

А.В.ЯМОВ, заместитель начальника ПТУ, ayatov@severalmaz.ru

ОАО «Севералмаз», Архангельск

И.А.КУЗНЕЦОВ, канд. техн. наук, главный инженер, kuznetsovia@polymetal.ru

А.В.БАБУК, начальник лаборатории, babukav@polymetal.ru

ЗАО «Полиметалл Инжиниринг», Санкт-Петербург

С.А.РУБИС, канд. техн. наук, rubis_sa@hotmail.com

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург

A.V.IAMOV, deputy chief ayatov@severalmaz.ru

OAO «Severalmaz», Arkhangelck

I.A.KUZNETSOV, PhD in eng. sc., chief engineer, kuznetsovia@polymetal.ru

A.V.BABUK, head of the laboratory, babukav@polymetal.ru

Polymetal Engineering, Saint Petersburg

S.A.RUBIS, PhD in eng. sc., rubis_sa@hotmail.com

National Mineral Resources University (Mining University), Saint Petersburg

ОЦЕНКА ЗАТРАТ, СВЯЗАННЫХ С ВНЕДРЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ КРУПНОГО ДРОБЛЕНИЯ, НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АЛМАЗОВ им. М.В.ЛОМОНОСОВА

Предложен сравнительный анализ капитальных и эксплуатационных затрат на реализацию проекта реконструкции обогатительной фабрики. Внедрение технологии крупного дробления на Ломоносовском ГОКе позволит не только обеспечить стабильную переработку руд, но и повысить производительность всей проектируемой обогатительной фабрики.

Ключевые слова: месторождение алмазов им. М.В.Ломоносова, крупное дробление, оценка капитальных затрат.

ASSESSMENT OF COSTS ASSOCIATED WITH THE INTRODUCTION OF TECHNOLOGY COARSE CRUSHING ON THE EXAMPLE OF THE DIAMOND DEPOSIT THEM. M.V.LOMONOSOV

This article is dedicated to the comparative analysis of capital and operational costs of project of construction of the concentrating plant. Implementation of the technology of coarse crushing on the Lomonosov GOK will not only provide a stable processing of ore, but also improve the productivity of the entire projected concentrator plant.

Key words: diamond deposit M.V.Lomonosov, coarse crushing, estimation of capital costs.

Месторождение алмазов им. М.В.Ломоносова находится в Приморском районе Архангельской области и представлено шестью трубками взрыва, расположенными в виде меридиально-вытянутой линейной цепочки на западном фланге Золотицкого кимберлитового поля.

В 2001 г. была выполнена проектная документация для строительства ГОКа на месторождении алмазов им. М.В.Ломоносова, в 2002 г. технико-экономический совет АК «Алроса» принял решение о строительстве опытно-промышленного участка (ОПУ) на трубке «Архангельская». Рабочий проект

обогащительной фабрики ОПУ выполнен ЗАО «Механообр Инжиниринг» по техническому заданию ОАО «Севералмаз».

В июне 2005 г. введена в промышленную эксплуатацию обогащительная фабрика № 1 Ломоносовского ГОКа (ОПУ), в октябре этого же года она достигла проектной производительности 1 млн т руды в год. Технологическая схема состоит из следующих основных переделов:

- самоизмельчение исходной руды крупностью $-400+0$ мм до крупности $-25+0$ мм;
- тяжелосредняя сепарация (ТСС) класса крупности $-25+1,2$ мм;
- рентгенолюминесцентная сепарация (РЛС) концентрата ТСС;
- доводка концентратов РЛС.

Конечными продуктами схемы основного цикла являются концентрат ТСС ($-25+1,2$ мм, выход крайне незначителен), класс хвостов ТСС ($-6+0$ мм), слив классификации и подрешетный продукт 1-й стадии грохочения. В целом технологическая схема, представляющая собой комбинацию операций грохочения, классификации и обогащения, обычную для переработки алмазосодержащих руд, построена таким образом, что конечная крупность материала составляет около $-6+0$ мм.

Производительность по влажной руде около 150 т/ч, по сухому твердому 120-130 т/ч; влажность 10-20 % (доходит до 30 %). Коэффициент использования оборудования (КИО) составляет 0,70-0,76. Переработка 1 млн т влажной руды в год обеспечивается на протяжении всего периода эксплуатации фабрики.

В настоящее время заканчивается строительство новой обогащительной фабрики (вторая очередь). Ее производительность по исходной руде будет примерно в 3,6 раза выше, чем на существующей (до 3,5 млн т/год по влажной руде). Принципиальная технологическая схема второй обогащительной фабрики аналогична схеме первой, крупность конечного продукта составит около $-8+0$ мм, крупность исходной руды, подаваемой на дробление, $-600+0$ мм.

