения объемов добычи на 64 %. Рост добычи происходит в условиях «проедания» запасов (прирост минус добыча) на 172 т, и эта обстановка вызывает серьезную тревогу.

Технически доступные ресурсы золота Центрально-кызылкумской горнорудной провинции, находящиеся на балансе Навоийского комбината составляют около 2,0 т.т. Из них рентабельных ресурсов —

48,5% гранично-рентабельных — 45,8%, не рентабельных — 5,7%. Освоение гранично-рентабельных ресурсов и вовлечение их в промышленный оборот возможно при высоких ценах на золото, с внедрением новых технологий и принципиально новых технических средств.

В целом анализ ситуации складывающейся при добыче золота Навоийским комбинатом, позволяет выявить основные проблемы золотодобывающей отрасли:

Годовая добыча не компенсируется приростом запасов. Исчерпываются активно эксплуатируемые запасы. В структуре запасов нарастает доля трудноизвлекаемых запасов (51,5 %).

Основной прирост запасов идет за счет доразведки месторождений (эксплоразведки) путем перевода запасов категории С2 в С1 и пересчета запасов со снижением бортового содержания.

Ухудшилась структура новых открытых месторождений. Все они относятся к разряду мелких. Это требует принятия решений, снижающих технологические сложности, затраты на электро-водоснабжение и транспортного строительства.

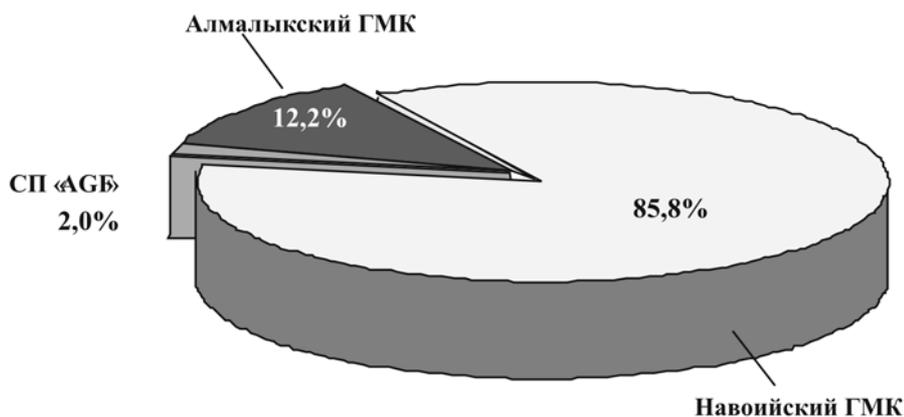


Рис. 2. Добыча золота горнодобывающими предприятиями Узбекистана

В этих условиях основными направлениями повышения эффективности использования МСР являются:

- открытие и вовлечение в разработку новых месторождений (поисковый задел);
- освоение ранее нерентабельных (забалансовых, техногенных) месторождений;
- увеличение извлекаемого ресурсного потенциала разрабатываемых месторождений полезных ископаемых за счет переоценки величины их запасов;
- внесение льгот в систему налогообложения горных предприятий.

Добычей золота в Центрально-Кызылкумской горнорудной провинции кроме Навоийского комбината занимается СП «AGF». В пределах лицензионной территории СП «AGF» площадью 182 км² находится 58 разведанных золоторудных месторождений и рудопроявлений. Общие прогнозные запасы: 27 млн. унций Au; 492 млн. унций Ag. Месторождения сульфидных руд образованы в зонах крутопадающих трещин и брекчий мощностью до 20 м. Первичная сульфидная минерализация окислилась до глубины 50 м от поверхности. Рудные тела образованы во времена каледонской, герцинской и альпийской деформаций. Вмещающие породы — нижнепалеозойские алевролиты и песчаники бесапанской свиты.

СП «AGF» ведет отработку окисленных руд месторождений «Асаукак», «Амантайтау Центральный», «Высоковольтное» карьерами и методом кучного выщелачивания. Выполнено ТЭО для ведения подземных горных работ, включая две наклонные шахты и одну обособленную установку, работающую по технологии биоокисления. Ведутся геологоразведочные работы по группе месторождений Асаукакского узла: «Срединный» и «Северо-Восточный» и оценочные работы на северном продолжении Асаукакских гор и Карасайской группе месторождений.

