

УДК 622.014:061.65

Н. В. ЧЕРЕВКО, А. Л. СЕРДЮКОВ (ОАО «Гипроруда»)

80 ЛЕТ ИНСТИТУТУ «ГИПРОРУДА»: ГОРДИМСЯ ПРОШЛЫМ, СТРОИМ БУДУЩЕЕ



Н. В. ЧЕРЕВКО,
генеральный директор



А. Л. СЕРДЮКОВ,
первый заместитель
генерального
директора — главный инженер

11 мая 1931 г. постановлением Президиума ВСНХ СССР было принято решение о создании в Ленинграде института по проектированию предприятий горнорудной промышленности, получившего название «Гипроруда». Необходимость в специализированной проектной организации была обусловлена крупномасштабной программой индустриализации страны, в частности, развития минерально-сырьевой базы стержневой отрасли — черной металлургии — с осуществлением на этой основе коренной реконструкции действующих и создания новых крупных горно-металлургических комплексов. До этого проектирование горнорудных объектов осуществляли разрозненные проектные бюро или небольшие группы специалистов, которые выполняли локальные проекты отдельных участков и цехов предприятий непосредственно на рудниках.

Учитывая грандиозные планы интенсивного развития металлургии, громадные объемы централизованных капитальных вложений в формирование соответствующей рудной минерально-сырьевой базы (МСБ), основными задачами института «Гипроруда» в период его становления были подготовка высококвалифицированных кадров в области проектирования открытых и подземных горных работ, разработка и установление единых методик, позднее — норм проектирования горнорудных предприятий.

Более того, коренная реконструкция и, особенно, новое строительство требовали проектирования не только промышленных объектов добычи и первичной переработки руды, но и, как правило, всей транспортной, энергетической и социально-бытовой инфраструктуры предприятий, получивших позднее название градообразующих.

Успешно решая обозначенные выше задачи, институт уже в довоенное время стал авторитетной в стране головной проектной организацией отечественной горнорудной промышленности. Разрабатывая и формируя генеральные планы предприятий, включая социально-бытовые объекты для их работников, институт привлекает в качестве подрядчиков десятки других исследовательских и проектных

Показаны основные этапы 80-летней истории становления и развития института «Гипроруда» — одного из лидеров в области проектирования горнодобывающих комплексов. Приведены основные, наиболее крупные предприятия, построенные по проектам института и успешно функционирующие в России и других странах СНГ. Дано описание процесса модернизации проектного дела в ОАО «Гипроруда» на основе современных 3D-технологий, САПР, программных продуктов и новых подходов в условиях рыночной экономики.

Ключевые слова: горнорудная промышленность, генеральный проектировщик, комплексные проекты, технико-экономические обоснования, кондиции, автоматизированные системы проектирования, программные продукты, моделирование.

организаций для проектирования специальных разделов (глав) единого комплексного проекта или технико-экономического обоснования (ТЭО). Одно-временно, кроме геологических и технико-технологических, институт создает в своем составе специализированные подразделения по проектированию электроснабжения, автоматизации, механизации, осушения месторождений, специальным строительно-монтажным работам, генеральным планам горнорудных предприятий, а также по разработке прогнозов и перспективных планов их развития. Используя современную терминологию, можно сказать, что Гипроруде принадлежала ключевая роль в формировании и развитии рудной минерально-сырьевой базы СССР.

Всего в 1931–1940 гг. по проектам института построены и введены в действие 93 горнодобывающих предприятия черной и цветной металлургии, горной химии, промышленности строительных материалов. Среди них следует отметить рудники горы Магнитной, Кусинский и др. на Урале, Тульские и Липецкие в Центре, Балягинский и Темир-Тау в Сибири, Часовяжские карьеры огнеупорных глин, Еленовский и Каракубский карьеры флюсовых известняков, Саткинские — магнезитов, опытный Коробковский рудник — первенец освоения несметных богатств КМА.

В годы Великой Отечественной войны значительная часть работников ушла на фронт, но институт не прекращал своей деятельности. Из оставшихся сотрудников были укомплектованы и направлены на горные предприятия Урала и Сибири (Бакал, Магнитогорский и Кузнецкий МК, Асбест, Березниковский калийный комбинат) шесть бригад проектировщиков, разработки которых обеспечили увеличение объемов производства предприятий по руде на 20 % в сравнении с довоенным 1940 годом.

В послевоенные годы по проектам Гипроруды построены известные и успешно работающие в настоящее



Здание института «Гипроруда»

время крупнейшие горно-обогаительные комбинаты: Оленегорский, Ковдорский, Коршуновский, Соколовско-Сарбайский, Качарский, Лисаковский, Азербайджанский, Костомукшский, на которых реализованы инновационные для того времени проектные решения, технологии и применяется высокопроизводительное горное оборудование.

Так, Ковдорский ГОК стал первым предприятием в черной металлургии, где с 1975 г. осуществляется комплексное использование руд с получением из них не только железорудного, но также апатитового и бадделеитового концентратов. В 1987 г. введен в действие рудный дробильно-конвейерный комплекс в карьере, а в 1999 г. — впервые в Заполярье для доставки вскрышных пород в отвал построен и эффективно работает комплекс циклично-поточной технологии в открытом исполнении. С 1997 г. по инициативе комбината по проекту Гипроруды разрабатывают техногенное месторождение отходов (хвостов) обогащения с их переработкой на апатитовый и бадделеитовый концентраты.

На карьерах Соколовско-Сарбайского ГОКа реализованы такие эффективные проектные решения, как комбинированная система осушения контурными дренажными штреками и горизонтальными дренажными; вскрытие рудных залежей внешними въездными траншеями; вскрытие глубинных горизонтов

карьера наклонными железнодорожными штольнями; тяговые агрегаты постоянного тока напряжением 1,5/3,0 кВ.

Институт «Гипроруда» осуществлял генеральное проектирование строительства в суровых климатических условиях Заполярья крупнейшего горно-обогаительного комплекса — комбината «Апатит» в составе шести рудников, трех обогажительных фабрик и объектов инфраструктуры с годовой проектной производительностью 50 млн т руды и 18 млн т апатитового концентрата.

По проекту института и в сотрудничестве с Финляндией построен, пожалуй, самый образцовый комплекс — Костомукшский ГОК и город Костомукша. К разработке комплексного проекта были привлечены на условиях субподряда 17 проектно-конструкторских организаций Ленинграда. В завершеном в 2002 г. проекте освоения Архангельского месторождения алмазов им. М. В. Ломоносова принимали участие 15 субподрядных организаций Санкт-Петербурга, Москвы, Архангельска и Белгорода.

В целом за восьмидесятилетнюю историю института «Гипроруда» по его проектам построено и реконструировано более 200 горнодобывающих предприятий с открытым и подземным способами добычи как на пространстве бывш. СССР, так и за рубежом — в Индии, КНР, Египте, Иране, КНДР, Болгарии, Польше, Югославии и др. За

последние годы более чем по 60 железорудным и апатитовым месторождениям разработаны и переданы геологоразведочным организациям проекты кондиций на минеральное сырье для использования при разведке и подсчете запасов.

Сохраняя и укрепляя связи с традиционными заказчиками — ОАО «Апатит», АО «ССГПО», ОАО «Ковдорский ГОК» и др., институту «Гипроруда» удалось расширить их круг. Так, по заказу ОАО «Севералмаз» (АК «АЛРОСА») институтом разработаны проекты по освоению месторождения алмазов им. М. В. Ломоносова, для ЗАО «Северо-Западная фосфорная компания» (СЗФК) выполнены и продолжают проектные работы по месторождениям Олений Ручей и Партомчорр, для ОАО «Архангельскгеолдобыча» (ОАО «ЛУКОЙЛ») составляется проектная документация строительства ГОКа на базе месторождения алмазов им. В. Гриба, по заказу ООО «Гаринский ГМК» (Группа компаний «Петро-павловск») — обоснование инвестиций в строительство ГОКа на базе Гаринского месторождения железных руд.

Для работы в качестве генерального проектировщика на территории Республики Казахстан, в том числе по объектам традиционного заказчика — АО «ССГПО», в 2009–2010 гг. Гипрорудой были получены генеральные лицензии на проектирование горных производств, проектно-изыскательскую деятельность, экспертные и инженеринговые услуги в сфере архитектурной, градостроительной и строительной деятельности. Для укрепления позиций института и расширения сотрудничества с казахстанскими заказчиками и партнерами в июне 2010 г. было зарегистрировано «Рудненское представительство ОАО «Гипроруда» в Республике Казахстан».

С введением в 2009 г. системы саморегулирования в российскую строительную отрасль саморегулируемые организации (СРО) пришли на смену институту лицензирования, а действие ранее выданных строительных лицензий с 2010 г. отменено. Единственной возможностью для компаний, занятых в сфере строительства, продолжить профессиональную деятельность на законных основаниях стало вступление в само-

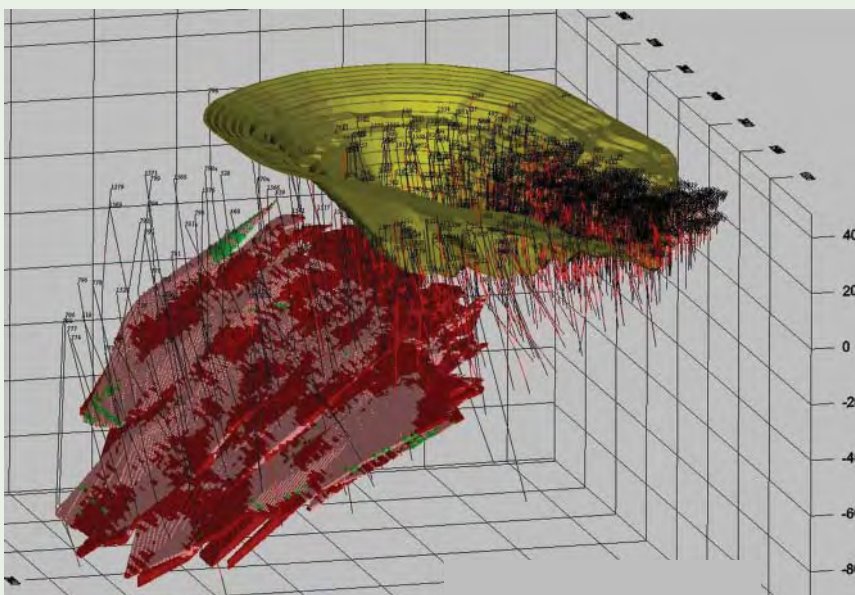


Качарский карьер (АО «ССТПО»)

регулируемые организации строителей, проектировщиков и изыскателей, для чего требовалось подтвердить качество заявленных работ и получить свидетельство о допуске к ним. В связи с этим в 2009 г. ОАО «Гипроруда» вступило в СПО НП «Проектные организации Северо-Запада» и получило свидетельство о допуске к проектным работам, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства. Кроме того, институт одним из первых в Северо-Западном регионе получил разрешение на проекти-

рование особо опасных, технически сложных и уникальных объектов.

В институте «Гипроруда» сложился коллектив высококвалифицированных специалистов, накоплен богатый арсенал самых современных технологий проектирования горно-рудных предприятий с использованием новейших программных продуктов и комплексов. С 1985 г. в институте используют и постоянно совершенствуют систему автоматизированного проектирования (САПР) открытых горных работ. Технология автоматизированного проектирования карьеров основана на примене-



Модель Коашвинского месторождения (рудник «Восточный, ОАО «Апатит»)

нии как собственных разработок, так и зарубежных программных комплексов, что обеспечивает возможность оптимизации проектных решений, повышения конкурентоспособности проектов и производительности труда специалистов в рыночных условиях экономики и бизнеса.

Созданная к 2000 г. совокупность программного обеспечения позволила сформировать технологический процесс проектирования по схеме: геологическая модель месторождения — проектирование карьера — расчет запасов, качества руды и объемов вмещающих (вскрышных) пород в границах карьера — оформление результатов проектирования. Это, в свою очередь, кардинально изменило традиционные подходы и состав работ геологов и технологов при проектировании карьеров: вместо ручного подсчета запасов и качества руд в проектных контурах карьера основной работой геологов стало создание геологических моделей, а использование интегрированных горно-геологических комплексов позволяет горным инженерам разрабатывать неограниченное число вариантов развития карьеров или подземных рудников.

В настоящее время в Гипроруде активно используют интегрированные горно-геологические системы Datamine, Micromine, программы планирования горных работ Whittle и NPV Scheduler, программу расчета устойчивости бортов карьера Galena. Собственными программными разработками (САПР-карьер, АРМ-Геолог, АРМ-Горняк) обеспечены процессы создания геологических моделей, проектирования и расчета устойчивости бортов карьеров, формирования геологических и горных чертежей. В своей работе ОАО «Гипроруда» применяет только лицензионные программные продукты. Для обеспечения правильного использования и выполнения условий лицензирования и актуализации версий с поставщиками программных продуктов заключены соответствующие договоры о технической поддержке.

Качественно изменились подходы к выбору и обоснованию в проектах горного, транспортного, обогащательного и другого оборудования, их типоразмеров и фирм-про-



Карьер Центрального рудника (ОАО «Апатит»)

изводителей. Главными критериями стали технологичность, надежность, экологическая и промышленная безопасность, комфортность труда операторов-машинистов, система сервисного обслуживания и в конечном счете — высокая экономическая эффективность и быстрая окупаемость инвестиций. Такие подходы позволяют, по согласованию с заказчиком, применять в проектах лучшие мировые образцы техники и технологий, обеспечивающие интенсивное освоение и разработку месторождений, а в целом — высокую эффективность и конкурентоспособность проектируемого предприятия на мировом рынке рудодобываемого сырья.

Высокое качество проектов Гипроруды обусловлено, кроме того, поддержанием соответствующего уровня профессионализма сотрудников, постоянным развитием и совершенствованием системы менеджмента, технической и информационной базы института для наиболее полного удовлетворения требований заказчиков. В этих целях в институте разработана и введена Система менеджмента качества, которая представляет собой управленческую подсистему, в основе которой лежит процессный подход и структурированный набор документов, регламентирующих ключевые процессы влияния на качество проектной продукции. Документальное



Оленегорский карьер (ОАО «Олкон»)

описание обеспечивает отслеживание процессов, их четкое понимание и лучшую управляемость. Периодический мониторинг и корректировка производственных и административных процессов гарантируют непрерывное совершенствование деятельности института.

Разработанная в Гипроруде система мотивации персонала, а также программы карьерного роста и обучения, направленные на совершенствование ключевых навыков и компетенций специалистов, позитивно влияют на результаты их деятельности и способствуют повышению эффективности использования трудовых ресурсов института.

