

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора
Калмыкова Вячеслава Николаевича на диссертационную работу

Никитина Игоря Владимировича

на тему: «Обоснование параметров вскрытия подкарьерных запасов
кимберлитовых месторождений автовыдачными уклонами из карьера»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.8.8 – «Геотехнология, горные машины»

1. Актуальность темы исследования

Исчерпание запасов, подлежащих отработке открытой геотехнологией, при освоении кимберлитовых трубок «Ботуобинская», «Нюрбинская», «Юбилейная» и других обуславливает необходимость перехода на подземный способ доработки оставшихся запасов, эффективность которого во многом зависит от правильного выбора способа и схемы вскрытия.

Из опыта комбинированной разработки кимберлитовых трубок «Интернациональная», «Мир», «Айхал» и «Удачная» следует, что вскрытие подкарьерных запасов, как правило, производилось вертикальными стволами с поверхности без использования карьерного пространства. Для данного варианта вскрытия характерны большие объемы горно-капитальных работ, низкие скорости проходки, что обуславливает повышенные капитальные затраты и значительные сроки строительства подземных рудников и приводит к образованию разрывов в добыче руды в переходный период.

С учетом специфики комбинированной разработки кимберлитовых месторождений (большая глубина карьеров от 320 до 720 м, малые размеры в плане, распространение запасов ниже дна карьера до 400м), использование карьера как для строительства подземных вскрывающих выработок, так и для выдачи руды на основе применения рудовыдачных автоуклонов, позволяет существенно повысить эффективность освоения данных месторождений.

В связи с этим, диссертационная работа Никитина И.В., направленная на изыскание эффективных схем поэтапного вскрытия подкарьерных запасов кимберлитовых месторождений рудовыдачными автоуклонами из карьера, обеспечивающих снижение затрат на вскрытие и сокращение сроков строительства подземного рудника, является весьма актуальной.

2. Общая характеристика работы

Диссертационная работа оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к ее оформлению. Диссертационная работа состоит из

введения, 4 глав, заключения, списка использованных источников из 125 наименований и 4 приложений. Содержание работы отвечает поставленным задачам исследования и изложено на 124 страницах машинописного текста, включая 24 рисунка, 23 таблиц.

По теме диссертации опубликовано 18 работ, в том числе 8 статьи в рецензируемых изданиях, рекомендуемых ВАК РФ для публикаций результатов диссертаций, и 1 монографии. Ознакомление с публикациями соискателя позволяет заключить, что все опубликованные статьи полностью соответствуют теме диссертационной работы.

Работа включает в себя анализ исследований и опыт вскрытия месторождений, выявление влияющих факторов, конструирование и систематизацию вариантов вскрытия, разработку методики оценки эффективности, обоснование технологических параметров поэтапного вскрытия рудовыдачными уклонами из карьера, разработку рекомендаций для месторождений кимберлитовых трубок Якутии.

В первой главе проведены результаты анализа и обобщения опыта вскрытия кимберлитовых месторождений Якутии в сложных горно-геологических условиях. Рассмотрены существующие методические основы теории вскрытия запасов при комбинированном способе разработки. Показано, что использование карьерного пространства при поэтапном вскрытии подкарьерных запасов рудовыдачными уклонами позволяет сократить капитальные затраты, сроки строительства и ввода рудника в эксплуатацию. По результатам анализа зарубежного и отечественного опыта вскрытия месторождений сформулированы цель, задачи и методы исследований.

Во второй главе изложены исходные данные, установлены и сгруппированы основные параметры и факторы, влияющие на эффективность вскрытия подкарьерных запасов при комбинированной разработке месторождений, систематизированы и сконструированы рациональные варианты вскрытия, обоснован критерий и разработана методика оценки эффективности вариантов вскрытия подкарьерных запасов кимберлитовых месторождений по минимуму суммарных дисконтированных затрат, связанных со вскрытием.

На основе имеющихся данных по алмазонасытым месторождениям Якутии разработаны типовые варианты вскрытия подкарьерных запасов, предусматривающие использование рудовыдачных уклонов, проводимых из карьерного пространства. Объектами технико-экономического обоснования являются: число этапов и шаг вскрытия, глубина заложения вскрывающих выработок, длина транспортирования и параметры транспортных машин.

В **третьей главе**, посвященной оптимизации параметров и технико-экономической оценке вариантов вскрытия с учетом влияющих горно-геологических и горнотехнических факторов, приведены результаты исследования зависимости дисконтированных капитальных затрат на ГКР, а также эксплуатационных расходов на транспортирование руды по рассматриваемым вариантам от влияющих факторов. Показано, что по результатам экономико-математического моделирования величина шага вскрытия зависит от глубины карьера и составляет при глубине карьера 400-600 м по варианту 2 – $(0,3-0,35) H_k$, по варианту 3 – $(0,5-0,35) H_k$. Глубина заложения автоуклонов в бортах карьера определяется по геомеханическому условию и по варианту 2 составляет $(0-0,5) H_k$, а по варианту 3 – по технологическим факторам – $0,63 H_k$.

