
ГОРНАЯ КНИГА

ISSN 0236-1493

ГОРНЫЙ

**ИНФОРМАЦИОННО-
АНАЛИТИЧЕСКИЙ
БЮЛЛЕТЕНЬ**

(НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ)

**MINING INFORMATIONAL
AND ANALYTICAL
BULLETIN**

(SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL)

**№ 3
2013**

Журнал основан в 1992 г.

УДК 622.7

Г.В. Секисов, А.В. Александров, Н.М. Литвинова

**КОМПЛЕКСНАЯ РУДОПОДГОТОВКА
В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ПРОИЗВОДСТВА
МИНЕРАЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ**

Рассмотрены проблемы рационального использования минеральных ресурсов с позиции рудоподготовки. Проанализированы основные тенденции совершенствования технологических схем на современном этапе.

Ключевые слова: рациональное использование минеральных ресурсов, интенсификация рудоподготовки, управления технологическими свойствами минералов.

Перспективы развития экономического минералопользования в Дальневосточном регионе, наращивание темпов добычи и производства минеральной продукции связываются в первую очередь с воспроизводством минерально-сырьевой базы, а во вторую — с рациональным освоением подготовленных к эксплуатации объектов. Освоение золоторудного потенциала наиболее перспективно в ближайшее время за счет большеобъемных месторождений в черносланцевых толщах и карбонатных отложениях. В последние годы в районах традиционной золотодобычи, в частности, в Магаданской области, были подтверждены перспективы обнаружения новых объектов такого типа, освоение которых с применением современных технологий добычи и переработки руд позволит в среднесрочной перспективе в 15—2 раза увеличить масштабы добычи золота. Необходимо также выявление новых золотосеребряных месторождений в пределах гигантских вулканогенных поясов Дальнего Востока. Место-

рождения этого типа — наиболее востребованные объекты добычи благородных металлов в регионе. К ним относится большинство отрабатываемых в настоящее время месторождений золота и серебра (Кубакинское, Многовершинное, Дукат, Лунное, Покровское, Хаканджинское, Купол, Валунистое, Биркачан и др.). Необходимы разведка и освоение новых серебрянорудных месторождений, предпосылки для выявления которых имеются в восточной части Якутии. Одним из важных факторов рационального и эффективного освоения объектов экономического минералопользования в регионе является реализация добычи сырья с минимальными потерями и минимальным разубоживанием полезных компонентов с целью максимального извлечения полезных компонентов с широким применением энерго — и ресурсосберегающих, безотходных и безопасных технологий переработки сырья.

Рациональное использование минеральных ресурсов в целом должно не только повышать качество подго-

Сквозная рудоминеральная и технологическая рудоподготовка

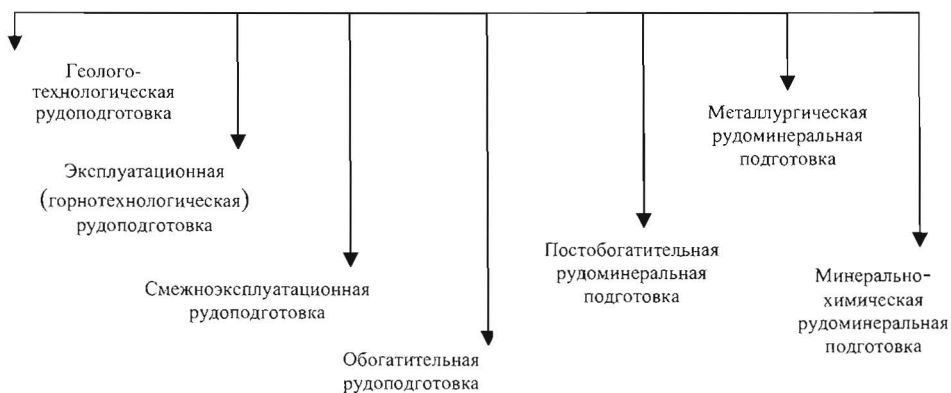


Рис. 1. Исходный производственно-стадийный состав сквозной технологической рудоминеральной подготовки