Являясь одним из российских лидеров в области проектирования горнорудных предприятий, институт «Гипроруда» объединил специалистов высочайшей квалификации, способных решать самые сложные проблемы развития горной промышленности. Их инновационные разработки находят и будут находить практическое применение в российской экономике для решения задач модернизации горнодобывающего комплекса и укрепления промышленного потенциала страны. [ГЖ](#)

*Черевко Николай Васильевич,
Сердюков Андрей Леонидович:
e-mail: info@giproruda.ru*

80 YEARS OF «GIPRORUDA» INSTITUTE WE ARE PROUD OF THE PAST, BUILDING THE FUTURE

Cherevko N. V., Serdyukov A. I.

The main stages of 80-years history of establishment and development of “Giproruda” institute – one of the leaders in area of designing mining extraction complexes have been shown. The most large enterprises, built according to the institute projects and successfully operated in Russia and other countries of CIS have been conducted. The description of process of modernization of engineering operations at “Giproruda” on the base of modern 3D-technologies, design automation system, program products and new approaches in conditions of market economy has been done

Key words: mine ore industry, general designer, complex projects, technical-economical substantiations, conditions, automation project systems, program products, simulation.

УДК 622.2:061.5

А. В. ОКУНОВИЧ (ОАО «Гипроруда»)

А. Ю. ЗВОНАРЬ (ОАО «Апатит»)

ИНСТИТУТ «ГИПРОРУДА» И ОАО «АПАТИТ» — ИЗ ВЕКА В ВЕК



А. В. ОКУНОВИЧ,
главный инженер проектов



А. Ю. ЗВОНАРЬ,
технический директор —
главный инженер

Рассказана история освоения месторождений апатит-нефелиновых руд Хибинского горного массива. Показан вклад института «Гипроруда» в формирование и развитие крупнейшего производителя фосфатного сырья — ОАО «Апатит». Отмечены главные проектные решения специалистов института, позволившие предприятию значительно увеличить добычу руды и производство апатитового концентрата.

Ключевые слова: апатит-нефелиновые руды, Хибинские месторождения, проектные разработки, рудники, производительность предприятия.

Приказом по Высшему Совету народного хозяйства РСФСР в ноябре 1929 г. был образован трест «Апатит», правление которого находилось в г. Ленинграде. С издания этого приказа началась история освоения Хибинских месторождений апатит-нефелиновых руд.

С 1930 г. началось масштабное строительство будущего комбината. Буквально в считанные годы вырос город Хибиногорск с каменными жилыми домами, больницей, кинотеатром, магазинами и горным техникумом. Началось строительство Апатитового рудника на базе Кукисвумчоррского месторождения и возведение корпусов и первой апатит-нефелиновой обогатительной фабрики (АНОФ-1).

В 1931 г. постановлением Президиума Высшего Совета народного хозяйства СССР на базе горного сектора института Гипромез была создана головная проектная организация горнорудной отрасли — институт «Гипроруда», перед которым стояли сложные и ответственные задачи: в кратчайшие сроки и максимально эффективно подготовить квалифицированные кадры в области проектирования подземных и открытых работ, разработать нормы технологического проектирования и определить основные экономические показатели для строительства. Но самая главная задача — проектирование

горнодобывающих предприятий на базе многочисленных месторождений полезных ископаемых на всей территории Советского Союза.

Эти два события в советской истории послужили началом долгому и плодотворному сотрудничеству двух организаций — ОАО «Апатит» и ОАО «Гипроруда».

Практически сразу после основания Гипроруды специалисты института подключились к проектированию строящегося апатитового рудника на базе Кукисвумчоррского месторождения — первого из построенных и введенных в эксплуатацию трестом «Апатит».

В довоенный период трест «Апатит» динамично развивался: производственные мощности с каж-

дым годом увеличивались, условия труда и быта улучшались. Однако начавшаяся Великая Отечественная война прервала планы развития предприятия и города. Все ценное оборудование с предприятия пришлось в срочном порядке эвакуировать, комбинат перешел на выпуск военной продукции для нужд фронта.

Война внесла существенные коррективы и в деятельность института «Гипроруда». Большинство сотрудников ушли на фронт, а те, кто остался в Ленинграде, стали выезжать в бригадах на оборонные работы. Все проектные работы в хозяйственной отрасли были сведены к минимуму, при этом основной упор делали на проекты оборонного значения.



Панорама промплощадки Расвумчоррского рудника



Начало добычи, рудник «Центральный»

В послевоенный период сельское хозяйство страны испытывало большую потребность в минеральных удобрениях, для производства которых требовалось фосфорсодержащее сырье. Перед трестом «Апатит» стояла четкая задача — как можно скорее восстановить все, что разрушено, и возобновить выпуск апатитового концентрата для аграрных нужд. Комбинату «Апатит» требовалось наращивать мощности.

Накопленный довоенный опыт проектирования позволил специалистам института «Гипроруда» практически сразу после окончания войны возобновить подготовку проектов по разработке новых рудников Хибинского горного массива.

Первым из таких объектов стал подземный рудник на базе Юкспорского месторождения апатитовых руд. Хотя и Кукисвумчоррское, и Юкспорское месторождения схожи по геологическому строению и условиям разработки, проектировщики института предложили новые технические решения, позволившие значительно сократить сроки и стоимость строительства рудника. Уже в 1954 г. новый подземный рудник был введен в эксплуатацию.

Параллельно с проектированием Юкспорского рудника специалисты института «Гипроруда» разработали проект первого комбинированного рудника — Расвумчоррского, отрабатывающего запасы месторождения Апатитовый Цирк. Уже в самом начале проектирования было приня-

то решение отработать верхнюю зону месторождения открытым способом, а затем перейти на подземный. Такое решение позволило ввести в эксплуатацию Расвумчоррский рудник в 1956 г., значительно сократив время подготовки месторождения к разработке.

Наиболее сложным и масштабным проектом стал рудник «Центральный» на месторождении Плато Расвумчорр, за свои суровые условия прозванный «Малой Антарктидой». В мировой практике не было аналогов тому, что предлагал институт «Гипроруда» в своем проекте, поскольку ни в одной стране высокогорный карьер еще не действовал круглогодично в столь сложных кли-

матических условиях, приравненных к климату островов арктической зоны. Предстояло решить ряд важных инженерных задач: выбрать наиболее производительный и экономичный способ разработки с учетом климатических особенностей, осуществить надежное транспортное сообщение с рудником в условиях снежных заносов, схода лавин и буранов; обеспечить бесперебойное снабжение водой, теплом и электроэнергией.

Институтом «Гипроруда» была предложена уникальная схема вскрытия месторождения тремя вертикальными рудоспусками, пройденными на горизонт капитальной штольни, строительство которой предусматривалось со стороны Расвумчоррского рудника. Глубина рудоспусков для вскрытия карьерного поля достигала 600 м. Вертикальная шахта с клетевым подъемом позволяла обеспечить безопасность доставки на плато рабочих, а также прокладку резервных линий электропитания. Для связи промплощадки рудника с г. Кировском была построена автомобильная дорога по юго-восточному склону горы Ловчорр. На карьере предусматривалось применение самой производительной техники того времени: экскаваторов ЭКГ-4 и самосвалов грузоподъемностью 25 т. Все это позволило обеспечить высокую экономическую эффективность проекта.

В соответствии с первым техническим заданием проектная произ-



Коашвинский карьер Восточного рудника



Промплощадка Кировского рудника

водительность рудника была установлена на уровне 5 млн т апатит-нефелиновой руды. Однако после оценки потенциала месторождения по предложению института «Гипроруда» первоначальное техническое задание было пересмотрено. В утвержденном техническом проекте годовая производительность карьера составила уже 12 млн т апатитовой руды в год.

Проект разработки месторождения Плато Расвумчорр прогрессивным открытым способом был закончен в 1960 г. Построенный на высокогорном плато рудник «Центральный» отличался уникальностью решений практически всех вопросов — от эксплуатации глубоких карьерных рудоспусков и нагорных отвалов до электроснабжения горных работ, а также размещение рабочей площадки для обслуживания всех видов оборудования на высокогорном плато с уникальными климатическими условиями.

В декабре 1964 г. рудник «Центральный» был введен в строй. Однако в ходе эксплуатации возникла проблема снежных заносов, высота которых на многих участках месторождения составляла более 3 м. Как показали наблюдения, в зимний период в руднике «Центральный» скапливалось до 1,5 млн м³ снега. На помощь комбинату пришли специалисты института «Гипроруда» и ученые Кольского филиала АН СССР, рекомендовавшие более рациональную систему планирования и ведения горных работ.

Работающий и по сей день рудник «Центральный», имеющий протяженность карьера более 3,5 км и глубину более 500 м, доказал правильность принятых институтом «Гипроруда» технических решений и расширил границы применения открытого способа разработки месторождений полезных ископаемых.

В 1975 г. по проекту института «Гипроруда» на Кировском подземном руднике (бывш. Апатитовом руднике) построен уникальный наклонный дробильно-конвейерный комплекс протяженностью более 1000 м для выдачи руды на поверхность. Благодаря этому техническому решению уже через год после ввода комплекса в эксплуатацию рудник увеличил свою производительность до 12 млн т руды в год.

В 1970-х годах специалистами института «Гипроруда» разработана проектно-сметная документация для строительства двух новых карьеров ОАО «Апатит» на месторождениях Коашва и Ньоркпахк. Добыча руды в Коашвинском карьере была начата в 1978 г., на Ньоркпахкском — в 1981 г. (в том же 1981 г. подписан приказ о создании Восточного рудника в составе двух карьеров — Коашвинского и Ньоркпахкского). Под новые мощности начато строительство третьей обогатительной фабрики (АНОФ-3).

В тот же период велось проектирование и строительство промышленной площадки Восточного рудника, обеспечивающего работу новых

карьеров. В ее проекте институтом «Гипроруда» предложено принципиально новое для того времени решение: в качестве несущих и ограждающих конструкций покрытия использовать специальные конструкции, разработанные при участии Госстроя СССР, что позволило значительно уменьшить отопляемый объем зданий за счет снижения их высоты.

В конце 1980-х годов на рудниках ОАО «Апатит», построенных по проектам института «Гипроруда», ежегодно добывали до 50 млн т руды, а на обогатительных фабриках производили до 20 млн т высококачественного апатитового концентрата.

В 1981 г. специалисты института «Гипроруда» приступили к проектным разработкам, связанным с освоением новых месторождений Хибинского горного массива: Партомчоррского, Эвслогчоррского и месторождения Олений Ручей, которые в перспективе предстояло включить в состав ОАО «Апатит».

В тот же период были разработаны проекты строительства двух новых рудоспусков на руднике «Центральный», реконструкции транспортного тоннеля с организацией двухпутевого движения составов на всем протяжении рудовозного тракта, а также выполнен проект углубки наклонного конвейерного ствола Кировского рудника со строительством наклонных тоннелей, благодаря чему общая длина наклонного ствола составила уже 2 км.

Реализация этих проектов позволила ОАО «Апатит» в 1985–1990 гг. значительно увеличить добычу руды и производство апатитового концентрата.

В 1980-х годах, исходя из меняющихся геологических условий и опираясь на последние достижения науки и техники, проектировщики института «Гипроруда» предложили объединить Кировский и Юкспорский рудники в один. Для реализации новой схемы отработки запасов месторождений был разработан и утвержден технический проект, по которому вплоть до 1991 г., на новой площадке велась огромная стройка. Было пройдено четыре новых ствола, построены вентиляторно-калориферные установки, административно-бытовой комплекс, ремонтные и вспомогательные боксы, котельная и т. д. К сожалению, из-за

начавшегося кризиса и последующего распада СССР до окончания строительства не хватило в прямом смысле одного года.

В начале 1990-х годов ОАО «Апатит», как и большинство промышленных предприятий бывш. СССР, пережило не самый лучший период. С 1995 по 2001 г. резко снизился спрос на фосфорсодержащее сырье, и предприятие буквально боролось за свое существование. В дальнейшем, с выходом промышленности и сельского хозяйства из кризиса, ситуация в ОАО «Апатит» постепенно стабилизировалась. В 1999 г. был введен в эксплуатацию шестой рудоспуск Центрального рудника, возобновилось строительство на подземных рудниках.


В условиях острого дефицита материальных ресурсов институт «Гипроруда» находил новые оптимальные способы отработки запасов действующих рудников. Предлагаемые технические решения позволяли наиболее полно отрабатывать балансовые запасы месторождений с минимально возможными затратами. Велся постоянный поиск новых, нетрадиционных технических решений. Так, например, идея объединения Кировского и Юкспорского рудников нашла отражение в проекте Объединенного Кировского рудника на базе действующей промплощадки. Такое решение позволило ОАО «Апатит» сократить эксплуатационные затраты на отработку запасов Кукисвумчоррского и Юкспорского месторождений.

В 2002 г. начался новый этап деятельности предприятия. ОАО «Апатит» вошло в состав компании «ФосАгро», занимающейся производством фосфорсодержащих удобрений, что позволило предприятию привлечь значительные средства для капитального строительства, развития рудно-сырьевой базы, обновления техники и решения других насущных задач.

Довольно успешный выход из кризисного периода 1990-х годов и дальнейшее стабильное развитие предприятия позволило осуществить большинство проектных решений института «Гипроруда». Так, на Кировском руднике заканчивается строительство нового 100-метрового башенного копра, ведется реконструкция бункеров для загрузки руды в подвижной состав железнодорожного транспорта; на Расвумчоррском руднике вводится в эксплуатацию принципиально новая схема откатки руды конвейерным транспортом. Кроме того, разработанные специалистами института «Гипроруда» технические решения позволяют продлить эксплуатацию рудника «Центральный» еще минимум на 30 лет (до 2042 г.).

Сегодня ОАО «Апатит» — крупнейший горно-обогатительный комплекс, состоящий из четырех рудников, двух обогатительных фабрик и развитой инфраструктуры, с годовой производительностью на уровне 27 млн т руды и 7,5 млн т апатитового концентрата, обеспечивающий производство 75 % отечественных фосфорных удобрений. Комбинат входит в число крупнейших мировых производителей фосфатного сырья.

