

ГЕОТЕХНОЛОГИЯ

УДК 622.271.48

Е.В.Курехин

ОЦЕНКА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ РАЗРЕЗОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КУЗБАССА

В последние десятилетия (1998-2008 г.г.) в Кузбассе осваиваются новые угольные месторождения в различных геолого-экономических районах бассейна.

В этом плане перспективными для дальнейшего освоения, в т.ч. открытым способом, являются семь геолого-экономических районов, в которых сосредоточено около 80 % разведанных запасов бассейна: Ленинский (27 %), Ерунаковский (15 %), Томь-Усинский (11 %), Прокопьевско-Киселевский (10 %), Кондомский (6 %), Кемеровский (5%) и Терсинский (5 %). Значительные промышленные запасы имеются в Мрасском, Бунгуро-Чумышском и др. [1].

В ближайшей перспективе предстоит развитие новых угольных месторождений в Ерунаковском, Кондомском, Ленинском, Терсинском и Томь-Усинском районах, на территории которых имеется энергетическая и транспортная сеть.

В работе [1] отмечается, что на перечисленных месторождениях основные запасы углей сосредоточены в пластах небольшой мощности – от 1 м до 3-5 м, при небольшом наличии пластов мощностью 9-12 м.

Для целей перспективного планирования развития открытого способа добычи угля на этих месторождениях, прогнозирования направлений развития техники и технологии в этой области и проектирования новых разрезов необходим анализ пригодности перспективных месторождений для добычи угля таким способом.

Это, прежде всего, относится к определению глубины разработки участков на месторождениях, запасов на них и ожидаемой производственной мощности.

Для решения этих вопросов на участках перспективных месторождений сделан анализ залегания свит угольных пластов, включающий отбор пластов имеющих выход под наносы на крыльях складок и исключение нерабочих пластов (мощность менее 1 м, согласно обоснованию работы [2]).

Все эти варианты просчитаны, а алгоритм расчёта послужил основой для разработки математической модели определения производственной мощности и глубины карьера.

Для анализа использованы стратиграфические колонки [1], часть из которых показаны на рис. 1 (квадратными скобками показаны варианты отработки одиночных пластов или свит рабочих пластов). На этом рисунке: *a* – Казанково-Маркинская (Ленинский район; Ленинское, Никитенско-Мусохрановское и Тамбовское месторождения); *b* – Ленинская (Ерунаковский район; Новоказанское и Жерновское месторождения); *в* – Ишановская (Терсинский район; Макарьевское месторождение); *г* – Грамотеинская (Терсинский район; Терсинское месторождение); *д* – Грамотеинская и Ленинская (Томьусинский район; Распадское и Чекинское месторождения); *е* – Ишановская (Томь-Усинский район; Ольжерасское и Томское месторождения); *ж* – Грамотеинская (Терсинский район; Кушеяковское месторождение); *з* – Ленинская (Ленинский район; Егозово-Красноярское месторождение).

В табл. 1 приведены результаты наблюдений по условию залегания и параметрами залегания пластов на перспективных месторождениях.

Сведённые в систему наблюдения позволят поставить на научную основу обоснование порядка отработки свит и комплектацию механизации по основным технологическим процессам, а при проектировании целенаправленно произвести расчёт главных параметров карьерного поля и показателей работы разреза.

Решение поставленных задач: определение конечной глубины разработки залежи, запасы угля в карьерном поле и проектной производственной мощности осуществляется на основе горно-геометрического анализа залежей, в пределах структур свит и параметров залегания пластов, установленных анализом. Разработка залежей предполагается по продольной углубочной одно- и двухбортовой системе разработки.

Разработана аналитическая модель горно-геометрических залежей, для однобортовой (рис. 2 а) и двухбортовой (рис. 2 б) системы разработки.

В этих схемах дно карьерного поля принято горизонтальным по всей ширине свиты, что соответствует выполненным проектам разрезов («Бачатский», «Краснобродский» и др.) для свиты пластов.

