

УТВЕРЖДАЮ

Президент некоммерческого
партнерства «Российские Горные
Технологии»

_____ С.А.Паничкин

" ___ " _____ 2006 г

ПРОЕКТ

**«Создание экологически чистых и энергосберегающих
горно-технологических автоматизированных комплексов
(модульных мини-фабрик) для извлечения и обогащения
полезных ископаемых на основе российских
инновационных технологий»**

(на примере золотосодержащих месторождений с запасами полезного
компонента от 50 кг и выше, расположенных в труднодоступных и
отдаленных от развитых инфраструктур районах)

"Согласовано"

Директор компании ООО
«Техника и Технология
Дезинтеграции», к.т.н.

_____ В.Г. Кочнев

Генеральный директор ООО
«ЭГОНТ», к.т.н.

_____ В.В. Новиков

Санкт-Петербург
2006 год

ЦЕЛЬ ПРОЕКТА: Разработка и создание мобильных, энергосберегающих и экологически чистых обогатительных комплексов для рентабельной отработки мелких и средних месторождений, в том числе, расположенных в удаленных и труднодоступных районах (на примере золотосодержащих руд).

• **ОБОСНОВАНИЕ ПОСТАНОВКИ РАБОТ ПО ПРОЕКТУ**

Целесообразность освоения многочисленных мелких, а в некоторых случаях, и средних месторождений с целью добычи полезного компонента очевидна. Необходимо лишь учитывать экономическую составляющую, которая определяется: ***труднодоступностью, удаленностью от инфраструктуры, содержанием полезного компонента, горной технологией, технологией извлечения полезного компонента и, конечно, техническими решениями, принятыми при проектировании фабрики.***

Рассмотрим несколько вариантов подходов к решению этой задачи на отдельных примерах:

1. Первые разработки мобильных фабрик были выполнены конце 80-х начале 90-х г.г. в институте Механобр. Был разработан, так называемый, типовой сборно-разборный обогатительный комплекс типа ПРОК, который должен был обеспечить производительность переработки руды - 4,2; 8,4; 16,8т/час. Первый проект, производительностью 17т/час, был реализован в 1992г на золоторудном месторождении Оночалах в Якутии. Принятые технические решения комплекса ПРОК не в полной мере оправдали себя.

Последующий проект горно-обогатительного комплекса на месторождении Майское (Карелия), производительностью (7 т/час), был выполнен в соответствии с его горно-геологическими условиями и носил индивидуальный характер.

Предполагалось, что руда будет отрабатываться 2 года в течение 200 календарных дней. Принятая технологическая схема предусматривала: двухстадийную схему дробления исходной руды от 350 до 15 мм и одностадийную схему измельчения в шаровой мельнице до 60 % класса менее 74 мкм. Технология обогащения была принята комплексная - гравитационная (60% полезного компонента) и флотационная (20%). Отвальные хвосты складировались в специально подготовленное хвостохранилище, откуда осветленная вода направлялась на обогатительную фабрику.

Строительные решения предусматривали отдельное расположение дробильного комплекса на площадке 30x19м и обогатительного - 28x14м. Оборудование дробильного комплекса устанавливалась на столбчатых железобетонных фундаментах, а обогатительное на отдельных металлоконструкциях, которые также опирались на железобетонные фундаменты.

Обеспечение электроэнергией осуществлялось от дизельных электростанций мощностью 75 кВт (для поселка), 100 кВт (для карьера) и 500 кВт (для дробильно-обогащительного комплекса). Всего 675 кВт.

Общая масса оборудования составляла 125 т (без учета дизель-генераторов), металлоконструкций 10 т, при этом монолитного бетона и железобетона потребовалось 800 м³. Кроме того, потребовалось три здания, в т.ч., одно для склада реагентов.

Как видно из описания, несмотря на небольшую проектную производительность, комплекс трудно назвать сборно-разборным, а тем более мобильным. Совершенно очевидно, что доставка такого количества оборудования, реагентов, шаров, металла, зданий с крупногабаритными металлоконструкциями, мостовыми кранами в труднодоступное место, например в среднее течение реки Колымы в Якутии или гористые районы БАМА при плановой 2-х годичной отработке месторождения была бы весьма затратной операцией с длительным сроком ввода предприятия в эксплуатацию. Именно поэтому, более поздние разработки института Механобр, выполненные для обогащительных фабрик малой производительности стали уже называться стационарными (пример горно-обогащительного предприятия для отработки медно-цинковых руд Александровского месторождения).

