

## ДИНАМИКА ПРОМЕЖУТОЧНЫХ КОНТУРОВ КАРЬЕРА «БОТУОБИНСКИЙ» ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ

*А.Н. Акишев, А.В. Нехаев, Институт «Якутнипроалмаз», Россия  
Б.Н. Заровняев, И.Н. Гоголев, Северо-Восточный федеральный университет  
им. М.К. Аммосова, Россия*

При разработке месторождения тр. «Ботуобинская» предлагается проектная глубина карьера 580 м с вскрытием рабочей зоны скользящими съездами и с применением крутонаклонных траншей на нижних горизонтах. При этом установлена целесообразность отработки месторождения в три этапа и определены параметры этапов.

Трубка "Ботуобинская" представляет собой крутопадающее рудное тело, имеющее неправильную форму. Отработка подобных рудных тел открытым способом возможна только с применением углубочной системы разработки. Относительно небольшие размеры карьера в плане, наряду с достаточно высокими темпами понижения горных работ создают предпосылки для применения автомобильного транспорта. Таким образом, отработку карьера предусматривается вести с применением транспортной углубочной системы разработки с использованием автомобильного транспорта для доставки руды и вскрыши во внешние отвалы, руда – на рудные склады и обогатительную фабрику. Высота рабочих уступов составляет 15 м (отрабатываются двумя подступами по 7,5 м), ширина рабочих площадок составляет 40-60 м, при достижении конечного контура карьера рабочие уступы объединяются, образуя, тем самым, нерабочие уступы высотой 30-45 м.

Проектная глубина карьера "Ботуобинский" составляет 580 м (абс. отм. дна карьера минус 330 м). Учитывая принятый порядок отработки, принята технология поэтапной отработки месторождения с выделением промежуточных контуров карьера. Отработку карьера предполагается вести с применением экскаваторно-автомобильного комплекса, с транспортировкой пустых пород в отвал, а руды на рудные склады и обогатительную фабрику. В соответствии с этим вскрытие карьера осуществляется наклонными автомобильными съездами – внешними траншеями и внутренними полутраншеями. Вскрытие рабочей зоны карьера осуществляется по традиционной для подобных месторождений схеме – внутренними скользящими съездами.

Исследования проводимые в области вскрытия кимберлитовых месторождений показывают, что параметры схемы вскрытия оказывают значительное влияние на объемы пустых пород, удаляемые из контура карьера, особенно это действие проявляется с увеличением глубины карьера и соответственно вскрытии глубинной зоны. В этой связи повышенное внимание при вскрытии глубоких ограниченных в плане карьеров (к которым относятся алмазородные) уделено параметрам транспортных коммуникаций в нижней части карьера. Для вскрытия карьера "Ботуобинский" на предыдущих этапах работ рассматривалось применение различных оригинальных схем и способов вскрытия, например бестраншейные способы вскрытия глубинной зоны с применением башенных подъемников [1], с помощью которых планировалось осуществлять основной объем грузоперевозок, доставку грузов и персонала. Следует признать данное направление исследований достаточно перспективным, однако, учитывая, что серийного производства данных конструкций в настоящее время нет, довольно проблематично в рамках данной работы получить достаточно надежные их характеристики и технологию использования, тем более внедрить их в практическое применение. Работа в данном направлении должна вестись годами, требуются испытания, сертификация, разработка специальных технических условий и, что немаловажно, детальное экономическое обоснование целесообразности их использования. В связи с вышесказанным, несмотря на достоинства бестраншейного вскрытия глубинной зоны карьера "Ботуобинский", наиболее близким к практической реализации выглядит вскрытие карьера с применением транспортных съездов

с повышенными уклонами. Достоинством данной схемы вскрытия является ее простота, высокая степень совместимости с традиционными технологиями горных работ (применяется та же техника и технология на подготовительных и выемочно-погрузочных работах) и, что самое главное, минимальные размеры транспортных коммуникаций, что позволяет минимизировать объем пустых пород, удаляемых для их создания. Кроме того, высокую вероятность практической реализации данной схемы вскрытия обеспечивает изменение существующей нормативной базы. Так, существующий СНиП "Промышленный транспорт", ограничивающий уклоны транспортных съездов для полноприводных автомобилей в тяжелых условиях (при их использовании до года) уклонами 200%, с 2013 г. будет заменен более прогрессивным документом "Промышленный транспорт" СП 37.13330.2012, который допускает применять на карьерах транспортные съезды для полноприводных машин с уклонами, ограничиваемыми заводом изготовителем (с учетом фактических свойств дорожного покрытия).

