

УДК 622.271.04

Е.Б. Ракишев**ИЗМЕНЕНИЕ ТЕКУЩИХ ЗАПАСОВ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ УГЛУБОЧНОЙ СИСТЕМЕ РАЗРАБОТКИ**Семинар № 16

По степени доступности горных пород для извлечения из массива, как известно из горно-технической литературы [1-3], различают подготовленные, вскрытые и готовые к выемке запасы. В большинстве таких работ в качестве классификационных признаков разделения запасов на категории рассматривается подготовка рабочих горизонтов к эксплуатации с проведением соответствующих дренажных, вскрывающих, горно-подготовительных выработок и других вспомогательных работ. Однако такой подход к оценке запасов не правомерен, так как он характеризует физико-техническое состояние массива пород и представляет совершенно другой этап (уровень) эксплуатации месторождения – период подготовки карьерного поля к разработке. Об этом свидетельствуют тот факт, что в зависимости от времени производства подготовки уступов к работе подготовленные запасы то предшествуют вскрытым запасам, включая его в свой состав [1], то сами входят в состав вскрытых запасов [2]. Указанное разночтение является следствием того, что в плане учета доступности извлечения пород из массива использование понятия «подготовленные запасы», неприемлемо, так как последние в упомянутом смысле не имеют места в карьерном поле.

Таким образом, в рабочей зоне карьера реально существуют лишь вскрытые и готовые к выемке запасы горных пород.

В соответствии с технологией и порядком ведения горных работ под вскрытыми следует понимать запасы горных пород на самом верхнем уступе – очищенные от естественных и искусственных преград, а на последующих (сверху вниз) уступах – освобожденные от пород вышерасположенных уступов, причем для разработки этих уступов должны быть выполнены предусмотренные техническим проектом горно-подготовительные работы.

Вскрытые запасы в пределах рабочей зоны целесообразно определять как сумму запасов составляющих уступов. Вскрытые запасы уступа ограничены: от выработанного пространства откосом и верхней площадкой уступа, снизу – плоскостью основания данного уступа, по флангам – плоскостями, проведенными перпендикулярно к линии фронта работ по концам его длины под углом откоса уступа, а со стороны массива – плоскостью, проведенной от подошвы верхнего уступа за вычетом ширины транспортной бермы под углом откоса уступа (см. рис. 1). Ширина верхней площадки первого уступа и ширина транспортной бермы на ней принимаются такими же, как на нижнем уступе при нормальных условиях

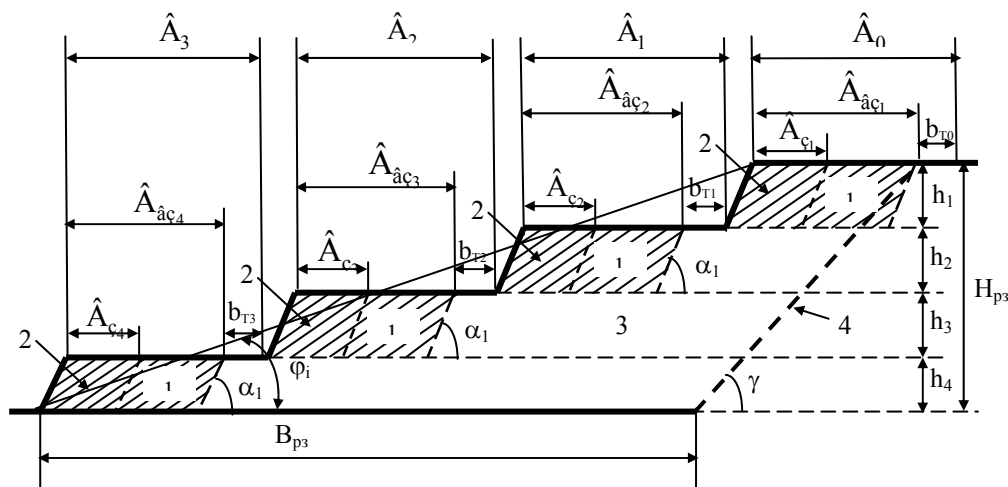


Рис. 1. Поперечный разрез рабочей зоны: 1 – вскрытые запасы уступов; 2 – готовые к выемке запасы уступов в составе вскрытых запасов; 3 – долговременные запасы; 4 – граница долговременных запасов

работы горного и транспортного оборудования.