Граничные значения параметров залегания свит пластов принятые при моделировании, основаны на результате анализа (см. табл. 1).

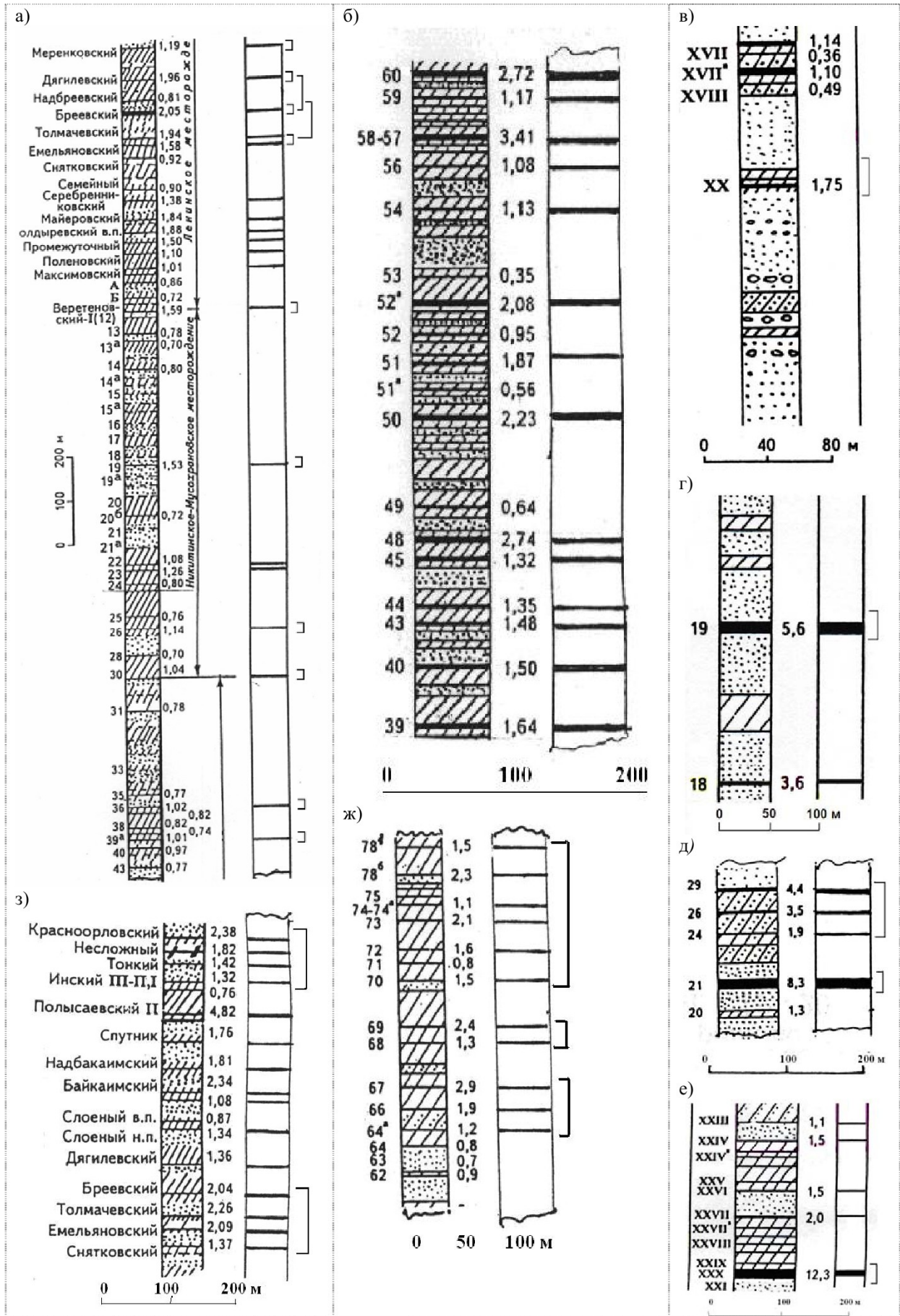


Рис.1. Стратиграфические колонки перспективных месторождений

Таблица 1. Наблюдаемые в группах параметры залегания пластов

Число обрабатываемых пластов, n	Угол падения залежи, φ , град	Суммарная нормальная мощность в группе пластов, m_n , м	Нормальная мощность в группе пластов, M , м
Наблюдаемы в группах значения параметров			
1	20; 21; 28; 29; 33; 37; 38; 45; 46; 50	1,01; 1,02; 1,04; 1,14; 1,19; 1,5; 1,53; 1,59; 1,64; 1,75; 1,96; 2,05; 2,08; 2,23; 3,6; 4,65; 5; 5,6; 8,3; 12,13; 12,8	$M=m_n$
2	21; 22; 28; 29; 37; 46; 58; 61	2,03; 2,34; 3,52; 3,7; 4,01; 4,06; 6,09; 6,25; 12,75	8; 10; 16; 14; 20; 21; 39; 48; 51
3	20; 21; 22; 25; 29; 30; 35; 37	4,12; 4,7; 4,78; 6; 6,7; 8,92; 9,8; 14,3	37; 41; 45; 57; 60; 64; 66
4	20; 29; 40; 46; 56	5,21; 6,94 7,76; 11,55; 12,9	77; 81; 84; 91; 105
5	20; 21; 22; 29; 46; 55; 56	7,33; 10,05; 10,54; 12,22; 12,96; 16,92	110; 117; 118; 125; 176; 186
6	20; 21; 56	8,71; 9,76; 10,1; 14,02	125; 142; 159; 218
7	21; 60	11,73; 16,25	241; 256