В настоящее время совместная работа специалистов ОАО «Апатит» и института «Гипроруда» нацелена на оптимизацию существующей инфраструктуры действующих рудников, поиск новых способов отработки запасов месторождений. Сегодня институт «Гипроруда» выполняет работы по масштабной переоценке запасов эксплуатируемых месторождений. Являясь генеральным проектировщиком ОАО «Апатит», институт «Гипроруда» привлекает к работе научные, проектные и изыскательские организации, такие, как ЗАО «Механобр инжиниринг», Горный институт КНЦ РАН, ОАО «Мурманская ГРЭ», что позволяет обеспечить высокую эффективность принимаемых проектных решений. Не секрет, что при столь долгой эксплуатации запасов месторождений горнотехнические условия их отработки постоянно ухудшаются, основное из которых — глубина отработки. Значит, необходим новый поиск, новые технические решения, позволяющие наиболее полно и с минимальными затратами продолжить добычу апатит-нефелиновых руд, начатую более 80 лет назад.

Зная опыт и потенциал института «Гипроруда», ОАО «Апатит» ставит перед ним новые амбициозные задачи, которые найдут свое отражение в инновационных технических решениях. А одним из показателей плодотворного сотрудничества является тот факт, что в своей деятельности ОАО «Апатит» руководствуется технико-экономическим обоснованием «Оптимальное развитие Объединения до 2020 года и на дальнейшую перспективу» и «Технико-экономическим докладом развития ОАО «Апатит» до 2050 года», разработанными в институте «Гипроруда». 

*Окунович Андрей Васильевич,
e-mail: AOkunovich@giproruda.spb.ru
Звонарь Андрей Юрьевич,
e-mail: AZvonar@apatit.com*

GIPRORUDA AND APATIT — FROM CENTURY TO CENTURY

Okunovich A. V., Zvonar' A. Yu.

The history of deposit development of apatite-nepheline ores of Khibiny mine massif has been considered. The contribution of "Giproruda" institute in formation and development of "Apatite" — the largest producer of phosphate raw materials has been shown. The general project solutions of institute specialists, allowed to greatly increase ore extraction and production of apatite concentrate have been mentioned

Key words: *apatite-nepheline ores, Khibinskoe deposits, project elaborations, mines, enterprise productivity.*

УДК 622.014.2:658.012.22.007.5

А. Л. СЕРДЮКОВ, А. В. ЧЕРЕПАНОВ, Е. Л. ЛЕВИН (ОАО «Гипроруда»)

ОПЫТ РАБОТЫ ОАО «ГИПРОРУДА» ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ КАРЬЕРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ



А. Л. СЕРДЮКОВ,
первый заместитель
генерального директора —
главный инженер



А. В. ЧЕРЕПАНОВ,
начальник отдела открытых
горных работ, транспорта
и генплана



Е. Л. ЛЕВИН,
главный специалист отдела
открытых горных работ,
транспорта и генплана

Показаны становление, развитие и направления дальнейшего совершенствования методов, технологий, технических средств и программных продуктов автоматизированного проектирования открытых и подземных горных работ в ОАО «Гипроруда».

Ключевые слова: моделирование месторождений, система автоматизированного проектирования (САПР), программные продукты, технология, проектирование, оптимизация границ карьера, календарный график, дисконтированный доход.

В 1986–1988 гг. в ОАО «Гипроруда» была разработана компьютерная система автоматизированного проектирования карьеров («САПР-карьер») с использованием программного продукта и ЭВМ «ГРАФИКСИ» (Франция), обеспечившая непосредственную работу на ЭВМ геологов и горняков. На ее основе в период с 1987 по 1994 г. были созданы модели Качарского, Сарбайского, Костомукшского, Стойленского, Коршуновского и других железорудных месторождений. В это же время была разработана технологическая схема компьютерного проектирования «геологическая модель — проектирование карьера — подсчет запасов руды, объемов добычи и вскрышных пород в границах карьера». Появилась реальная возможность многовариантного определения и оценки границ и направлений развития горных работ в проектируемых карьерах.

С 1994 по 2000 г. осуществлен перевод системы «САПР-карьер» с ЭВМ «ГРАФИКСИ» на ПЭВМ (ПК) с существенным расширением функциональных возможностей на основе созданных в институте программных комплексов «АРМ-геолог» и «АРМ-горняк», которые позволили значительно упростить и ускорить создание геологической и горной графической документации (чертежей). С появлением на российском рынке зарубежных программных продуктов горно-геологического профиля — Datamine, Micromine, NPV Scheduler, Whittle и др. — было принято решение об их использовании в практике проектирования как дополнительных компонентов к «САПР-карьер» с

целью оптимизации проектных решений, повышения конкурентоспособности и производительности труда проектировщиков в новых условиях.

Технологическую схему проектирования с использованием программных продуктов горно-геологического профиля можно укрупненно представить в виде следующей последовательности операций:

1. Оцифровка бумажных или сканированных горно-геологических, топографических и других данных (планы, разрезы, таблицы) с переводом их в формат 3D в виде регулярных сеток, каркасов, изолиний, таблиц баз данных (БД) в форматах .dxf, .csv, MS Access, FoxPro, Excel и др., что позволяет использовать их непосредственно в программах как собственной разработки, так и в Datamine, Micromine и др.

2. Геостатистический анализ (при необходимости) и построение блочных моделей месторождений в программах

Datamine и Micromine, слоевых моделей — в программе КАРЬЕР по оцифрованным (или импортированным) геологическим данным опробования, координат, инклинометрии разведочных выработок, поверхностей рудных тел и литологических разностей, фактического положения горных работ и т. д., полученным от заказчиков проекта или геологоразведочных организаций. При этом для ТЭО кондиций разрабатывают блочные модели месторождений в вариантах бортового содержания, минимальных мощностей рудных тел, максимальных прослоев пород и некондиционных руд или с учетом других требований к проекту кондиций.

3. Определение вариантов границ карьера с использованием программ NPV Scheduler и Whittle 4.2 (процесс Pit Shells): подготовленная блочная модель месторождения (п. 2) с набором геометрических и технико-экономических показателей добычи и переработки разнотипных руд, с учетом свойств вмещающих пород и ограничений на зоны ведения горных работ передается в NPV Scheduler или Whittle для построения оптимальных оболочек карьера при различных ценах на конечную продукцию. Для приведенного ниже примера были получены с помощью Whittle 19 вариантов границ карьера с шагом изменения фактора цены на концентрат, равным 0,05. Полученный по максимуму денежного потока набор оболочек карьера позволяет провести предварительную оптимизацию границ карьера, производственной мощности и календарного графика отработки запасов месторождения. В качестве

альтернативы можно использовать методику и программу PitDelevel*.

4. Оптимизация производительности и границ карьера выполняется в системе Whittle расчетным узлом Pit by Pit Graph, в котором на основе полученных (п. 3, процесс Pit Shells) оболочек карьеров производится оценка их отработки по дисконтированному денежному потоку. Анализу подвергается набор графиков Pit by Pit Graph при различных сценариях изменения экономических показателей, объемов добычи, вскрыши и др. Полученные по NPV оценки вариантов карьеров позволяют сопоставить открытый и подземный способы отработки запасов для разных границ карьера при соответствующем учете полученного денежного потока и необходимых инвестиций для карьера, подземного рудника и ОФ с инфраструктурой ГОКа. Дополнительную проработку вариантов границ и производительности карьера в увязке с доработкой запасов подземным способом можно выполнить в разработанной оптимизационной модели совместной или последовательной выемки запасов карьером и подземным рудником.

5. Календарный график горных работ: выбранный в п. 4 вариант границ, производственной мощности карьера и сценария его отработки прорабатывается в Whittle расчетным узлом Scheduler Graph по алгоритму Милава NPV (или Милава NPV Balanced при заданных ограничениях). Полученные годовые контуры и объемы добычи и вскрыши с разбив-

кой по горизонтам используются (п. 6) при проектировании детальной схемы вскрытия месторождения с транспортными коммуникациями, схемы отвалообразования и др.

6. Построение проектных конечных и годовых контуров карьера по результатам выполнения п. 5: экспорт из Whittle оптимальных годовых и конечных контуров карьера в одну из систем проектирования («САПР-карьер», Micromine, Datamine и др.); детальная проработка схемы вскрытия, параметров рабочей зоны со съездами с учетом данных о выбранном оборудовании, геомеханических, гидрогеологических и других условиях.

7. Контрольный расчет календарного графика горных работ в проектных контурах (п. 6): расчеты геологических и эксплуатационных запасов, извлекаемых по периодам разработки, запасов за контуром карьера — прибортовые, под дном и в целиках. В случае значительного расхода по геометрии и объемам проектных контуров от определенных в п.п. 4–5 выполняется экспорт в Whittle полученных в п.6 границ карьера для повторной оптимизации календарного графика отработки (алгоритм Милава NPV Balanced). В качестве ограничивающих этапы оболочек целесообразно использовать проектные годовые контуры, полученные в п. 6.

Оптимизационные технико-экономические расчеты по обоснованию или уточнению границ открытой и подземной разработки месторождения (п. 4) и производственной мощ-

ности ГОКа выполняются во внешней программе оптимизации. Если число переменных и ограничений не превышает 150, применяется встроенный в Excel оптимизатор, реализующий алгоритм нелинейной оптимизации Generalized Reduced Gradient (GRG2).

Наличие единой блочной модели месторождения, импортированной в MS Access, позволяющей средствами языка SQL, программных модулей, реализованных в VBA и библиотеки математических, статистических, финансовых и других функций решить многие горно-геометрические и технико-экономические расчеты. В частности, ускоряется решение задачи разбиения запасов на любые подсчетные или добычные блоки, определения очередности их рациональной отработки с учетом графиков отработки карьера, выбранных систем разработки, ГКР, ГПР и ГНР подземного рудника, построения и оценки календарного графика отработки всех балансовых запасов открытым и подземным способами.

При отсутствии готовой блочной модели месторождения для предварительной оценки возможно использование имеющихся в ОАО «Гипроруда» методических и разработанных в MS Access программных средств экспресс-оценки запасов с использованием очередности разработки, границ и мощности рудников на бескаркасной модели месторождения, получаемой на основе геологической базы данных.

В ОАО «Гипроруда» имеется также методическое и программное обеспечение для выполнения расчетов устойчивости бортов карьера, водопритоков, динамики выпуска руды в системах подземной разработки с обрушением. Расчет водопритоков проводят путем создания численной гидрогеологической модели месторождения. Моделирование проводят в два этапа. На первом этапе уточняют расчетную гидродинамическую схему фильтрации подземных вод на рассматриваемой территории. Параметры численной модели определяют по результатам решения обратной гидрогеологической задачи на основе

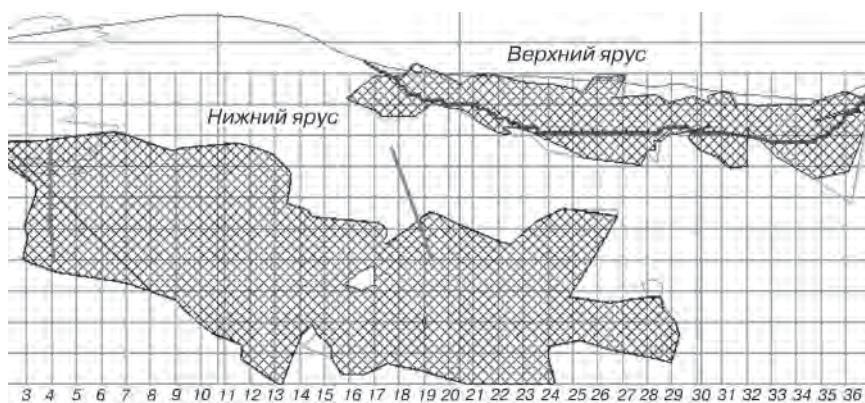


Рис.1. Месторождение апатит-нефелиновых руд Олений Ручей, введенное в систему компьютерного проектирования

* Левин Е. Л. Оптимизация границ, направления развития и календарного графика горных работ при проектировании карьеров в системе PitDelevel // Компьютерные технологии при проектировании и планировании горных работ: сб. тр. Всерос. науч. конф. с междунар. участием, 23–26 сентября 2008 г. — Апатиты; СПб. : Реноме.

данных об уровненом режиме подземных вод водоносных горизонтов и водопритоков в карьер или подземный рудник путем планомерного вариантного подбора параметров численной модели, контролируемого известными напорами водоносных горизонтов и дифференцированными величинами водопритоков в горную выработку. Второй этап включает имитацию на гидрогеологической модели фактической ситуации с учетом развития карьера/подземного рудника. Целью второго этапа является получение прогнозных водопритоков по периодам разработки. Обязательным условием является совпадение фактических и модельных величин водопритоков в карьер или подземный рудник при вложенных в гидрогеологическую модель фильтрационных параметрах водоносных горизонтов, полученных на первом этапе моделирования.

Для проведения поверочных расчетов устойчивости бортов и уступов карьеров в Гипроруде используют специализированные программные комплексы Galena 5.0

(Clover Associates Pty Ltd., Австралия) и Usto (ОАО «Гипроруда»).

Ниже приведены некоторые предварительные результаты применения показанной выше технологической схемы компьютерного проектирования при разработке ТЭО кондиций для месторождения апатит-нефелиновых руд Олений Ручей в Хибинах (рис. 1).

Модель верхнего яруса месторождения разработана в Datamine и конвертирована для систем NPV Scheduler и «САПР-карьер» в соответствующие форматы (в Whittle непосредственно использовалась модель, полученная в Datamine). На основе имеющихся данных модель нижнего яруса месторождения создана в виде слоевой модели системы «САПР-карьер». Обе модели конвертированы в единую БД MS Access и в Micromine для дальнейшего проектирования и определения порядка отработки запасов подземным способом. В результате выполнения п. 3 в Whittle определено влияние фактора цены концентрата на границы карьера (табл. 1).

Максимальный недисконтированный доход определен в Whittle при факторе цены на концентрат, равном 1,0 (карьер № 9). При этом добыча составляет 55,2 % от запасов верхнего яруса, или 73,4% от добычи из карьера № 19 (фактор цены 1,5).

Вместе с тем расчет в Whittle дисконтированного дохода при факторе цены 1,0 (п. 4) при заданной проектной производственной мощности выявил оптимальным по максимуму дисконтированного дохода карьер № 5 (табл. 2; 49,7 % запасов верхнего яруса), что значительно меньше запасов карьера № 9 (см. табл. 1). Этот карьер близок по отработываемым запасам к показателям ранее выполненного проекта.