Таким образом, целесообразно осуществлять вскрытие карьера "Ботуобинский" двумя типами автомобильных съездов. В верхней части карьер вскрывается автомобильными съездами с уклонами до 80-100%, а в нижней крутонаклонными транспортными съездами с уклонами до 200%. С поверхности вскрытие карьерного поля осуществлено двумя капитальными траншеями:

- северной, предназначенной для транспортирования руды и песков на рудные склады и фабрику;

- южной, предназначенной для транспортирования вскрышных пород на внешний вскрышной отвал.

Капитальные траншеи имеют встречное направление, с точкой примыкания нагор. +190 м, ниже которого вскрытие осуществляется одним транспортным съездом со спиральной формой трассы. Вскрытие нижней части карьера (ниже гор. минус 105 м) осуществляется крутонаклонными капитальными съездами с уклонами 200%, предназначенными для движения полноприводных самосвалов с шарнирно-сочлененной рамой САТ 740 грузоподъемностью 38 т.

Ширина транспортных берм принята с учетом планируемого парка технологического транспорта, представленного автосамосвалами САТ-777, Terex TR-100 грузоподъемностью 91 тонн (который выбран с учетом фактически используемого на карьере "Нюрбинский", входящем в структуру того же ГОКа, что и карьер "Ботуобинский"), и составляет 30 м. Параметры крутонаклонных съездов для автосамосвалов с колесной формулой 6х6 приняты в соответствии с «Временными рекомендациями по безопасной эксплуатации шарнирно-сочлененных самосвалов на крутых уклонах на горных работах АК «АЛРОСА». Наклонные участки транспортных съездов разделены горизонтальными площадками смягчения длиной 50 метров, расположенными не реже, чем через каждые 600 м длины съезда. Параметры вскрывающих выработок приведены в таблице 1. Схема вскрытия карьера приведена на рисунке 1.

Таблица 1. Параметры вскрывающих выработок

Горизонты, м	Ширина съезда, м	Уклон съезда, ‰
Пов. ÷ -105	30	80
-105 ÷ -330 дно карьера	22	200

На основе опыта эксплуатации аналогичного по горно-геологическим условиям карьера "Нюрбинский" (борт которого сложен породами, имеющими аналогичные свойства) в перекрывающих рыхлых отложениях угол откоса нерабочих уступов принят равным 37°, высота нерабочих уступов в этой части карьера составляет 30 м, нерабочие уступы разделяются горизонтальными предохранительными бермами шириной 10м. Во вмещающих породах угол откоса нерабочих уступов составляет 75-80 градусов, в предельном положении уступы страиваются до максимальной высоты 45 метров с формированием предохранительных берм шириной 15 м.

Построение модели карьера на основе принятых параметров схемы вскрытия и системы разработки производилось в трехмерном виде с использованием специализированного программного комплекса DatamineStudio. Для расчета объемов горной массы, объемов рудного тела и контроля полноты выемки полезного ископаемого использовались блочные и каркас-

ные модели. Полученный план карьера на конец отработки приведен на рисунке 1. Вертикальный разрез по линиям 1-1 к рисунку 1 показан на рисунке 2.

Параметры карьера на конец отработки до глубины 580 м приведены в таблице 2.

Таблица 2. Параметры карьера на конец отработки

Параметры	Значение
1. Глубина карьера, м	580
2. Размеры карьера, м – по поверхности – по дну	1309x1022 310x30
3. Высота борта, м – северный – южный – западный – восточный	583 573 578 580
4. Генеральный угол наклона борта, градус – северный – южный – западный – восточный	51 48 49 51
5. Объем руды (эксплуатационные запасы), тыс. т	13713,31
6. Объем вскрыши, тыс. м <sup>3</sup>	166716
7. Объем песков, тыс. т	1136,3
8. Среднеэксплуатационный коэффициент вскрыши, м <sup>3</sup> /т	12,16