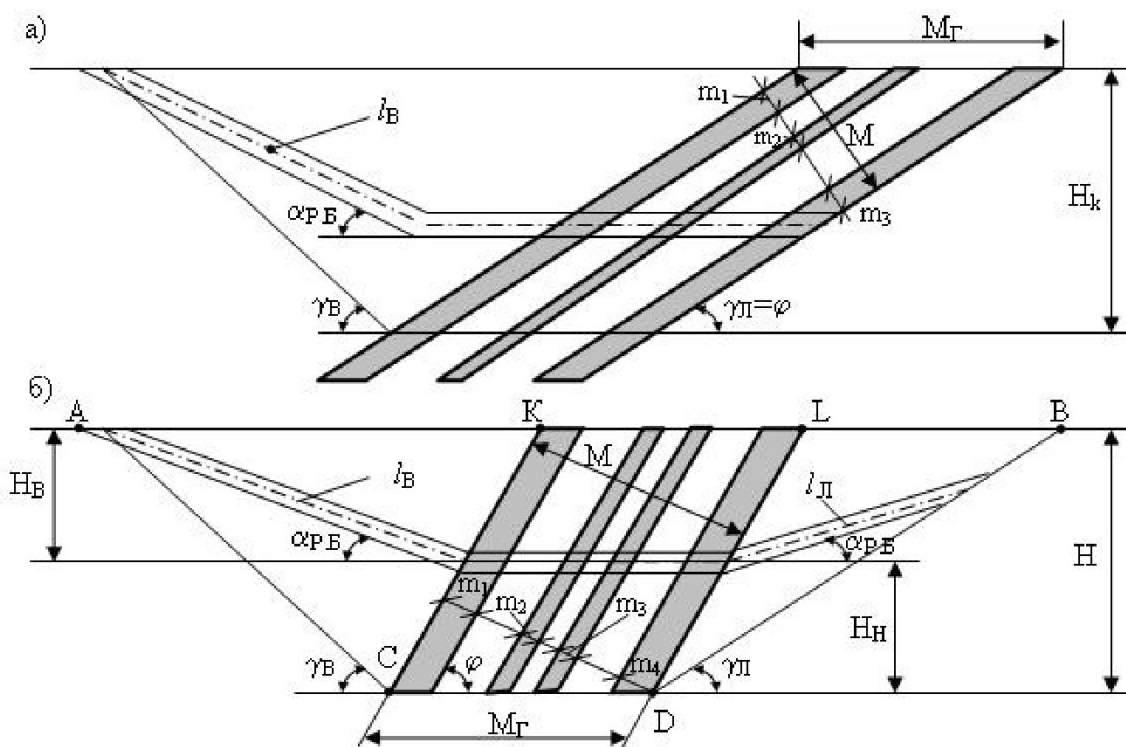


Рис. 2. Расчетные схемы горно-геометрического анализа для углубочной продольной однобортовой (а) и двухбортовой (б) системы разработки

Глубина разработки залежи оценивалась по известному условию для продольной системы разработки [3]

$$K_T^{max} \leq K_{cp}, \quad (1)$$

где K_T^{max} – максимальный текущий коэффициент

вскрыши, m^3/t ; $K_{гр}$ – граничный коэффициент вскрыши, m^3/t .

Конечная глубина карьерного поля (H_k) определяется методом итераций, для чего принимается первоначальное её значение (H_{ki}) и которое увеличивается с каждым циклом на шаг ΔH_k . То-

Таблица 2. Показатели разработки залежей

Показатели	$K_{cp}=4 \text{ м}^3/\text{м}$				$K_{cp}=8 \text{ м}^3/\text{м}$			
	$L_d=1 \text{ км}$		$L_d=1,5 \text{ км}$		$L_d=1 \text{ км}$		$L_d=1,5 \text{ км}$	
	Наклонное залегание пластов (φ , град)							
	20	30	20	30	20	30	20	30
Глубина карьера, H_k , м	73	54	73	54	140	107	140	107
Запасы угля, Q , млн.т	3,0	1,4	4,3	2,1	6,4	3,0	9,0	4,4
Производственная мощность (P_r) млн.т/год								
$T=5,5$ лет	0,53	0,26	0,78	0,38	1,16	0,55	1,65	0,80
$T=11$ лет	0,27	0,13	0,39	0,19	0,58	0,28	0,83	0,40
$T=15,5$ лет	0,19	0,09	0,28	0,14	0,41	0,20	0,59	0,28
	Крутое залегание пластов (φ , град)							
	40	60	40	60	40	60	40	60
Глубина карьера, H_k , м	37	30	37	30	74	42	74	42