2. В последние годы весьма активно предлагает модульные и мобильные фабрики производительностью 5-12 т/час институт Иргиредмет. Сравнивая их с вышеописанной, видишь, что за 10 лет в технологии рудоподготовки, громоздкой и дорогой, изменений практически нет, за исключением того, что предлагается зачастую оборудование импортного, в основном китайского производства.

3. Среди зарубежных предложений можно встретить мобильные, в полном смысле этого слова, установки, смонтированные на автомобильном шасси в основном для геологоразведочных работ, а также портативные (portable plant), которые выполняются из нескольких узлов высокой готовности (рис.1-2). Причем, циклы «демонтаж-транспортирование-монтаж-работа» могут повторяться довольно большое число раз.



Рис.1. Мобильные установки 1-2 т/час



Рис. 2. Сборно-разборная установка 3-4 т/час

Один из примеров такой фабрики приведен в Горном журнале №5 за 2000г. Показано, что переработка хвостов в Кении, оставшихся после проведения комплекса горных и обогатительных работ в 40-х годах, может быть весьма рентабельна с использованием чанового выщелачивания с

производительностью 14 т/час и затратами 150 американских долларов за унцию. Такого рода фабрики не требуют рудоподготовительных работ, что снижает капитальные и эксплуатационные затраты, но при этом высоки риски экологической катастрофы. Снижение этих рисков до минимума возможно за счет применения предварительного центробежного обогащения, когда на выщелачивание направляется 1,5-5% материала вместо 100%, как по технологии в Кении, т.е. в цикл необходимо включить предобогащение полезного ископаемого.

Подводя итог краткого обзора, можно сделать следующие выводы:

1. подавляющее большинство, представленных в литературных источниках, сборно-разборных мини-фабрик предназначены для переработки золотых, алмазных месторождений или золотосодержащих хвостов. Как правило, для переработки полиметаллических руд, даже с небольшой производительностью, применяются стационарные фабрики;
2. принцип сборно-разборных обогатительных комплексов для отработки удаленных и труднодоступных месторождений трудно переоценить, даже если иметь ввиду лишь золотосодержащие руды;
3. проектно-компоновочные технологические решения и номенклатура оборудования для подобных мини-фабрик требуют коренного пересмотра - они должны выполняться на базе инновационных технологий, прежде всего, российских, с учетом требований экологии и энергосбережения.

• РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТА

С целью дальнейшего совершенствования технологии и проектных решений, предлагаются следующие основные критерии к проекту создания мобильных обогатительных комплексов:

1. компактность, легкая доставка и сборка/разборка оборудования, сопутствующих материалов и изделий на месторождение;

2. низкие эксплуатационные затраты за счет самых современных методов рудоподготовки, в том числе, отсутствия шаров и минимизации расходных материалов;
3. высокие технологические показатели: извлечение полезного компонента (например, золота - на уровне 94-96%)
4. экологическая чистота при переработке месторождений, что возможно только при использовании безреагентных процессов обогащения и складировании хвостов в обезвоженном состоянии.
5. низкое энергопотребление отдельных агрегатов и комплекса в целом.

С учетом этих критериев в компании ТТД была разработана и внедрена установка для работы на алмазных речных россыпях в республике Конго (рис.3).