Таким образом, оптимальный по недисконтированному доходу карьер (№ 9), полученный в п. 3, является неоптимальным в данном конкретном случае при расчете по дисконтированному доходу (п. 4, ставка дисконтирования 12 %). В п. 4 разыгрываются основные сценарии изменения производительности карьера по добыче и вскрыше и другим параметрам

Таблица 1. Оценка вариантов границ карьера при разработке апатит-нефелинового месторождения Олений Ручей в системе Whittle (недисконтированный доход)

№ карьера	Фактор цены на концентрат	Суммарная добыча, % от запасов	Среднее содержание P ₂ O ₅ в добываемой руде, %	Вскрышные породы, % от карьера № 19	Средний коэффициент вскрыши, т/т	Отметка дна, м	Контурный К вскрыши, т/т	Затраты, % от карьера № 19	Цена концентрата, % от карьера № 19	Доход, % от карьера № 10
1	0,6	10,6	13,4	7,8	3,27	240	0,0	10,9	15,1	26,7
2	0,65	26,4	13,3	21,4	3,61	225	3,8	28,2	37,6	62,5
3	0,7	32,7	13,2	27,0	3,68	195	4,0	35,2	46,1	74,7
4	0,75	37,2	13,1	31,7	3,79	195	4,6	40,5	52,2	82,2
5	0,8	43,6	13,0	38,6	3,94	180	4,8	48,3	60,4	90,8
6	0,85	47,0	12,9	43,0	4,07	180	5,7	52,7	64,8	94,5
7	0,9	50,5	12,9	48,0	4,23	165	6,4	57,6	69,4	97,5
8	0,95	54,1	12,9	54,7	4,50	165	8,2	63,3	74,6	99,6
9	1	55,2	12,8	56,2	4,53	165	5,8	64,8	75,8	100,0
10	1,05	57,8	12,8	61,3	4,72	165	9,0	69,1	79,2	99,9
11	1,1	59,7	12,7	63,5	4,73	165	4,9	71,4	81,0	99,5
12	1,15	63,4	12,6	71,1	4,99	150	9,3	77,7	85,6	98,0
13	1,2	64,1	12,6	72,0	5,00	150	5,9	78,6	86,3	97,6
14	1,25	69,3	12,5	84,1	5,40	150	10,2	88,2	92,7	92,7
15	1,3	71,7	12,5	89,7	5,57	135	10,7	92,5	95,6	90,1
16	1,35	73,3	12,5	95,1	5,77	135	14,5	96,3	97,9	87,3
17	1,4	73,5	12,5	95,9	5,80	135	13,9	96,9	98,2	86,9
18	1,45	74,7	12,5	98,4	5,86	120	10,1	98,9	99,4	85,0
19	1,5	75,2	12,4	100,0	5,92	120	14,9	100,0	100,0	83,9

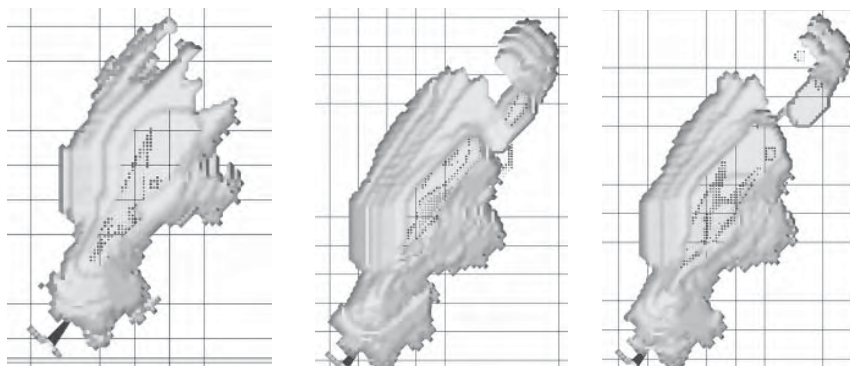


Рис. 2. Фрагменты календарного графика разработки верхнего яруса месторождения Олений Ручей открытым способом: положение горных работ, соответственно, на конец 3-го, 5-го и 7-го годов эксплуатации

рам (себестоимость добычи, вскрышных работ, переработки разнотипных руд и др. в динамике).

По результатам многовариантных расчетов (п. 4) определяются оптимальные границы и производственная мощность карьера, после чего в п. 5 определяются годовые контуры карьера на горизонтах и календарный график отработки. При этом, как и в п. 4, имеется возможность изменить сценарий моделирования отработки карьера с ранее определенными границами. На рис. 2 представлены некоторые

из рассчитанных в Whittle годовых контуров горных работ.

Единство пространства горно-геологической информации обеспечивает разработку проектов в более сжатые сроки с учетом требований ГКЗ к форме и детальности представляемой на экспертизу информации и документации. Это единство обеспечивается структурированностью баз табличных и геометрических данных в форматах реляционной БД MS Access и наборов файлов 3D-формата .dxf, совместимых с Whittle, Micromine, NPVS,

Datamine и др. Свободная конвертация данных упомянутых систем снимает многие проблемы передачи данных между подразделениями института и заказчиками. В настоящее время в институте разрабатывается целевая программа развития САПР, с переходом всех подразделений на современные специализированные программные комплексы, обеспечивающие комплексное проектирование карьеров, подземных рудников и инфраструктуры.

Основные концепции этой программы включают: единство пространства горно-геологической и другой проектной информации; дальнейшее расширение сферы применения освоенных комплексов Micromine (5 лицензий), Whittle (1), NPV Scheduler (1) Datamine (1), «САПР-карьер», AutoCad (3-D-версии); увеличение числа компьютеризованных рабочих мест при проектировании карьеров и подземных рудников за счет приобретения и освоения систем Micromine или Surpac (рассматривается также вариант приобретения Mineframe); приобретение и внедрение более мощных и универсальных технических комплексов, программных средств для выполнения расчетов устойчивости бортов карьера, водопритоков, динамики выпуска руды при подземной разработке, вентиляции рудников и др. [1]

Таблица 2. Оценка вариантов границ карьера при разработке верхнего яруса апатит-нефелинового месторождения Олений Ручей в системе Whittle (Pit by Pit Graph, дисконтированный доход).

№ карьера	Суммарная добыча, % от запасов	Вскрышные породы, % от карьера № 19	Средний коэффициент вскрыши, т/т	Дисконтированный доход, % от лучшего	Среднее содержание P ₂ O ₅ в руде, %
1	12,4	7,7	3,14	48	14,70
2	30,5	21,2	3,52	89	14,72
3	37,6	26,8	3,61	96	14,61
4	42,7	31,5	3,73	99	14,55
5	49,7	38,5	3,91	100	14,43
6	53,5	42,9	4,05	98	14,40
7	57,4	47,9	4,22	96	14,37
8	61,5	54,6	4,50	94	14,40
9	62,7	56,1	4,53	94	14,35
10	65,5	61,2	4,73	92	14,35
11	67,2	63,4	4,77	90	14,26
12	71,3	71,1	5,04	87	14,22
13	71,8	72,1	5,08	87	14,20
14	77,6	84,1	5,48	83	14,12
15	80,1	89,8	5,67	78	14,10
16	81,9	95,1	5,87	76	14,12
17	82,1	95,9	5,90	75	14,13
18	83,4	98,5	5,98	74	14,09
19	83,9	100,0	6,03	73	14,09

*Сердюков Андрей Леонидович,
Черепанов Андрей Владимирович:
e-mail: info@giproruda.ru
Левин Евгений Львович,
e-mail: elevin@giproruda.ru*

GIPRORUDA EXPERIENCE IN 3D PIT DESIGN

Serdyukov A. L., Cherepanov A. V., Levin E. L.

Establishment, development and directions of further improvement of methods, technologies, hardware and program products of automation designing of opening and underground mine works at “Giproruda” have been shown

Key words: deposit simulation, design automation system, program products, technology, designing, optimization of quarry borders, calendar schedule, discounted income.

УДК [622.34:69.05]+625.7/8

В. А. НАЛИВАЙКО (ОАО «Гипроруда»)

А. М. ЛЯЩЕНКО (Группа компаний «Петропавловск — черная металлургия»)

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К СТРАТЕГИИ ОСВОЕНИЯ ГАРИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД



В. А. НАЛИВАЙКО,
главный инженер проектов



А. М. ЛЯЩЕНКО,
зам. генерального директора
Гаринского ГМК,
канд. геол.-минерал. наук

Рассмотрены варианты строительства транспортных коммуникаций (автомобильной и железной дорог) к строящемуся на базе Гаринского железорудного месторождения горно-обогатительному комбинату, с указанием необходимого объема и характера работ, а также приведен оптимальный (для существующих условий) способ транспортировки добываемых руд на обогатительную фабрику.

Ключевые слова: планируемое к освоению месторождение, железная руда, транспортные коммуникации, реконструкция и строительство, автомобильные и железные дороги, конвейер, транспортирование.

Группа компаний «Петропавловск», в состав которой входит проектный институт ОАО «Гипроруда», поставила перед собой задачу интенсифицировать индустриальное развитие Дальнего Востока путем освоения принадлежащих компании место-

рождений, сопровождающегося строительством крупных горнодобывающих предприятий.

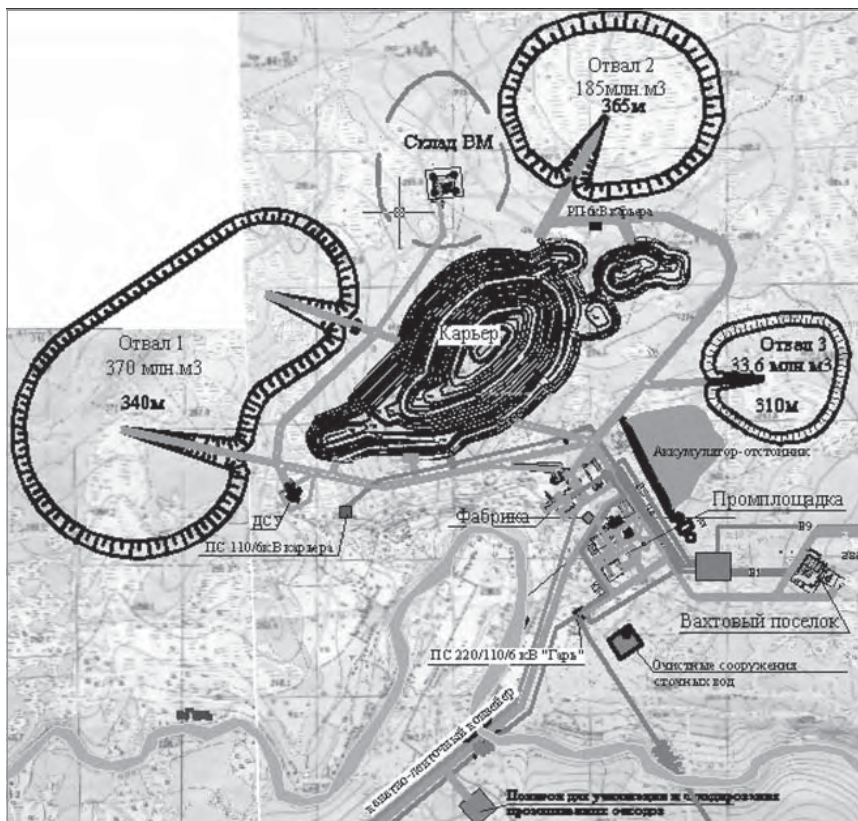
В 2003 г. компания приобрела лицензии на разведку и добычу железных руд Куранахского, Кимканского, Сутарского, Костень-

гинского и Гаринского месторождений. В настоящее время уже введен в эксплуатацию Олекминский ГОК на базе Куранахского месторождения, осуществляется строительство Кимканского ГОКа на базе Кимканско-Сутарской группы месторождений.

Одним из наиболее крупных является Гаринское железорудное месторождение, запасы которого составляют около 380 млн т. Месторождение расположено в Мазановском районе Амурской области между Транссибирской и Байкало-Амурской магистралями; ближайшая автомагистраль Февральск — Свободный проходит в 60 км к востоку и отделена от месторождения долиной р. Селемджи с многочисленными рукавами и протоками.

Вся территория между Забайкальской железной дорогой и БАМом представляет собой горно-таежную, заболоченную местность с развитой гидрографической сетью и низкой плотностью населения. Ближайшая железнодорожная станция на БАМе — Февральск расположена в 120 км от месторождения, на Забайкальской железной дороге — станция Шимановск в 125 км.

Месторождение было открыто в конце 1940-х годов, в 1950-е годы выполнена его детальная разведка и утверждены запасы. В 1960 г. институт «Гипроруда» разработал проект строительства Гаринского ГОКа. Однако к



Генплан Гаринского ГОКа

Технические параметры участков автодороги Шимановск — Гарь

Наименование	Параметры по участкам			
	Гарь — пос. Чагоян	пос. Чагоян – г. Шимановск		
		Обогатительная фабрика — автодорога «Подъезд к пос. Чагоян»	Автодорога «Подъезд к пос. Чагоян»	Автодорога Свободный — Шимановск
Вид строительства	Строительство		Капитальный ремонт	
Категория дороги	IV	IV	IV	IV
Длина проектируемого участка, км	85	2	13	32
В том числе длина мостов, м:	2367	73	—	—
больших	2150	—	—	—
средних	218	73	—	—
Ширина земляного полотна, м	10	10	10	10
Ширина проезжей части, м	6	6	6	6

строительству так и не приступили ввиду того, что к этому времени появились другие источники сырья, требовавшие меньших затрат на освоение.

Долгие годы месторождение находилось в резерве. И несмотря на то, что оно постоянно рассматривалось институтом «Гипроруда» в составе схем развития черной металлургии СССР, его освоение откладывалось из-за необходимости больших капитальных затрат во внешнюю инфраструктуру.

Ситуация изменилась после приобретения ГК «Петропавловск» лицензии на разработку месторождения и включения его в состав ключевых стратегических объектов, формирующих комплекс черной металлургии Приамурья.

Процесс освоения месторождения осложнен многими факторами. Результаты разведки, параметры кондиций методически устарели и требуют пересмотра, поэтому необходима доразведка и пересчет запасов руды. Первые же шаги в этом направлении показали, что прилегающие площади весьма перспективны с позиции прироста запасов.

В 2007–2008 гг. ОАО «Гипроруда» выполнило несколько предпроектных проработок, в том числе и «Обоснование инвестиций» по оценке эффективности освоения Гаринского месторождения, которые показали, что разработка месторождения экономически эффективна. При этом наибольшие затраты связаны со строительством внешних коммуникаций, обеспечивающих связь ГОКа с Забайкальской железной дорогой, включающие строительство железной и автомобильной дороги.

Были рассмотрены три варианта строительства железной дороги: до станций Свободный, Шимановск и Февральск. Наиболее оптимальным был признан вариант железной дороги протяженностью 148 км с мостовыми переходами через реки Зeya и Гарь с выходом на станцию Шимановск. Длина мостового перехода через р. Зeya составит около 1000 м, а общая длина мостов на трассе — 2450 м. Вариант железной дороги, ведущей в сторону БАМа, имеет ту же протяженность, но приводит к станции Февральск с совершенно неразвитой инфраструктурой. Вариант на г. Свободный имеет большую протяженность и мостовые переходы через реки Зeya или Селемджа.

