

## НОВЫЙ ВАРИАНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СОРАЗМЕРНОГО РАЗВИТИЯ ГОРНЫХ РАБОТ В ГЛУБОКИХ КАРЬЕРАХ

*Б.Р. Ракишев, С.К. Молдабаев, Казахский национальный технический университет  
имени К.И. Сатпаева, Республика Казахстан*

Предложенный метод построения контуров рабочих бортов в динамике развития горных работ в глубину состоит в нахождении базисных и опорных точек, обеспечивающих оптимальную ориентацию блоков-панелей в пределах карьерного поля на определенном этапе отработки. Доказано, что максимальные постоянные вскрытые запасы обеспечиваются при отработке нижнего добычного уступа как поперечными, так и продольными заходками в зависимости от значения ширины панели на каждом горизонте.

Анализ современной практики работы глубоких карьеров, ряда проектов и ТЭО последнего времени в области горно-металлургического и топливно-энергетического комплексов показывают, что в них недостаточное внимание уделяется проблеме обеспеченности вскрытыми запасами полезного ископаемого, они не всегда соответствуют установленной производственной мощности предприятия. Обычно гарантированное выполнение заданных объемов добычи полезного ископаемого при проектировании и планировании предусматривается за счет завышения текущих объемов вскрыши относительно требуемых значений, в других случаях – резким снижением минимальной ширины рабочих площадок [1-3].

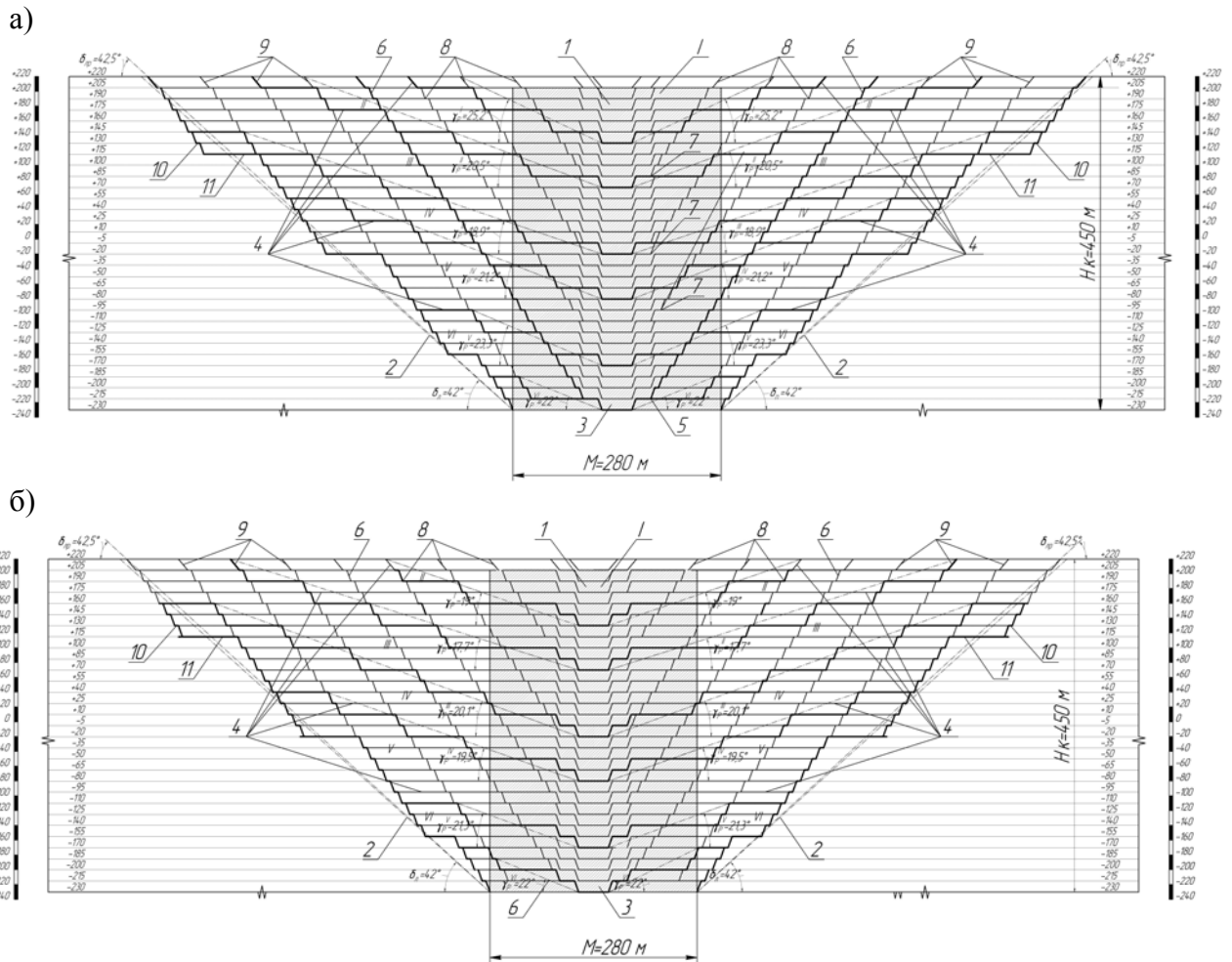
В результате такого подхода на практике нарушается соразмерное развитие горных работ в рабочей зоне. К примеру, минимальная ширина рабочей площадки при применении экскаваторно-автомобильно-отвальных комплексов на уступах высотой 15 м, ширине блока-панели 24 м принимается равной 46 м. Эти показатели при отработке панелей с применением продольных заходок 14 в рабочей зоне 15 большой высоты не позволяют организовать одновременную отработку всех уступов (см. рисунок 1). В результате затрудняется интенсивное ведение горных работ на нижних горизонтах глубоких карьеров; на многих из них наблюдается невыполнение плановых текущих объемов вскрышных работ, приводящее к их отставанию и ограничивающее создание требуемых вскрытых запасов руды 16. От наличия в минимальном, но достаточном объеме этих запасов зависит систематическое поддержание в реальных условиях принятой в проекте производственной мощности по полезному ископаемому.