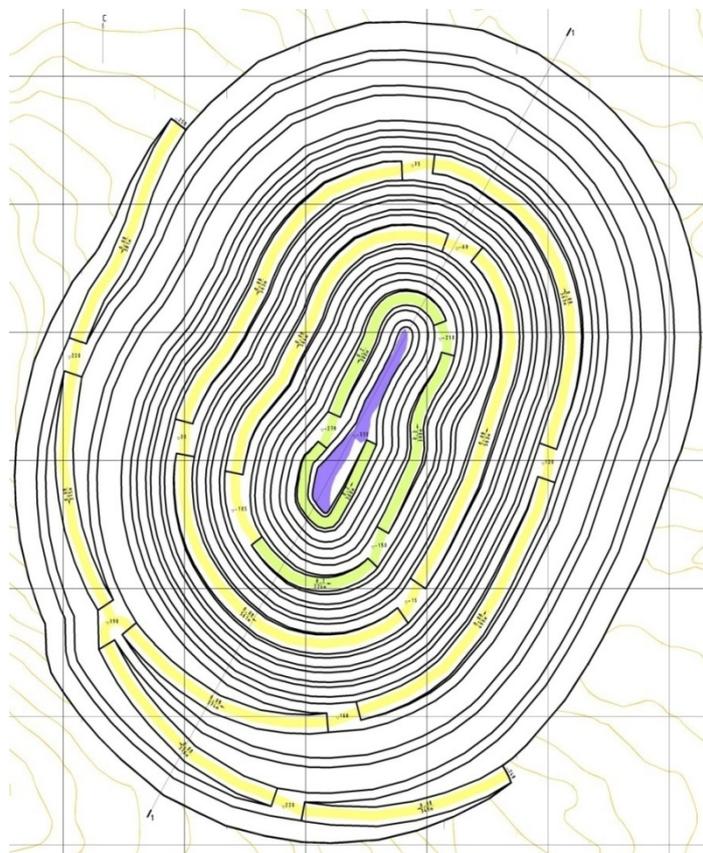


Рисунок 1. План карьера на конец отработки

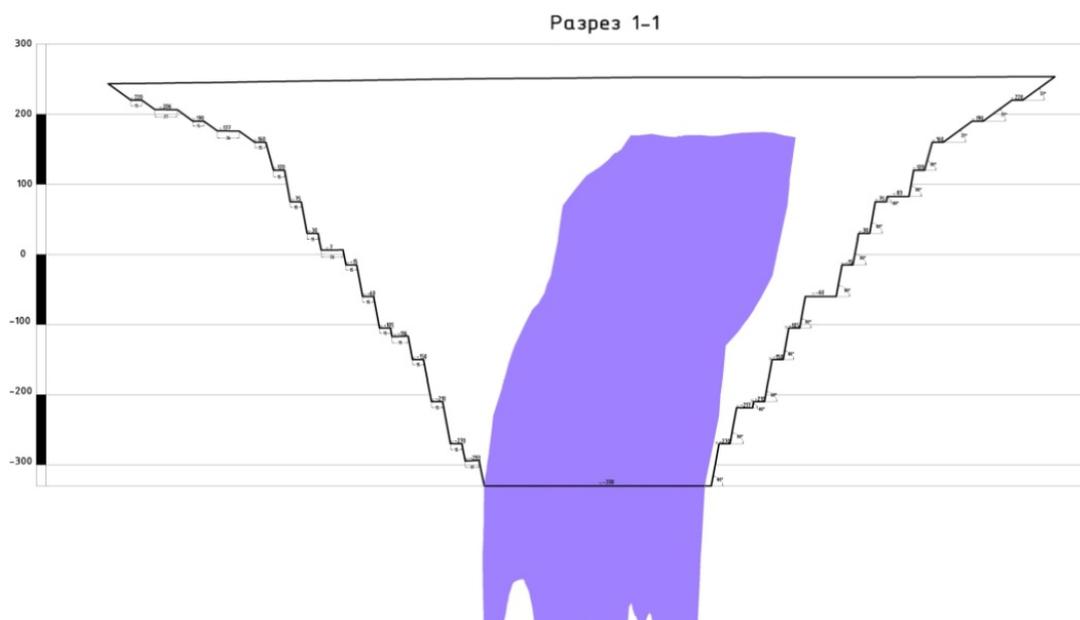


Рисунок 2. Вертикальный разрез по линии 1-1.

Как показали исследования, отработку трубки «Ботубобинская» с экономической точки зрения целесообразно вести поэтапно – с выделением промежуточных контуров карьера. При этом было определено, что наиболее целесообразно выделить три этапа отработки:

- работа в границах первого промежуточного контура;
- работа в границах второго промежуточного контура;
- доработка карьера до проектных границ.

При конструировании карьеров с рекомендованными границами были выявлены определенные технологические проблемы. Так как вести последовательную отработку в границах этапов без остановки добычных работ на период реконструкции карьера невозможно, то для поддержания непрерывности процесса добычи необходимо вести работы одновременно в границах двух и более этапов. При отработке первого этапа (до отм. +20 м) период консервации вскрышных работ оказывался очень небольшим, т.к. для своевременной подготовки рабочей зоны для отработки запасов ниже отм. +20 м необходимо начать работы по разному промежуточного контура практически сразу же после его постановки во временно нерабочее положение. Кроме того, для обеспечения безопасных условий ведения горных работ одновременно в двух рабочих зонах – в границах промежуточного контура и в полосе разнеса, возникла необходимость в расширении предохранительных берм временно нерабочего борта, с целью улавливания горной массы, падающей при ведении буровзрывных работ на верхних горизонтах. Расширение предохранительных берм повлекло за собой выполаживание угла временно нерабочего борта по отношению борту на предельном контуре. В связи с вышесказанным были рассмотрены два следующих варианта промежуточных контуров карьера:

- первый промежуточный контур с абсолютной отметкой дна минус 60 м;
- второй промежуточный контур абсолютной отметкой дна минус 150 м.