Из двух направлений строительства автодороги также был выбран вариант в направлении г. Шимановска протяженностью 130 км, включая реконструкцию 45 км существующей автодороги г. Шимановск — пос. Чагоян на берегу р. Зея, так как вариант в восточном направлении на пос. Майский, хотя и меньшей протяженности (60 км), но осложнен необходимостью строительства мостов через рукава р. Селемджи с выходом на трассу Февральск — Свободный, а не на Транссиб, что осложняет автомобильное сообщение с ГОКом.

Таким образом, в качестве основного варианта транспортной связи ГОКа с Транссибом определена трасса как железной, так и автомобильной дороги Шимановск — Гаринский ГОК протяженностью 148 и 130 км соответственно.

Производительность Гаринского ГОКа по руде, определенная проектом, составит 10 млн т в год. Проектируемый ГОК является частью единого кластера черной металлургии в Приамурье, поэтому было решено не строить здесь обогатительную фабрику, а добытую руду направлять на Кимкано-Сутарский ГОК. Предварительное обогащение добываемых руд планируется осуществлять методом сухой магнитной сепарации, в результате чего объем руды, подлежащей транспортированию на фабрику Кимкано-Сутарского ГОКа, сократится до 7,25 млн т.

Проектирование и строительство железной дороги Гарь — Шимановск является ключевым шагом к освоению месторождения. От его успешной реализации зависит эффективность создаваемого металлургического кластера. Предполагаемый объем инвестиций в проект составит 15,8 млрд руб. Параллельно со строительством железной дороги предусматривается реконструкция станции Шимановск и строительство станции Гарь. Ниже приведены объемы строительства внешних транспортных коммуникаций.

<i>Подъездная автодорога, км</i>	130
<i>Подъездной железнодорожный путь, км</i>	148
<i>Реконструкция станции Шимановск, км</i>	3,5
<i>Станция Гарь, км</i>	12
<i>Разъезды, ед/км</i>	6/15
<i>Путепровод на автомобильной дороге Чита — Хабаровск через подъездной железнодорожный путь, ед.</i>	1

Согласно стратегии развития железнодорожного транспорта в РФ до 2030 г., БАМ и Транссиб должна соединить дорога Шимановск — Февральск. ГК «Петропавловск» рассчитывает, что строительство железной дороги Гарь — Шимановск, учитывая ее необходимость не только для ГК «Петропавловск», но и всей Амурской области, может быть осуществлено в рамках частно-государственного партнерства. В настоящее время этот вопрос решается на государственном уровне.

Однако, принимая во внимание возможность несовпадения принятия решения о строительстве железной дороги со сроками освоения месторождения, специалистами ОАО «Гипроруда» разработан альтернативный вариант транспортирования промпродукта посредством магистрального канатно-ленточного конвейера протяженностью 120 км от установки сухой магнитной сепарации на промплощадке Гаринского ГОКа до перевалочной базы.

Кроме строительства конвейера, потребуется реконструкция существующей железнодорожной станции Шимановск и возведение новой станции Шимановск-2 для приема грузов, с прокладкой дополнительно 22 км железнодорожных путей, а также строительство дороги вблизи станции Шимановск и строительства автодороги. Объемы строительства внешних транспортных коммуникаций в варианте с конвейером приведены ниже.

Подъездная автодорога, км	130
Подъездной железнодорожный путь, км	6
Реконструкция станции Шимановск, км	3,5
Станция Шимановск-2, км	12
Путепровод на автомобильной дороге Чита — Хабаровск через подъездной железнодорожный путь, ед.	1

При разработке технических решений и определении параметров конвейера в качестве основы было использовано бюджетно-техническое предложение компании «Метсо-минералз» на строительство канатно-ленточного конвейера для доставки руды Гаринского ГОКа до пос. Чагоян.

Конвейерный тракт предусматривается проложить на одном полотне с подъездной автодорогой до пос. Чагоян, что позволит практически на треть сократить затраты на их сооружение. По трассе конвейера предусмотрены переходы на путях миграции животных. Далее до перевалочной базы конвейер пройдет по железнодорожной насыпи, оставшейся от ранее существующей ветки. Притрассовая автомобильная дорога для обслуживания пройдет рядом. Технические параметры автодороги приведены в таблице.

Строительство специальных сооружений для перехода конвейером рек не потребуется. Пересечение небольших рек возможно путем расположения опор на разных берегах, а крупных водных преград — расширением мостовых переходов притрассовой автодороги.

Для обеспечения работы конвейера предусматривается строительство одноцепной высоковольтной линии

110 кВ на трассе Гарь — Чагоян — Шимановск-2 и восьми подстанций 110/6 кВ, обеспечивающих работу приводов конвейера по трассе. Характеристика конвейера приведена ниже.

Длина, км	121
Транспортирующая способность, т/ч	1410
Установленная мощность, кВт	13700

Режим работы конвейера — 50 недель в год по 2 смены в сутки, продолжительность каждой из которых — 12 ч. Эффективное время работы канатно-ленточного конвейера — 6200 ч в год.

В состав канатно-ленточного конвейера входят: головная, хвостовая и промежуточная двухдвигательные приводные станции; секции загрузки; станция натяжения ленты и канатов; станция разгрузки; магистральное оборудование прямолинейных и поворотных участков; конвейерная лента и канаты; защитное укрытие конвейерной линии от атмосферных осадков (по всей длине линии).

Доставленный на перевалочную базу промпродукт будет перегружаться в подвижной железнодорожный состав станции Шимановск-2 и доставляться на станцию Известковая Кимкано-Сутарского ГОКа. Затраты на сооружение конвейера оцениваются в 10 млрд руб., т. е. на 6 млрд руб. меньше по сравнению со строительством железной дороги.

Техническое решение разработано ОАО «Гипроруда» на стадии обоснования инвестиций и не имеет аналогов в мировой практике, за исключением конвейера длиной 100 км, применяемого для транспортирования фосфатной руды в Западной Африке. **ГЖ**

*Наливайко Владимир Александрович,
e-mail: vnalivayko@giproruda.ru
Лященко Анатолий Михайлович,
e-mail: Lashenko@pokrmine.ru*

NEW APPROACHES TO STRATEGY OF MINING GARINSKY IRON ORE DEPOSIT

Nalivayko V. A., Lyashchenko A. M.

IVersions of transport communication building (automobile and railway roads) for building of mining and concentration plant on the base of Garinskoe iron-bearing deposit have been considered with indication of required amount and works features. Optimal (for existed conditions) method of transportation of extracted ores to beneficiation plant has been considered

Key words: deposit, planned to elaboration, iron ore, transport communications, reconstruction and building, automobile and railway roads, conveyer, transportation.

УДК 622.271.324:622.68:061.65

М. И. ДРАЯ, В. Л. БОГДАНОВ, М. И. БЛЮМИН, И. К. ТИМОФЕЕВ (ОАО «Гипроруда»)

СТАЦИОНАРНЫЙ КАРЬЕРНЫЙ ПЕРЕГРУЗОЧНЫЙ ПУНКТ БУНКЕРНОГО ТИПА ДЛЯ КОМБИНИРОВАННЫХ АВТОМОБИЛЬНО-ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СХЕМ



М. И. ДРАЯ,
технический консультант



В. Л. БОГДАНОВ,
главный горняк
по открытым работам



М. И. БЛЮМИН,
начальник строительного
отдела



И. К. ТИМОФЕЕВ,
ведущий инженер
горномеханического отдела

Дано описание конструкции перегрузочного пункта горной массы бункерного типа, его размещения и применения в карьерах с комбинированным автомобильно-железнодорожным транспортом вместо традиционных экскаваторных перегрузочных складов.

Ключевые слова: глубокие карьеры, система комбинированного транспорта, перегрузочные склады, перегрузочный пункт бункерного типа, параметры складов, рабочие площадки, экскаваторы, думпкары.

В 1960–1970-х годах на этапе интенсивного освоения крупных железорудных месторождений открытым способом получили широкое распространение технологические системы комбинированного автомобильно-железнодорожного транспорта, которые и в настоящее время в том или ином виде проектируют и применяют на многих карьерах России и других стран СНГ (карьеры региона КМА, Оленегорского, Костомукшского, Соколовско-Сарбайского, Криворожского ГОКов и др.

В этой системе автомобильный транспорт используют как сборочный, доставляя горную массу от забоев на перегрузочные склады, где ее загружают экскаваторами в думпкары и перевозят по железной дороге, как правило, на большие расстояния на обогатительные фабрики (руды) и в отвалы (вмещающие породы, некондиционные и забалансовые руды).

Число и места размещения экскаваторных перегрузочных складов в крупном карьере определяют по критериям минимизации расстояния перевозки горной массы автомобильным транспортом (как правило до двух км), сохранения и эксплуатации склада на возможно длительный срок по условиям ведения горных работ (обычно не менее 2–3 лет). Емкость перегрузочных складов зависит от размеров выбранных для них площадок и, как правило, составляет 50–100 тыс. м³.

Многолетний опыт проектирования и эксплуатации экскаваторных перегрузочных складов показал их надежность, простоту устройства (без капитальных строительных конструкций), а также возможность использования в качестве буферно-усреднительных емкостей (рудные склады). Вместе с тем каждый перегрузочный склад требует содержания на нем одного-двух высокопроизводительных экскаваторов, а погрузка горной массы в думпкары является дополнительным циклом в технологическом процессе погрузочно-транспортных работ. Но главным недо-

статком внутрикарьерных экскаваторных складов в глубоких карьерах при интенсивном развитии горнодобычных работ является потребность создания больших площадок для их размещения и эксплуатации, что сдерживает подготовку активного фронта горных работ и готовых к выемке запасов руды.

В связи с этим в институте «Гипроруда» в 2010 г. выполнена предпроектная проработка принципиально нового внутрикарьерного приустьепного перегрузочного пункта бункерного типа (рис. 1). В составе проработок определены основные технологические и архитектурно-строительные решения, принцип работы и основные требования к безопасности при производстве работ на перегрузочном пункте. Также определена сметная стоимость перегрузочного пункта — 35 млн руб. в ценах 2010 г. Порядок строительства, обустройства и эксплуатации пункта определяется в каждом конкретном проекте его размещения в карьере, включая вопросы электроснабжения, освещения и др.

Горную массу из забоев карьера крупностью не более 1200 мм доставляют к перегрузочному пункту автотранспортом и разгружают в приемный бункер вместимостью 800 м³. Бункер имеет постановочное место для разгрузки одного самосвала. Выпуск горной массы в думп-

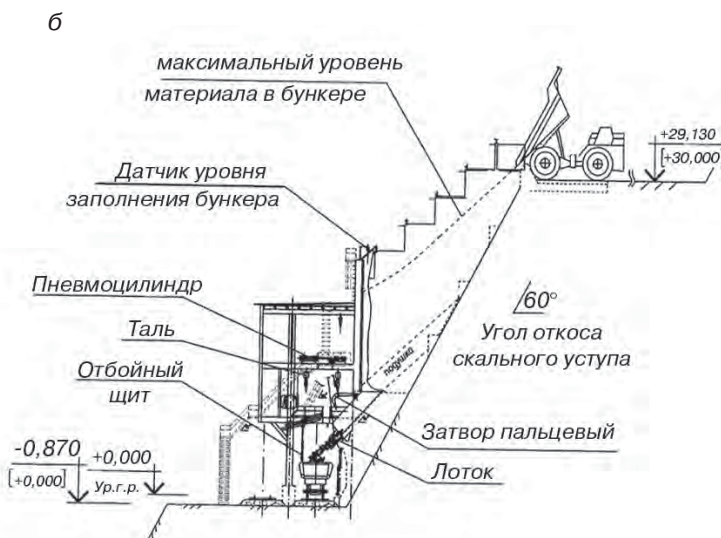
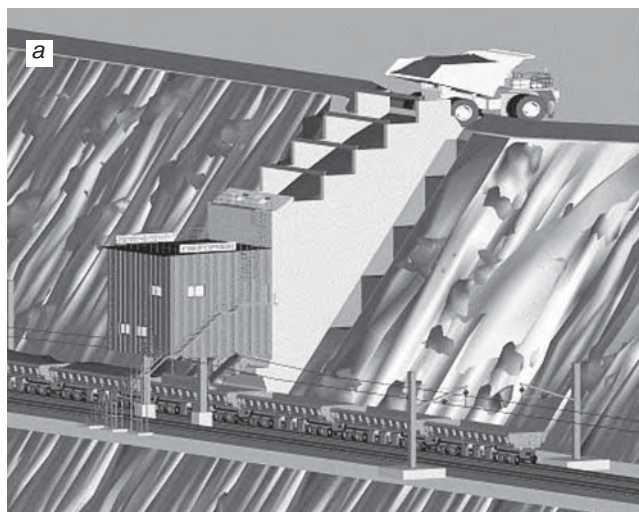


Рис. 1. Трехмерная модель (а) и технологическая схема (б) перегрузочного пункта бункерного типа

Рис. 2. Пальцевый затвор и лоток (а), отбойный щит (б) узла выпуска горной массы из бункера в нерабочем положении

кары осуществляют из двух люков с размером каждого 2,5×1,9 м², расположенных в основании бункера и перекрываемых пальцевыми затворами. Каждый люк имеет подъемный лоток под пальцевым затвором, исключающий просыпь материала на железнодорожный путь. С противоположной стороны люков предусмотрен подвижный отбойный щит для исключения просыпи горной массы за борт думпкара во время погрузки. Погрузка состава осуществляется при его протяжке с малой скоростью вдоль выпускных люков. Отслеживание уровня материала в приемном бункере обеспечивается уровнемерами с выдачей сигнала люковому и водителю

самосвала. Аналогичная система погрузки крупнокусковой (недробленой) руды из рудоспусков в железнодорожные составы впервые предложена институтом «Гипроруда» более 45 лет назад для рудоспусков карьера Центрального рудника ПО «Апатит» и успешно применяется до сих пор.

Строительные конструкции перегрузочного пункта и погрузочное оборудование (лотки и отбойные щиты) в нерабочем положении расположены за габаритом приближения строений и обеспечивают беспрепятственный проход тягового агрегата и вагонов вдоль здания пункта (рис. 2). Управление работой погрузочного оборудова-

ния люков осуществляется при помощи пневмоцилиндров. Для их работы в здании перегрузочного пункта предусмотрены две компрессорные установки (рабочая и резервная), воздухоотборник и сети сжатого воздуха. В помещениях здания перегрузочного пункта предусмотрены также грузоподъемные средства для обслуживания оборудования.

