

## **Отзыв**

**научного консультанта Дриженко Анатолия Юрьевича на диссертационную работу Абен Елдос на тему «Инновационные методы расконсервации временно нерабочих бортов глубоких карьеров», представленную на соискание ученой степени доктора философии PhD по специальности 6D070700-«Горное дело»**

Осенью 2015 года докторант Абен Елдос и его научный руководитель, профессор С.К. Молдабаев посетили Национальный горный университет. После уточнения ряда задач по теме диссертации мы вместе совершили несколько поездок на крупные горнодобывающие предприятия Украины: Криворожский горно-обогатительный комбинат, Полтавский горно-обогатительный комбинат и др. Именно здесь наш докторант воочию убедился, какие проблемы по-прежнему являются актуальными при открытой разработке крутопадающих рудных залежей глубинного типа. Практически на всех глубоких карьерах горные работы приходится вести на крутых бортах; имеют место значительное отставание вскрышных работ и сложности по поддержанию плановой добычи руды в стесненных условиях. Анализ проектов поэтапной отработки железорудных месторождений и текущих планов развития горных работ показывают, что единственным техническим решением по снижению текущих объемов вскрышных работ является периодическое формирование временно нерабочих бортов (ВНБ). Однако практика показывает, что для перевода ВНБ в рабочее состояние требуются значительные период времени и инвестиции. В следствие этого снижается вероятность сохранения проектной производственной мощности на достигнутом уровне.

Поэтому решение задач по ликвидации отставания вскрышных работ и обеспечение проектной ритмичности горных работ при крутых бортах на действующих и перспективных глубоких карьерах через разработку инновационных методов расконсервации временно нерабочих бортов глубоких карьеров является одной из актуальных проблем разработки крутопадающих рудных залежей глубинного типа на действующих и новых месторождениях Казахстана. Ее решение позволит действительно повысить уровень технологического развития горнотранспортных систем глубоких карьеров в мировом масштабе.

Особого внимания заслуживает идея работы, когда при ориентации фронта работ уступов рабочей зоны перпендикулярно фронту работ уступов рабочего борта через увеличение конструктивного угла наклона последнего достигается ведение горных работ при минимальных объемах выемки вскрышных пород без формирования временно нерабочих бортов на постоянной основе как на округлых, так и на вытянутых карьерных полях. Речь идет о новом порядке развития рабочей зоны вдоль крутых бортов в глубоких карьерах, когда действительно нет необходимости формировать ВНБ для уменьшения текущих объемов вскрышных работ.

В диссертационной работе 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. Завершается диссертационная работа предпроектными проработками для угольных карьеров Экибастуза с использованием углубочной продольной одно- и двухбортной систем разработки, перспективного Ломоносовского месторождения железных руд и на сверхглубоком эксплуатируемом Качарском карьере с использованием углубочной центрально-кольцевой системы разработки.

**Научная новизна работы** заключается в следующем: в разработке технологии безопасного интенсивного развития рабочей зоны вдоль крутых бортов, позволяющая ликвидировать отставание вскрышных работ в меньшие сроки в отличие от традиционных методов, а также отказаться от формирования временно нерабочих бортов для уменьшения текущих объемов вскрышных работ в глубоких карьерах, создании 3D модели поэтапного формирования оптимальных контуров карьеров при разработке крутопадающих месторождений карьерными полями округлой формы с использованием по горизонтальным сечениям одномерного сплайна второго порядка, а при описании боковых поверхностей рудного тела - двумерного сплайна; разработке математической модели оптимизации положения поэтапных контуров карьера при реализации нового порядка развития рабочих зон с использованием метода оптимального управления Беллмана в динамическом программировании, при котором достигается объективная оценка перехода на отработку высоких уступов поперечными панелями с двух уровней стояния экскаваторов с формированием фронта работ уступов рабочей зоны перпендикулярно фронту работ уступов крутых бортов. В математической модели по оптимизации контуров этапов отработки для крутопадающих месторождений при отработке уступов поперечными панелями в крутонаклонных слоях функционал содержит в себе нелинейность четвертого порядка относительно искомой величины - ширины панелей. Автоматизация расчетов по оптимизации параметров конструкции рабочих бортов в динамике развития горных работ при такой постановке задачи методом нелинейного программирования обеспечивается расщеплением ее на две последовательно решаемые оптимизационные задачи методом динамического программирования на принципе оптимальности Беллмана.

**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 значительном отставании вскрышных работ и алгоритм оптимизации положения нижней части вскрышной зоны при новом порядке ее отработки с

использованием экскаваторно-автомобильных комплексов. В одном алгоритме совмещены горно-геометрический анализ и трансформация его результатов в оптимальный реально выполнимый календарный график горных работ. 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. м<sup>3</sup>. При этом значение среднеэксплуатационного коэффициента вскрыши снизится с 2,4 до 1,75 м<sup>3</sup>/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 и сократить период освоения производственной мощности для стратегического объекта по добыче железной руды. Анализ календарного графика горных работ показывает, что наибольшие затруднения возникают в первые три года – 2020-2022 годы. Текущий коэффициент вскрыши при добыче руды по 15 млн. т будет изменяться от 8,9 до 8,7 т/т. Но с учетом имеющего место отставания вскрышных работ его удастся уменьшить почти на 25%. Двукратное уменьшение объемов скальной вскрыши в 2023 году позволит увеличить добычу руды на 30% - до 19,5 млн. т, а в 2024 году – соответственно на 60% и освоить проектную мощность в 24 млн. т.

Выносимые на защиту три основных **научных положений** подтверждены полученными положительными результатами на стадии выполнения предпроектных проработок для действующих и перспективных карьеров 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

крутопадаючих 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 требуется.

**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.

Совместно с докторантом и профессором С.К. Молдабаевым подготовлены 3 статьи. Имеется также ряд публикаций на международных конференциях и Всемирном горном конгрессе в Рио-де-Жанейро.

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.

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 открытых горных работ Национального технического университета «Днепропетровская политехника» в Украине, Заслуженный изобретатель Украины, доктор технических наук, профессор**



**А.Ю. Дриженко**

Підпис	<i>Дриженко</i>
засвідчую:	
вчений секретар	<i>Т.М.</i>
Вченої ради	<i>Калюшняк Т.М.</i>