товки рудоминеральной (в том числе и собственно рудной) массы к переработке, но и при этом обеспечивать стабильность гранулометрического состава, сохранение основных технологических свойств рудоминерального сырья, что в большей степени зависят от уровня и состояния техники и технологии его подготовки. Проблемы повышения эффективности обогатительных процессов и надежности использования оборудования могут быть эффективно решены, если при переработке труднообогащаемых руд неотъемлемым подготовительным процессом станет организационно-технологическая система направленного изменения технологических свойств разделяемых полезных минералов и, прежде всего, повышение их контрастности. Минеральная подготовка — интегральная категория по отношению к процессам подготовки любого минерального сырья, которая должна стать единой системой способов и технологических приемов целенаправленного физического, биологического, механического воздействия на полезное

ископаемое, минеральное сырье и промпродукты, обеспечивающих повышение их качества, раскрытие минеральных зерен, улучшение их поверхностных свойств и стабилизацию основных технологических параметров [1].

К процессам минеральной подготовки (МП_д) можно отнести не только дробление и измельчение породы, но и последующие промежуточные этапы в технологической цепочке получения готовой минеральной продукции.

Данная организационно-технологическая система должна представлять собой иерархическую сквозную рудоминеральную подготовку, начиная в производственном отношении с геологоразведочных работ и завершая минеральноподготовительной операцией при получении минеральной продукции. На рис. 1 представлена схема, отражающая первичный уровень иерархической системы рудоподготовки.

В рамках данных исследований рассматривается возможность управления технологическими свойствами минера-

лов на этапе подготовки к основным операциям обогащения минерального сырья, так называемой категории минералоподготовки — предсобственно-обогащительной рудоподготовки. Данный тип рудоподготовки включает в себя стадии — дезинтеграция, дробление, грохочение, усреднение, осуществляемое до обогащительных процессов: флотации, гравитации и т.д.

Для решения проблемы снижения стоимости измельчения ведутся работы по следующим направлениям: определение оптимальной размалывающей нагрузки по всем параметрам измельчения; повышение эффективности работы классифицирующего оборудования; поиск наиболее износостойкой и экономичной футеровки мельницы; разработка более энергонапряженных, экономичных измельчительных аппаратов и эффективных способов воздействия на руду.

При выборе способов дезинтеграции основное внимание должно быть уделено изучению физико-химических характеристик сырья, подлежащего переработке. Значение его специфических особенностей позволяет разработать такую последовательность и такой уровень воздействий, которые обеспечивают выполнение классического уровня «не дробить ничего лишнего». Применительно к сырью, перерабатываемому на горно-обогащительных предприятиях, это условие определяет необходимость раскрытия сростков без нарушения целостности, излишнего ошламования полезных компонентов при сохранении вмещающей породы в максимально крупной фракции. Именно знание прочностных и текстурно-структурных особенностей руд и свойств полезных компонентов позволяет выбрать рациональные способы и схему дезинте-

грации, обеспечивающие пониженные капитальные затраты и эксплуатационные расходы и наилучшие технологические показатели последующего обогащения [2].

По данным анализа состояния практики рудоподготовки за рубежом — рудное полусамоизмелчение доминирует в качестве основного процесса на флотационных обогащительных фабриках, вытесняя стандартный способ стадийного дробления и измельчения стальной средой. Областью устойчивых позиций стадийного дробления в проектах новых фабрик остаются предприятия, использующие процессы кучного выщелачивания и электролитического осаждения. В качестве мероприятий по снижению издержек горно-транспортного цеха первичное дробление размещают непосредственно в карьере. Для интенсификации процесса полусамоизмелчения в мельницу добавляют крупные шары, применяют додраблывание фракций критической крупности, выводят трудноизмельчаемые фракции в отдельный склад. При применении грохотов на разгрузке мельниц устанавливают два агрегата для снижения простоев мельницы. На ряде фабрик при переработке руды повышенной твердости используют технологический прием — преддробление в дробилке среднего дробления. Для измельчения концентратов и промпродуктов применяются вертикальные мельницы (потребление энергии на 30 % ниже, чем у шаровых мельниц, простота монтажа, отсутствие мощного фундамента, малозумность при эксплуатации). Внедрение дробилок нового поколения типа MP-800, MP-1 000 и Hydrocone-8 800 ведущих фирм «Metso minerals» и «Sandvik» наблюдается в основном при модернизации действующих фабрик — в Чили, Аргентине, Китае,

Польше. Повышенное внимание наблюдается к измельчающим валкам высокого давления (ИВВД), выпускаемыми фирмами «Krupp Polysius», «Humboldt Wedag» и «Koppers» (Германия). ИВВД. [3].

