

УДК 622.34: 622.270

Е.Д. Иванов

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧИХ ЗОН
КАРЬЕРОВ НА ЭТАПАХ ИХ РАЗВИТИЯ
ПРИ РАЗРАБОТКЕ СБЛИЖЕННЫХ
КИМБЕРЛИТОВЫХ ТРУБОК**

Рассмотрены вопросы, связанные с технологическими особенностями формирования рабочих зон соседних карьеров на этапах их развития при разработке сближенных кимберлитовых трубок.

Ключевые слова: этапная разработка, сближенные кимберлитовые трубки.

Как известно коренные месторождения алмазов, зачастую, представлены группой трубок взрыва. При этом могут быть ситуации, когда несколько рудных тел находятся относительно близко друг от друга, т.е. являются сближенными [1].

Под сближенными кимберлитовыми трубками мы понимаем такое их расположение, когда на начальном этапе их разработка ведется самостоятельными карьерами (участками), имеющими независимые друг от друга схемы вскрытия рабочих горизонтов и изолированные карьерные пространства. Но затем, по мере понижения горных работ, на определенном этапе происходит объединение карьерных пространств вначале на верхних горизонтах, а затем и на более глубоких. При этом отдельные схемы вскрытия по каждому карьере трансформируются в единую систему вскрывающих выработок.

К таким месторождениям можно отнести месторождение алмазов имени М.В. Ломоносова, в состав которого числе прочих входят несколько сближенных кимберлитовых трубок. Это трубки Архангельская, Карпинского-1 и Карпинского-2 [2].

Одной из особенностей отработки таких сближенных кимберлитовых трубок является наличие участка совмещения карьерных пространств, объем вскрышных пород которого, в принципе, относятся как к одному, так и к другому карьере. Управляя распределением этого объема можно влиять на режим горных работ и главные параметры соседних карьеров [3]. Которые, в свою очередь, как и распределение этого объема, зависят от параметров рабочих зон на этапах развития этих карьеров.

Как известно, при определении предельной глубины карьера точки, задающие положение нерабочих бортов, находятся исходя из размеров карьера по поверхности, которые зависят от угла откоса рабочего борта на этапе начала погашения горных работ. Чем дальше удалены эти точки друг от друга, тем на большей глубине происходит пересечение проектных линий, ограничивающих предельный контур карьера (рис. 1).

На рисунке изображено два конечных контура карьера (1, 2). В обоих случаях размер карьера по поверхности определялся исходя из параметров этапа, при отработке которого достигается предельное значе-

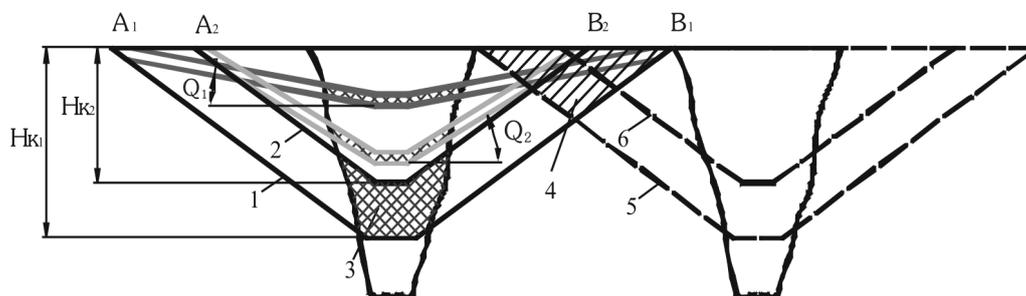


Рис. 1. Схема определения предельной глубины карьера: 1, 2 – конечный контур первоочередного карьера, при пологих (α_1) и крутых (α_2) углах рабочих бортов соответственно; 3 – запасы полезного ископаемого, дополнительно вовлекаемые в разработку при пологих углах откоса рабочих бортов на этапе; 4 – участок совмещения карьерных пространств; 5, 6 – конечный контур карьера второй трубки при α_1 и α_2 соответственно; A_1B_1 , A_2B_2 – размер карьера по поверхности при α_1 и α_2 соответственно; H_{K1} , H_{K2} – предельная (проектная) глубина первоочередного карьера при α_1 и α_2 соответственно