Разница в отметках между постановочным местом для разгрузки самосвалов и площадкой, на которой уложен рельсовый путь, составляет 30 м. Большая высота сооружения обусловила необходимость разработки оригинальной строительной конструкции. Задняя стен-

ка бункера, по которой скользит горная масса, представляет собой наклонную заоткошенную поверхность скального уступа под углом около 60° к горизонту. За пределами ширины внутреннего объема бункера, с двух его сторон, на наклонной поверхности скального уступа формируют ступени ограниченной ширины, на которые опираются боковые стенки бункера из монолитного железобетона, а также элементы, увеличивающие жесткость и устойчивость боковых стен (ребра, плиты). Передняя стенка бункера — монолитная, железобетонная, жестко связанная с боковыми стенками и дном бункера. Дно бункера — массивное, железобетонное, с отверстиями для загрузки думпкаров, опирается на фундаментную часть, сооружаемую на скальном основании.

Помещения над железнодорожными путями для размещения компрессоров и пневмоцилиндров, а также для обслуживания персонала (помещение обогрева, биотуалет) предусмотрены в стальном каркасе с ограждением из стального профилированного настила по стальным прогонам, с утеплением на отдельных участках, и опираются с одной стороны на железобетонные конструкции бункера, с другой — на металлические колонны.

Стационарные перегрузочные пункты бункерного типа рекомендуется проектировать и строить главным образом на поверхности карьера или в его нерабочей зоне, где сохранились транспортные коммуникации. При определенных конфигурациях разрабатываемых залежей и порядке выемки запасов не исключена возможность строительства такого пункта на более глубоких горизонтах действующих карьеров с комбинированным автомобильно-железнодорожным транспортом.

Во всех случаях перегрузочные пункты бункерного типа в сравнении с экскаваторными позволяют сократить парк экскаваторов и вспомогательного оборудования (бульдозеры, грейдеры), повысить уровень безопасности комплекса перегрузочных работ за счет исключения возможной подработки экскаватором железнодорожных путей, повысить производительность погрузки горной массы и уменьшить за счет этого подвижной состав, в отдельных случаях — сократить средний коэффициент вскрыши по карьере за счет ликвидации экскаваторных перегрузочных складов.

Недостатком перегрузочного пункта бункерного типа является небольшой полезный объем бункера. Однако современные системы диспетчеризации и

автоматизированного управления горнотранспортным оборудованием позволяют применять безэкскаваторные перегрузочные пункты малой емкости, исключив избыточные площади и емкости складов, свойственные экскаваторной перегрузке. На основе разработанных решений институт «Гипроруда» может выполнить проект и привязку пункта к конкретным местам его размещения, которые определяются календарным планом развития горных работ в карьере. При этом число мест разгрузки самосвалов в приемный бункер может быть увеличено, как и число перегрузочных пунктов на транспортном горизонте, что позволит реализовать селективную добычу и доставку на переработку полезных ископаемых.

В проекте разработки крупного Приоскольского месторождения институтом «Гипроруда» рассмотрены варианты применения экскаваторного и бункерного перегрузочных складов. Установлено, что при создании бункерного перегрузочного склада объем горной массы в границах карьера уменьшается на 25 млн м³, что позволяет сократить годовые объемы вскрышных работ в расчетный период на 1 млн м³. Наибольший эффект достигается при его размещении на постоянном борту карьера. Экономический расчет подтвердил эффективность применения безэкскаваторного бункерного перегрузочного склада для условий разработки Приоскольского месторождения. **ГЖ**

*Драя Мирча Иоан,
Богданов Виталий Леонидович,
Блюмин Михаил Исаакович:
e-mail: info@giproruda.ru
Тимофеев Иван Константинович:
e-mail: itimofeev@giproruda.ru*

TRANSFER HOPPER POINT IN OPEN PIT TRUCK-RAILWAY HAULAGE LAYOUTS

Draya M. I., Bogdanov V. L., Blyumin M. I., Timofeev I. K.

The description of construction of hopper-shaped transfer point of rock mass, its location and usage in quarries with combined automobile and railway transport instead of conventional earth-moving shipping sheds has been done.

Key words: deep quarries, system of combine transport, shipping sheds, hopper-shaped transfer point, warehouses parameters, working platforms, excavating machine, dump cars.

УДК 622.271.324:622.68:061.65

И. В. БАБЕНКО, И. П. ВЕРЕТЕЛЬНИК, И. К. ТИМОФЕЕВ (ОАО «Гипроруда»)

ВНЕДРЕНИЕ КОНВЕЙЕРНОГО ТРАНСПОРТА НА ГЛУБОКИХ КАРЬЕРАХ РОССИИ И КАЗАХСТАНА



И. В. БАБЕНКО,
главный инженер
проектов



И. П. ВЕРЕТЕЛЬНИК,
начальник
горномеханического отдела



И. К. ТИМОФЕЕВ,
ведущий инженер
горномеханического отдела

Дано описание проектных работ по внедрению на глубоких карьерах комбинированных автомобильно-конвейерных схем транспортирования руды к комплексам ее переработки, а вскрышных пород — во внешние отвалы.

Ключевые слова: открытые работы, глубокие карьеры, комбинированный транспорт, циклично-поточная технология, дробильно-конвейерный комплекс, многовариантное проектирование, обоснования, рекомендации, действующие объекты.

В многолетних дискуссиях исследователей, проектировщиков и практиков горного дела относительно целесообразной (экономически выгодной) глубины разработки рудных месторождений полезных ископаемых открытым способом в последние годы обозначился радикальный перелом: научно обоснованы, разрабатываются и реализуются проекты построения сверхглубоких карьеров (например, карьер Ковдорского ГОКа глубиной до 850 м, карьер «Мурунтау» в Узбекистане — до 1000 м); в мире насчитываются десятки карьеров, глубина которых превышает 500 м и более, что 20 лет назад представлялось недостижимым.

Преимущества открытого способа разработки перед подземным в части производительности и себестоимости ведения горных работ как в настоящее время, так и в перспективе неоспоримы. Что же касается глубины ведения горных работ, то упомянутые выше «образцы карьеров» вполне сопоставимы с подземными рудниками, относимыми к разряду глубоких. Известная в мире компания LKAB (Швеция) разрабатывает подземным способом уникальные по запасам залежи железных руд, но следует отметить, что конкурентоспособность предприятий компании обеспечивается не столько высочайшим уровнем технической оснащенности и технологий, сколько высоким (50 % и более) содержанием железа в руде. Для России с ее запасами преимущественно бедных железных руд подземный способ их освоения представляется неконкурентоспособным.

Как говорит в своем обращении к читателям «Горного журнала» академик К. Н. Трубецкой, «только сейчас наступило время им (открытым и подземным работам —

Прим. ред.) не конкурировать, а плодотворно сотрудничать, дополняя друг друга в рамках совместной открыто-подземной разработки месторождений». И далее: «именно открытый способ разработки месторождений станет генеральным направлением развития горнодобывающей промышленности России в наступившем веке» [1].

Наиболее сложной проблемой развития глубоких карьеров является транспортирование руды к местам ее переработки (обогащения) и вскрышных пород — во внешние отвалы. Только эксплуатационные затраты на транспортирование горной массы в традиционных системах автомобильного, железнодорожного и комбинированного автомобильно-железнодорожного транспорта достигают 60–70 % в себестоимости добычи руды, несмотря на

солидные инвестиции в системное поэтапное техническое перевооружение и модернизацию этих транспортных комплексов. Так, за 50 лет функционирования крупных железорудных (и других) карьеров можно отметить пять этапов их полного технического перевооружения самосвалами — от грузоподъемности 25–27 до 130 т и более. При этом дальнейшая эксплуатация мощных самосвалов в глубоких карьерах становится все более



Рис. 1. Породный ДКК ЦПТ (ОАО «Ковдорский ГОК»)

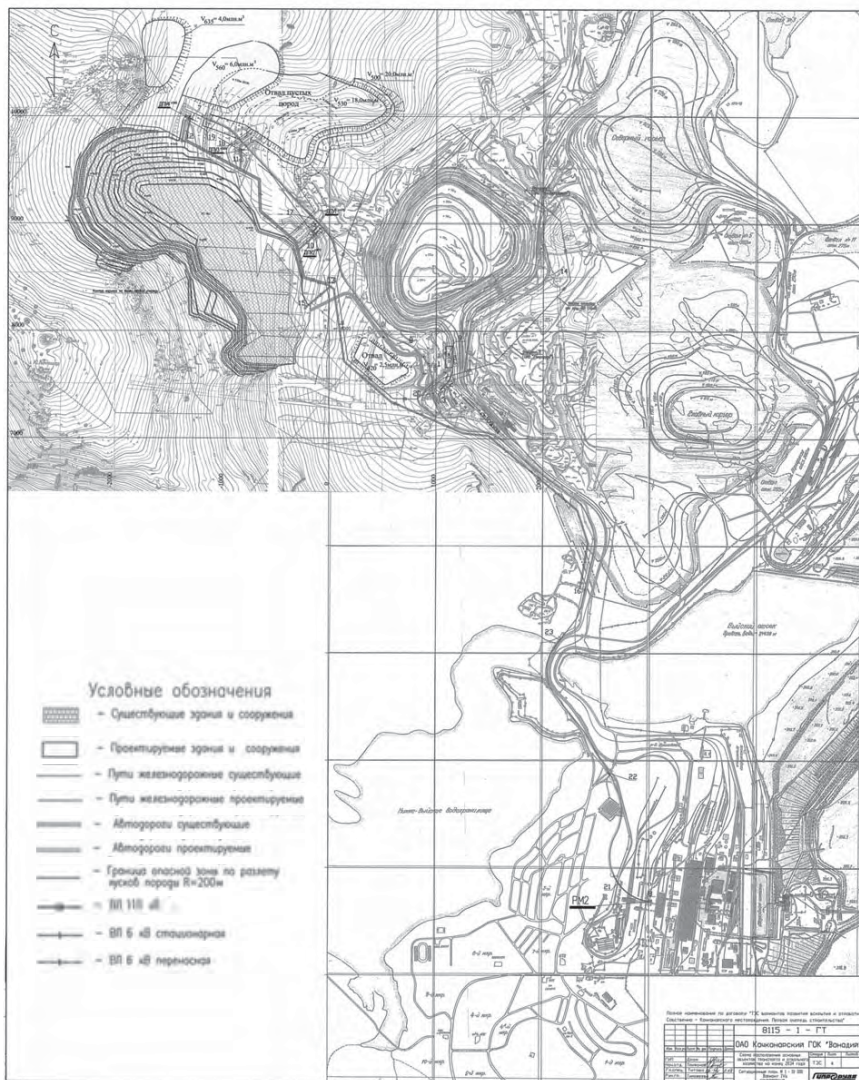


Рис. 2. Рудный ДКК (Качканарский ГОК «Ванадий»)

сложной по горнотехническим и экологическим условиям.

Более 35 лет назад в проектах, разработанных институтом «Гипроруда» для ряда действующих железорудных карьеров была предложена концепция создания циклично-поточной технологии (ЦПТ) транспортирования руды из карьера на основе комбинированного автомобильно-конвейерного транспорта. В проектах реконструкции Оленегорского и Ковдорского ГОКов было предусмотрено строительство дробильно-конвейерных комплексов (ДКК) в составе корпуса крупного дробления руды, расположенного в карьере, осуществляющего прием недробленной руды и ее подготовку к транспортированию путем дробления, и конвейерной линии, обеспечивающей подачу руды на поверхность в кор-

пус среднего дробления обогатительной фабрики.

На Оленегорском ГОКе конвейерная линия размещена в наклонном стволе, пройденном в борту карьера и транспортирует руду с подъемом более 140 м; в карьере Ковдорского ГОКа — в отопливаемой галерее по нерабочему борту карьера — также на высоту более 140 м. Проектная производительность этих ДКК, соответственно, 14 и 16 млн т руды в год. Оба комплекса введены в эксплуатацию в конце 1980-х годов и функционируют уже более 20 лет.

Позднее по отдельному проекту института, в сотрудничестве с фирмой «Такраф» (Германия), в карьере Кавдорского ГОКа построен и в 1999 г. введен в эксплуатацию в

условиях Заполярья ДКК по транспортированию скальных вскрышных пород карьера во внешний отвал в открытом исполнении (рис. 1). Комплекс включает три стационарных дробильно-перегрузочных узла дробления расположенных в карьере; конвейерную линию из четырех конвейеров общей протяженностью около 1200 м; разгрузочный поворотный конвейер на отвале; автоматизированную систему управления ДКК. Высота подъема ДКК скальных вскрышных пород конвейерами составляет 150 м [2].

За период эксплуатации породного ДКК по инициативе комбината отстроена наклонная насыпь и по проекту «Гипроруды» в 2009–2010 гг. осуществлено удлинение конвейерной линии на отвале для подъема вскрышных пород еще на 100 м [3].

В 2008 г. институт «Гипроруда» провел технико-экономическое сравнение (ТЭС) вариантов вскрытия и разработки Собственно-Качканарского месторождения для поддержания мощности ОАО «Качканарский ГОК «Ванадий». В составе ТЭС рассмотрены четыре варианта доставки 21,5 млн т руды в год на обогатительную фабрику (ОФ), расположенную в 7 км от карьера. По результатам сравнения рекомендован вариант вскрытия карьера и доставки руды на его восточный борт автотранспортом и далее через дробильно-перегрузочные узлы канатно-ленточным конвейером — в корпус среднего дробления ОФ (рис. 2).

Дробильно-перегрузочные узлы крупного дробления и трасса магистрального конвейера располагаются вдоль нерабочего борта карьера на безопасном расстоянии по разлету кусков горной массы при массовых взрывах. В течение расчетного периода (25 лет), по мере развития карьера, предусмотрены четыре места расположения ДПУ с соответствующим наращиванием хвостовой части магистрального канатно-ленточного конвейера. Его конечная длина достигнет 10 км. По переменным эксплуатационным затратам и объему капитальных вложений автомобильно-конвейерный вариант оказался эффективнее автомобильно-железнодорожного на 11 % в первые 10 лет и на 30 % — до конца расчетного периода.