В России также наблюдается тенденция реализации схем с использованием процессов первичного самоизмельчения в схемах рудоподготовки, дробления в валках высокого давления (фабрика «Сухой Лог»). Наряду с основными аппаратами для рудоподготовки, выпускаемыми зарубежными фирмами, перспективным направлением снижение крупности дробленого продукта до 10—5 мм является использование конусных инерционных дробилок (КИД) НПК «Механобр-техника».

Самоизмельчение (первичное или рудногалечное) благодаря лучшей селективности раскрытия сростков имеет преимущества перед традиционной технологией дезинтеграции при подготовке к обогащению материала с тонковкрапленным золотом и к гидрометаллургической переработке золотосодержащих руд. При этом в ряде случаев, даже при переработке руд повышенной крепости применение самоизмельчения позволяет перекрыть удорожание рудоподготовки прибылью от дополнительно полученного металла и повышенного качества концентратов.

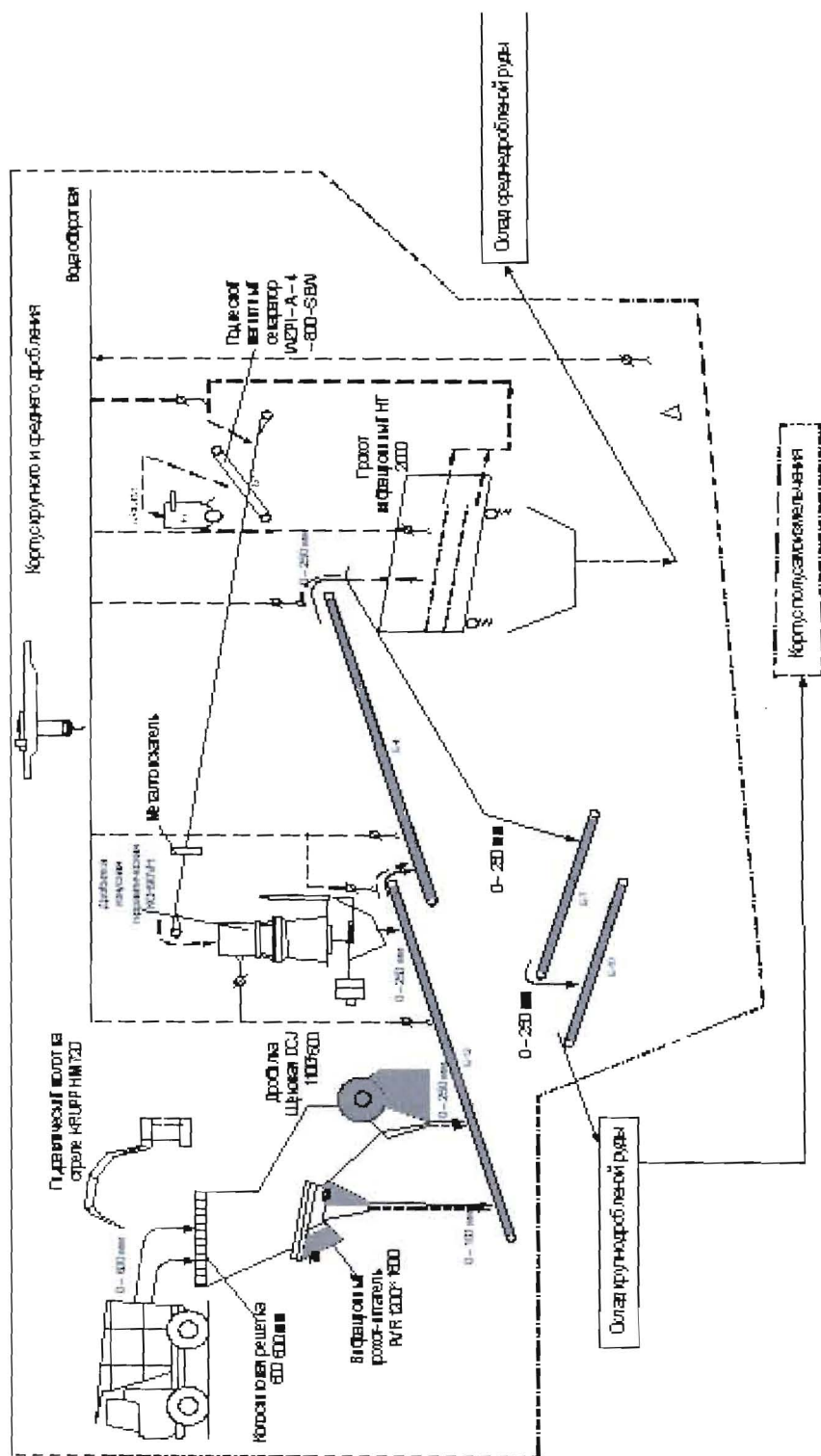
Использование методов интенсификации первичного самоизмельчения позволяет расширить область ее использования — вывод из цикла самоизмельчения упорных критических классов крупности, подгрузка в мельницы самоизмельчения стальных мелющих тел, использование инерционных дробилок КИД НПК «Механобр-техника» для додрабливания крупнокусковых фракций и для предварительного