Процесс рудоподготовки на обогащительной фабрике Ломоносовского ГОКа

связан с определенными проблемами. Подача руды в мельницу осуществляется автосамосвалами непосредственно на колосниковую решетку приемного бункера (щель 400 мм). Зачастую руда за счет крупности или глинистости проходит через решетку достаточно медленно. Следует подчеркнуть, что спрессованные песчаники и туфопесчаники, которыми бывает представлен материал, весьма непрочны, но на решетке задерживаются. Прохождение руды через решетку обеспечивается ковшом погрузчика, что также занимает определенное время. Кроме того, руда может забиться или запрессоваться в бункере, течке или на пластинчатом питателе. Несмотря на это, переработку руды на действующей фабрике удастся поддерживать на необходимом уровне за счет дополнительных эксплуатационных затрат.

Для второй очереди обогащительной фабрики эта проблема представляется более значимой (подача руды осуществляется по той же схеме), что обусловлено существенно большей производительностью по переработке руды и невозможностью применения погрузчика, заезд которого на решетку 600×600 мм невозможен.

С целью повышения экономической эффективности проекта отработки месторождения предлагается внедрение стадии крупного дробления для увеличения производительности по исходной руде, повышения коэффициента использования оборудования и создания условий для роста экономической эффективности работы предприятия в целом.

В качестве технического решения предлагается применение дезинтергации (дробления) исходной руды до крупности, при которой прохождение материала через защитную колосниковую решетку на бункерах главного корпуса становится гарантированным.

Следует подчеркнуть особенности вещественного состава руд месторождения. Они отличаются крайне низкой прочностью и представляют собой на 80-90 % бентонитовые глины (коэффициент крепости по Протодьяконову 0,5-1,5). Поэтому измельчения, как такового, в классическом понимании этого термина (разрушение материа-

ла, раскрытие сростков и т.д.) в технологическом процессе не происходит; имеет место, скорее, промывка глинистой массы и высвобождение из нее галечных включений, которые по большей части переходят затем в хвосты. Если часть материала и разрушается, то весьма незначительная. Внедрение операции дробления перед полусамоизмельчением рассматривается исключительно как операция, которая позволит оптимизировать и стабилизировать подачу руды в мельницы; об интенсификации самого процесса измельчения речи не идет. Каких-либо эффектов в работе самого измельчения от изменения крупности питания не ожидается.

Проведенный специалистами предприятия технологический аудит обогатительной фабрики подтвердил, что при решении проблем с подачей руды в приемные бункеры годовая производительность предприятия может достичь 5 млн т по сухому твердому. С учетом влажности руды 12,6 %, переработка по влажной руде должна составлять 5,63 млн т/год.

Для того чтобы оценить затраты на реализацию проекта реконструкции обогатительной фабрики со строительством корпуса крупного дробления на основе проекта ЗАО «Полиметалл Инжиниринг», был проведен технико-экономический расчет нескольких вариантов реализации данного инвестиционного проекта с целью оценки целесообразности его финансирования.

Режим работы комплекса был выбран круглогодичный, две смены по 12 ч в сутки, КИО 0,7. Часовая производительность по влажной руде 918,13 т/ч, по сухому твердому 815,4 т/ч. С учетом насыпной плотности (2 т/м³) ожидаемая объемная производительность 525,25 м³/ч.

Из практики переработки руд с высоким содержанием глинистых включений известно, что наиболее оправданными являются два варианта организации процесса рудоподготовки. Для материалов с большим содержанием глины или других комкующихся составляющих, склонных к слипанию, но и со значительной долей достаточно прочных горных пород, принято применение промывки в аппаратах специальных конст-

рукций (скрубберы, бутары, мойки различных модификаций и др.) в сочетании с традиционным дробильно-сортировочным оборудованием или, если позволяет используемая технология, само- или полусамоизмельчением. Для руд и материалов, в которых составляющие повышенной крепости отсутствуют, наиболее оптимально применение шнекозубчатых дробилок (ШЗД).

Для руд месторождения им. Ломоносова, характеризующихся повышенной глинистостью и влажностью и пониженной крепостью, применение ШЗД представляется оптимальным. Сокращение крупности материала будет обеспечиваться без запрессовки и налипания, которые, без сомнения, имели бы место при применении дробилок других конструкций. Кроме того, контроль крупности дробленой руды, хотя и опосредованный, может быть обеспечен без использования операций грохочения, которые для данного сырья были бы неэффективны и трудно реализуемы.

В результате сравнения и технического анализа предложений нескольких производителей ШЗД к установке была принята дробилка DRS 800 × 2000 компании «ThyssenKrupp Fördertechnik».