ние текущего коэффициента вскрыши. Но в первом случае угол откоса рабочего борта имеет меньшее значение, нежели во втором ($\alpha_1 < \alpha_2$). Следовательно достигаются большие размеры карьера по поверхности ($A_1B_1 > A_2B_2$) и соответственно большая предельная глубина карьера ($H_{K1} > H_{K2}$). Как видно из рисунка, в случае с более крутым углом откоса борта этапа, в разработку вовлекается значительно меньшие запасы полезного ископаемого. При этом основной объем горных работ реализуется в заключительный

период существования карьера, а график режима горных работ имеет возрастающий вид (I, рис. 2). При пологих углах наоборот основной объем горных работ приходится на первые этапы разработки карьера, а график режима горных работ, после непродолжительного роста имеет убывающий вид (II, рис. 2).

Однако большой объем горностроительных работ снижает инвестиционную привлекательность таких проектов, что особо актуально при разработке месторождений алмазов, представленных сближенными кимберлитовыми трубками. Так как на практике сначала в эксплуатацию вводят один карьер, разрабатывающий более «богатую» залежь, а затем на определенном этапе вводят соседний карьер, разрабатывающий менее «богатую» залежь. Это позволяет распределить во времени капиталовложения, требуемые на вскрытие всего месторождения, а также при строительстве второго карьера использовать средства,

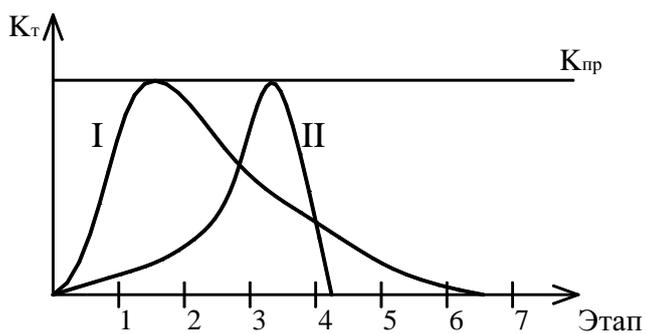


Рис. 2. Графики режима горных работ: I, II – для варианта с пологим и крутыми углами откоса рабочих бортов карьера соответственно; $k_{пр}$ – предельный коэффициент вскрыши

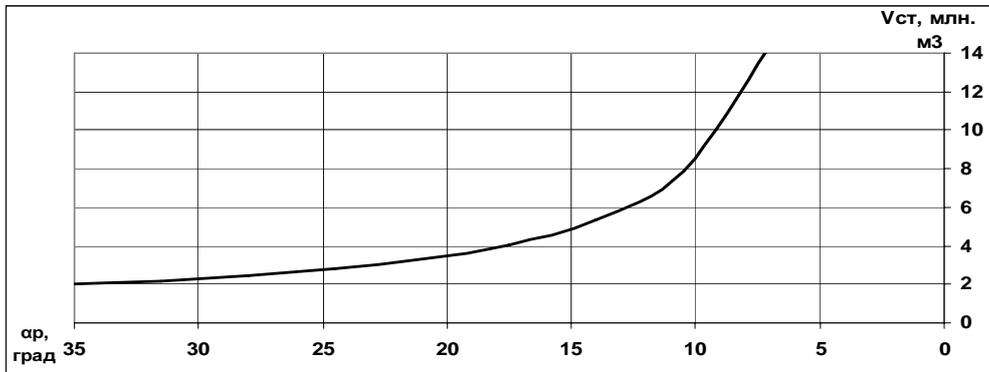


Рис. 3. График изменения объема горностроительных работ, в зависимости от угла откоса рабочего борта карьера