Под готовыми к выемке следует считать запасы из числа вскрытых, которые готовы к выемке, погрузке и перемещению непосредственно из массива, либо после взрывного или механического рыхления с обязательной прокладкой транспортных коммуникаций. Эти запасы должны находиться в таком состоянии, при котором можно было вести их выемку, погрузку и транспортировку. При этом нет надобности в выделении из этого числа объемов отдельно обуренных и взорванных пород, поскольку речь идет о запасах горных пород в массиве (целике).

Готовые к выемке запасы уступа ограничены от выработанного пространства откосом и верхней площадкой уступа, снизу – плоскостью основания данного уступа, по флангам плоскостями, проведенными перпендикулярно к линии фронта работ по концам его длины под углом откоса уступа, а со стороны массива плоскостью, проведенной от границы заходки по целику под углом откоса уступа (см. рис. 1).

При взрывной подготовке горных пород готовые к выемке запасы в разрыхленном состоянии подразделяются на несколько слоев. Первая экскаваторная заходка, готовая к выемке, обычно состоит из объема отброшенной части развала. Запасы в последующих слоях (заходках) становятся реально готовыми к выемке, погрузке и перемещению лишь после подвода к ним соответствующих транспортных коммуникаций.

При современном уровне использования компьютерной техники вычисление указанных объемов пород в рабочей зоне не представляет трудностей. Однако для анализа текущего и перспективного состояния горных работ в карьере нужно располагать аналитическим аппаратом определения параметров рабочей зоны. В этих целях последнюю по ее длине следует разбить (поперечными разрезами) на несколько (m) характерных элементарных участков длиной l_g и для каждого выделенного g -го участка на его поперечном сечении вычислить интересные величины. Далее в зависимости от характера задачи путем

их усреднения или суммирования можно найти искомые объемы пород в рабочей зоне карьера в целом [4, 5].

В соответствии с изложенным выше вскрытые запасы горных пород на 1 пог. м длины элементарного участка g рабочей зоны определяются по формуле (см. рис. 1):

$$S_{B3} = \sum_{\mu=1}^n (B_{\mu-1} - B_{T(\mu-1)}) h_{\mu} = \sum_{\mu=1}^n B_{B3(\mu-1)} h_{\mu} \quad (1)$$

где $B_{\mu-1}$ - ширина рабочей площадки на $(\mu-1)$ -м уступе; $B_{T(\mu-1)}$ - ширина транспортной (предохранительной) бермы на $(\mu-1)$ -м уступе; $B_{B3(\mu-1)}$ - ширина вскрытых запасов на $(\mu-1)$ -м уступе; μ - номер уступа рабочей зоны; h_{μ} - высота μ -го уступа; n - число рабочих уступов.

Объем вскрытых запасов в рабочей зоне карьера вычисляется как сумма объемов пород ее различных участков, т.е.

$$V_{B3} = \sum_{g=1}^m S_{B3} l_g \quad (2)$$

В целях упрощения записи индекс « g » при S_{B3} и V_{B3} опущен.

В случае определения этих запасов по планам горных работ они вычисляются из выражения:

$$V_{B3} = \sum_{\mu=1}^n (B_{\mu-1} - B_{T(\mu-1)}) h_{\mu} L_{\mu} \quad (3)$$

где L_{μ} - длина фронта работ на μ -м уступе.

Готовые к выемке запасы горных пород в рабочей зоне на 1 пог.м. длины элементарного участка g определяются по формуле (см. рис. 1):

$$S_{гз} = \sum_{\mu=1}^n B_{з\mu} h_{\mu} \quad (4)$$

где $B_{з\mu}$ - ширина заходки по целику μ -го уступа.

Весь объем готовых к выемке запасов в рабочей зоне:

$$V_{гз} = \sum_{g=1}^m S_{гз} l_g \quad (5)$$

По плану горных работ они определяются из выражения:

$$V_{гз} = \sum_{\mu=1}^n B_{з\mu} h_{\mu} L_{\mu} \quad (6)$$

После определения запасов в пределах каждой рабочей зоны суммированием можно найти общие вскрытые и готовые к выемке запасы горных пород для карьера в целом. Они легко вычисляются по приведенным выше формулам для каждого рассматриваемого элементарного участка любой рабочей зоны при различных значениях параметров системы разработки (по высоте и в плане) на компьютере с использованием программы Автокад.

