

## **ОТЗЫВ**

**официального оппонента**

**на диссертационную работу Бондаренко Алины Александровны  
на тему: «Определение условий и параметров перехода подземного  
рудника к самоходному погрузочно-доставочному оборудованию на  
базе электрического привода с автономным источником питания»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических  
наук по специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая  
и строительная)**

**1. Актуальность темы диссертационной работы.** Интенсивная разработка месторождений твердых полезных ископаемых неминуемо приводит к истощению балансовых запасов месторождений, что обуславливает поиск условий для вовлечения руд в промышленную эксплуатацию. Одним из таких примеров является крупное Жезказганское месторождение, комплексное освоение которого в настоящее время связано с вовлечением в эксплуатацию ранее забалансовых запасов. Системообразующая стратегическая роль Жезказганского месторождения в экономике Казахстана не допускает возможность приостановки горных работ, но для поддержания производительности по выпуску цветных металлов необходимо добывать в несколько раз больше бедной рудной массы с содержанием меди 0,5 % и менее.

Очевидно, что наращивание объемов добычи при используемой камерно-столбовой системе разработки в будущем будет невозможно без увеличения числа забоев в одновременной работе, а, следовательно, без роста числа единиц применяемой большегрузной дизельной техники для доставки, откатки и подъема рудной массы. Это приводит к росту себестоимости добычи руды, ввиду усложнения схем вентиляции рудников с увеличением объемов подаваемого в шахту воздуха, повышению эксплуатационных затрат на обслуживание техники и поддержание выработок большого сечения, а также ухудшению санитарно-гигиенических условий труда работников, занятых на подземных горных работах. Все это обуславливает необходимость технического перевооружения рудников Жез-

казганского месторождения на базе изыскания новых стратегических решений, которые обеспечат многолетнюю эксплуатацию Жезказганского месторождения и поддержание социальной стабильности в регионе. Одним из стратегических направлений перехода подземных рудников мира к новому технологическому укладу является внедрение электрических средств доставки и откатки горной массы с автономным источником питания.

**2. Общая характеристика работы.** Диссертация представлена на 170 страницах, состоит из введения, четырех глав, заключения и содержит 51 рисунок, 28 таблиц, библиографический список из 135 наименований.

**Во введении** обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследований, методы решения поставленных задач и определены положения, выносимые на защиту, представлена научная новизна, практическая значимость, личный вклад автора и объекты реализации перехода подземного рудника к самоходному погрузочно-доставочному оборудованию на базе электрического привода с автономным источником питания.

**Первая глава** диссертации содержит анализ геологических и горно-технических условий освоения Жезказганского меднорудного месторождения. Проведен ретроспективный анализ этапов технического перевооружения подземных рудников Жезказганского месторождения. Выполнена сравнительная оценка эффективности применения горнотранспортной техники на базе применения оборудования на основе двигателей внутреннего сгорания в сопоставлении с горнотранспортной техникой на электрическом приводе. В данной главе автором определены этапы технического перевооружения подземных рудников Жезказганского месторождения, приведен сравнительный анализ существующего горнотранспортного комплекса на подземных рудниках в сопоставлении с альтернативным комплексом, который базируется на применении самоходного погрузочно-доставочного оборудования на базе электрического привода с автономным источником питания. Определены цель, задачи и методы исследований.

**Во второй главе** представлена разработанная комплексная методика исследований показателей эффективности существующей и перспективной транспортной схемы на подземном руднике Жезказганского месторожде-

ния, базирующейся на техническом перевооружении горнотехнической системы при применении самоходного погрузочно-доставочного оборудования на базе электрического привода с автономным источником питания. Проведена оценка показателей технической и эксплуатационной производительности погрузочно-доставочных средств в добычных панелях, производительности погрузочно-транспортных комплексов в целом по подземному руднику, а также анализ факторов, определяющих выбор конструктивных параметров горных выработок рудников и параметров вспомогательных процессов горного производства – водоотлива и вентиляции.

Раскрыты особенности осложненных условий освоения меднорудного месторождения, ввиду длительной эксплуатации и существующих социально-экономических проблем, определяющих необходимость технического перевооружения, основанное на переходе действующих рудников к самоходному погрузочно-доставочному оборудованию на базе электрического привода с автономным источником питания для продления срока жизни предприятия.

**Третья глава** посвящена апробации разработанной методики и проведению опытно-промышленных испытаний всего состоящего на балансе предприятия погрузочно-доставочного оборудования, а также самоходной аккумуляторной техники.

Автором проведены хронометражные испытания различных технологических схем доставки рудной массы, математическое моделирование эффективности применения и производительности различных комбинаций погрузочно-транспортных комплексов. Установлено также, что техническая и эксплуатационная производительность аккумуляторных погрузочно-доставочных машин оказались сопоставимыми с машинами на дизельном питании. Более того, несмотря на меньшую емкость ковша погрузочно-доставочных машин с автономным источником питания, производительность их в равных шахтных условиях оказалась выше, ввиду большей маневренности, меньших габаритов и технических особенностей привода.