Ближайшими задачами повышения МС потенциала и устойчивого развития Центрально-Кызылкумской горнорудной провинции являются:

- строительство и ввод новых горно-перерабатывающих предприятий;
- взаимодействие с государственными акционерными компаниями железной дороги и энергетиками по обеспечению условий для эффективной работы комбината.

Сегодня на открытых работах комбината используется 89 добычных машин, 298 карьерных самосвалов. Распределение горного оборудования по типам, по емкости ковшей и грузоподъемности приведено в табл. 3—5.

Таблица 3

Распределение добычных машин по типам

Тип оборудования	Число единиц оборудования в работе	Доля от общего числа, %
Экскаваторы электрические	34	38,5
Экскаваторы гидравлические	18	20,0
Погрузчики ковшовые колесные	37	41,5

Таблица 4

Распределение добычных машин по емкости ковшей

Емкость ковша, м ³	Число единиц оборудования в работе	Доля от общего числа, %
до 8	55	62,0
10—15	26	29,0
16 и более	8	9,0

Таблица 5

Распределение карьерных самосвалов по грузоподъемности

Грузоподъемность, т	Число единиц оборудования в работе	Доля от общего числа, %
30—90	216	72,5
120—136	45	15,0
170—180	37	12,5

Самосвалы класса 30—90 т составляют 72,5 %. Их используют главным образом на небольших золото- и фосфоритодобывающих карьерах, где целесообразно использовать тяжелое оборудование. На крупном глубоком карьере Мурнтау используются мощные высокопроизводительные самосвалы грузоподъемности 136—180 т. Наибольшее число (214 шт.) карьерных самосвалов произведено РУПП «БелАЗ» (Белоруссия), второе место по числу поставляемого оборудования (65 ед.) занимает фирма «Катерпиллар» (США).

Богатые месторождения истощаются, а в разработку вовлекаются месторождения, дальнейшая отработка которых связана с увеличением глубины и снижением содержания полезных компонентов в руде, вовлечением в отработку сульфидных руд, что неизбежно ведет к росту затрат на добычу и переработку. При имеющейся тенденции увеличения доли сложных и трудноизвлекаемых запасов решением проблем, стоящих перед горняками, является компенсация данных затрат за счет применения высокопроизводительных ресурсосбе-

регающих технологий. Прогноз объема производства промышленной продукции до 2012 г. представлен в табл. 6.

Программой развития комбината предполагается сохранить и укрепить позиции по производству золота. Интенсивное развитие комбината осуществляется за счет инвестиций в расширение производства, эффективной модернизации горно-перерабатывающих предприятий и внедрения передовых технологий. Инвестиционная программа комбината включает 130 строек с количеством строящихся объектов более 5 тысяч. Основные инвестиционные проекты, реализуемые в горно-промышленном комплексе Навойского комбината представлены в табл. 7.

Оценивая итоги реализации инвестиционных проектов можно констатировать обоснованность и эффективность программы развития комбината. Работы по капитальному вложению в 2008 г. составили более 160,0 млн. \$, а в 2009 г. предусмотрено вложить в объекты капитального строительства, технического перевооружения и реконструкцию более 203,0 млн. \$.

Таблица 6

Прогноз объема производства промышленной продукции (2006 г. = 100 %)

Варианты	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Оптимистический	104,1	107,8	114,0	114,8	116,8	120,0
Умеренный	102,5	103,6	104,8	105,3	107,8	110,3

Таблица 7

Основные инвестиционные проекты в горно-промышленном комплексе Навоийского ГК

Наименование проекта	Объем инвестиций, млн.долл	Проектный объем годового производства
Учкудукский золотоизвлекательный комплекс		
1. Строительство горно-металлургического предприятия на объединенной сырьевой базе золоторудных месторождений «Кокпатас» и «Даугызтау»	149,9	
2. Отработка карьера известняка месторождения "Кокпатаское" (участок «Известковый») и дробильно-сортировочная установка	10,8	переработка руды 5,0 млн.т
3. Реконструкция и расширение действующих производств ГМЗ-3 под технологию «Байокс»	50,9	
Зармитанская золоторудная зона		
1. Строительство горно-рудного комплекса на базе месторождений Зармитанской золоторудной зоны	256,5	переработка руды 1,8 млн.т
2. Приобретение дополнительного горно-транспортного оборудования	37,4	
Зарафшанский золотоизвлекательный комплекс		
1. Техническое и технологическое перевооружение ГМЗ-2 (под переработку забалансовых руд)	43,4	
2. Реконструкция карьера «Мурунтау» (IV очередь).	73,7	переработка руды 32,0—33,0 млн.т
3. Техническое перевооружение технологического оборудования, автомобильного транспорта для обеспечения перевозки 32 млн.т. руды на ГМЗ-2	9,9	
4. Расширение, техническое и технологическое перевооружение цеха кучного выщелачивания	9,7	
5. Приобретение автосамосвалов БелАЗ с освоением в 2008—2009 г.	43,8	
Расширение и реконструкция ПО Навоийский машиностроительный завод	12,0	выпуск продукции 50,0 млн.долл/год
Реконструкция и расширение гидromеталлургического завода № 1	18,6	переработка руды 1,0 млн.т увеличение выпуска закиси-окси урана в 1,7 раз
Расширение действующих добычных и перерабатывающих мощностей с техническим и технологическим перевооружением объектов обслуживающих	182,1	обеспечение прогноза выпуска золота и урана