дробления крупных классов перед мельницами самоизмельчения [2].

В качестве примера реализации современной схемы рудоподготовки золотосодержащей руды приведена схема цепи аппаратов рудоподготовительного комплекса при освоении золото-серебрянного месторождения Хаканджинское (рис. 1 — корпус крупного и среднего дробления, рис. 2 — корпус мелкого дробления) при освоении золото-серебрянного месторождения Хаканджинское. По проекту 2001 года была предусмотрена трехстадиальная схема дробления до крупности -5+0 мм, в дальнейшем, для устранения проблем, связанных с транспортировкой и грохочением окомковывающейся руды, была смонтирована система отмывки руды в цикле мелкого дробления, но поднять производительность цикла мелкого дробления не удалось. Для компенсации отрицательного действия текстурных особенностей перерабатываемых руд в дальнейшем предложена схема с применением технологии самоизмельчения. Работа рудоподготовительного комплекса предусматривается в двух режимах: основной режим — дробление руды в одну стадию и подача крупнодробленной руды в мельницу корпуса полусамоизмельчения, резервный режим — трехстадиальное дробления с отмывкой руды на стадии мелкого дробления и подачей готового продукта в главный корпус ЗИФ.

Состав рудоподготовительного комплекса: открытый автомобильный склад исходной руды; конвейерный склад крупнодробленной руды; конвейерный склад среднедробленной руды.