Рис.3. Сборно-разборная установка производительностью 10 – 12 т/час, смонтированная на катамаране

На переднем катамаране смонтировано добычное устройство - погружной землесос, способный рыхлить и поднимать алмазосодержащий гравий с глубины до 60м, а также дизель-генератор мощностью 150 кВт. Далее за ним на втором катамаране расположен блок окончательного извлечения алмазов и обогатительный модуль. Установка работает следующим образом: добытый со дна реки гравий за счет напора, развиваемого землесосом, поднимается на самую верхнюю точку обогатительного модуля, откуда он уже самотеком распределяется по классифицирующим и обогатительным технологическим узлам, Полученный концентрат направляется в блок окончательного извлечения, где алмазы уже после определенных операций в чистом виде взвешиваются, классифицируются и подготавливаются для отгрузки в пункт приема. Хвосты обогатительного модуля и блока окончательного извлечения алмазов сбрасываются за борт. Катамараны связаны между собой гибкой связью, и за счет лебедок, установленных по углам



Рис.4. Сборка мини-фабрики
производительностью 10 – 12
т/час

комплекса, могут перемещаться как поперек реки, так и вверх по течению. Основные технические решения, особенно по компоновке обогатительного модуля, можно, или даже необходимо, использовать для золотодобывающих минифабрик, описание которой приведено ниже.

Описание установки:

1. установка смонтирована на основе разборных рам, выполненных в виде ферм, причем, рамы используются для колонн, перекрытий и фундаментов, что позволяет строить фабрику в условиях вечной мерзлоты без свайных фундаментов (рис.4);
2. в установке принята схема подачи руды, которая исключает ее смерзание в зимний период в головном бункере;
3. применение рентгенорадиометрической сепарации позволяет, на некоторых объектах, значительно повысить качество руды для последующей переработки и увеличить производительность минифабрики (рис.5). Описание возможности выполнения предконцентрации полезного компонента с помощью рентгенорадиометрического метода подробно изложено в **прил. 1**;



Рис.5. Установка с радиометрическим сепаратором

4. дробление, измельчение, обогащение и доводка смонтированы в едином блоке – здании, что позволяет экономично расходовать тепло и проводить профилактические работы;
5. дробление и измельчение происходит практически в одном агрегате - мельнице самоизмельчения - с преддодробливанием критического класса крупности (рис.6.)



*Рис.6 . Пример применения мельниц самоизмельчения
производительностью 15 -20 т/час*

6. предусмотрено гравитационное обогащение золота крупностью +10 мкм с использованием последних разработок по центробежной отсадке;
7. доводка концентратов крупнее 40 мкм осуществляется с помощью селективного измельчения в планетарной мельнице (рис.7), а класса -74 +10 мкм выщелачиванием на основе бесцианидных реагентов или вывозом на стационарную фабрику



*Рис. 7. Планетарная мельница для доводки
золотосодержащих концентратов*

8. образование оборотной воды с получением полусухих хвостов осуществляется с помощью осадительных центрифуг (рис.8);



*Рис.8. Осадительные центрифуги
производительностью 15 – 20 т/час*

9. при отсутствии или недостатке воды на месторождении возможно сухое обогащение, однако для этого потребуются другие технические решения с комплексом НИР и ОКР.
10. Энергообеспечение установки производится с помощью дизель-генератора, входящего в комплект.

Впоследствии весьма актуально проработать применение альтернативных источников энергии: например, миниэлектростанций, поскольку месторождения часто располагаются вблизи ручья, небольшой речки, а также ветроэнергетических установок или солнечных батарей. Возможно, что применение перечисленных источников в сочетании может дать наибольший эффект.

- **СРОК ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОГРАММЫ**
- Срок выполнения проекта определяется наличием знаний о конкретном месторождении: утвержденных запасов, содержаниями полезного компонента, данными лабораторных исследований по возможностям его извлечения и т.д.

В зависимости от тех или иных условий срок ввода в эксплуатацию составляет:

1. золотоизвлекательной фабрики (Магаданская обл., Якутия, Приполярный Урал) производительностью 10-12 т/час может составить 10-14 месяцев;
2. алмазоизвлекательной (Анабарский район, Архангельская обл.) – 20-30 т/час – 14-16 месяцев;

3. по извлечению хрома (Карелия) – 20-25 т/час – 10-12 месяцев.

• **ЗАТРАТЫ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОГРАММЫ**

В табл.1 приведен расчет затрат для реализации основных технических решений при создании первой золотоизвлекательной мини-фабрики для работы в отдаленных и труднодоступных местах. Предполагается, что месторождение изучено и содержит в основном золото крупностью +40 мкм и частично -40+10 мкм.