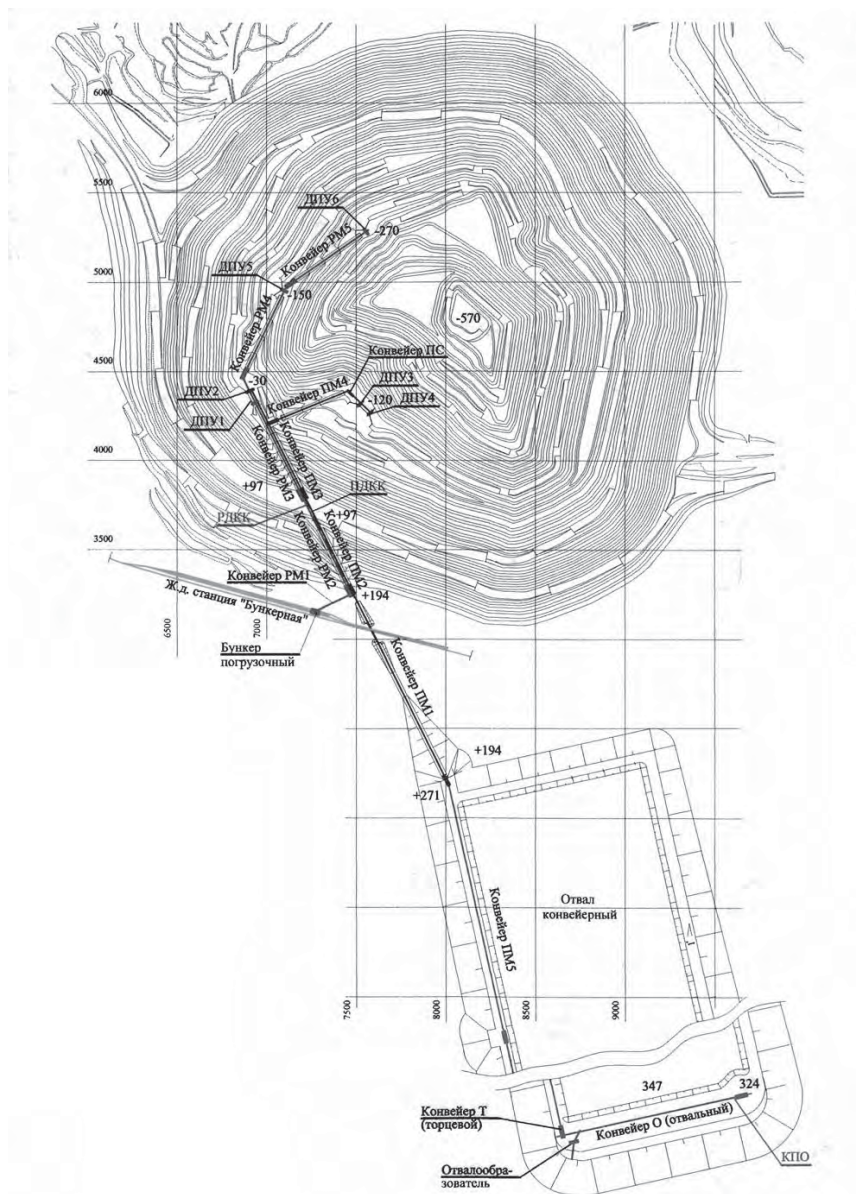


Рис. 3. План карьера на конец отработки с расположением объектов ДКК (Качарский карьер, АО «ССГПО»)

Рекомендованный автомобильно-конвейерный вариант схемы транспортирования руды из карьера до обогатительной фабрики с канатно-ленточным конвейером длиной до 10 км позволяет развить эту схему при необходимости увеличения производительности карьера до 50 млн т руды в год.

В 2009 г. институт завершил проект развития Качарского карьера (АО «ССГПО») до его конечной глубины с применением автомобильно-конвейерного транспорта. Проектом предусмотрено поэтапное развитие рудного ДКК производительностью

23 млн т в год до глубины 500 м и породного ДКК производительностью 40 млн т в год скальных вскрышных пород — до глубины 390 м (рис. 3). Данные комплексы позволяют избежать снижения производительности карьера в связи с ухудшением горнотехнических условий отработки месторождения комбинированным автомобильно-железнодорожным транспортом.

Дробленая руда среднего размера (до 300 мм) от дробильно-перегрузочного конвейерами доставляется до перегрузочного склада, расположенного на поверхности, а отсюда по железной дороге отправляется на

ДОФ. Дробленые вскрышные породы доставляют по породной конвейерной линии с укладкой их комплексом поточного отвалообразования во внешний отвал.

В 2011 г. будет разработана и передана АО «ССГПО» рабочая документация на строительство траншеи с углом наклона около 16° по борту карьера с земной поверхности (абс. отм. +194 м) до абс. отм. -30 м и технологических площадок для размещения оборудования РДКК и ПДКК в карьере.

В рамках разработанного в 2005–2006 гг. проекта развития основного карьера Ковдорского ГОКа до глубины 850 м (рис. 4) институт в 2009 г. передал заказчику проект приложений к технической части контракта на поставку оборудования крутонаклонного трубчатого конвейера (30°) и дробильно-перегрузочного узла со шнековой двухвалковой дробилкой типа MMD второй очереди рудного ДКК (РДКК-2) производительностью 18,7 млн т руды в год. В текущем году институт планирует выдать ОАО «Ковдорский ГОК» рабочую документацию на строительство траншеи под углом 30° по борту карьера и технологических площадок для размещения оборудования РДКК-2.

Разрабатывая проекты и рабочую документацию по ЦТП, институт и заказчики сотрудничают с крупными российскими и европейскими компаниями — производителями конвейерного, дробильного и другого оборудования для открытых горных работ, складов сыпучих материалов, дробильно-сортировочных установок. Среди них Famako, Krupp, Takraf, Metso, Doppelmayr, Unex, Sandvik, Тяжмаш, Южуралмаш, Белохолуницкий и Узловский МЗ, Дробмаш и др.

В заключение следует отметить, что в конце прошлого века лишь отдельные горнодобывающие предприятия и соответствующие ведомства «рисковали» проектировать и строить комплексы циклично-поточной технологии в карьерах. Реализованные проекты и действующие в настоящее время «образцы» дробильно-конвейерных комплексов не только подтверждают их работоспособность, надежность, и эффективность, но и являются основой их дальнейшего развития по мере

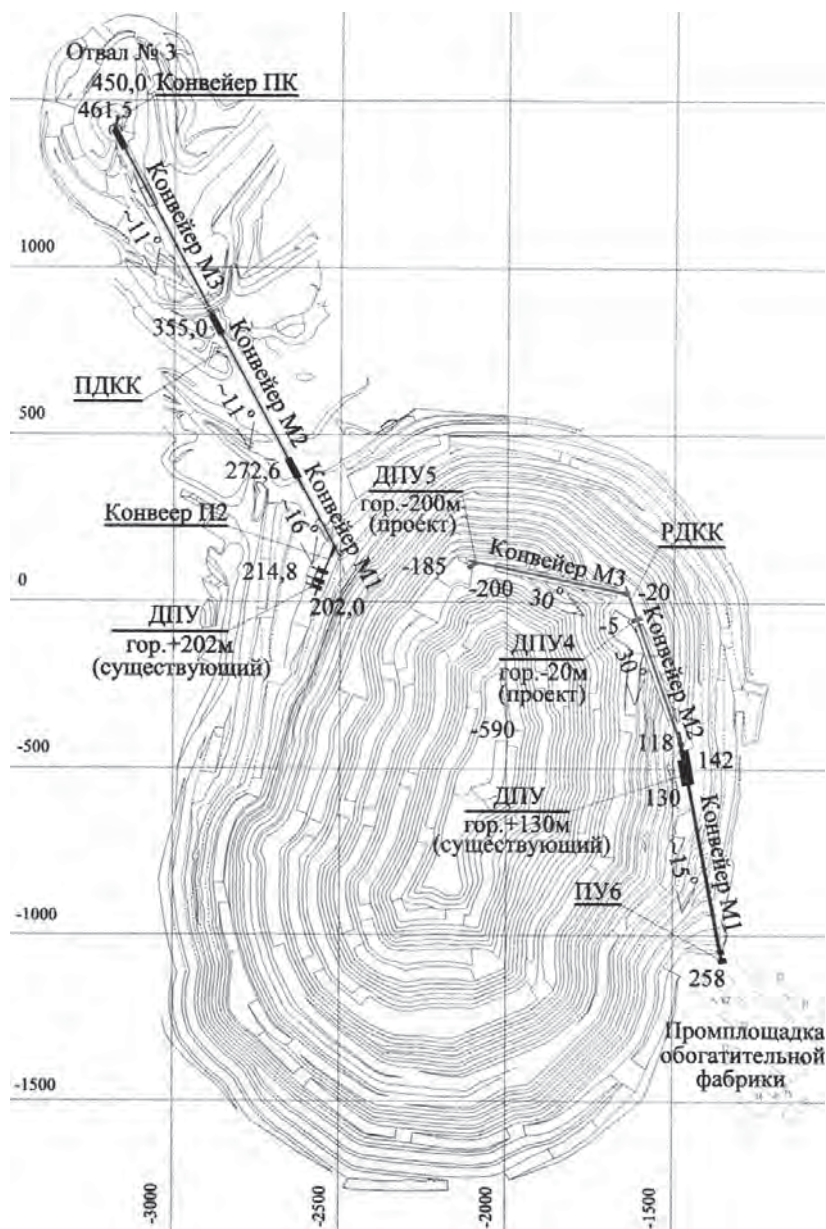


Рис. 4. План карьера на конец отработки с расположением объектов ДКК (ОАО «Ковдорский ГОК»)

углубления карьеров. И, наоборот, многие предприятия, которые по тем или иным причинам своевременно не приняли рекомендации ученых и проектировщиков о целесообразности создания ДКК, в настоящее время испытывают большие трудности в поддержании мощностей глубоких карьеров.

Как видно из вышеизложенного, в настоящее время число заказчиков на проектирование институтом

«Гипроруда» ЦПТ в карьерах существенно возросло. По мнению авторов, приходит осознание того, что автомобильно-конвейерные комплексы в карьерах являются мощным и эффективным ресурсом поддержания мощностей и, самое главное, увеличения глубины и продления сроков разработки мощных глубокозалегающих месторождений открытым способом.

При этом современные проекты, выполняемые институтом «Гипро-

руда», опираются на лучшие мировые достижения науки и техники в области машиностроения и горного дела, являясь инновационными по сути и индивидуальными для конкретного месторождения. В частности, весьма эффективным для совершенствования и модернизации ДКК в глубоких карьерах представляется создание и применение крутонаклонных конвейеров большой производительности.

Библиографический список

1. Открытые горные работы в XX веке // Горный журнал. Специальный выпуск. — 2009. — № 11.
2. Тарасов Г. Е., Данилкин А. А., Ястремский В. Н., Берлович В. В. Развитие циклично-поточных технологий добычных и вскрышных работ / Горный журнал. — 2007. — № 9.
3. Мелик-Гайказов И. В., Виноградов А. И., Тогунов М. Б., Кампель Ф. Б. Техника и технология формирования высокого отвала вскрышных пород Ковдорского карьера / Горный журнал — 2009. — № 11. ГЖ

Бабенко Игорь Владимирович,
e-mail: ibabenko@giproruda.ru
Веретельник Иван Петрович,
e-mail: iveretelnik@giproruda.ru
Тимофеев Иван Константинович,
e-mail: itimofeev@giproruda.ru

OPERATIONAL PRACTICE OF CONVEYOR SYSTEMS INTRODUCED IN DEEP OPEN PITS OF RUSSIA AND KAZAKHSTAN

Babenko I. V., Veretelnik I. P., Timofeev I. K.

The description of project works of implementation on deep quarries combined automobile-conveyer schemes of ore transportation to processing complexes and stripping soils to external dumps has been done.

Key words: opening works, deep quarries, combined transport, cyclic-straight-line technology, crushing conveyer complex, multiversion designing, substantiations, recommendations, working objects.

УДК 622.271:621.86/.87-932

В. А. ИВАНОВ, М. И. ДРАЯ (ОАО «Гипроруда»)

ПРЕДПОСЫЛКИ ПРИМЕНЕНИЯ ТРАНСПОРТА НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ В КОМБИНИРОВАННЫХ СХЕМАХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА ПРИ ВСКРЫТИИ И ОТРАБОТКЕ ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТОВ КАРЬЕРОВ



В. А. ИВАНОВ,
начальник
электротехнического отдела



М. И. ДРАЯ,
технический консультант

Изложена разработанная в институте «Гипроруда» концепция применения комбинированных внутрикарьерных схем транспортирования руды при отработке глубоких горизонтов на основе мобильных дробильно-конвейерных комплексов, оснащенных автоматизированными системами управления.

Ключевые слова: глубокие железорудные карьеры, дробильные установки, комбинированная схема транспорта, конвейер, перегрузочный пункт, транспортирование, рудная масса.

В 1970-х годах на открытых горных работах широкое применение получила циклично-поточная технология (ЦПТ) на основе сочетания комбинированного транспорта циклического действия (автомобильного и железнодорожного) с транспортом непрерывного действия (конвейерным).

Ранее, при разработке железорудных месторождений открытым способом, применяли большегрузные самосвалы, являющиеся наиболее адаптируемым к требуемым условиям средством доставки горной массы на обогатительную фабрику или в отвал, что сделало их главным транспортным средством на железорудных карьерах во всем мире.

Однако коэффициент полезного действия самосвалов относительно низок, поскольку лишь 40 % потребляемой энергии служит для транспортирования полезного груза, в то время как остальные 60 % уходят на перемещение собственной массы.

Понижение горных работ на большинстве железорудных карьеров (более 200 м по вертикали) вызвало определенные трудности в работе автомобильного транспорта. По мере углубления карьеров подъем горной массы при помощи автомобильного транспорта приводит к значительному снижению его производительности.

На железорудных карьерах, где применяется железнодорожный транспорт, с увеличением глубины появляются также проблемы с прокладкой путей и размещением станций в результате уменьшения рабочих площадей на глубоких горизонтах.

В связи с вышеизложенным на глубоких карьерах широкое распространение получил комбинированный внутрикарьерный транспорт. Здесь чаще всего применяется двухзвенная схема с расположением перегрузочных пунктов внутри карьера. По мере подвигания фронта и понижения горных работ меняется и местоположение перегрузочных пунктов, что влечет за собой периодическое перемещение внутрикарьерных транспортных коммуникаций. Транспорт первого звена схемы является сборочным, второго — выполняет функции перемещения горной массы на поверхность. Его трасса значительно длиннее трассы сборочного и является, как правило, стационарной. Второе звено схемы наиболее энергоемкое, требует больших капитальных затрат и в значительной степени определяет экономические показатели работы внутрикарьерного транспорта в целом.

На современных карьерах наиболее часто применяются комбинированные автомобильно-железно-

дорожные и автомобильно-конвейерные схемы транспорта, в которых автомобильный транспорт выполняет роль сборочного. Применение комбинированных схем, особенно на глубоких карьерах, обусловлено необходимостью обеспечить поддержание высокой производительности и требуемой скорости понижения горных работ при минимальной протяженности транспортных коммуникаций. Решение этих задач возможно путем замены существующих видов машин на более мощные или посредством добавления нового транспортного звена.