Запасы угля, Q , млн.т	0,75	0,45	1,12	0,67	1,6	0,64	2,3	0,94
Производственная мощность (P_r), млн.т/год								
$T=5,5$ лет	0,14	0,08	0,20	0,12	0,29	0,12	0,42	0,17
$T=11$ лет	0,07	-	0,10	0,06	0,14	0,06	0,21	0,09
$T=15,5$ лет	-	-	0,07	-	0,10	-	0,15	0,06

гда текущее значение глубины $H_k = H_{ki} + \Delta H_k$ (где i – номер цикла расчёта ($i=1, 2, 3, \dots, n$)).

При моделировании определяются следующие параметры:

Горизонтальная мощность свиты M_r , м,

$$M_r = M \cdot \sin \varphi^{-1}, \quad (2)$$

где φ – угол падения пластов свиты, град; M – нормальная мощность свиты, м;

- суммарная нормальная мощность пластов свиты, м,

$$m_n = \sum_1^n m, \quad (3)$$

где m – мощность отдельного пласта, м; n – число разрабатываемых пластов;

- суммарная горизонтальная мощность пластов свиты, м

$$m_{n,z} = m_n \cdot \sin \varphi^{-1}, \quad (4)$$

где φ – угол залегания пластов, град.;

- угленосность свиты, ед.

$$K_Y = m_n \cdot M^{-1}. \quad (5)$$

Текущее значение коэффициента вскрыши K_{Ti} при любом значении H_k , $\text{м}^3/\text{т}$,

$$K_T = \frac{l_B + l_L + M_r - m_{n,r} \cdot (1 - K_{II})}{m_{n,r} \cdot \gamma_Y \cdot (1 - K_{II})}, \quad (6)$$

где l_B , l_L – наклонная средняя текущая длина рабочего борта, соответственно, с висячей и лежащей стороны залежи, м; γ_Y – плотность угля, $\text{т}/\text{м}^3$; K_{II} – потери угля при добыче, доли.