Общая технологическая цепочка по транспортированию и переработке



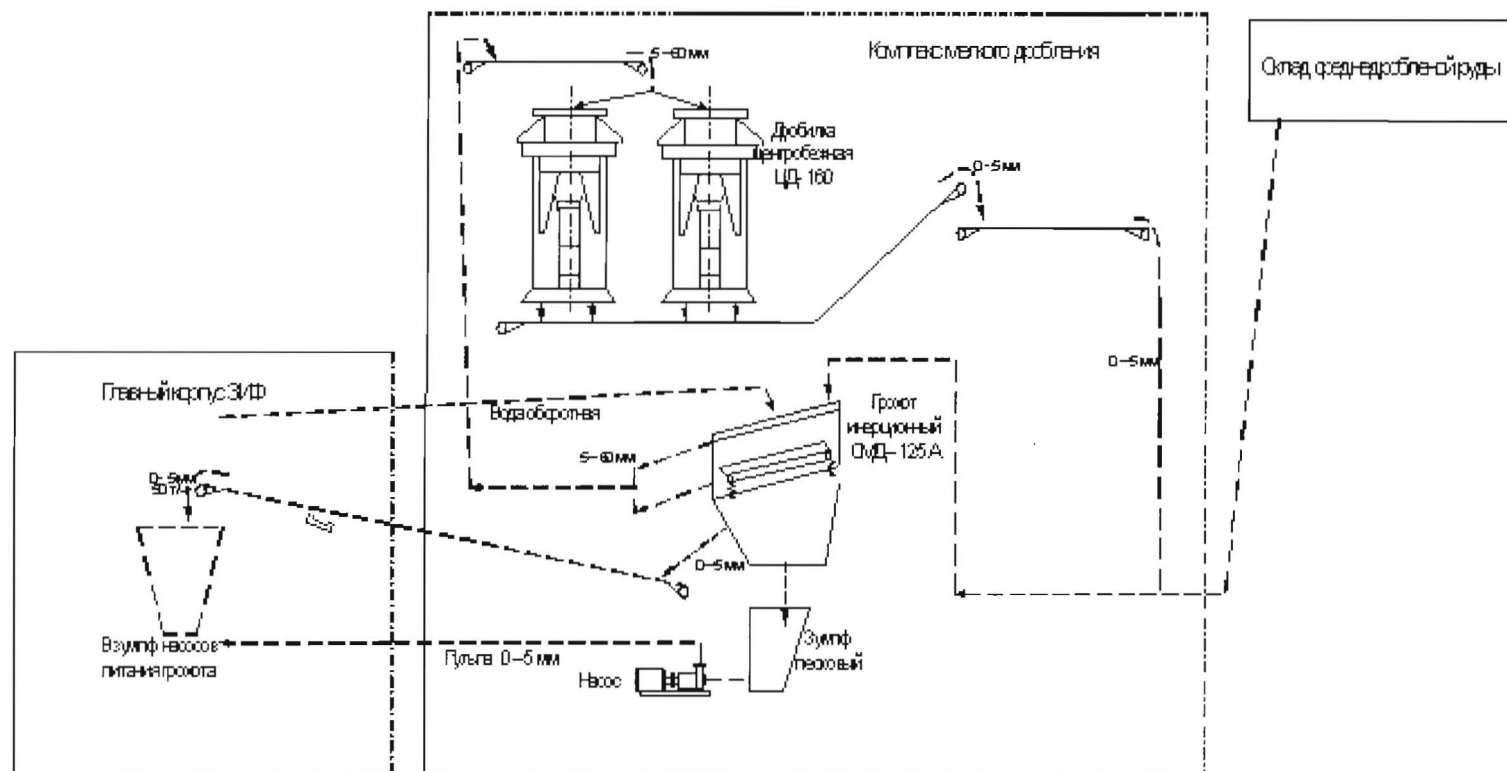


Рис. 3. Схема цепи аппаратов рудоподготовительного комплекса при освоении золото-серебряного месторождения Хаканджинское (корпус мелкого дробления)

руды от карьера до главного корпуса делится на самостоятельные технологические участки:

- крупное дробление в основном режиме;
- крупное и среднее дробление в резервном режиме;
- конвейерная подача крупнодробленной руды в мельницу полусамоизмелчения в основном режиме;
- мелкое дробление в резервном режиме с подачей мелкодробленной руды в отделение измельчения главного корпуса ЗИФ [4]

Таким образом, при комплексной рудоподготовке в современных усло-

виях производства минеральной продукции необходимо учитывать все многообразие факторов, которые могут повлиять на эффективность принятой схемы. Техничко-экономическое обоснование рекомендуемой технологии и схемы рудоподготовки следует выполнять после сопоставления двух-трех вариантов, разработанных на основании результатов представительных исследований и аналогов с использованием последних достижений в технике и технологии дезинтеграции с учетом физико-химических и минералогических характеристик сырья, подлежащего переработке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Секисов Г.В., Резник Ю.Н.* Минеральная подготовка и технические системы. М.: Издательство «ВЛАДМО», 2000. — 392 с., 286 илл.
2. *Бортников А.В., Самуков А.Д.* Методический подход к выбору рациональной технологии и схемы рудоподготовки. Обогащение руд. 2010 г. № 2, С. 3—7.
3. *Баранов В.Ф.* (ЗАО «Механобр инжиниринг»). Современная мировая практика

в области рудоподготовки (зарубежный опыт). «Обогащение руд». 2004. № 3. С. 41—46.

4. *Корректировка рабочего проекта.* «Золото-серебрянное месторождение Хаканжинское. Горно-металлургический комплекс. Первая очередь. Технологические решения по переработке руды». Том 1. 2005 г. **ГИАЗ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Секисов Г.В. — доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией,
Александров А.В. — доктор технических наук, профессор, зам. директора, alexandrov27@mail.ru,
Литвинова Н.М. — кандидат технических наук, старший научный сотрудник, nauka22@yandex.ru,
Институт горного дела ДВО РАН.