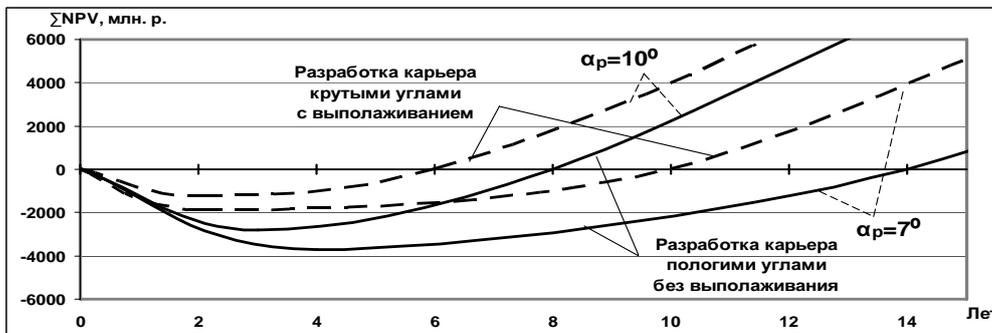


Рис. 4. Срок окупаемости проекта с учетом дисконтирования; α_p - угол откоса рабочего борта карьера на этапе начала погашения горных работ

полученные от разработки первоочередного карьера. Однако в начальный период его разработки остается проблема относительно большой «нагрузки» на первоочередной карьер, что обусловлено формированием его рабочей зоны пологими углами (рис. 3).

В ходе наших исследований было установлено, что решить данную проблему можно, если после отработки первого этапа с крутыми бортами вести их выполаживание вплоть до этапа начала погашения горных работ. При этом в разработку вовлекаются запасы полезного ископаемого соизмеримые по объему с запасами при

отработке карьера с пологими рабочими бортами. Срок окупаемости таких проектов сопоставим со сроком окупаемости проектов отработки карьера крутыми рабочими бортами (рис. 4).

Как видно из рисунка, используя данный подход, срок окупаемости проекта можно сократить с 14 лет для варианта, когда разработка ведется изначально пологими углами ($\alpha_p = 7^\circ$) до 10 лет. При этом на сегодняшний день проект считается инвестиционно привлекательным, если срок окупаемости капиталовложений составляет порядка 4 - 6 лет. Данный срок окупаемости дос-

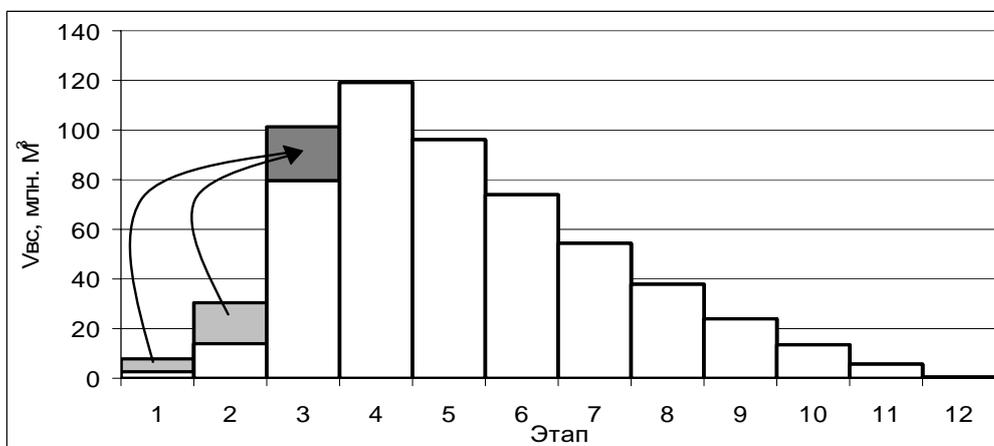


Рис. 5. График изменения объемов вскрышных работ на этапах развития первоочередного карьера

тигается при выполаживании угла откоса рабочего борта первоочередного карьера до $\alpha_p = 10^\circ$.