Для подтверждения этого тезиса рассмотрена углубочная система разработки с одно- и двух-бортовым развитием горных работ. В период эксплуатации карьера конструкция рабочего борта по предлагаемому способу двухступенной отработки панелей с изменяющимся уровнем рабочих площадок должна обеспечить достаточные объемы вскрытых запасов руды на каждом горизонте [4]. При однобортовой углубочной подсистеме разработки соблюдение этого условия при применении данного способа ведения горных работ на вскрышных и добычных работах не вызовет особых затруднений. Разрезные траншеи на каждом горизонте проходятся от стационарного борта карьера в подошве рудной залежи, после которой в рабочей зоне нет необходимости оставлять транспортную берму.

Для реализации предлагаемого способа ведения горных работ и увеличения вскрытых запасов руды создан метод оптимизации положения рабочей зоны по этапам отработки, обеспечивающий пропорциональное развитие горных работ между смежными уступами в вскрышной и добычной зонах.

Порядок и последовательность построения контуров обоих рабочих бортов в динамике развития в глубину горных работ следующий (рисунок 1):

- 1) На каждом горизонте определяют по известным методам положение разрезной траншеи 3 и отстраивают его контуры до конечной глубины;
- 2) От верхних бровок нижней разрезной траншеи откладывают транспортные бермы и получают базисные точки 5, от которых с оставлением на каждом горизонте предохранительных берм до дневной поверхности отстраивают базисные контуры 6;



1 – залежь полезного ископаемого; 2 – линии откоса бортов карьера в предельном положении; 3 – контур разрезной траншеи; 4 -положения рабочих бортов по этапам отработки; 5 - базисная точка привязки; 6 – базисный контур; 7 – опорная точка привязки; 8 – опорный блок; 9 – опорные контуры; 10 – контуры этапов отработки; 11 – бермы безопасности; I, II, III, IV, V, VI – этапы отработки

Рисунок 1 – К методу оптимизации положения рабочей зоны по этапам отработки с контурами рабочих бортов по обеспечению постоянных (а) и переменных (б) вскрытых запасов руды

3) Определяют ширину блоков-панелей, при которой будет выдержана требуемая интенсивность ведения горных работ при реализации двухступенной их отработки. Их назовем опорными блоками 8, а нижние бровки нижних опорных блоков со стороны разрезной траншеи будем считать опорными точками привязки 7;

4) С обеих сторон базисных контуров, если есть свободное пространство, снизу вверх до дневной поверхности отстраивают поперечные контуры опорных блоков 9;