производство		
--------------	--	--

Зарафшанский золотоизвлекательный комплекс. Его сырьевой базой является месторождение Мурунтау и перспективные месторождения Мютенбай, Бесапантау, Триада, Балпантау и др. Пик выпуска золота из руд карьера Мурунтау был достигнут в 2007 г. Структура оставшихся запасов карьера Мурунтау обуславливает постепенное снижение содержания золота в добываемой руде. По прогнозным оценкам выпуск золота на гидрометаллургическом заводе № 2 (ГМЗ-2) снизится в 2009—2010 г.г. — на 13—15 %, к 2013 г. — на 28—30 %. Решение проблемы поддержания производства золота на ГМЗ-2 видится в наращивании активных запасов руды карьера Мурунтау за счет увеличения глубины его отработки открытым способом и открыто-подземной отработки прибоновых запасов с повышенным содержанием золота. Предусмотрено транспортирование руды из карьера крутонаклонными конвейерами с высотой подъема 270 м (КНК-270). Применение КНК-270 даст возможность отработать месторождение на перспективную глубину 950-1000 м. На основе разработанной модели запасов с помощью оптимизационных алгоритмов построена оптимальная финальная форма карьера V очереди до глубины 950—1000 м. Общее количество балансовых запасов золота, рассматриваемых в качестве активных для открытой и открыто-подземной добычи, по сравнению с запасами в контурах карьера IV очереди увеличилось на 72,1 %. Прогнозные ресурсы оцениваются в две тысячи тонн золота. Приоритетным направлением совершенствования перерабатывающих мощностей ГМЗ-2 является модернизация технологического оборудования с доведением производительности по

переработке руды до оптимальных параметров (рис. 3). Это позволит обеспечить стабильный достигнутый уровень производства золота комбината до выхода на проектную мощность горно-перерабатывающих комплексов на базе месторождений Кокпатас, Даугызтау и Зармитанской золоторудной зоны.

Для смягчения ситуации с развитием горных работ в карьере Мурунтау целесообразно:

- разработать метод планирования горных работ на основе оптимизации параметров технологического цикла с определением максимально достижимой интенсивности ведения добычных работ по каждой технологической зоне;

- выполнить организационно-технологическую проработку ликвидации целика, находящегося под существующим комплексом ЦПТ с интенсификацией добычных работ на восточном фланге карьера;

- рассмотреть развитие горных работ для размещения конвейерных линий в юго-восточной части карьера с использованием существующего оборудования и реализацией в 2010 г.;

- использовать благоприятную ситуацию с отработкой запасов рудной залежи № 1 для размещения бедных руд в выработанном пространстве карьера с разработкой технологии формирования внутреннего отвала и перспективой транспортирования их на КНК-270.

Реализация программы требует выполнения научно-исследовательских работ, привлечения специалистов по математическому моделированию технологических процессов горного производства, формированию транспортных систем, моделированию геодинамических процессов в горном массиве.

