

УДК 622.271:622.371

Е.Д. Иванов, В.С. Коваленко

**УПРАВЛЕНИЕ РЕЖИМОМ ГОРНЫХ РАБОТ
И ГЛАВНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ КАРЬЕРА
ПРИ ОТРАБОТКЕ СБЛИЖЕННЫХ КИМБЕРЛИТОВЫХ
ТРУБОК МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛМАЗОВ**

Рассмотрены вопросы, связанные с методическими положениями по обоснованию режима горных работ при отработке сближенных кимберлитовых трубок и приведены результаты исследований при различном порядке отработки отдельных трубок.

Ключевые слова: сближенные кимберлитовые трубки, режим горных работ, главные параметры карьера.

Семинар № 17

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 (рис. 1). 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.

Особенность отработки таких сближенных трубок 1, 2 заключается в том, что объем горной массы, сосредоточенный на участке совмещения карьерных пространств 3, в принципе, относится как к одному 4, так и к другому карьере 5. Этот объем представлен обычно вскрышными

породами. В зависимости от влияния различных факторов возможны несколько вариантов отработки этого объема.

Так, возможен вариант, когда сначала до проектной глубины отработывают одну из трубок, имеющую более высокое содержание алмазов («богатая» трубка), а затем вводят в эксплуатацию соседнюю трубку с меньшим содержанием («бедная» трубка). При этом объем горных работ, заключенный в границах участка совмещения 3, полностью отработывается первоочередным карьером. Это приводит к тому, что улучшаются горнотехнические условия разработки второй трубки за счет снижения среднего коэффициента вскрыши и на определенных этапах разработки текущего коэффициента вскрыши.

Зачастую на практике горные работы на сближенных трубках ведутся параллельно в определенной последовательности. Сначала вовлекают в разработку наиболее «богатую» трубку, а затем на определенном этапе развития горных работ вводят в эксплуатацию соседний карьер в грани-

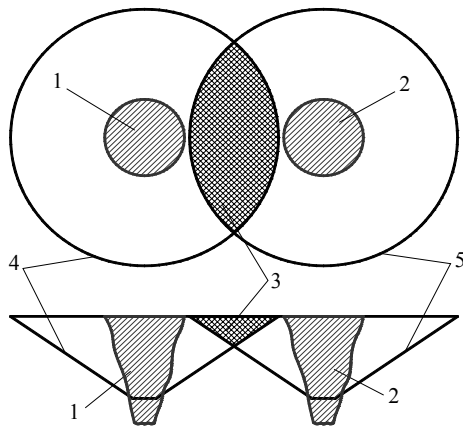


Рис. 1. Схема конечных контуров карьеров при отработке сближенных кимберлитовых трубок: 1, 2 – рудные тела (кимберлитовые трубки); 3 – участок совмещения карьерных пространств; 4 – контур первого карьера; 5 – контур второго карьера

цах отработки «бедной» трубки. В этом случае участок совмещения может быть отработан частично первым карьером и частично вторым. В зависимости от распределения этого объема между этими карьерами будет изменяться горнотехническая обстановка в каждом из них.

В обоих рассмотренных вариантах последовательности отработки сближенных трубок распределение объема горных работ на участке совмещения оказывает непосредственное влияние на режим горных работ и календарный график их выполнения как по отдельным карьерам, так и по горнодобывающему предприятию в целом. Это подтверждают результаты наших исследований режима горных работ на примере двух сближенных кимберлитовых трубок с одинаковыми геометрическими параметрами и расстоянием между ними 1150 м.

Так, на рис. 2 показан график режима горных работ при последовательной отработке соседних трубок.

График имеет весьма сложный вид, выделяются дважды зоны резкого возрастания и снижения текущего коэффициента вскрыши, причем этот рост и снижение достигает пяти-семикратного значения – для первой трубки с 2,34 до 16,38 м³/м³ и с 16,38 до 5,51 м³/м³; для второй с 2,34 до 15,02 м³/м³ и с 15,02 до 5,51 м³/м³. Следует отметить при этом, что максимальное значение текущего коэффициента вскрыши для второй трубки, даже несмотря на полную отработку объема вскрышных пород на участке совмещения, уменьшилось незначительно, порядка на 8-10% (16,38 до 15,02 м³/м³).