Глубина карьера в первом промежуточном контуре составляет 310 м (абс.отм. дна минус 60 м).

Капитальные траншеи имеют встречное направление, с точкой примыкания нагор. +175 м, ниже которого вскрытие осуществляется одним транспортным съездом со спиральной формой трассы. Уклоны транспортных съездов составляют 80% ширина съездов 30 м. Наклонные участки транспортных съездов разделены горизонтальными площадками смягчения длиной 50 метров, расположенными не реже, чем через каждые 600 м длины съезда.

Глубина карьера во втором промежуточном контуре составляет 400 м (абс.отм. дна минус 150 м). Учитывая, что угол временно нерабочего борта меньше, чем борта на предельном

контуре, при отстройке второго промежуточного контура часть временного нерабочего борта (выше гор. +30 м) совпала с бортом на предельном контуре. Ниже гор. +30 м, во вмещающих породах угол откоса нерабочих уступов составляет 75-80 градусов, в предельном положении уступы страиваются до максимальной высоты 45 метров с формированием горизонтальных предохранительных берм шириной 20-25 м.

Схема поэтапной отработки карьера приведена на рисунке 3.

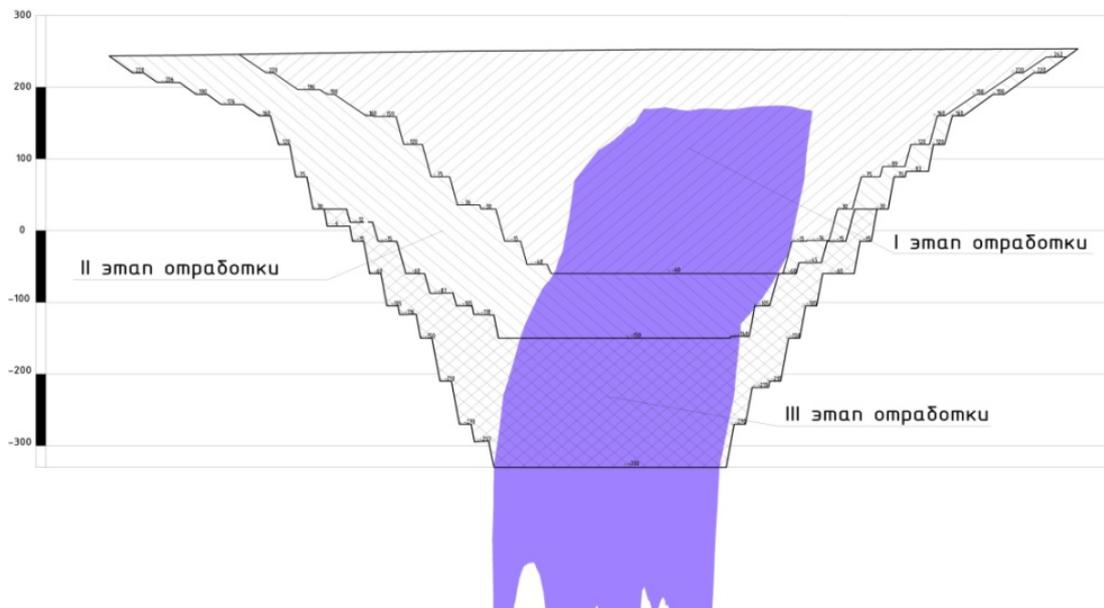


Рисунок 3. Схема поэтапной отработки карьера

Таким образом, установлена целесообразность вскрытия карьера "Ботуобинский" двумя типами автомобильных съездов. В верхней части карьер вскрывается автомобильными съездами, а в нижней - крутонаклонными транспортными съездами.

Также доказана эффективность поэтапной отработки трубки «Ботуобинская» с выделением промежуточных контуров карьера. При этом целесообразно выделить три этапа отработки:

- работа в границах первого промежуточного контура;
- работа в границах второго промежуточного контура;
- доработка карьера до проектных границ.

Для дальнейшего установления рационального направления и порядка формирования рабочей зоны в границах этапов необходимо провести горно-геометрический анализ.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках проекта № 2010-218-01-001 «Создание комплексной экологически безопасной инновационной технологии добычи и переработки алмазоносных руд в условиях Крайнего Севера», выполняемого с участием АК «АЛРОСА» (ОАО) и ФГАОУ ВПО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К.Аммосова».*

#### Список литературы

1. Точилин В.И. «Энерго- и ресурсосберегающие технологии разработки малых кимберлитовых трубок»// Проблемы и пути эффективной отработки алмазоносных месторождений: Международная научно-практическая конференция: сборник докладов. – Новосибирск: Наука, 2011. – 584 с. (с. 559-563).