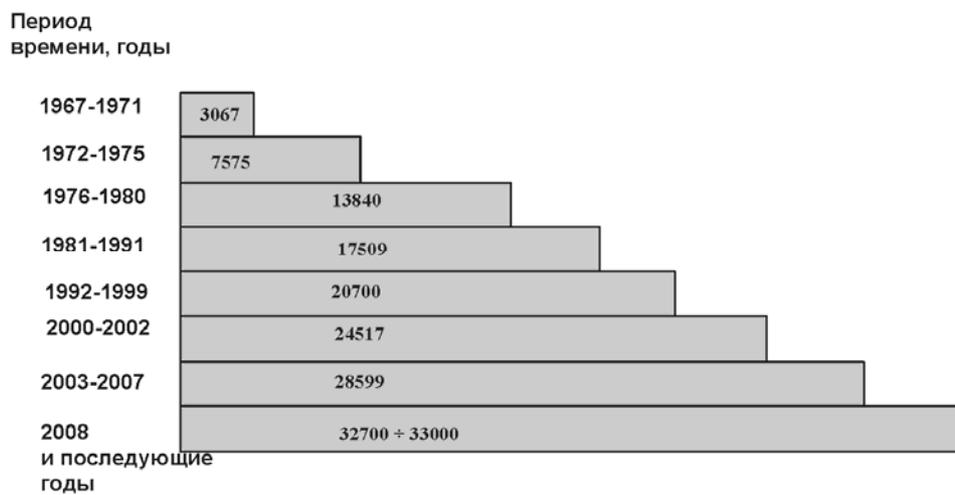


Рис. 3. Динамика среднегодовой переработки руды на ГМЗ-2, тыс.т

Согласно программы перспективного развития комбината дальнейший прирост выпуска золота будет осуществляться за счет наращивания объемов по Учкудукскому золотоизвлекательному комплексу на ГМЗ-3 и Зармитанской золоторудной зоне на Марджанбулакской золотоизвлекательной установке (МЗИУ) (рис.4, а, б).

Учкудукский золотоизвлекательный комплекс. Опытно-промышленные испытания технологии предварительного обогащения руд на месторождении Кокпатас показали, что из процессов транспортировки и дальнейшей технологической переработки исключается около 60 % исходной массы. Использование данной технологии позволило увеличить сырьевую базу месторождений Кокпатас и Даугызтау на 50 т. Переработка обогащенных таким образом руд планируется на базе технологии бактериального окисления сульфидов флотоконцентрата BIOX[®], разработанной южно-африканской компанией «GOLD FIELDS». В 2009 г. закончится перевод ГМЗ-3

на переработку сульфидных руд, относящихся к категории технологически упорных, месторождения Кокпатас по технологии BIOX[®] с увеличением выпуска золота по заводу в два раза. С 2011 г. в переработку на ГМЗ-3 будут дополнительно вовлечены сульфидные руды месторождения Даугызтау, с увеличением выпуска золота еще в два раза (рис. 4, а). Реализацию проекта BIOX[®] «под ключ» осуществляет компания «Engineering Dobersek GmbH».

В Зармитанский золотоизвлекательный комплекс входит Марджанбулакская фабрика (МЗИФ), работающая на сырьевой базе месторождений Марджанбулак, Гужумсай, Промежуточное, Чармитан и Каракутан. В 2008 г. закончена работа по выведению МЗИФ на проектную мощность. Реализуется программа освоения Зармитанской золоторудной зоны. Основными направлениями реализации Программы определено: расширение производственных мощностей действующего рудника Зармитан за счет организации горных работ открытым и подземным способом;

увеличения объемов добычи, переработки руды и выпуска золота за счет строительства новых рудников и золотоизвлекательной установки. Строительство горно-рудного комплекса, техническое перевооружение и модернизация оборудования, реализуемые на Зармитанской золоторудной зоне, позволят увеличить переработку руды в 1,5 раза и выпуск золота в три раза (рис. 4, б).

Учитывая горно-геологические и горнотехнические условия залегания рудных тел, отработка запасов месторождений проектируется подземными горными работами, тремя рудниками — Зармитан, Гужумсай и Промежуточный. На первом этапе осуществляется реконструкция и строительство надшахтных зданий, сооружений и горно-капитальных выработок существующего рудника Зармитан. На втором и третьем этапах, соответственно строительство новых рудников Гужумсай и Промежуточный.

Переработка руд Зармитанской золоторудной зоны предусмотрена на проектируемой золотоизвлекательной установке (ЗЗИУ) размещаемой в районе рудника Зармитан. Реализация этой программы предусматривает

поэтапное наращивание производительности ЗЗИУ до 1,8 млн т/год.

Часть запасов месторождения Чармитан дорабатывается к 2009 г. карьером со средней производительностью 200 тыс. т руды/год. Дальнейшая отработка запасов месторождения будет вестись подземным способом. Наращивание проектной производительности подземного рудника Зармитан предусматривается поэтапно с доведением до 850 тыс. т. руды в год.