Выполненная технико-экономическая оценка вариантов вскрытия с установленными параметрами позволила определить области их эффективного применения в зависимости от глубины месторождения, глубины карьера, производственной мощности подземного рудника, получить эмпирические зависимости для определения сравнительных дисконтированных затрат от вышеприведенных факторов, существенно сокращающих объем расчетов по вариантам.

В **четвертой главе** изложены рекомендации по вскрытию подкарьерных запасов кимберлитовых трубок «Нюрбинская» и «Юбилейная». С использованием созданной экономико-математической модели и установленных зависимостей выполнена сравнительная оценка рекомендуемых схем вскрытия: варианта 2 для трубки «Нюрбинская», варианта 3 для трубки «Юбилейная».

Потенциальный экономический эффект в условиях трубки «Нюрбинская» составляет 520 млн руб., трубки «Юбилейная» – 410 млн руб. Эффект достигается за счет сокращения сроков строительства подземного рудника на 2,1-3 года и переноса части капитальных затрат на более поздние периоды с большим в 2-2,3 раза коэффициентом дисконтирования.

3. Оценка степени обоснованности научных положений, выводов, рекомендаций и их достоверности

Автором диссертационной работы сформулированы три положения, выносимых на защиту.

Первое научное положение: «Способ и схему вскрытия подкарьерных запасов кимберлитовых месторождений целесообразно оценивать критерием минимума суммарных дисконтированных капитальных и эксплуатационных затрат на процессы, связанные со вскрытием, учитывающим совокупный

эффект от снижения затрат и сокращения сроков ввода подземного рудника в эксплуатацию».

Достоверность и обоснованность положения основываются на выявленной зависимости эффективности конкурирующих вариантов вскрытия в условиях комбинированного способа разработки, различающихся объемами инвестиций и продолжительностью строительства рудников, от технологических процессов, связанных только с работами по вскрытию месторождения.

Второе научное положение: «Оптимальная глубина заложения рудовыдачного автоуклона в карьере при вскрытии автоуклонами всех подкарьерных запасов кимберлитовых месторождений определяется углом сдвижения вмещающих пород и генеральным углом наклона бортов карьера, при вскрытии только верхнего подкарьерного этажа – минимумом суммарных затрат на транспортирование руды на поверхность подземными и карьерными автосамосвалами и составляет $0,63 H_k$ (где H_k – глубина карьера)».

Положение обосновывается использованием результатов экономико-математического моделирования, позволившими установить численные значения отношения $L_{тр\ кас} / L_{тр\ шас}$ и $C_{тр\ кас} / C_{тр\ шас}$ при $A_{шх} = const$. Оптимальные $h_{з\ тех}$ с учетом $h_{з\ геом}$ определены путем построения графических зависимостей $\Delta_{тр}$ от h_3 при $H_k = 400-600$ м.

Третье научное положение: «Применение схем поэтапного вскрытия подкарьерных запасов кимберлитовых месторождений рудовыдачными автоуклонами из карьера при производственной мощности подземного рудника до 1,0 млн т руды в год и глубине распространения запасов под дном карьера до 400 м обеспечивает сокращение срока строительства рудника в 1,58-2,36 раза и снижение суммарных капитальных и эксплуатационных затрат в 1,09-1,52 раза по сравнению со схемой одноэтапного вскрытия вертикальными стволами с поверхности за счет отказа от скипового ствола и квершлагов или переноса затрат по их проведению на более поздние периоды».

Положение обосновывается результатами экономико-математического моделирования, а также данными, полученными в процессе календарного планирования строительства рудников по вариантам.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается представительным объемом и надежностью исходных данных, сопоставимостью результатов математического моделирования и аналитических расчетов с практическими данными.

4. Научная новизна исследований и полученных результатов:

– предложена систематизация вариантов вскрытия подкарьерных запасов при комбинированной разработке месторождений по признакам, характеризующим способ и схему вскрытия и определяющим объем вскрываемых запасов, величину капитальных вложений и срок строительства рудника, этапность вскрытия, тип и место заложения рудовыдачных вскрывающих выработок;

– обоснован критерий эффективности вариантов вскрытия, различающихся объемами инвестиций и продолжительностью строительства рудника, минимум суммарных дисконтированных капитальных и эксплуатационных затрат на процессы, связанные со вскрытием, учитывающий совокупный эффект от снижения затрат и сокращения сроков ввода рудника в эксплуатацию;

– разработана методика определения оптимальной величины первого шага вскрытия и глубины заложения рудовыдачного автоуклона в карьере для вскрытия подкарьерных запасов кимберлитовых месторождений в зависимости от глубины карьера и глубины распространения запасов под дном карьера с учетом границ зоны сдвижения горных пород;

– установлены зависимости суммарных дисконтированных капитальных и эксплуатационных затрат на вскрытие от производственной мощности рудника и глубины распространения запасов под дном карьера, изменяемых в диапазоне 0,5-1,0 млн т/год и 200-400 м, соответственно.

