

Отзыв

научного консультанта Молдабаева Серика Курашовича на диссертационную работу Эбен Елдоса на тему «Инновационные методы расконсервации временно нерабочих бортов глубоких карьеров», представленную на соискание ученой степени доктора философии PhD по специальности 6D070700-«Горное дело»

Актуальность темы диссертационного исследования. Анализ действующих глубоких карьеров Казахстана показывает, что из-за отставания вскрышных работ практически для всех их характерны крутые борта, сдерживающие проектные темпы развития горных работ. Из теории и практики известно, что при разработке крутопадающих месторождений управление объемами выемки пород вскрыши можно вести выделением в пределах карьерного поля участков, очередей или этапов с формированием временно-нерабочих бортов (ВНБ). В последующем перемещение рабочей зоны на более глубокие горизонты сопряжено с усложнением производства горных работ. При этом для уменьшения текущих объемов выемки вскрыши ширина рабочих площадок резко сокращается; часть вскрышных уступов консервируется. При понижении добычных работ требуется расконсервация ранее погашенных вскрышных уступов по сложным и малопродуктивным технологиям. Ликвидация отставания вскрышных работ и обеспечение проектной ритмичности горных работ при крутых бортах на действующих глубоких карьерах по известным технологиям зачастую затрудняет проведение реконструкции карьеров в сжатые сроки и требует больших затрат на достижение конкурентоспособного уровня их технологического развития. Колебания спроса на минеральное сырье зачастую срывает сроки консервации и расконсервации отдельных участков вскрышной зоны и затрудняет поддержание необходимых размеров действующей части рабочей зоны глубоких карьеров, необходимой для получения запланированного объема добычи полезного ископаемого и безопасной реализации принятого календарного графика горных работ.

Поэтому разработка новых методов расконсервации временно нерабочих бортов глубоких карьеров и методологии ее экономичной реализации является актуальной проблемой разработки крутопадающих рудных месторождений. Ее решение позволит повысить уровень технологического развития горнотранспортных систем отечественных карьеров.

Также следует отметить, что проектирование строительства новых железорудных карьеров по традиционным технологиям при значительной мощности пород рыхлой вскрыши (110-160 м) ограничивает производственную мощность и не обеспечивает минимальные сроки окупаемости инвестиций (по факту 8,2 года и более). Только при сроке окупаемости инвестиций не более 6,7 лет и сокращении срока строительства карьеров до 4-5 лет международные банки развития дают согласие на инвестирование таких проектов.

Особенностью выполненных научных исследований по теме диссертации является апробация разработанных технологий на действующих и

перспективных железорудных и угольных горнодобывающих предприятиях с открытым способом разработки, в основном, крутопадающих месторождений. Результаты диссертации апробированы на базе цифровых моделей разрабатываемого Качарского и перспективного Ломоносовского железорудных месторождений при тесном взаимодействии с АО «Соколовско-Сарбайское горно-обогащительное производственное объединение» и ТОО «Ломоносовское» и на базе эксплуатационных участков 7, 8 и 12 Экибастузского каменноугольного месторождения при сотрудничестве с Разрезом «Восточный» АО «Евразийская энергетическая корпорация» и Разрезом «Экибастузский» ТОО «Ангренсор Энерго».

В диссертации следует различать *рабочую зону* и *рабочий борт*. Традиционно по классике под *рабочей зоной* понимают ту часть рабочего борта, в которой выполняются основные технологические процессы открытых горных работ. Поскольку в проекте для отдельного выделения одного из отличительных признаков – формирования фронта работ уступов рабочей зоны перпендикулярно фронту работ уступов рабочего борта – рабочая зона и рабочий борт рассматриваются в какой-то степени обособленно, но в тесной взаимосвязи между собой. Поэтому в диссертации встречаются такие выражения, как рабочая зона перемещается вдоль крутых бортов карьера. В этом есть смысл, поскольку отработка всех рабочих уступов ведется поперечными панелями, а при использовании мощных экскаваторно-автомобильных комплексов (ЭАК) на разработке крутопадающих месторождений округлой формы ведется поочередная прирезка крутых технологических слоев (этапов) с шириной, равной ширине поперечной панели, с последовательной их отработкой несколькими уступами от дневной поверхности до дна карьера с сооружением новых разрезных котлованов по мере появления для этого достаточных ее размеров. В этом случае на практике достигается повышение ритмичности производства вскрышных и добычных работ с уменьшением их зависимости друг от друга за счет создания достаточных запасов добытой руды на промплощадке обогащительных фабрик при реальном сокращении текущих объемов выемки вскрыши.

В диссертации последовательно детально проработаны задачи по созданию методологии проектирования предлагаемого порядка развития рабочей зоны вдоль крутых бортов через разработку методов оптимизации поэтапных контуров карьера, алгоритмов их реализации, составление программ расчета и их апробации на реальных объектах Казахстана при вытянутых и округлых карьерных полях.