Институтом «УзГЕОТЕХЛИТИ» выполнен рабочий проект для вскрытия запасов горизонта 780 м центральной части месторождения Чармитан. Вскрытие месторождения предусматривается наклонным транспортным съездом (стволом), позволяющим вести ремонтно-восстановительные работы в существующих вертикальных стволах «Главный» и «Вспомогательный» и работы на нижележащих горизонтах одновременно с добычей руды. В дальнейшем, для вскрытия нижних горизонтов месторождения наклонный ствол будет углубляться на проектную глубину рудника, которая составит в перспективе 700 метров (рис. 5). Динамика прогнозных параметров выпуска золота Навоийским комбинатом до 2015 г. представлена на рис. 6.

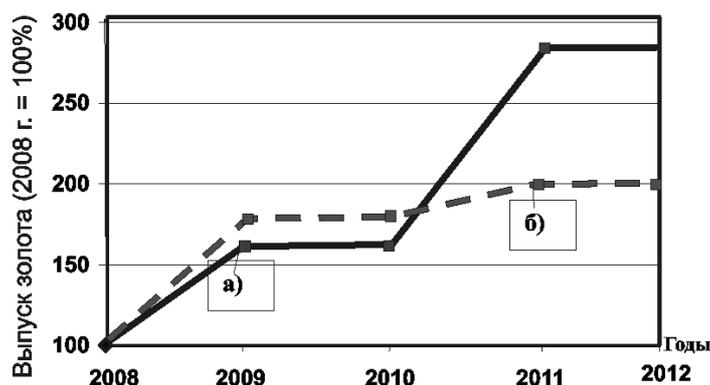


Рис. 4. Ожидаемые результаты от реализации программы по: а) Учкудукскому золотоперерабатывающему комплексу; б) Зармитанской золоторудной зоне