Что касается режима горных работ, то изменения, обусловленные меняющимися параметрами рабочей зоны, будут наблюдаться только до этапа начала погашения горных работ (4 этап, рис. 5).

Необходимо отметить, что с технологической точки зрения выполаживание крутого угла откоса рабочего борта позволяет вести горные работы в более комфортных (не стесненных) условиях, так как одним из методов управления этим углом является увеличение ширины рабочих и транспортных площадок и берм безопасности. При этом шаг выполаживания зависит от мощности каждого этапа и, следовательно, достаточно велик, достигая $5^\circ - 10^\circ$ на каждые 50 метров глубины.

Для второго карьера, который вводят в эксплуатацию с некоторым отставанием от первоочередного карьера все выше сказанное также актуально. Однако использовании в

начальный период его разработки крутых углов откоса борта карьера не столь значимо, как для первоочередного карьера, так как финансирование строительства второго карьера возможно за счет прибыли получаемой от опережающей разработки соседней залежи.

Подытоживая сказанное надо отметить, что использование крутого рабочего борта при разработке первоочередного карьера, с последующим его выполаживанием, помимо вовлечения в разработку значительных объемов полезного ископаемого с сохранением инвестиционной привлекательности проекта, позволяет ускорить отработку объема вскрышных пород, сосредоточенных в границах участка совмещения контуров соседних карьеров. Это позволяет в начальный период разработки второго карьера снизить значения среднего и текущих коэффициентов вскрыши, что значительно повышает рентабельность его отработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коваленко В.С., Иванов Е.Д. Управление режимом горных работ при отработке сближенных кимберлитовых трубок. // Вестник АГТУ – Архангельск: АГТУ, 2008. – С. 78-83.
2. Иванов Е.Д., Коваленко В.С., Ивко В.Р. Исследование режима горных работ и главных параметров карьеров при отработке сближенных кимберлитовых трубок месторождения алмазов имени М.В. Ломоносова. // Сборник научных трудов – выпуск 83. Архангельск: С(А)ФУ, 2010. – С. 216 – 221.
3. Иванов Е.Д., Коваленко В.С. Управление режимом горных работ и главными параметрами карьера при отработке сближенных кимберлитовых трубок месторождений алмазов. // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2010. – №5. – С. 224 – 230. **ПЛАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Иванов Е.Д. – аспирант каф. ГО,
Московский государственный горный университет,
Moscow State Mining University, Russia, ud@msmu.ru



РУКОПИСИ, ДЕПОНИРОВАННЫЕ В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ «ГОРНАЯ КНИГА»

ВЕРОЯТНОСТНАЯ МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОДНОКОВШОВОГО ЭКСКАВАТОРА С ПРИМЕНЕНИЕМ ЦЕПЕЙ МАРКОВА

(836/08-11 от 30.05.11) 5 с.

Корюков А.А., аспирант,

Карякин А.Л., доктор технических наук, ст. научный сотрудник, зав. кафедрой,
Уральский государственный горный университет, a.karyakin@ursmu.ru

Рассмотрены вопросы распознавания состояний технических систем на примере идентификации технологических состояний одноковшового экскаватора по выходным координатам системы главных электроприводов. Получено новое решение этой задачи, основанное на комбинации классических методов теории статистических решений и математического аппарата цепей Маркова.

Ключевые слова: идентификация, распознавание образов, цепи Маркова, Марковский процесс, одноковшовые экскаваторы.

Koryukov A.A., Karyakin A.L. THE PROBABILISTIC MODEL OF AN ELECTROMECHANICAL SYSTEM OF A SHOVEL WITH THE IMPLEMENTATION OF MARKOV CHAINS

The article in question considers the problem of engineering system's conditions recognition with the example of shovel's and dragline's technological regime recognition. The procedure is based on the analysis of main drives system variables. A new solution of this problem has been found by combining classical statistical-decision theory methods and Markov's chain mathematical system.

Key words: identification, pattern recognition, Markov chain, Markov process, shovels, draglines, single-bucket excavator.