



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки

ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА

Уральского отделения Российской академии наук

(ИГД УрО РАН)

Мамина-Сибиряка ул., д. 58, Екатеринбург, 620075
тел. (343)350-21-86, факс (343)350-21-11
e-mail: direct@igduran.ru, http://igduran.ru
ОКПО 00190466, ОГРН 1026604961349,
ИНН/ КПП 6660004669/667001001

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИГД УрО РАН, д.т.н.
И.В. Соколов
И.В. Соколов



20 апреля 2021 г.

01.04.2021 № 16359/194-281
На № _____ от _____

Отзыв ведущей организации на
диссертацию С.В.Рыжова

ОТЗЫВ

ведущей организации Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт горного дела Уральского отделения Российской академии наук» (ФГБУН ИГД УрО РАН) на диссертационную работу **Рыжова Сергея Владимировича** «Обоснование рационального соотношения изменяющихся мощностей горнодобывающих и перерабатывающих производств золотодобывающего предприятия на различных этапах развития открытых горных работ», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата наук по специальности 25.00.21– «Теоретические основы проектирования горнотехнических систем»

В ИГД УрО РАН представлена диссертация С.В.Рыжова, изложенная на 165 страницах машинописного текста, состоящая из введения, четырех глав, заключительных выводов и рекомендаций, списка использованной литературы в 117 наименований (из них 27 на иностранном языке) и автореферат диссертации.

Актуальность темы диссертации

Диссертационная работы Рыжова Сергея Владимировича посвящена исследованиям в области обоснования рациональных параметров открытой разработки сложноструктурных золоторудных месторождений по этапам их разработки в системной увязке с соотношением добывающих и перерабатывающих производств.

Зачастую выявляется несовершенство существующих методов проектирования, которые не позволяют в полной мере реализовать возможности и резервы развития производительности карьера во времени исходя из сложившихся горно-геологических и горнотехнических условий. Поэтому оптимизация процессов разработки месторождений является неотъемлемой частью функционирования горнодобывающих предприятий и носит непрерывный характер, как и собственно совершенствование методов и методик их проектирования.

При отработке крутопадающих залежей сложного строения одной из сложнейших задач является обоснование динамики развития производительности карьера по полезным ископаемым и вскрыше и поиск их оптимальных значений в любой момент с



учетом глубины и времени ведения горных работ. Это предопределяет величину максимальной мощности карьера по горной массе, параметры обогатительного цикла, а также величину всех видов резервов и ресурсов, обеспечивающих эффективную эксплуатацию месторождения. В свою очередь принятые решения позволяют обосновать параметры динамично изменяющихся в ходе развития горных работ базовых показателей: производственной мощности комплексов добычи, временного складирования и переработки руд и техногенного сырья, уровня кондиций на добываемые и перерабатываемые руды, бортового содержания ценных компонентов и пр. Поэтому совершенствование существующих и разработка новых принципов и методов проектирования, рациональное соотношение производительности золотодобывающего карьера и перерабатывающих производств на различных этапах жизненного цикла предприятия, является актуальной комплексной задачей.

Научная новизна, обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

1. Показано, что проектные решения по повышению эффективности и полноты освоения золоторудных месторождений обеспечиваются и могут быть усовершенствованы на основе разработанной методики оптимизации соотношения изменяющихся производственных мощностей горнодобывающих и перерабатывающих производств, а также производительности в циклах открытой добычи и переработки руд методами чанового и кучного выщелачивания, промежуточного складирования рудной массы во временных складах с варьированием бортового и среднего содержания золота в руде и перерабатываемой рудной массе.

2. Разработан и апробирован новый подход к проектированию устойчивого развития горнотехнических систем, основанный на определении в горном проекте диапазона динамично изменяющихся в ходе развития горных работ на месторождении базовых показателей: производственной мощности комплексов добычи, временного складирования и переработки руд и техногенного сырья, уровня кондиций на добываемые и перерабатываемые руды, бортового содержания ценных компонентов, варьирование которых в разработанной финансово-производственной модели функционирования горнотехнической системы позволяет выбрать оптимальный вариант.

3. Доказано, что эффект от применения предложенного способа оптимизации структуры производственной мощности горнодобывающего предприятия с открытым способом добычи зависит от характера распределения содержания золота по глубине месторождения, плотности распределения содержания относительно среднего значения, а также варьирования бортового и среднего содержания золота в руде и перерабатываемой рудной массе с оперативным его контролем и управлением на различных этапах полного цикла освоения золоторудных месторождений.

4. Установлено, что, что чем менее однородно распределение золота и чем ниже плотность распределения в окрестности его среднего содержания, тем больший прирост к показателю чистой приведенной стоимости добавляет превышение объема переработки в начальный период освоения месторождения.