При одновременном вводе в эксплуатацию двух соседних трубок участок совмещения обрабатывается совместно в один и тот же момент времени. Графики режима горных работ по отдельным карьерам как бы накладываются друг на друга, при этом текущий коэффициент вскрыши по предприятию в целом будет определяться как средневзвешенная величина. На рис. 3 представлен сводный график режима горных работ по предприятию. Он выполаживается и имеет одно пиковое значение текущего коэффициента вскрыши равное 15,34 м³/м³.

Сравнительный анализ вышеприведенных режимов горных работ для двух граничных вариантов отработки сближенных трубок (один вариант – последовательная отработка, другой вариант – одновременная) показывает их существенное отличие в характере и динамике изменения текущего коэффициента вскрыши по этапам, и соответственно, во времени. Это дает нам основание заключить, что при отработке сближенных кимберлитовых трубок имеются весьма большие возможности в регулировании режима горных работ по предприятию в целом.

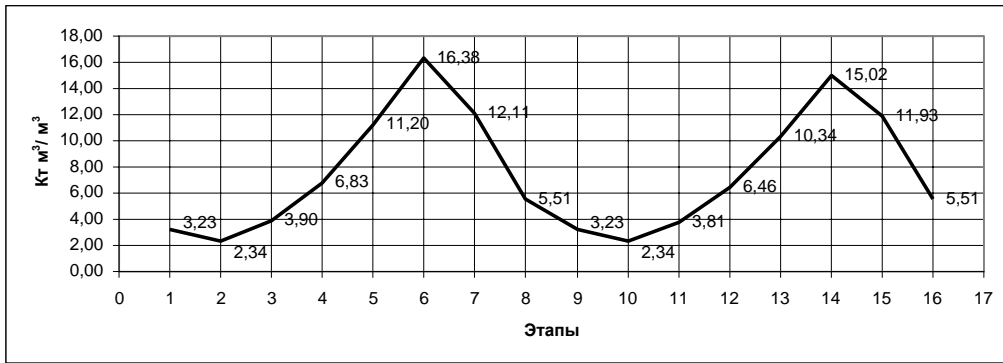


Рис. 2. График изменения текущего коэффициента вскрыши при последовательной обработке сближенных кимберлитовых трубок

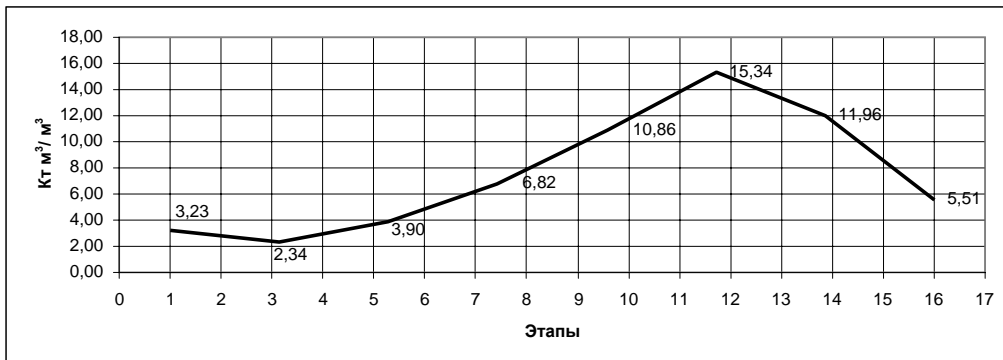


Рис. 3. График изменения текущего коэффициента вскрыши при одновременной обработке сближенных кимберлитовых трубок