Рассмотренные запасы горных пород относятся к так называемым текущим. По мере ведения горных работ они извлекаются, переходят из одной категории в другую, т.е. находятся в постоянном изменении (движении). Наличие необходимого и достаточного количества таких запасов обеспечивает бесперебойную работу горного предприятия.

Рассмотрим изменения текущих запасов при углубочной системе разработки крутопадающей залежи (см. рис. 2) с использованием зависимостей (1) и (4). Для такой системы характерны достаточный темп углубления горных работ и наличие большого числа рабочих уступов с различными рабочими площадками.

Для простоты расчетов уступы в рабочей зоне примем одинаковой высоты и одинаковой ширины рабочих

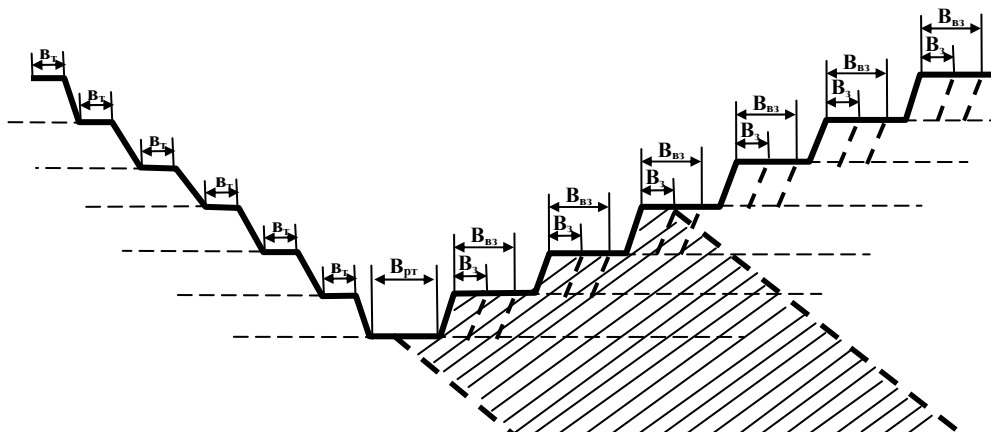


Рис. 2. Поперечный разрез рабочей зоны при углубочной системе разработки крутопадающей залежи: $B_{вз}$ – ширина вскрытых запасов; $B_з$ – ширина заходки по целику; $B_{рт}$ – ширина разрезной траншеи; $B_т$ – ширина транспортной бермы

площадок. Просчитаем варианты, когда высота уступа составляет 10, 15 и 20 м, ширина рабочей площадки – 30, 45, 60 и 75 м, ширина транспортной бермы – 8, 12, 16, 20 и 24 м, высота рабочей зоны – 30, 40, ..., 120 м.

Объемы вскрытых запасов, приходящие на 1 пог.м. длины фронта работ, вычисленные по формуле (1), при различном сочетании указанных параметров углубочной системы разработки для одной рабочей зоны приведены в табл. 1.

В таблице отсутствуют данные для отдельно взятых уступов. Эти объемы при изменении ширины вскрытых запасов ($B_{вз-1}$ – в $_{т(и-1)}$) от 51 до 57 м, ширине рабочей площадки 75 м на 10 метровом уступе принимают значения от 510 до 610 м², на 15 метровом уступе – от 765 до 100 м², на 20 метровом уступе – от 1020 до 1340 м². При ширине рабочей площадки 60 м при тех же значениях $B_{вз}$ объем вскрытых запасов на 10 метровом уступе изменяется 360 до 520 м², на 15 метровом уступе – от 540 до 780 м² и на 20 метровом уступе – от 720 до

1040 м². Эти результаты с учетом вычисленных аналогичных объемов при ширине рабочей площадки 45 и 30 м графически представлены на рис. 3.

Как видно из рис. 3, при одной и той же ширине рабочей площадки, чем больше высота уступа, тем больше запасы и на одном и том же уступе с увеличением ширины рабочей площадки пропорционально растут вскрытые запасы. Запасы размером, например, 600 м²/п.м. обеспечиваются на 10 метровом уступе при $B_{вз} = 75$, $B_{вз} = 60$ м, на 15 метровом уступе при $B_{вз} = 60$, $B_{вз} = 40$ м, на 20 метровом уступе при $B_{вз} = 45$, $B_{вз} = 30$ м. Большие объемы запасов достижимы только на 15 и 20 метровых уступах.