Проектные решения по внедряемому переделу крупного дробления предусматривают также реконструкцию приемных бункеров главного корпуса и организацию транспортирования в них дробленой руды. Подача исходной руды на дробление будет производиться автосамосвалами через промежуточный бункер с колосниковой решеткой 1200 × 1200 мм, над которой устанавливается гидробутобой для разрушения негабаритов. На дробилку питание подается пластинчатым питателем, под которым оборудуется система гидросмыва для подачи просыпей в главный корпус. Система транспорта продукта дробления разработана в двух вариантах: с организацией промежуточного склада и напрямую, без складирования.

Были рассмотрены также два варианта компоновки узла крупного дробления: вариант А – подача дробленой руды в главный корпус напрямую; вариант Б – подача дробленой руды с организацией промежуточного склада (см. рисунок).

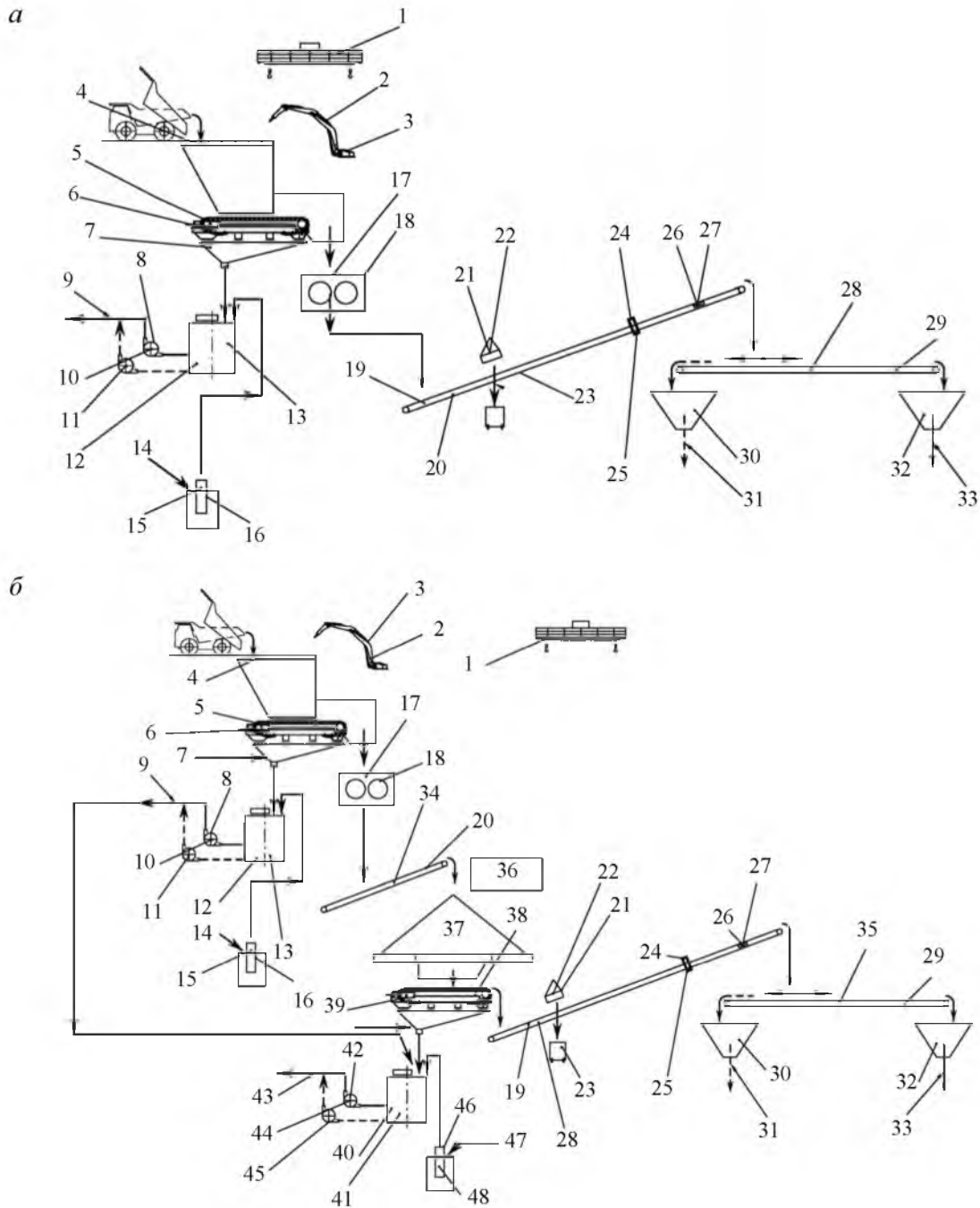


Схема цепей аппаратов узла крупного дробления: а – вариант А; б – вариант Б

1 – KR-0003; 2 – манипулятор с гидравлическим молотом и стрелой; 3 – M-0004; 4 – решетка колосниковая 1200 × 1200 мм; 5 – питатель пластинчатый 1-24-90Б; 6 – J-0001; 7 – вода; 8 – насос гидротранспорта; 9 – классификатор действующей обогатительной фабрики; 10 – P-0008-01 (вариант А), P-0007-01 (вариант Б); 11 – P0008-02 (вариант А), P0007-02 (вариант Б); 12 – распульвовочная емкость с мешалкой; 13 – E-0007 (вариант А), E-0006 (вариант Б); 14 – смыв полов; 15 – P-0009; 16 – насос дренажный; 17 – шнеко-зубчатая дробилка; 18 – M-0002; 19 – K-0005 (вариант А), K-0010 (вариант Б); 20 – конвейер ленточный № 1 (вариант А), № 2 (вариант Б); 21 – F-0005; 22 – сепаратор магнитный; 23 – металл; 24 – QT-0005 (вариант А), QT-0010 (вариант Б); 25 – металлоискатель; 26 – MT-0005 (вариант А), MT-0010 (вариант Б); 27 – весы конвейерные; 28 – конвейер ленточный реверсивный № 2; 29 – K-0006 (вариант А), K-0011 (вариант Б); 30 – бункер действующей фабрики; 31 – дальнейшая переработка по существующей схеме; 32 – бункер строящейся фабрики; 33 – дальнейшая переработка по существующей схеме; 34 – K-0005; 35 – конвейер ленточный № 3; 36 – склад дробленой руды; 37 – объем 3650 м³ (6380); 38 – J-0009; 39 – питатель гидротранспорта 1-24-90Б; 40 – E-0012; 41 – распульвовочная емкость с мешалкой; 42 – насос гидротранспорта; 43 – в классификатор действующей обогатительной фабрики; 44 – P-0013-01; 45 – P-0013-02; 46 – P-0014; 47 – смыв полов; 48 – насос дренажный

Для каждого варианта рассмотрены два способа подъезда самосвалов для загрузки приемного бункера корпуса крупного дробления: по насыпи с организацией подпорных стенок (подварианты А-1 и Б-1) и по эстакадам между корпусом крупного дробления и разгрузочной площадкой (подварианты А-2 и Б-2). Расчет был выполнен по всем четырем вариантам.