Научная новизна работы состоит в разработке: 3D модели поэтапного формирования оптимальных контуров карьеров при разработке крутопадающих месторождений округлой формы с использованием по горизонтальным сечениям одномерного сплайна второго порядка, а при описании боковых поверхностей рудного тела - двумерного сплайна; алгоритма оптимизации значений текущего коэффициента вскрыши через оптимизацию поэтапных объемов вскрыши и руды - универсальность методики обеспечивает решение задачи нелинейного

оптимального управления методом динамического программирования Беллмана - на каждом шаге условной оптимизации доказано выполнение достаточного условия оптимальности в стационарных точках целевой функции, при этом на каждом шаге итераций оптимальные решения задачи не покидают область допустимых значений; математической модели оптимизации положения рабочего борта при отработке высоких вскрышных уступов поперечными панелями с двух уровней стояния экскаваторов с сооружением временных вскрывающих выработок на флангах карьерного поля - одним алгоритме совмещены оптимизация графика режима горных работ и календарного графика горных работ, позволяющие установить оптимальное значение ширины поперечных панелей при минимально достаточном объеме вскрышных работ для заданной производительности карьера по полезному ископаемому.

Практическая значимость. Предложен способ перехода на отработку высоких уступов поперечными панелями с двух уровней стояния экскаваторов с сооружением временных вскрывающих выработок на флангах карьерного поля при значительно отставании вскрышных работ и алгоритм оптимизации положения нижней части вскрышной зоны при новом порядке ее отработки с использованием экскаваторно-автомобильных комплексов. К примеру на карьере «Восточный» переход на новый порядок развития рабочих зон с оптимизацией положения рабочего борта с изменением его глубины с 250 до 350 м, по сравнению с проектной схемой, позволит уменьшить объем вскрышных пород в течение 16 лет на 209 млн. м³. При этом значение среднеэксплуатационного коэффициента вскрыши снизится с 2,4 до 1,75 м³/т (на 27,1%).

Отстроенные с использованием разработанного метода обоснования пространственного положения поэтапные контуры крутонаклонных слоев для действующего Качарского железорудного карьера после оптимизации параметров крутых бортов с использованием метода оптимального управления Беллмана позволили получить реальный календарный график производства горных работ при реализации технологии отработки уступов по породам скальной вскрыши и руды поперечными панелями в крутонаклонных слоях единым карьером. Его результаты позволили установить, что несмотря на увеличение объема горной массы в обрабатываемой панели сверху вниз, удастся значительно нивелировать объемы отставания вскрышных работ (на 25%) и сократить период освоения производственной мощности для стратегического объекта по добыче железной руды (на 3 года).

Выносимые на защиту три основных положений подтверждены полученными положительными результатами на стадии выполнения предпроектных проработок для действующих и перспективных карьерах Казахстана:

1. Переход на расконсервацию временно нерабочих бортов поперечными панелями в крутонаклонных слоях сверху вниз на сверхглубоких рудных

карьерах позволит снизить объемы вскрышного отставания до 25% за счет увеличения вскрываемых запасов и повысить производительность экскаваторно-автомобильных комплексов на 25-30% за счет петлевых схем разворота экскаваторов на широких площадках, что наряду с уменьшением разноса бортов карьера компенсирует интенсивность вскрытия рудной залежи сверху вниз.

2. Переход на отработку уступов поперечными панелями на наклонных месторождениях позволит снизить среднеэксплуатационный коэффициент вскрыши на каждые 100 м глубины понижения горных работ на 27-32%, а на крутопадающих месторождениях, – на 16-19%.

3. Предложенный порядок развития рабочей зоны при открытой разработке крутопадающих месторождений округлой (овальной) формы обеспечит концентрацию горных работ на постоянной основе при минимальных требуемых объемах выемки вскрышных пород без формирования временно нерабочих бортов (ВНБ) и ежемесячного регулирования вскрытых запасов руды непосредственно в карьере. В этом случае как таковая в общепринятом понимании реконструкция горнотранспортной системы глубоких карьеров при разработке крутопадающих месторождений округлой (овальной) формы не потребуется.

Научная и практическая значимость. Повышение конкурентоспособности действующих и перспективных карьеров Казахстана за счет обеспечения высоких темпов технологического развития при поэтапной разработке крутопадающих месторождений без временно нерабочих бортов. Разработанная технология безопасного интенсивного развития рабочих зон вдоль крутых бортов позволит повысить ритмичность производства вскрышных и добычных работ при значительном сокращении объемов вскрыши.

Одной из сильных сторон докторанта Е. Абен является знание технического английского языка и изготовление рабочих чертежей с использованием информационного комплекса Surpac, что позволило выполнить более глубокий анализ в исследуемой области знания и с высокой точностью совместить предлагаемую технологию горных работ к цифровым моделям месторождений. Поэтому полученные результаты действительно соответствуют реальной практике проектирования сложных горнотранспортных систем, что подтверждено при апробации предлагаемой технологии на Качарском карьере АО «ССГПО».

На основании изложенного можно заключить, что диссертация «Инновационные методы расконсервации временно нерабочих бортов глубоких карьеров» является законченной квалификационной, самостоятельно подготовленной научно-исследовательской работой, отвечает требованиям к диссертациям, а ее автор Абен Елдос заслуживает присвоения ученой степени доктора философии PhD по специальности 6D070700-«Горное дело».

**Профессор кафедры «Горное дело»
Satbayev University, доктор
технических наук, профессор**



Молдабаев С.К.