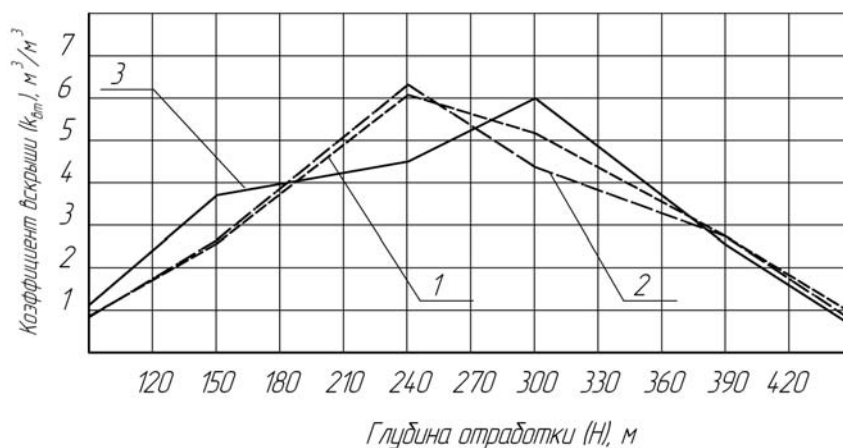
5) На каждом горизонте от верхних бровок разрезной траншеи аналогично п. 2 снизу вверх откладывают транспортные бермы и отстраивают до базисного контура переменные панели по руде. Их ширина в каждом последующем горизонте будет увеличиваться. После достижения панелью ширины опорной панели 8 и ее выдерживания на следующем горизонте начинают откладывать контуры опорных панелей. При этом нижние бровки нижних опорных блоков также считаются опорными точками привязки 7, от которых формируются опорные контуры 9;

6) Продолжают построения к прилегающим к разрезным траншеям зонам до появления новых опорных точек и контуров с выдерживанием описанного в п. 5 принципа очередности отработки панелей сверху вниз;

7) Построения опорных и переменных панелей от базисного контура до предельных контуров карьера выполняют с учетом оставления в бортах погашения только предохранительных берм. Через определенное количество опорных блоков оставляют бермы безопасности 11, равные ширине опорных блоков в верхней части карьера. В нижней части ее величина ограничивается горизонтальной мощностью рудной залежи. Транспортные бермы оставляют только в торцах карьера.

В работе выполнены исследования путем сопоставления вариантов по построению контуров этапов отработки с обеспечением постоянных и переменных вскрытых запасов руды по предлагаемой технологии отработки панелей с традиционной технологией на примере модели Алтынтауского золоторудного месторождения. Постоянные вскрытые запасы руды на рисунке 1а обеспечиваются отстройкой рабочего борта в добычной зоне после разрезных траншей с включением помимо транспортной бермы опорной или переменной панели, тогда как на рисунке 1б последние отсутствуют.

Анализ результатов расчета показывает, что по изменению значений текущего коэффициента вскрыши (рисунок 2) сложно отдать предпочтение исследуемым вариантам. Если с обеспечением переменных вскрытых запасов руды (кривая 3) его пиковое значение отодвигается на более глубокие горизонты, то в начале они наибольшие. Наибольший перенос пиковых объемов вскрыши на более поздние сроки обеспечит предлагаемая технология ведения горных работ с изменяющимися объемами вскрытых запасов руды. Традиционная и предлагаемая технологии с постоянными вскрытыми запасами руды практически равнозначны.



1, 2, 3 -графики изменения коэффициента вскрыши соответственно по традиционной и предлагаемой технологиям с обеспечением постоянных и переменных вскрытых запасов руды

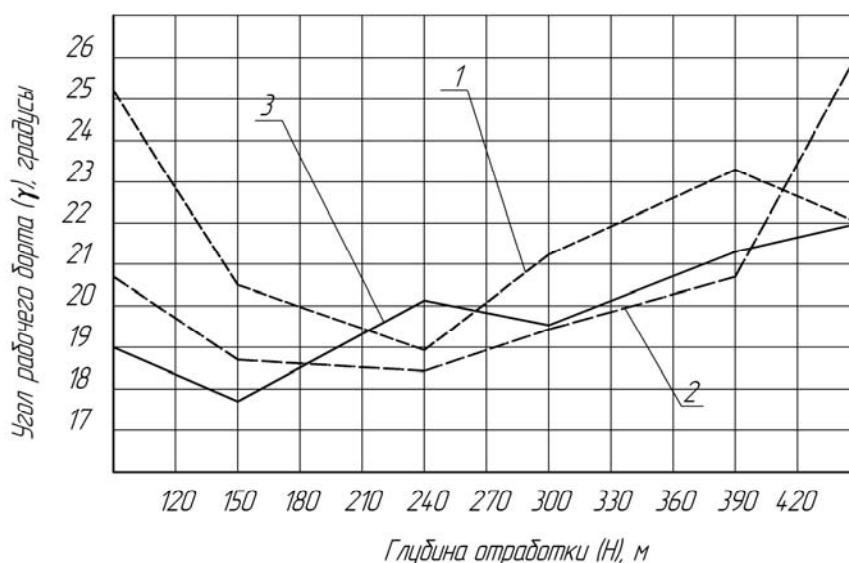
Рисунок 2 - К обоснованию варианта ведения горных работ по режиму горных работ