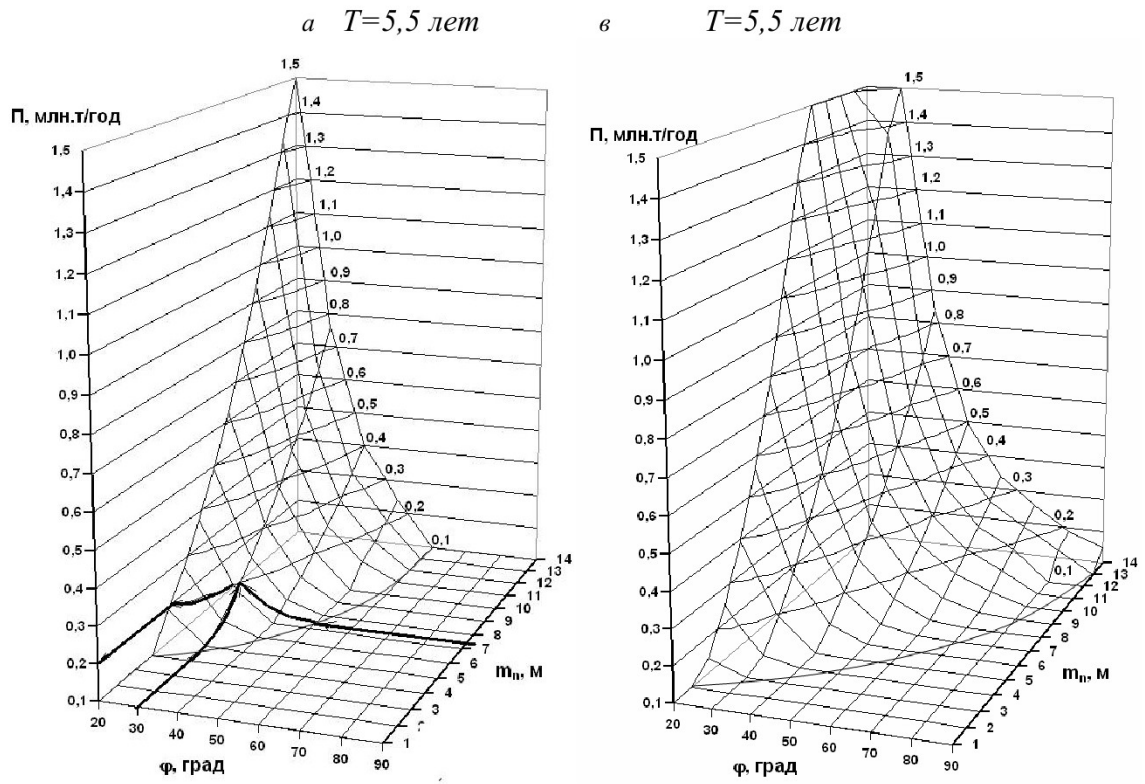
Наклонная длина рабочего борта с висячей стороны залежи определяется из выражения

$$l_B = H_k \cdot \frac{\sin \varphi \cdot (\text{ctg} \gamma_B + \text{ctg} \varphi)}{\sin(\alpha_{p,B} + \varphi)} \quad (7)$$

При однобортной продольной ($\gamma_L = \varphi$), с лежащей стороны залежи борт не разносится ($l_L = 0$) (рис. 2 а), следовательно

$$l_L = H_k \cdot \frac{\sin(\varphi - \gamma_L)}{\sin \varphi \cdot \sin(\gamma_L - \alpha_{p,B})}. \quad (8)$$

где H_k – глубина карьерного поля, м; γ_B – угол погашения борта карьера с висячей стороны залежи, град.; $\alpha_{p,B}$ – угол откоса рабочего борта, град.