Обоснованность и достоверность защищаемых научных положений, выводов и рекомендаций обусловлена:



- эффективным применением метода последовательных приближений, характеризующегося комплексной оптимизацией деятельности горнодобывающего предприятия, как технической системы, затрагивающей ключевые уровни иерархии эксплуатации месторождений;

- комплексным подходом, включающим использование апробированных методов и положений теории открытой геотехнологии, привлечение проектных и фактических материалов по предприятиям золоторудной промышленности, а также сбор, обобщение, статистическую обработку и анализ результатов научных исследований и практического опыта оптимизации календарного графика разработки месторождений открытым способом;

- использованием современных методов моделирования и экономико-математического анализа с использованием наиболее распространенных за рубежом программных средств: NPV Scheduler (Datamine), Whittle Programming, OptiMine, разработкой а также разработкой на их основе производственно-финансовых моделей функционирования горнотехнической системы;

- подтверждением выполненных технико-экономических расчетов результатами производственного эксперимента при разработке золоторудных месторождений Нижнеякутского рудного поля и Рябинового Алданского района Республики Саха (Якутия).

Практическая значимость результатов диссертационной работы

Практическая значимость результатов исследования состоит в том, что:

- реализация предложенного метода оптимизации устойчивого развития параметров горнотехнических систем может быть использована на стадии стратегического планирования разработки иных месторождений твердых полезных ископаемых, не склонных к изменению технологических свойств руд при хранении;

- предложенная модель динамики развития горнотехнической системы обеспечивает достижение максимального совокупного экономического эффекта за весь срок комплексного освоения участка недр, реализуя ключевые действия горнодобывающих предприятий при реализации процессов комплексного освоения месторождений, включая: повышение уровня извлечения ценных компонентов из недр и добытой рудной массы для увеличения объема выпуска товарной продукции; кратковременное складирование бедных и некондиционных руд и отходов горной добычи на специально подготовленных площадках без нанесения экологического урона окружающей среде; контроль и учет качества складированного сырья и рудной массы на входе и выходе с перерабатывающей установки; вовлечение в переработку на последующих этапах некондиционных руд и техногенного сырья; безубыточность работы предприятия на всех этапах освоения месторождения;

- принятые технологические решения на основе результатов исследования процессов переработки руд обеспечивают увеличение производительности ЗИФ до 1500 тыс.т/год, а участка кучного выщелачивания до 850 тыс.т/год, при этом годовое превышение уровня добычи руды месторождения Рябинового над переработкой составляет 115-120%, что, в свою очередь, приводит к увеличению производства золота на первом этапе на 47-48% показателя чистой приведенной стоимости на 18-32%, а также снижению срока окупаемости проекта на 35-40%;



- появляется инструмент для принятия решений по выбору оптимальной стратегии разработки месторождений с учетом текущего состояния предприятия, а также рисков и характера решения приоритетных задач либо в пользу достижения минимальных потенциальных убытков, либо повышения потенциальной прибыли.

Научные результаты имеют существенное значение для теории и практики проектирования и стратегического планирования горных работ, а выводы и рекомендации достоверны, достаточно обоснованы. Результаты проведенных исследований опубликованы в 8 научных работах, в т.ч. 6 статей опубликованы в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ, получен патент на изобретение. Основные положения работы апробированы на международных конференциях, производственных совещаниях, и научно-технических семинарах и заседаниях.

Рекомендации по использованию результатов диссертационной работы

Результаты диссертационной работы и ее научные положения могут быть использованы:

- проектными и научно-исследовательскими учреждениями при разработке горно-геологических обоснований, технических проектов и стратегий развития производственных систем при открытой добыче золота;

- методическая часть формирования производственно-финансовых моделей функционирования горнотехнических систем может быть рекомендована к использованию в учебном процессе в курсовом и дипломном проектировании при подготовке горных инженеров по специальности 21.05.04 - «Горное дело».

- результаты, полученные автором в рамках диссертационного исследования, рекомендуется учитывать также при разработке нормативно-технических документов, регламентирующих процесс обоснования производительности карьеров и обогатительных фабрик, сохранения ресурсов недр и их комплексного использования.

Замечания по диссертации

К достоинствам представленной диссертационной работы следует также отнести логически стройную и научно обоснованную постановку задач исследований, тщательную проработку процедуры их решения, адекватность полученных автором результатов. Следует отметить также технически грамотный и ясный стиль изложения материалов диссертации и автореферата.