Изменение углов откоса рабочего борта приведено в таблице 1 и на рисунке 3. Анализ графика на рисунке 3 показывает, что угол откоса от наименьшего к наибольшему значению с глубиной изменяется по предлагаемому варианту с переменными вскрытыми запасами руды.

Влияние ширины блоков-панелей на эффективность формирования рабочей зоны требует отдельных исследований. Как количество одновременно обрабатываемых добычных уступов, переменная величина ширины панелей на каждом горизонте зависит от горизонтальной мощности рудной залежи. Ширина блоков-панелей, обрабатываемых с применением поперечных заходок, определяется с учетом длины фронта работ, высоты подступов, количества и производительности экскаваторно-автомобильных комплексов. Поэтому ее значение зависит от интенсивности развития горных работ.

Таблица 1 – Изменение углов откоса рабочего борта по этапам отработки в градусах

Технология отработки панелей	Горизонт этапа отработки, м					
	+130	+170	-20	-80	-170	-230
	Глубина этапа отработки, м					
	90	150	240	300	390	450
Традиционная продольными заходками	20,7	18,7	18,4	19,4	20,7	23,8
Предлагаемая двухподступная поперечными заходками:						
- с постоянными вскрытыми запасами руды	25,2	20,25	18,9	21,2	23,3	22
- с переменными вскрытыми запасами руды	19	17,7	20,1	19,5	21,3	22



1 – по традиционной технологии; 2, 3 – соответственно по предлагаемой технологии с обеспечением постоянных и переменных вскрытых запасов руды

Рисунок 3 - График зависимости угла откоса рабочего борта от глубины отработки

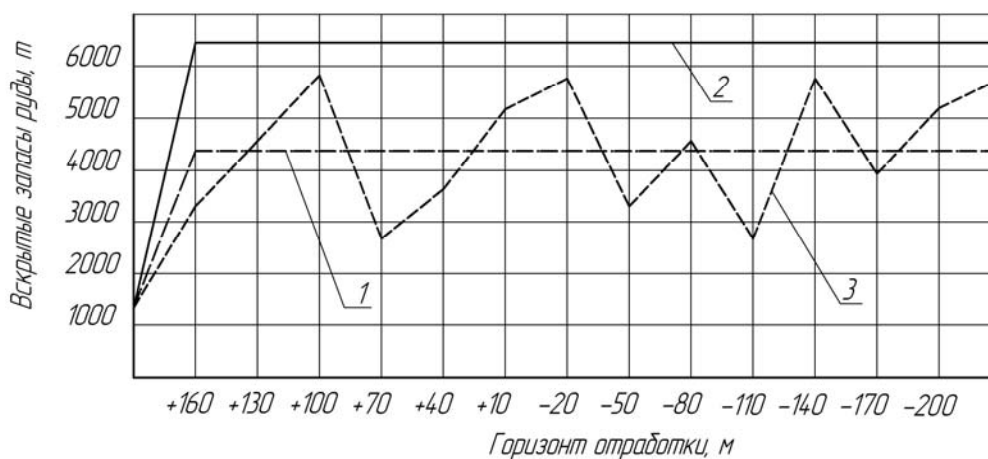
Движение текущих вскрытых запасов руды по исследуемым вариантам развития горных работ приведено в таблице 2.

Таблица 2 – Движение текущих вскрытых запасов руды по вариантам развития горных работ

Номер по порядку	Горизонт отработки, м	Вскрытые запасы руды, тыс. т			Разница во вскрытых запасах в зависимости от конструкции рабочих бортов по предлагаемой технологии ведения горных работ относительно традиционной, тыс. т	
		традиционная технология	предлагаемая технология		постоянные вскрытые запасы	переменные вскрытые запасы
			постоянные вскрытые запасы	переменные вскрытые запасы		
1	+190	1354,5	1354,5	1354,5	0	0
2	+160	4378,5	6457,5	3307,5	+1993,5	-1071
3	+130	4378,5	6457,5	4567,5	+1993,5	+189
4	+100	4378,5	6457,5	5827,5	+1993,5	+1449
5	+70	4378,5	6457,5	2677,5	+1993,5	-1701