Анализ данных табл. 1 показывает, что с увеличением ширины рабочей площадки и уменьшением ширины транспортной бермы во всех рабочих зонах растут объемы вскрытых запасов. Кроме того, при фиксированных значениях $B_{вз}$ и $B_{вз}$ они прямо пропорциональны высоте рабочих зон. Эти закономерности графически изображены на рис. 4. Из этого рисунка

Таблица 1

Объемы вскрытых запасов при различных их ширине и H_{pz}

B_{μ}	B_r	$B_{вз}$	H_{pz}						
			30	40	60	80	90	100	120
75	8	67	2010	2680	4020	5360	6030	6700	8040
	12	63	1890	2520	3780	5040	5670	6300	7560
	16	59	1770	2360	3540	4720	5310	5900	7080
	20	55	1650	2200	3300	4400	4950	5500	6600
	24	51	1530	2040	3060	4080	4590	5100	6120
60	8	52	1560	2080	3120	4160	4680	5200	6240
	12	48	1440	1920	2880	3840	4320	4800	5760
	16	44	1320	1760	2640	3520	3960	4400	5280
	20	40	1200	1600	2400	3200	3600	4000	4800
	24	36	1080	1440	2160	2880	3240	3600	4320
45	8	37	1110	1480	2220	2960	3330	3700	4440
	12	33	990	1320	1980	2640	2970	3300	3960
	16	29	870	1160	1740	2320	2610	2900	3480
	20	25	750	1000	1500	2000	2250	2500	3000
	24	21	630	840	1260	1680	1890	2100	2520
30	8	22	660	880	1320	1760	1980	2200	2640
	12	18	540	720	1080	1440	1620	1800	2160
	16	14	420	560	840	1120	1260	1400	1680
	20	10	300	400	600	800	900	1000	1200
	24	6	180	240	360	480	540	600	720

Таблица 2

Объемы готовых к выемке запасов при различных ширине заходки и H_{pz}

h	B_3	H_{pz}									
		30	40(45)	50	60	70(75)	80	90	100(105)	110	120
10	14	420	560	700	840	980	1120	1260	1400	1540	1680
15	14	420	(630)		840	(1050)		1260	(1470)		1680
	18	540	(810)		1080	(1350)		1620	(1890)		2160
20	18		720		1080		1440		1800		2160
	22		880		1320		1760		2200		2640

видно, что большие объемы вскрытых запасов при одной и той же высоте рабочей зоны могут быть достигнуты при больших значениях ширины рабочей площадки и малых величинах ширины транспортной бермы, что и практикуется на действующих карьерах.

Объемы готовых к выемке запасов, вычисленные по формуле (4) при различных ширине заходки по целику и высоте рабочей зоны, приведены в табл. 2. Как видно, при одной и той же ширине заходки по целику искомые объемы растут прямо пропорционально высоте уступа и высоте

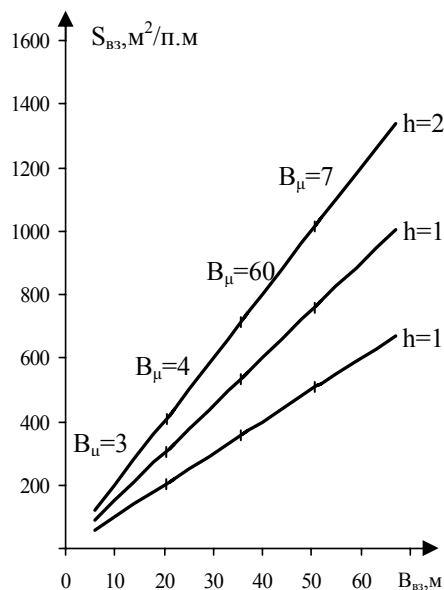


Рис. 3. Зависимость изменения вскрытых запасов на уступах различной высоты от ширины B_{B3}