5. Достоверность научных выводов и рекомендаций обеспечивается представительностью и надежностью исходных данных, применением апробированных методов исследования, оценкой полученных зависимостей методами математической статистики, сходимостью результатов экономико-математического моделирования и проектирования.

6. Практическая значимость работы состоит в конструировании рациональных схем поэтапного вскрытия подкарьерных запасов кимберлитовых месторождений рудовыдачными автоуклонами из карьера, определении их оптимальных параметров и области эффективного применения, создании алгоритма и программы для расчета технико-экономических показателей по вариантам вскрытия.

Таким образом, **научная новизна и практическая значимость** полученных результатов не вызывает сомнений, а их достоверность подтверждается положительными результатами апробации и внедрения рекомендаций.

7. Личный вклад автора заключается в анализе и обобщении практики и теории вскрытия месторождений, осваиваемых комбинированным способом, систематизации и конструировании вариантов вскрытия, обосновании критерия эффективности, разработке методики определения оптимальных параметров вскрытия и алгоритма для экономико-математического моделирования, установлении зависимостей, анализе, обработке и обобщении полученных результатов.

8. Рекомендации по использованию результатов диссертации

Результаты работы можно рекомендовать к использованию при проектировании горных работ на месторождениях, обрабатываемых комбинированным способом, а также в учебном процессе вузовской подготовки студентов горного профиля.

В целом диссертационную работу отличает достоверность, новизна и практическая значимость основных положений, выводов и рекомендаций.

9. Замечания по диссертационной работе:

1. Не привычно воспринимается предложенный соискателем термин «горнотехническая система вскрытия» (стр. 39), обычно данное определение относится к предприятию, ведущему разработку месторождения, а вскрытие выступает как подсистема или геотехнологический модуль.

2. Размещение портала автоуклона в карьере рекомендуется проводить за зоной сдвижения, отстраиваемой по углу сдвижения пород на конец отработки запасов (рис. 2.2, стр. 46), но, применительно к варианту размещения портала в подрабатываемом борту карьера также необходимо проводить геомеханическое обоснование места его заложения, вследствие наложения зон влияния открытых и подземных выработок, наличия сосредоточенных масс в виде оборудования, необходимости формирования площадок под рудные отвалы.

3. Определение первого шага вскрытия (стр. 74) рекомендуется проводить по минимуму суммы дисконтированных капитальных затрат первой и второй очередей, по моему мнению, такой подход является упрощенным, так как необходимо также учитывать технологические требования: недопущение разрыва в добыче, возможность набора производственной мощности, достаточность объема вскрытых запасов и др.

4. Использование карьерного пространства предполагает поддержание карьера в безопасном состоянии на весь период функционирования рудовыдачного уклона, непонятно, учтены ли данные затраты в используемой экономико-математической модели?

10. Заключение и выводы

Диссертация Никитина И. В. является законченной научно-квалификационной работой, в которой дано новое решение актуальной научно-практической задачи по обоснованию оптимальных параметров вскрытия подкарьерных запасов кимберлитовых месторождений Якутии рудовыдачными автоуклонами из карьера, обеспечивающими снижение капитальных и эксплуатационных затрат на вскрытие и сокращение сроков строительства подземного рудника, что имеет существенное значение для развития знаний в области подземной и комбинированной разработки месторождений и способствует развитию российской алмазодобывающей промышленности.

Работа выполнена на высоком профессиональном уровне. Указанные замечания не влияют на положительную оценку диссертационной работы.

По области проведенных исследований и содержанию диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.8.8 – «Геотехнология, горные машины».

Диссертационная работа отвечает критериям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор, **Никитин Игорь Владимирович**, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.8 – «Геотехнология, горные машины».

Официальный оппонент:

доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры разработки
месторождений полезных ископаемых
ФГБОУ ВО «Магнитогорский
государственный технический
университет имени Г.И. Носова»
Адрес: 455000, Челябинская обл.,
г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38.
Тел.: 8 (3519) 29-84-61,
E-mail: prmpi@magtu.ru

«24» января 2025 г.

Калмыков Вячеслав Николаевич

Я, Калмыков Вячеслав Николаевич, согласен на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«24» января 2025 г.

Калмыков Вячеслав Николаевич

Подпись доктора технических наук, профессора Калмыкова Вячеслава Николаевича, удостоверяю:

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

Д. Г. Семенова