Были определены значения эффективной длины откатки, которые позволили для условий отработки перспективных залежей на новых участках выбрать приоритетные схемы расположения участков рудоспусков



при осуществлении доставки и откатки горной массы аккумуляторными погрузочно-доставочными машинами до рудоспусков.

**В четвертой главе** диссертации представлены рекомендации по переходу подземных рудников к применению самоходному погрузочно-доставочного оборудования на базе электрического привода с автономным источником питания на примере подземного Южно-Жезказганского рудника, дана экономическая оценка предложенных мероприятий.

Основные научные данные, выводы и рекомендации представлены в заключении диссертационной работы, которые по своей содержательной части детализируют полученные научные результаты.

**3. Оценка степени обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверности.** Автором сформулированы четыре научных положения, выносимых на защиту.

*Первое научное положение:* «Переход подземного рудника при камерно-столбовой системе разработки к самоходному погрузочно-доставочному оборудованию с электрическим приводом на базе автономного источника питания позволяет в условиях изменения минерально-сырьевой базы и увеличения производительности рудника отказаться от дизельного оборудования по всей транспортной схеме путем обоснованного выбора мест расположения участковых рудоспусков для конвейерного транспортирования рудной массы, создания условий эффективной зарядки погрузочно-доставочных машин, а также исключения нагрузки на вентиляционную сеть по фактору разжижения выхлопных газов от двигателей внутреннего сгорания» (п.5 Паспорта специальности 25.00.22- Геотехнология (подземная, открытая и строительная). Достоверность и обоснованность сомнений не вызывает и основывается на методах анализа и обобщения практического опыта, опыта эксплуатации погрузочно-доставочной техники горнодобывающих предприятий и научно-технической литературы, а также современных достижений техники и технологии.

*Второе научное положение:* «При камерно-столбовой системе разработки внедрение электрических средств доставки с автономным источником питания позволяет перейти с дизельных автосамосвалов на конвейерное транспортирование и подъем рудной массы, обеспечивая экологиче-

ски сбалансированное функционирование рудника.» (п.5 Паспорта специальности 25.00.22- кГеотехнология (подземная, открытая и строительная) Достоверность и обоснованность научного положения подтверждается систематизацией результатов теоретических и практических исследований.

**Третье научное положение:** «Повышение производительности очистных забоев при работе погрузочно-доставочных машин на базе электрического привода с автономным источником питания достигается...» обосновано данными, полученными в результате применения разработанной методики определения производительности и эффективности перехода от дизельного к аккумуляторному погрузочно-доставочному оборудованию (п.3 Паспорта специальности 25.00.22 - Геотехнология (подземная, открытая и строительная). Достоверность и обоснованность основывается на проведенных опытно-промышленных испытаниях и определении влияния различного исполнения приводов на возможность увеличения скорости движения груженых и порожних ПДМ, кратным сокращением простоев, а также увеличением оперативного времени работы погрузочно-транспортного комплекса подземного рудника за счет снижения продолжительности ремонтных смен.

**Четвертое научное положение:** «В условиях высоко обводненных подземных рудников внедрение систем энергообеспечения самоходных аккумуляторных машин с генерацией электрической энергии путем преобразования кинетической энергии гидропотоков при перепуске шахтных вод между горизонтами позволяет повысить энергоэффективность горнотехнической системы» обосновано исследованием установленных зависимостей влияния параметров горнотехнической системы и устройства шахтного водоотлива на возможность улавливания потоков шахтных вод при использовании генерируемой энергии для энергообеспечения аккумуляторных погрузочно-доставочных машин (п.4 Паспорта специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная). Корректность полученных результатов подтверждается значительным объемом и надежностью исходных данных, применением апробированных методик, достоверными результатами математического моделирования параметров на примере подземного рудника Жезказганского месторождения.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается корректностью постановки задач научных исследований, высокой степенью сходимости полученных результатов математического моделирования и аналитических расчетов, положительными результатами опытно-промышленной апробации самоходной аккумуляторной погрузочно-доставочной техники.

#### **4. Научная новизна исследования и полученных результатов.**

Научная новизна диссертационной работы заключается в определении условий подземной разработки рудных месторождений, при которых возможен эффективный переход рудника к электрическим горным машинам с полным отказом от дизельного оборудования по всей транспортной схеме, который достигается путем сочетания электрических средств доставки с автономным источником питания и конвейерными установками, обеспечивая тем самым экологическое сбалансированное функционирование рудника

Новыми результатами являются установленные автором зависимости производительности электрических погрузочно-доставочных машины с автономным источником питания, влияющие на увеличение суточной производительности рудника.

#### **5. Практическая значимость диссертационной работы.**

Практическая значимость работы заключается в том, что разработаны технико-технологические рекомендации по переходу подземных рудников Жезказганского месторождения к самоходному погрузочно-доставочному оборудованию на базе электрического привода с автономным источником питания, с внедрением эффективных схем транспортирования и рудничной вентиляции, обеспечивающих снижение себестоимости выпуска готовой продукции за счет отказа от машин с двигателем внутреннего сгорания.