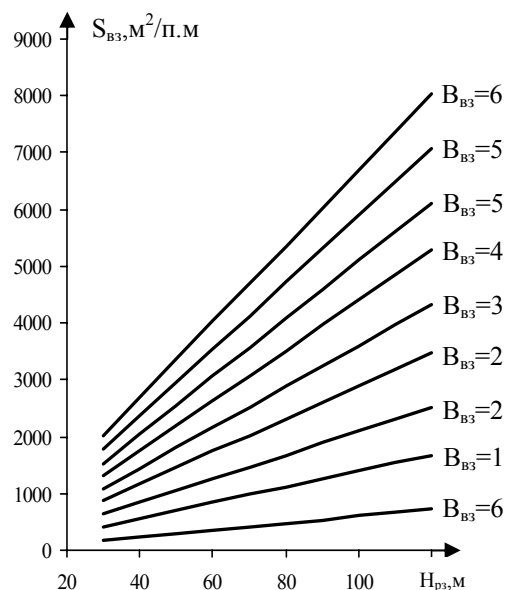


Рис. 4. Зависимость изменения вскрытых запасов при различной ширине от высоты рабочей зоны H_{P3}

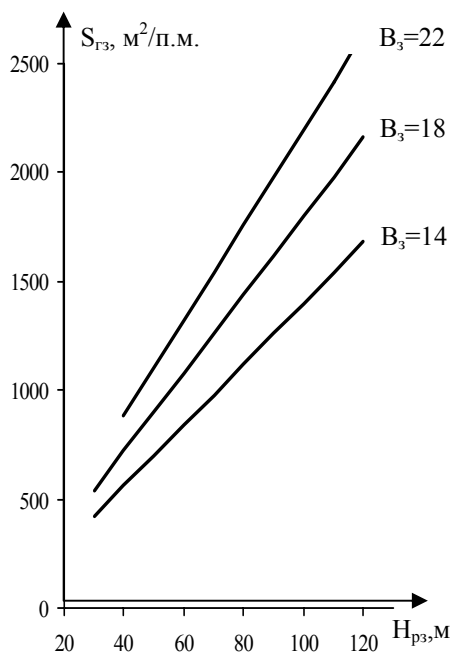


Рис. 5. Зависимость изменения готовых к выемке запасов при различной B_3 от высоты H_{P3}

рабочей зоны, а при одинаковой высоте рабочей зоны – прямо пропорционально ширине заходки по целику. Эти результаты графически представлены на рис. 5. Ценность графического изображения изменения объемов готовых к выемке запасов заключается в том, что по нему оперативно можно отыскивать сочетание параметров системы разработки, обеспечивающие требуемый объем полезного ископаемого и вскрышных пород.

Готовыми к выемке запасами должна быть обеспечена стабильная работа выемочно-погрузочного оборудования, а в добычной зоне еще

должно быть обеспечено наличие всех добываемых видов и категорий полезных ископаемых по качеству. Вскрытые запасы на любой момент времени должны обеспечить готовые к выемке запасы. Колебания объемов вскрытых и готовых к выемке запасов должны происходить в строго определенных пределах, не достигая крайних минимальных значений. Отклонение от этого условия может стать причиной нарушения ритмичности в

выполнении программы по добыче полезного ископаемого.

Изложенные результаты научных исследований служат надежный основой для целенаправленного управления движением текущих запасов полезного ископаемого и вскрышных работ в карьерном поле во времени. Их использование предотвращает нежелательные, негативные явления, связанные с хроническим отставанием вскрышных работ на карьерах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ржевский В.В.* Открытые горные работы. ч.2. - М.: Недра, 1985. – 550 с.
2. *Трубецкой К.Н., Краснянский Г.Л., Хронин В.В.* Проектирование карьеров. – М.: Из-во АГН, 2001. – т.1. – 519 с.
3. *Арсентьев А.И., Холодняков Г.А.* Проектирование горных работ при откры-
- той разработке месторождений – М.: Недра, 1994. – 336 с.
4. *Ракишев Б.Р.* Системы и технологии открытой разработки. Алматы: НИЦ «Ғылым», 2003. – 328 с.
5. *Ракишев Б.Р., Ракишев Е.Б.* Запасы горных пород в рабочей зоне карьера. ГИАБ. № 7, 2004, С. 189-193.

Коротко об авторах

Ракишев Е.Б. – аспирант, Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева.