б T=11 лет

г T=11 лет

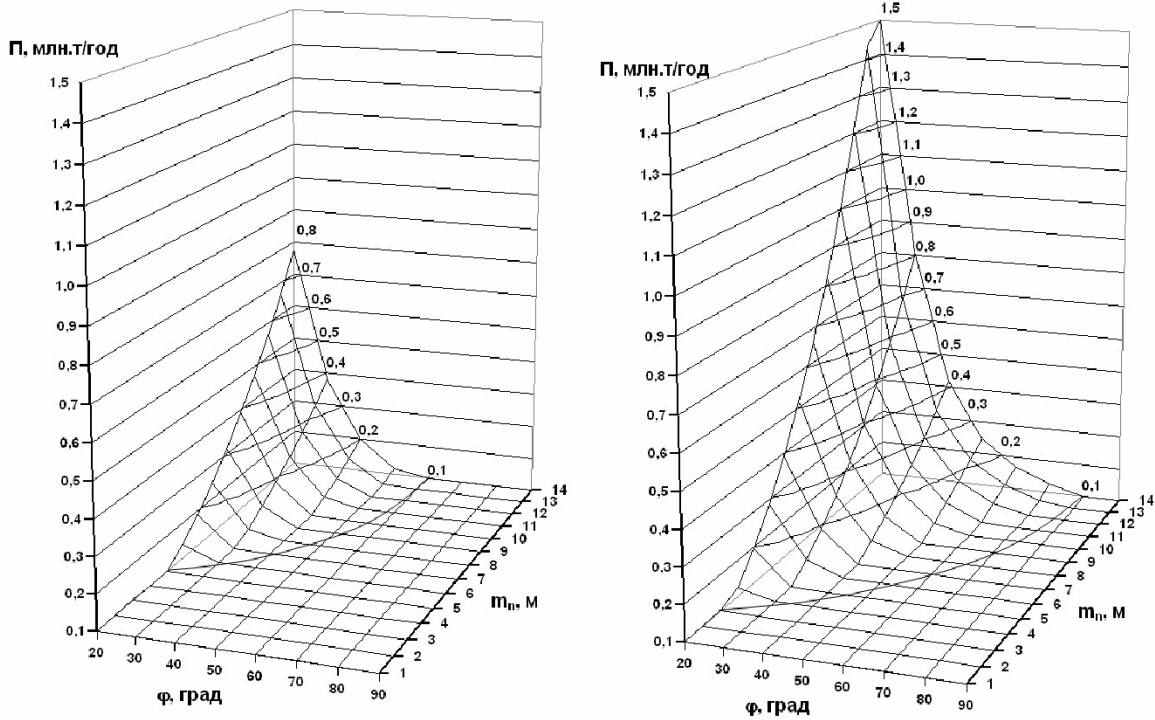


Рис.3. Зависимость годовой производственной мощности участка (P_T) от угла падения пластов (φ) и мощности пласта (m_n) при граничном коэффициенте вскрыши ($K_{гр}$): а, б $4 \text{ м}^3/\text{т}$; в, г $8 \text{ м}^3/\text{т}$

Высота верхней зоны карьерного поля при $K_{гр}=K_T$, м

$$H_B = H_k \cdot \frac{(\text{ctg}\gamma_B + \text{ctg}\varphi) \cdot \sin\varphi \cdot \sin\alpha_{p.B}}{\sin(\alpha_{p.B} + \varphi)} \quad 9)$$

Высота нижней зоны карьерного поля, м,

$$H_H = H_K - H_B. \quad (10)$$

При условии когда $\gamma_L < \varphi$ интервал L_B и L_K определяется из выражений

$$L_B = H_K \cdot (\text{ctg}\gamma_L - \text{ctg}\varphi), \quad (11)$$

$$L_K = H_B \cdot (\text{ctg}\gamma_{P,B} - \text{ctg}\varphi). \quad (12)$$

В случае когда параметр $L_K > L_B$, то наклонная длина рабочего борта с висячей и лежачей стороны залежи равны ($l_B = l_L$).