На основании многолетнего опыта проектирования института «Гипроруда» в качестве нового транспортного звена могут использоваться ленточные конвейеры, которые, несмотря на сложность их адаптации к условиям карьеров, тем не менее, обеспечивают более высокую энергоэффективность: 80 % потребляемой ими энергии расходуется на транспортирование полезного груза. Кроме этого, ленточные конвейеры обладают рядом преимуществ, в том числе обеспечивают:

сокращение численности обслуживающего персонала и количества ремонтов;

сокращение резерва запасных частей;

увеличение срока эксплуатации (до 20–30 лет);
повышение производительности (до 40000 т/ч);
непрерывность потока транспортируемого материала;
более крутой угол подъема материала (от 16 до 30°)
по сравнению с автотранспортом (для самосвалов — 4°);
снижение уровня шума при работе;
уменьшение загазованности в карьере.

Помимо этого, конвейеры, в отличие от самосвалов, способны работать практически при любых погодных условиях.

Приведенные выше данные свидетельствуют о снижении производственных затрат при использовании ленточных конвейеров по сравнению с большегрузными самосвалами.

Исходя из этого, возникал вопрос о предпосылках для добавления нового транспортного поточного звена в существующие технологические схемы при переходе на отработку глубоких горизонтов карьера.

Определяющим фактором для применения транспорта непрерывного действия в комбинированных технологических схемах на глубоких горизонтах является размер кусков транспортируемого материала, а также степень его измельчения.

В процессе эксплуатации ленточных конвейеров одной из важнейших особенностей является предварительная подготовка горной массы, при этом допустимые размеры кусков зависят от ширины, скорости движения и угла наклона ленты и боковых роликов. Подготовка горной массы может осуществляться различными способами.

1. Разделение материала на грохоте и подача подрешетного продукта на ленту транспортера. Надрешетный продукт можно перевозить отдельно на большегрузных самосвалах либо подавать на ленточный транспортер после вторичного взрывания. Подобная технология обычно применяется при незначительном содержании крупной фракции или в том случае, когда затраты на дробление превышают расходы на дообработку материала.

2. Отделение крупной фракции на грохоте с подачей подрешетного продукта непосредственно на транспортер, а крупной фракции — в дробилку. Эту технологию, как правило, применяют при большом содержании крупной фракции, а также, если общее количество исходного материала превышает производительность имеющейся дробилки.

3. Весь транспортируемый материал перед поступлением на ленточный конвейер проходит через дробилку. Этот наиболее распространенный способ применяется в том случае, когда общее количество материала не превышает производительности дробилки, или же, если стоимость этой технологии ниже расходов на грохочение с последующим дроблением.

Для каждого из вышеуказанных способов важное значение имеет правильно выбранное местоположение дробилки. Наиболее распространенными являются следующие варианты.

1. Непосредственно на месте добычи. Самоходная дробильная установка загружается с помощью одноковшового экскаватора или фронтального погрузчика. Дробленый материал поступает на передвижной ленточный конвейер, обслуживающий уступ карьера, напрямую или (чаще всего) при помощи самоходного конвейера либо транспортно-отвального моста. Такое расположение

применяется, как правило, в случае ведения работ на одном или двух выемочных уступах, на которых экскаваторы находятся в течение длительного времени. Для подобной схемы наиболее эффективными являются последние два (из вышеназванных) способа подготовки горной массы.

2. На одной или нескольких стратегически важных площадках карьера. Здесь применяется дробильная установка полустационарного типа, следующая за подвижением забоя через определенные промежутки времени. Установка загружается с помощью самосвалов, курсирующих между ней и выемочными уступами. Протяженность трассы движения самосвалов и угол подъема поддерживаются минимальными. Дробленый материал поступает на стационарно смонтированные ленточные транспортеры, которые могут перемещаться или удлиняться только вместе с установкой. Тип дробилок для таких установок выбирается в зависимости от крепости исходного материала и требуемой производительности. Габариты дробилок в случае применения полустационарных установок не ограничены. Тяжелые установки при перемещении могут быть разобраны на отдельные конструкционные части транспортабельных размеров. У самоходных установок величина дробилок зависит от величины ковша загружающего экскаватора и общих условий работы.

При применении различных видов установок большую роль играет подготовка места для ее размещения. Так, самоходные дробильные установки требуют незначительного объема подготовительных работ на месте их размещения, если они передвигаются тем же способом, что и загружающий экскаватор (например, на гусеничном ходу, как одноковшовый экскаватор, или на резиновых колесах, как фронтальный погрузчик). Могут применяться и шагающие устройства. Однако опыт показывает, что в этом случае при частой смене места самоходных установок возникают их простои в результате необходимости подготовки подошвы уступа. Установки с рельсовой ходовой частью практически не применяются.

Полустационарные дробильные установки требуют специальной подготовки места под их размещение. В основном для этих целей в откосе уступа делаются выемки, но порой возникает необходимость проведения строительных работ, особенно в случае крупногабаритных дробилок. Стоимость этих работ в большинстве случаев компенсируется экономией на устройстве подъездных дорог. При планировании издержек необходимо учитывать частоту перемещения оборудования и тем самым — работы по подготовке новых мест для его монтажа.

Для перемещения дробилки обычно оборудуют шагающими, колесными или гусеничными транспортными устройствами. С технической позиции оптимальным решением является гусеничный ход, однако его недостатком является высокая стоимость. Колесные транспортные средства дешевле, но, в свою очередь, требуют подъездных дорог хорошего качества и имеют ограниченную полезную нагрузку. Оба этих недостатка относятся к шагающим устройствам. Являясь наименее дорогостоящими, они, тем не менее, не способны обеспечивать высокую скорость перемещения, особенно по сравнению с колесным транспортом.

Загрузка самоходных и полустационарных дробильных установок обычно осуществляется из бункера, расположенного над пластинчатым питателем, при этом полустационарные установки загружаются с помощью самосвалов. Чаще всего большегрузные самосвалы разгружаются с вышерасположенного горизонта непосредственно в конусную дробилку или приемный бункер.

Разгрузка материала из установки производится при помощи короткого выносного конвейера, который на установках малой производительности загружается непосредственно из дробилки, а при большой производительности — при помощи пластинчатого питателя.

В случаях транспортирования вскрышных пород во внешний отвал с применением комбинированного автомобильно-конвейерного транспорта отвалообразователь является последним звеном в дробильно-конвейерной системе. Он служит для верхней и/или нижней отсыпки породы во внешний отвал или в выработанную часть карьера. Отвалообразователь представляет собой машину, смонтированную, как правило, на гусеничном ходу и имеющую по меньшей мере два ленточных конвейера (приемный и разгрузочный), которые могут поворачиваться по отношению друг к другу в диапазоне от 180 до 210°. Разгрузочный ленточный конвейер находится на стреле с противовесом, а приемный — в большинстве случаев расположен на мостовой конструкции. Часто разгрузочный конвейер может подниматься и опускаться, это относится и к приемному конвейеру, если он расположен на стреле. Если приемный конвейер расположен на мостовой конструкции, его задний конец опирается либо на рельсовую вагонетку, перемещающуюся по тем же рельсам, что и разгрузочная, либо на гусеницы. В этом случае тележка с петлевым устройством сбрасывания может монтироваться на рельсовом или на гусеничном ходу, но нуждается в откидной разгрузочной стреле.

Длина разгрузочной стрелы отвалообразователя определяется необходимой глубиной нижней отсыпки и, как правило, превышает эту величину в два раза. При стабильном откосе длина стрелы в полтора раза превышает глубину отсыпки. При применении отвалообразователя для верхней отсыпки ее высота составляет примерно 35 % длины разгрузочной стрелы.

Необходимо также отметить, что и мобильные, и полустационарные карьерные дробильные установки являются необходимой предпосылкой для замены большегрузных самосвалов на более дешевое оборудование непрерывного действия или при включении в существующие схемы транспорта нового поточного звена.

В большинстве случаев для транспортирования полезного ископаемого можно применять дробильно-конвейерную систему. При перевозке вскрышных пород (из-за необходимости дробления и отсыпки с использованием отвалообразователей) возникают значительные дополнительные расходы, которые могут быть снижены путем применения ленточных конвейеров в том случае, если требуется поднятие с больших глубин большого количества скальных пород.

Реализовать задачи прогрессивной технологии транспортирования вскрышных пород и полезного ископаемого позволяет применение современных систем автоматизированного управления с использованием ГЛОНАСС или

GPS и автоматизированного электропривода. Как правило, для привода механизмов транспорта непрерывного действия используются электродвигатели с фазным ротором и частотно-регулируемый привод с двигателями с короткозамкнутым ротором, что обусловлено необходимостью регулирования скорости и тяжелыми условиями эксплуатации механизмов. Кроме того, в особых случаях необходимо обеспечить работу механизмов (например, привода конвейеров) в режиме холостого хода на пониженной скорости (до 5 % от номинала) в течение длительного времени, который предусматривает возможность производить натяжку конвейерной ленты, а также сохранить работоспособность комплекса при сверхнизких температурах.

Для решения этих задач в прошлом использовался микропривод, требующий установки дополнительных устройств (редуктора и электродвигателя), а также систем управления устройством. В настоящее время задача пуска и регулирования корректно решается с помощью частотно-регулируемого электропривода, а в отдельных случаях — при помощи устройств пуска двигателей с фазным ротором (УПТФ). С использованием данных схем легко реализуются режимы регулирования скорости (производительности), программируемого пуска механизмов, а также работы как в холостом режиме, так и в режиме навески конвейерной ленты.

При всей своей простоте УПТФ позволяют обеспечить плавный программируемый пуск двигателей дробилок, а также регулирование скорости электродвигателя в ограниченном диапазоне в функции загрузки механизма. Эти устройства с успехом заменяют традиционную громоздкую релейно-контакторную схему.

Современные схемы управления системой транспорта непрерывного действия и ее компонентами базируются на верхнем уровне на микропроцессорных устройствах, на нижнем — на бесконтактных датчиках. Это позволяет обеспечить адресную диагностику элементов схемы — срабатывание датчиков, установленных как на основных механизмах, так и на вспомогательных устройствах.


Как правило, основные компоненты транспорта непрерывного действия имеют свое помещение, где размещаются устройства среднего напряжения: ячейки вводных и отходящих линий, понижающие трансформаторы, шкафы управления, устройства пуска и регулирования. Управление комплексом осуществляется с центрального пункта, на который выводится вся необходимая информация о работе всего комплекса и его компонентов в различных режимах. Оператор имеет возможность осуществлять пуски и остановки комплекса в заданном, запрограммированном алгоритме. Для осуществления оперативного контроля применяется автоматизированная система регулирования с использованием систем ГЛОНАСС и GPS, которая позволяет осуществить сбор, обработку и представление информации о местоположении, маршрутах движения и состоянии карьерного транспорта в режиме реального времени. Использование системы позволяет оптимизировать работу самосвалов на маршруте «забой — дробильный комплекс». При определенных условиях сокращение пробега (или числа самосвалов) достигает 20 %.

Таким образом, современные технические средства позволяют обеспечить работу сложных комплексов с уче-

Дробильно-конвейерные комплексы, построенные и строящиеся по проектам ОАО «Гипроруда»

Предприятие	Описание	Срок эксплуатации, лет
<i>Построенные</i>		
ОАО «Апатит»	Рудный ДКК Транспортирующая способность — 9 млн т руды в год Расположение — на наклонных стволах Кировского подземного рудника, пройденных с поверхности Высота подъема — более 150 м На поверхности руда перегружается на железнодорожный транспорт для дальнейшего транспортирования на обогатительную фабрику	Более 30
ОАО «Олкон»	Рудный ДКК Транспортирующая способность — 14 млн т руды в год Расположение — на наклонном стволе, пройденном с поверхности в борту Оленегорского карьера до приемных бункеров обогатительной фабрики Высота подъема — более 140 м	Более 25
ОАО «Ковдорский ГОК»	Рудный ДКК (I очередь) Транспортирующая способность — 16 млн т руды в год Расположение — в отапливаемой галерее по борту карьера до приемных бункеров обогатительной фабрики Высота подъема — более 140 м	Более 20
	Породный ДКК (I очередь) Транспортирующая способность — 16 млн т/год скальных вскрышных пород Расположение — на открытом воздухе (± 40 °С) по борту карьера до перегрузочного склада на внешнем отвале Высота подъема — более 150 м	Более 10
	Породный ДКК (II очередь) Транспортирующая способность — 16 млн т/год скальных вскрышных пород В холодном исполнении (дополнительно к I очереди) Удлинение конвейерной линии на отвале с увеличением высоты подъема дополнительно на 100 м	Сдан в эксплуатацию в феврале 2011 г.
<i>Строящиеся</i>		
АО «ССГПО»	Рудный и породный ДКК (I очередь) Транспортирующая способность — 23 млн т руды и 40 млн т скальных вскрышных пород в год В холодном исполнении Расположение — в общей траншее, пройденной с поверхности по борту карьера Высота подъема — более 220 м На поверхности руда перегружается на железнодорожный транспорт для дальнейшего транспортирования на обогатительную фабрику, а порода комплексом поточного отвалообразования — во внешний отвал	Срок сдачи в эксплуатацию — конец 2012 г.

том всех норм и правил, выбирая экономичные режимы работы, с меньшим числом обслуживающего персонала.

В заключение следует отметить, что в институте «Гипроруда» накоплен значительный опыт проектирования карьерных комплексов ЦПТ, оснащенных современным оборудованием и автоматизированными системами управления известных российских и зарубежных фирм, в сотрудничестве с которыми институт способен выполнить проектирование «под ключ» различных комплексов ЦПТ в глубоких рудных карьерах как на стадии проекта, так и рабочей документации (см. таблицу). 

*Иванов Виктор Александрович,
e-mail: ivanov@giproruda.ru
Драя Мирча Иоан,
e-mail: info@giproruda.ru*

PREREQUISITES OF USING CONVEYORS IN OPEN PIT INTEGRATED HAULAGE SYSTEMS DURING STRIPPING AND MINING OF DEEP PIT LEVELS

Ivanov V. A., Draya M. I.

The concept of using combined in-quarried schemes of ore transportation during deep level development on the base of mobile crushing-conveying complexes, equipped with automation control system has been and expounded, developed in the “Giproruda” institute.

Key words: deep iron-bearing quarries, crushing devices, combined transport scheme, conveyor, transfer point, transportation, ore mass.