#### **6. Рекомендации по использованию результатов.**

Результаты диссертационной работы целесообразно использовать при проектировании разработки месторождений твердых полезных ископаемых в осложненных условиях ведения подземных горных работ, а также на действующих предприятиях при планировании мероприятий по повышению эффективности ведения добычных работ, при техническом перевооружении технологиче-

ских схем основных и вспомогательных процессов.

**7. Оценка диссертационной работы.** Основные положения диссертации опубликованы в 3 работах ведущих рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ.

Результаты работы и основные научные положения неоднократно докладывались на российских и международных конференциях и симпозиумах.

Диссертационная работа и автореферат изложены технически грамотно с использованием современной терминологической базы. Диссертационная работа содержит все необходимые компоненты научно-исследовательской работы. Полученные результаты и выводы изложены последовательно в соответствии с решаемыми задачами и образуют единство сформулированных рекомендаций и положений, выносимых на защиту. Качество оформления текста, графического материала диссертационной работы, а также ссылок на используемые литературные источники соответствуют требованиям, предъявляемым к диссертациям. Стиль изложения материалов обеспечивает доступность восприятия материала. Опубликованные в научных изданиях работы автора всесторонне и полно освещают основные положения диссертации.

Содержание диссертации, научные положения, основные результаты и выводы соответствуют паспортам по специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная) (п.3,4,5).

#### **8. Замечания по содержанию и оформлению диссертации.**

Рассматриваемая диссертация, безусловно, имеет практическую значимость для горнодобывающих предприятий и представляет определенный интерес в научном плане. Однако по содержанию работы имеются следующие замечания:

1. На рисунках 1.14 и 4.1 (с.35 и 135) следует внести исправления и правильно указать названия выработок.

2. Внести исправления в формулы 2.7 и 2.8, также в схему (рис.2.5) распределения сил, действующих при внедрении ПДМ в породный навал (с.76).

3. В методике расчета системы энергообеспечения рудника предусматривается оценка денежных затрат за 6 лет, но нет пояснений, почему взят данный период времени.

4. На рисунках 3.5; 3.6; 3.7 на графиках имеет место повышение производительности оборудования (ПДМ) с увеличением расстояния доставки (транспортирования). Необходимо объяснить данный эффект.

5. Непонятно, почему данные таблиц 3.3 и 3.5 (производительность, т/м<sup>3</sup> ковша) существенно отличаются, хотя условия погрузки и доставки одинаковые. Разница в цифрах при  $L_q = 50$  м – 1,5-2 раза.

6. В выводах по главе 3 (с.130-132) сделан вывод об эффективной длине доставки ПДМ – Epiroc ST14 Battery, равной 250-300 м, хотя никаких экономических расчетов не было проведено. То же самое касается вывода о неэффективности дизельной ПДМ (Торθ 0011) при длине доставки 50-100 м. Здесь же, в выводах по главе 3, указывается без обосновывающих расчетов о возможности увеличения производительности рудника в 1,2 раза при том же числе панелей и единиц техники.

7. В разделе 4.2 диссертации указывается о разработанной новой экологически сбалансированной транспортной схеме для ЮЖР на основе аккумуляторного самоходного и конвейерного оборудования, однако, не уточняется по каким (какому) показателям обеспечена сбалансированность и какие значения показателей приняты в качестве базовых. Не понятно, почему нет увязки в плане экологической сбалансированности с функционированием всего горного предприятия.

Отмеченные недостатки не снижают теоретической и практической ценности диссертационной работы.

#### **Заключение по диссертационной работе.**

Оценивая работу в целом, следует отметить, что она является законченной научно квалификационной работой, в которой автором, на основе выполненных исследований, дано новое решение задачи повышения эффективности освоения запасов месторождений твердых полезных ископаемых в условиях изменения минерально-сырьевой базы путем перехода



на самоходное погрузочно-доставочное оборудование на базе электрического привода с автономным источником питания и разработанную транспортную схему.

Диссертационная работа соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК России, предъявляемым к кандидатским диссертациям, по специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная), а автор диссертации, Бондаренко Алина Александровна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент:  
профессор кафедры разработки  
месторождений полезных ископаемых,  
доктор технических наук специальность  
25.00.22 – Геотехнология (подземная,  
открытая и строительная)

  
Калмыков Вячеслав Николаевич  
22.08.2022 г.

455000, Россия, Челябинская область, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38.  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Магнитогорский государственный технический  
университет им. Г.И. Носова».  
Тел.: 8 (3519) 29 84 61. моб.: 8 919 352 74 19. E-mail: prmpi@magtu.ru.

Калмыков В.Н. согласен на обработку персональных данных.

Подпись проф. кафедры РМПИ, докт. техн. наук В.Н. Калмыкова заверяю.

Начальник отдела делопроизводства  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»

  
Д.Г. Семенова