Далее определяется годовая производственная мощность разреза, млн.т/год,

$$P_{\Gamma} = \frac{Q}{T + T_{P3}}, \quad (13)$$

где Q – объём запасов в карьерном поле, млн.т; T – время работы разреза с постоянной мощностью, лет; T_{P3} – время на развитие и затухание горных работ, лет.

Объём запасов в карьерном поле при продольной системе разработки, т

$$Q = m_{\Gamma} \cdot (1 - K_{\Pi}) \cdot H_k \cdot \gamma_y \cdot (L_d + H_k \cdot \text{ctg}\gamma_T), \quad (14)$$

где L_d – длина карьера по дну, км; γ_T – угол откоса в торцах карьерного поля, град.

Моделированием разработки залежей установлены значения показателей разработки залежей: глубина карьерного поля (H_k , м), промышленные запасы (Q , млн.т) и годовая производственная мощность (P_{Γ} , млн.т/год).

Расчеты произведены в пределах принятых границ (табл. 3) при значении длины карьерных полей $L_d = 1 \div 1,5$ км и срока службы карьеров $T = 5,5 \div 15,5$ лет, граничном коэффициенте вскрыши $4 \div 8$ м³/т.

Рассмотрено преимущественно залегание пластов в пределах от 20 до 60°. Суммарная мощность пластов принята равной 10 м.

Результаты расчётов по граничным значениям параметров приведены в табл. 2.

Как видно из приведенных показателей, более благоприятны для разработки наклонные залежи, глубина разработки которых может достигать 140 м при $K_{cp} = 8$ м³/т. Запасы могут достигать 9 млн.т, а производственная мощность 1,1 млн.т угля в год.

Менее благоприятны для разработки крутые залежи, на которых при тех же значениях K_{cp} и L_d глубина разработки будет достигать 74 м, а запасы составят 1,6-2,3 млн.т и производственная мощность 0,06÷0,30 млн.т угля в год.

Обобщая результаты расчётов, можно сделать следующее заключение.

Большинство перспективных участков будут разрабатываться карьерами малой и средней мощности. Глубина карьерных полей будет составлять 30÷140 м, запасы угля от 1 до 9 млн.т, производственная мощность от 0,1 до 1,5 млн.т угля в год.

На графиках рис. 3 а, б, в, г, как пример, показаны зависимости годовой производственной мощности участка от мощности одиночного угольного пласта при различных углах залегания. По графикам можно оперативно определить возможную производительность участка в зависимости от его горно-геологических условий (как показано на рис. 3 а).

Для проектных работ и предварительной оценки пригодности залежи к открытой разработке построены зависимости производственной мощности участка P_{Γ} от угла падения пластов φ и их нормальной мощности m_n (рис. 3 а, б, в, г).

Предложенная методика и полученные результаты могут использоваться в научно-исследовательской работе и проектной практике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Угольная база России. Том II. Угольные бассейны месторождения Западной Сибири (Кузнецкий, Горловский, Западно-Сибирский, бассейны; месторождения Алтайского края и Республики Алтай). – М.: ООО «Геоинформцентр», 2003. – 604 с.
2. Курехин Е.В. Выемка маломощных пластов гидравлическими экскаваторами зарубежного производства/Курехин Е.В.// Вестн. Кузбасского гос. тех. ун-та., 2008. № 3. С. 3-5.
3. Трубецкой, К.Н. Проектирования карьеров/К.Н. Трубецкой, Г.Л.Краснянский, В.В.Хронин//Учеб. для вузов: в 2 т. – М.: Издательство Академия горных наук, 2001. – т.1. – 519 с.

□ Автор статьи:

Курехин
Евгений Владимирович
– канд. техн. наук, доц. каф. откры-
тых горных работ КузГТУ
e-mail: kev.ormpi@kuzstu.ru
Тел. 8-(384-2)-58-30-59.