Для обеспечения требуемой производительности комплекса предусмотрены две точки подъезда автотранспорта к корпусу крупного дробления для загрузки приемного бункера: одновременно могут разгружаться два самосвала грузоподъемностью 45 т или 91 т.

Из рассмотренных вариантов строительства корпуса крупного дробления наименьшими капитальными и эксплуатационными затратами (см. таблицу) характеризуются варианты без склада дробленой руды. Вариант А-1 с устройством подпорной стенки (заезд автосамосвала по насыпи) между корпусом крупного дробления и разгрузочной площадкой имеет наименьшие капитальные вложения.

Затраты на строительство и эксплуатацию узла крупного дробления, тыс.руб.

Показатель	Вариант			
	А-1	А-2	Б-1	Б-2
Капитальные затраты (без НДС)	301189	306865	415804	418513
Годовые эксплуатационные затраты	74256	74573	102968	103212
В том числе:				
материалы	7154	7154	7667	7667
электроэнергия	21768	21768	32659	32659
ремонтный фонд	5219	5219	6807	6807
заработная плата	6648	6648	9540	9540
Обязательное социальное страхование (30 %)	1994	1994	2801	2801
Страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний (1,2 %)	80	80	114	114
Амортизация	27107	27424	37422	37666
Прочие расходы (10 %)	4286	4286	5959	5959

В составе технических решений по реконструкции приемных бункеров обогатительной фабрики со строительством корпуса крупного дробления рассмотрено несколько сценариев. Технико-экономические расчеты показывают, что включение новой операции крупного дробления потребует минимальных вложений в инфраструктурные объекты ГОКа. Из рассмотренных вариантов организации системы подачи исходной руды на обе обогатительные фабрики Ломоносовского ГОКа (существующую и строящуюся) с установкой узла крупного дробления наименьшими капитальными и эксплуатационными затратами характеризуется вариант А-1, без склада дробленой руды с устройством подпорной стенки между корпусом крупного дробления и разгрузочной площадкой.

Выводы

Строительство корпуса крупного дробления и связанная с этим реконструкция системы подачи исходной руды в целом дают возможность полностью решить проблему прохождения руды через колосниковые решетки приемных бункеров главного корпуса обогатительной фабрики и обеспечить возможность стабильной переработки руд с возможным достижением производительности по сухой руде до 5 млн т/год.

Внедрение операции крупного дробления перед самоизмельчением на Ломоносовском ГОКе позволит также увеличить крупность руды, добываемой в карьере, до $-1200 + 0$ мм. Это приведет к дополнительной оптимизации производственного процесса за счет применения более крупногабаритного и производительного оборудования (экскавация и автотранспорт).