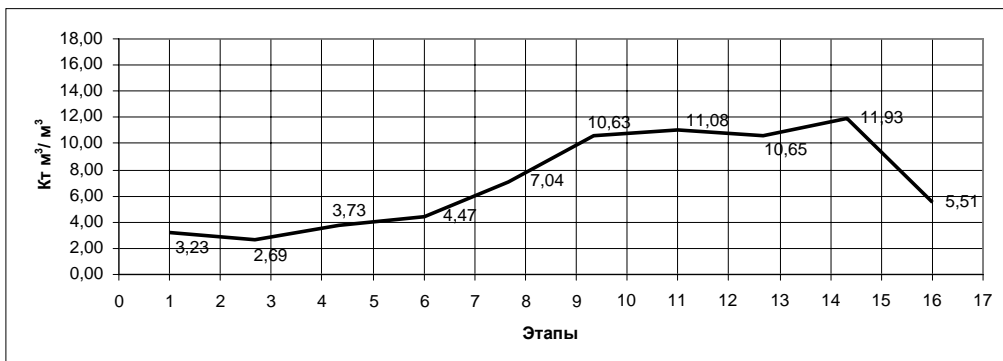


Рис. 4. График изменения текущего коэффициента вскрыши при вводе второго карьера на третьем этапе обработки первого карьера

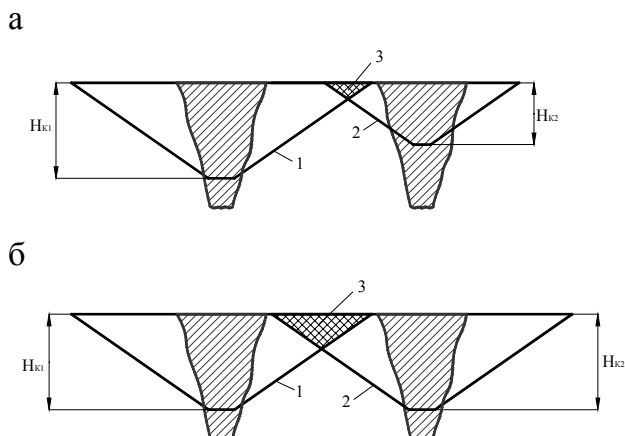


Рис. 5. Схема влияния глубины карьеров на размер участка совмещения: а – при различной глубине карьеров; б – при одинаковой глубине карьеров; 1 – конечный контур карьера первой трубки; 2 – конечный контур карьера второй трубки; 3 – возможные участки совмещения карьерных пространств; $H_{к1}$, $H_{к2}$ – предельная (проектная) глубина для карьеров первой и второй трубки соответственно

С позиции теории режима горных работ следует стремиться к таким организационным и технологическим решениям, при которых достигается равномерное распределение объема вскрышных и добычных работ на относительно длительном этапе эксплуатации карьера.

В нашем случае достичь этого возможно за счет правильного выбора последовательности ввода карьеров в эксплуатацию. Подтверждением сказанного является график режима горных работ по предприятию в целом при различном времени ввода в эксплуатацию отдельных соседних карьеров, представленный на рис. 4.

Так, проведенными исследованиями установлено, что рациональным с позиции стабильности текущего коэффициента вскрыши и минимизации его значения для нашего примера является вариант, когда второй карьер вводится в эксплуатацию по достижении первым карьером примерно одной трети его предельной глубины (в

нашем примере это 150 м при предельной глубине 450 м). При таком совмещении режим горных работ по предприятию в целом складывается из режимов каждого из отдельных карьеров, взаимно компенсируя и выравнивая максимальные и минимальные значения, что позволяет стабилизировать текущий коэффициент вскрыши на протяжении разработки нескольких (до 4-6) этапов.

График режима горных работ значительно выглаживается по сравнению с предыдущими вариантами, а максимальное значение текущего коэффициента вскрыши уменьшается примерно на 22-27% . Это

положительно скажется на эффективности инвестиций и разработки месторождения в целом.

Помимо вышеприведенных вариантов, могут быть ситуации, когда отдельная разработка «бедной» трубки мало рентабельна или не рентабельна вовсе. В таких случаях рентабельность может быть повышена за счет уменьшения объема вскрышных пород в границах ее отработки. Это достигается в случаях, когда весь объем горной массы на участке совмещения или большая его часть выполняется при развитии горных работ в границах первоочередного карьера, разрабатывающего более «богатую» трубку. Соответственно в границах второй, более «бедной» трубки, уменьшается средний, а также текущий коэффициент вскрыши на определенных этапах разработки, изменяются кондиции полезного ископаемого и увеличивается предельная глубина карьера, вовлекая в разработку дополнительные запасы полезного ископаемого.