6	+40	4378,5	6457,5	3937,5	+1993,5	-441
7	+10	4378,5	6457,5	5197,5	+1993,5	+819
8	-20	4378,5	6457,5	5764,5	+1993,5	+1386
9	-50	4378,5	6457,5	3307,5	+1993,5	-1071
10	-80	4378,5	6457,5	4567,5	+1993,5	+189
11	-110	4378,5	6457,5	2677,5	+1993,5	-1701
12	-140	4378,5	6457,5	5764,5	+1993,5	+1386
13	-170	4378,5	6457,5	3937,5	+1993,5	-441
14	-200	4378,5	6457,5	5197,5	+1993,5	+819
15	-230	4378,5	6457,5	5764,5	+1993,5	+1386
Итого без гор. +190 м		61299	90405	62496		
Среднее значение		4378,5	6457,5	4464,0		
В %-ах средние значения		100	147,7	102,0		
Разница в %-ах по отношению к традиционной технологии		0	+47,5	+2,0		

Анализ результатов расчета показывает (рисунок 4), что наибольшие вскрытые запасы на каждом горизонте обеспечит предлагаемая технология отработки панелей. По сравнению с традиционной технологией отработки панелей формирование конструкции рабочих зон по предлагаемой технологии с обеспечением постоянных вскрытых запасов руды эффективнее на 47,5%. На каждом горизонте объемы вскрытых запасов руды при двухбортной подсистеме углубочной системы разработки будут увеличены на 1993,5 тыс. т.



1, 2, 3 – ведение горных работ соответственно по традиционной и разработанной технологиям с обеспечением постоянных и переменных вскрытых запасов руды

Рисунок 4 - Влияние технологии ведения горных работ и конструкции рабочих бортов на объемы вскрытых запасов по горизонтам отработки

Установлено, что максимальные постоянные вскрытые запасы на каждом горизонте обеспечиваются при отработке нижнего добычного уступа как поперечными, так и продольными заходка-

ми в зависимости от значения ширины панели на каждом горизонте.

Относительно традиционной технологии отработки панелей продольными заходками вариант с переменными вскрытыми запасами эффективнее только на 2%. Однако по сравнению с традиционной технологией отработки панелей на 6-ти из 14-и горизонтов наблюдается уменьшение объема вскрытых запасов от 441 тыс. т до 1701 тыс. т (меньше на 10,1-38,8%).

Особенность построения контуров обоих рабочих бортов в динамике развития горных работ в глубину по предлагаемому способу ведения горных работ состоит в нахождении базисного и опорных контуров, обеспечивающие оптимальную ориентацию блоков-панелей в пределах карьерного поля на определенном этапе отработки. Для этого принят определенный принцип нахождения базисных и опорных точек. После достижения панелями постоянной ширины, равной ширине опорной панели, и выдерживания этого значения на следующем горизонте начинают отстраивать контуры этих опорных панелей до дневной поверхности. При этом нижняя бровка нижнего опорного блока считается опорной точкой привязки, от которой формируется первый опорный контур и продолжают построения к прилегающим к разрезным траншеям зонам до появления новых опорных точек и контуров с выдерживанием принятого порядка.

Разработанный метод управления движением текущих запасов горных пород в рабочей зоне карьера позволит эффективным образом реализовать инновационный способ ведения горных работ, что при двухбортной подсистеме углубочной системы разработки обеспечит увеличение вскрытых запасов руды на каждом горизонте до 47,5% с уменьшением пиковых объемов выемки вскрыши на 9,6%.

#### Список литературы

1. Ракишев Б.Р. Рабочая зона карьера и ее параметры // Горный журнал. – М., 2003. – №3. – С. 17-21.
2. Rakishev B.R., Moldabaejv S. K. Optimization of placement of the working zone at the inclined coal deposits // 20th International Symposium on Mine Planning and Equipment Selection (MPES 2011), 12-14 October, 2011, Almaty, Republic of Kazakhstan. – P. 279-287.
3. Ракишев Б.Р., Молдабаев С.К., Саменов Г.К., Нургалиева М.С. Конструкция и оптимизация положения вскрышной зоны на угольных разрезах // Вестник КазНТУ. - № 4 (86). – С. 143-149.
4. Молдабаев С.К., Нургалиева М.С. Эффективные способы развития вскрышной зоны с применением железнодорожного и автомобильного транспорта // Матер. межд. научн.-практ. конф. в рамках X Сатпаевских чтений. – Екибастуз: ЕИТИ, 2011. – С. 37-42.