Замечания:

1. Диссертацией устанавливается прямая зависимость между пороговым значением содержания полезного компонента в руде и соотношением уровня добычи руды к уровню ее переработки за единицу времени. Однако из текста диссертации не совсем понятно каким образом выбираются и обоснуются такие важные показатели как пороговое содержание золота (рис.2.15,4.3, 4.9 диссертации), а также бортовое содержание золота по видам технологий извлечения (рис.2.11 - Оптимальное бортовое содержание золота в руде для каждого типа переработки в зависимости от года эксплуатации, полученное при помощи ПО OptiMine нуждается в комментариях). Исходя из этого непонятно каким образом можно реально обеспечить дифференциацию уровней кондиций на добываемые и перерабатываемые руды в течение всего срока отработки месторождения.
2. При оптимизации соотношения объемов добычи и переработки руд с учетом распределения их качества в массиве свои теоретические выводы автор основывает на примере, где среднее содержание золота по месторождению составляет 1,2 г/т при граничных значениях содержания изменяющихся в



пределах $0,3 \div 2,1$ г/т. Различные виды степеней однородностей распределения содержания золота в руде формируются за счет задания различных значений среднеквадратичного отклонения (σ) при нормальном распределении, в т.ч. принимаемых для весьма однородного распределения $\sigma = 0,04$ г/т. Однако весь диапазон (95%) исследуемых содержаний должен как раз и попадать в интервал (3σ), т.е. неоднородное распределение соответствует среднеквадратическому отклонению $0,3-0,4$ г/т. Логика автора понятна, но все-таки следует при таких оценках подходить к обоснованиям более гибко, ориентируясь не только на величину $\sigma=0,04$ г/т, а еще и на фактические характеристики отрабатываемой залежи, тем более что по данным диссертации (п.1.1, с.12-15) на Рябиновом месторождении выделены: Северная залежь – 1,74 г/т; Западная залежь – 2,51 г/т (0,86...10,6 г/т - разброс по точкам опробования), Южная залежь – 2,3 г/т; Центральная залежь – 3,9 г/т; Восточная залежь – 1,56 г/т.

3. Диссертацией убедительно показано, что показатель превышения объема переработки в начальный период освоения месторождения должен оптимизироваться с учетом изменения содержания золота с глубиной месторождения, с учетом роста эксплуатационных затрат на добычу на глубоких горизонтах. Это позволяет сделать вывод о том, что интенсивность отработки золоторудных залежей должна варьироваться в зависимости от изменения содержания золота с глубиной. Однако значительные отличия в средних содержаниях золота по залежам Рябинового месторождения свидетельствуют о том, что при оптимизации календарных графиков добычи и переработки следует также оценивать варианты изменения интенсивности отработки и по его площади.
4. Таблицу 3.32 – Структура элемента производственно-финансовой модели оптимизации разработки месторождений твердых полезных ископаемых - имело бы смысл заполнить, показав на ее примере осредненные данные, характеризующие принцип осуществления производственно-финансового анализа

Заключение

Диссертация Рыжова Сергея Владимировича «Обоснование рационального соотношения изменяющихся мощностей горнодобывающих и перерабатывающих производств золотодобывающего предприятия на различных этапах развития открытых горных работ» представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу, посвящённую решению актуальной научной задачи совершенствования методики проектирования комплексного освоения недр при обосновании рациональной стратегии разработки месторождений с учетом текущего состояния горнотехнической системы, рисков и характера решения приоритетных задач. Отмеченные замечания не снижают научной ценности полученных результатов, выводов и рекомендаций работы.

Результаты выполненных автором исследований прошли научную и практическую апробацию. Автореферат диссертации отражает основное содержание работы, а также научные результаты и положения, выносимые на защиту.

По уровню решенной научной задачи диссертационная работа соответствует требованиям, установленным пп. 9-14 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.сентября 2013 г № 842, а ее автор, Рыжов Сергей Владимирович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.21–«Теоретические основы проектирования горнотехнических систем».



Отзыв ведущей организации подготовлен доктором технических наук, профессором Корнилковым Сергеем Викторовичем, главным научным сотрудником ФГБУН «Институт горного дела УрО РАН (ИГД УрО РАН)»

Отзыв на диссертацию заслушан и одобрен на расширенном заседании секции Ученого совета ИГД УрО РАН «Геотехнология», протокол № 1 от 24 марта 2021 года.

Главный научный сотрудник
ФГБУН «Институт горного дела УрО РАН»
доктор технических наук, профессор

Корнилков Сергей Викторович

Сведения о ведущей организации:

Почтовый адрес: 620075, г. Екатеринбург, ул. Мамина-Сибиряка, 58

Телефон: +7 (343) 350-21-86; Факс: +7(343) 350-21-11

E-Mail: direct@igduran.ru ; kornilkov@igduran.ru

01. апреля 2021 г.

Подпись профессора, докт.техн. наук Корнилкова С.В. удостоверяю:
начальник отдела кадров
ФГБУН ИГД УрО РАН



Коптелова С.В.