Затраты на реализацию проекта по созданию минифабрики для извлечения золота производительностью 10-12 т/час

| <i>№ n/n</i> | <i>Наименование этапов работ</i> | <i>Срок выполнения, мес.</i> | <i>Стоимость этапа работ, тыс. руб.</i> | <i>Основной Исполнитель, Предпосылки выполнения работ</i> |
|------------------|--|--------------------------------------|---|--|
| I | Изучение технической документации по конкретному месторождению, разработка концепции отработки, технологии горных работ, обогащения и складирования хвостов. Согласование с Заказчиком основных технико-экономических параметров будущего комплекса, необходимых исследований, испытаний и доработка перспективных инновационных разработок | 8 | 7400,00 | Наличие у Заказчика исходных данных по месторождению. Исследование руды на обогатимость на пробе, представленной Заказчиком. Имеющиеся разработки. НП «Российские Горные Технологии», Заказчик |
| 1.1. | Проведение технологических испытаний на валовых или керновых пробах | 2 | 1300,00 | Пробу предоставляет Заказчик. Испытания проводятся на технологическом стенде ТТД |
| 1.2. | Изучение возможности предконцентрации на основе радиометрических приборов | 2 | 800,00 | Компания «ЭГОНТ» |
| 1.3. | Испытание макета центробежной отсадки с целью извлечения золота крупностью -74+10 мкм | 1 | 600,00 | Имеется действующий макет непрерывного действия производительностью до 200 кг/час. Компания ТТД |
| 1.4. | Испытание полупромышленного образца доводочной установки на базе планетарной мельницы | 1 | 600,00 | Имеются макеты периодического и непрерывного действия планетарных мельниц. Компания ТТД |

| | | | | |
|-----------|---|-----------|-----------------|---|
| 1.5. | Исследование раскрытия золотин в мельнице самоизмельчения с преддодрабливанием критического класса крупности | 2 | 2800,00 | Имеется стенд Компания ТТД |
| 1.6. | Испытание конусной инерционной дробилки в схеме преддодрабливания | 2 | 500,00 | Имеется опытное оборудование. «Механобр-Техника» |
| 1.7. | Испытание центробежного грохота с целью эффективного разделения по крупности 40 мкм | 2 | 500,00 | Имеется макет Компания ТТД |
| 1.8. | Испытание процесса глубокого сгущения хвостов на основе центрифуги | 3 | 300,00 | Компания ТТД |
| II | Разработка, изготовление промышленных образцов перспективного оборудования, предназначенного к использованию на минифабриках | 16 | 56000,00 | НП «Российские Горные Технологии» |
| 2.1. | Доработка КД и изготовление промышленного образца планетарной мельницы производительностью 10-12 т/час для работы в схеме доизмельчения | 8 | 19900,00 | Имеются рабочие макеты, опытные и промышленные образцы. Компания ТТД |
| 2.2. | Доработка КД и изготовление промышленного образца планетарной мельницы производительностью 0,2-0,5 т/час для работы в схеме доводки | 5 | 8200,00 | Имеется опытный образец Компания ТТД |
| 2.3. | Разработка КД и изготовление промышленного образца центробежной отсадочной машины производительностью 10-12 т/час | 6 | 6700,00 | Имеется макет Компания ТТД |
| 2.4. | Разработка КД и изготовление опытного образца радиометрического сепаратора производительностью 10-12 т/час, работающего на куске 300-400 мм | 6 | 15500,00 | Имеются аналоги в компании «РАДОС» Компания «ЭГОНТ» |

| | | | | |
|------------|--|-----------|-----------------|-----------------------------------|
| 2.5. | Разработка КД и изготовление опытного образца центрифуги производительностью 1,2-1,5 т/час | 4 | 2800,00 | Компания ТТД |
| 2.6. | Разработка КД и изготовление опытного образца центробежного грохота для разделения по крупности 40 мкм с высокой эффективностью и производительностью 1,5-2,0 т/час | 4 | 2900,00 | Имеется макет Компания ТТД |
| III | Проектирование, изготовление, монтаж и пуско-наладка гравитационной минифабрики для компании «Полиметалл» производительностью 10-12 т/час с энерго, - водо - и рудообеспечением | 12 | 99800,00 | НП «Российские Горные Технологии» |