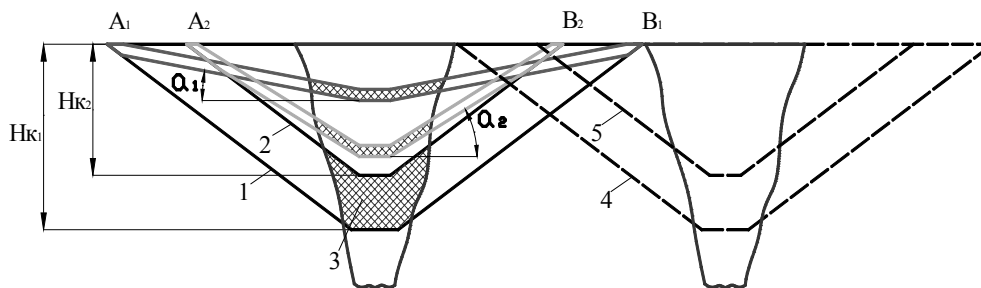


Рис. 6. Схема определения предельной глубины карьера: 1, 2 – конечный контур первоочередного карьера, при пологих (α_1) и крутых (α_2) углах рабочих бортов соответственно; 3 – запасы полезного ископаемого, дополнительно вовлекаемые в разработку при пологих углах откоса рабочих бортов на этапе; 4, 5 – 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

Рис. 5 наглядно демонстрирует зависимость размера участка совмещения от глубины карьера, чем больше глубина каждого из карьеров при одном и том же расстоянии между трубками, тем больше участок совмещения и тем большего эффекта можно достичь, управляя режимом горных работ. При одинаковой предельной (проектной) глубине обоих карьеров в 540 м объем, заключенный в границах участка совмещения, составит порядка 33,3 млн. м³. В случае отработки карьера второй трубки до глубины 450 м этот объем уменьшается примерно на 17 млн. м³, т.е. в поролвину.

Как известно, при определении предельной глубины карьера точки, задающие положение нерабочих бортов карьера, 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.

На рис. 6 изображено два конечных контура карьера 1, 2. В обоих

случаях размер карьера по поверхности определялся исходя из параметров этапа, при отработке которого достигается предельное значение текущего коэффициента вскрыши. Но в первом случае угол откоса рабочего борта имеет меньшее значение, нежели во втором ($\alpha_1 < \alpha_2$). Следовательно достигается большие размеры карьера по поверхности ($A_1B_1 > A_2B_2$) и соответственно большая предельная глубина карьера ($H_{K1} > H_{K2}$).

Однако в таких условиях, несмотря на вовлечение в разработку дополнительных запасов полезного ископаемого 3, требуется выполнение большего объема горных работ, как в период строительства карьера, так и на первых этапах его эксплуатации. Это соответственно влечет увеличение объема инвестиций и срока окупаемости проекта.

В отличие от этого варианта на сегодняшний день широко распространена практика увеличения угла рабочего борта на начальных этапах разработки в целях уменьшения объема горнокапитальных работ, максимально быстрого получения прибыли и окупаемости инвестиций. С другой

стороны, как было отмечено выше, такой технологический прием может привести к уменьшению предельной (проектной) глубины карьера и соответственно объема вовлекаемых в открытую разработку запасов полезного ископаемого.

Из приведенных результатов исследований следует, что вопросы управления режимом горных работ и

главными параметрами карьера при отработке сближенных кимберлитовых трубок следует рассматривать с учетом их взаимовлияния и с целью достижения максимальной эффективности инвестиций и разработки запасов полезного ископаемого в границах как отдельных карьеров, так и месторождения в целом.

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. Арсентьев А.И., Холодняков Г.А. Проектирование горных работ при откры-

той разработке месторождений. – М.: Недра, 1994.

3. Трубецкой К.Н., Краснянский Г.Л., Хронин В.В., Коваленко В.С. Проектирование карьеров. – М.: Высшая школа, 2009.

ГИАБ

Коротко об авторах

Иванов Е.Д. – аспирант,
Коваленко В.С. – профессор, доктор технических наук,
Московский государственный горный университет,
Moscow State Mining University, Russia, ud@msmu.ru



ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
ЧИТИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
ГЛОТОВ Валерий Васильевич	Основание параметров горнотехнических систем при комплексном освоении территориально рассредоточенных жильных месторождений	25.00.21	д.т.н.