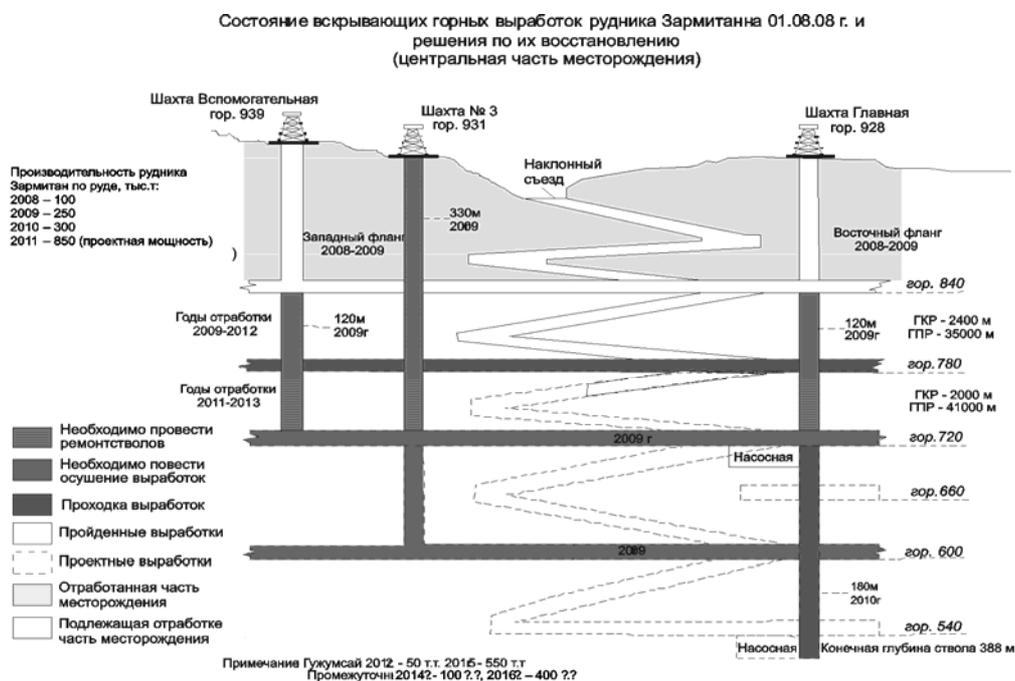


Рис. 5. Состояние вскрывающих горных выработок рудника Зармитан

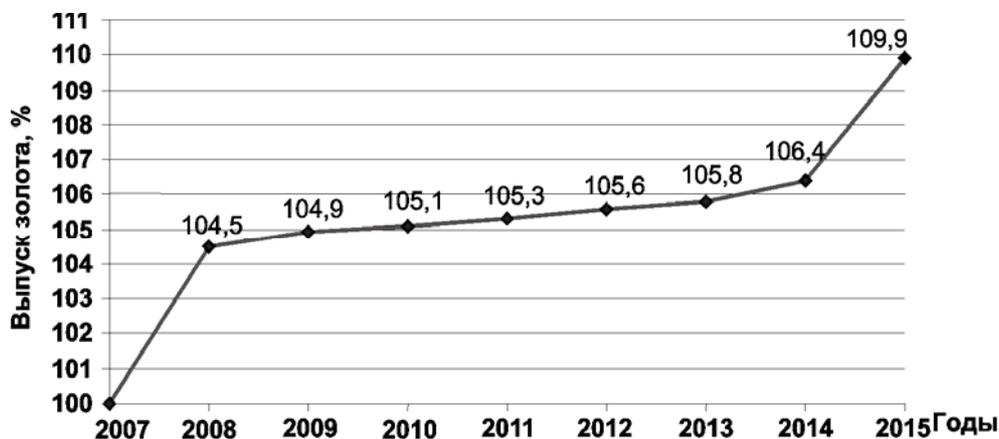


Рис. 6. Динамика прогнозных параметров выпуска золота до 2015 г. (2007 = 100 %)

Расширение минерально-сырьевой базы золота Навоийского комбината осуществляется путем реализации следующих направлений работ:

- Разработка и практическое использование технологий рентгено-радиометрической сепарации золотосульфидных руд месторождений Кокпатас и Даугызтау, посамосваль-

ная сортировка руд с использованием системы GPS месторождения Мурунтау.

- Разработка новых кондиций и проведение пересчета запасов золота месторождения Мурунтау с использованием современных компьютерных технологий построения математической модели месторождения и оптимизации горных работ.

- Доразведка и вовлечение в эксплуатацию запасов месторождений и рудных залежей, находящихся на флангах и приконтурных участках карьеров Мурунтау, Кокплатас, Даугызтау, Марджанбулак, а также новых месторождений на территории одноименных рудных полей.

Таким образом, пятидесятилетний опыт работы Навоийского комбината показал, что инновационное развитие, опирающееся на достижения науки и техники обеспечивает успешное и дина-

мичное функционирование горно-перерабатывающих производств. Инновационное развитие комбината осуществляется за счет инвестиций в расширение производства и эффективной модернизации горно-перерабатывающих производств, внедрение передовых технологий способствующих превращению золотодобывающей отрасли в крупномасштабное современное производство, оснащенное мощным и высокоэффективным технологическим оборудованием, позволяющим обеспечить гарантированное высокое качество выпускаемой продукции. Имеющаяся минерально-сырьевая база, высокая квалификация специалистов и внедрение передовых технологий на месторождениях способствует повышению эффективности работы Навоийского комбината.

Коротко об авторе

Панчуков Н.П. – Горный институт Ур О РАН, Пермь, arc@mi-perm.ru



РУКОПИСИ, ДЕПОНИРОВАННЫЕ В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

Сологуб О.В., ассистент каф. БЖГО, Московский государственный горный университет, Moscow State Mining University, Russia, ud@msmu.ru

Определение параметров системы пожарной безопасности тоннелей большого сечения по газовому фактору на основе математического моделирования (818/03-11 от 23.12.2011) 6 с.

Газовый фактор является одним из наиболее опасных при пожарах в тоннелях различного назначения. Сделано описание его формирования в тоннелях большого сечения на основе математического моделирования. Даны рекомендации по определению параметров системы безопасности тоннелей большого сечения при пожарах по газовому фактору

Ключевые слова: пожары, газовый фактор, тоннели большого сечения, математическое моделирование, параметры системы безопасности.

Sologub O.V. DEFINING THE PARAMETERS OF THE FIRE SAFETY OF TUNNELS OF LARGE CROSS SECTION OF THE GAS FACTOR, BASED ON MATHEMATICAL MODELING

Gas factor is one of the most dangerous in fires in the tunnels for various purposes. Made a description of its formation in the tunnels of large cross section, based on mathematical modeling. The recommendations on the characterization of security tunnels of large cross section at fires in the gas factor

Key words: fires, gas-oil ratio, tunnels of large cross section, mathematical modeling, the parameters of the security system.