



ОПРЕДЕЛЯНЕ ПОСОКАТА НА УДЪЛБАВАНЕ НА МИННИТЕ РАБОТИ В ОТКРИТИ РУДНИЦИ

Георги Константинов – e-mail: konstantinovgp@abv.bg

РЕЗЮМЕ

Използва се графо-аналитичен метод, за да се определи посоката на удълбаване на минните работи в открити рудници. С конкретен пример се доказва, че получените резултати осигуряват добива на полезно изкопаемо с минимален коефициент на откривка.

DETERMINATION THE DIRECTION OF DEEPENING OF MINE ACTIVITIES IN OPEN – PIT MINES

Georgi Konstantinov – e-mail: konstantinovgp@abv.bg

ABSTRACT

A graph analytical method is used to determine the direction of deepening of mining activities in open pit mines. This specific example demonstrates that the obtained results ensure the extraction of minerals with a minimum stripping ratio.

1. Общи положения

Левовата равностойност у нас (общо 4 194 264 лв.) на добивната промишленост се разпределя както следва: добив на въглища 715 167; добив на нефт и газ 81 495; добив на метални руди 2 565 383; добив на неметални материали и суровини 752 243; спомагателни дейности в добива 79 976. За реализацията на тези дейности голям дял има откритият добив на полезни изкопаеми.

При строителството и експлоатацията на откритите рудници на минните инженери (проектанти и производственици) се налага да решават редица проблеми, свързани с: определяне посоката на удълбаване на минните работи, съставяне на рационален режим на работа, добив на полезно изкопаемо с минимален коефициент на откривка, разработване на рационален календарен график и др. В последните години сериозно предизвикателство са екологията и проблемите за опазване на околната среда.

Решаващо значение за ефективна експлоатация на открития рудник има определянето на посоката на удълбаване на минните работи.

2. Определяне посоката на удълбаване на минните работи в открит рудник

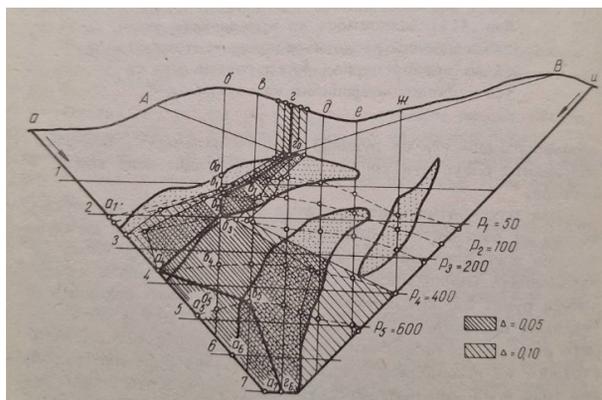
Посоката на удълбаване се характеризира с линията, която се образува от преместването на центъра на минната изработка (разрезната траншея или първоначалния котлован), с помощта на която се подготвя всеки хоризонт при удълбаването на минните работи.

Трябва да се има предвид, че рационалната посока на удълбаването на рудника трябва да осигурява минимални стойности на средните от началото на разработването коефициенти на откривка за изземване на дадено количество полезно изкопаемо. На тази посока съответства най-ниската линия на графиката $\sum V = f(\sum P)$, където $\sum V$ и $\sum P$ са съответно нарастващите сумарни обеми на откривката и на полезното изкопаемо в процеса на експлоатацията на рудника.

За целта се използва графо-аналитичен метод, разработен от проф. А. И. Арсентиев. Методът се публикува за пръв път в минната литература през 70-те години на миналия век, но е запазил своята актуалност и до днес при проектирането на открити рудници.



На фиг.1 е даден напречен профил на сложно-структурно находище. Върху него се нанасят текущите хоризонтални 1, 2, 3, ..., 6 и вертикални Б, В, Г, Д, Е, Ж равнини. Освен това разглеждат се посоките на удълбаване по неработните бордове на рудника (посоките А и И).



Фиг. 1. Напречен профил на открит рудник, разработващ сложно-структурно находище. Област на рационалната посока на удълбаване. Линията Г Г₀ В₁ Б₂ Б₃ А₄ В₅ Г₆ е посоката на удълбаване, съответстваща на минималния от началото на разработването коефициент на откривка.

След това контурът на работната зона на рудника А Г₀ В се премества по пресечните точки, получени от текущите равнини и се измерват сумарните (от началото на разработването) обеми (площи) само на полезното изкопаемо. Получените данни се нанасят в табл.1.

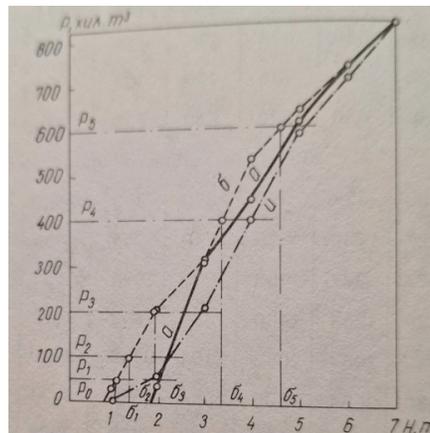
Таблица 1. Изчислени обеми на полезното изкопаемо и на минната маса при удълбаване на рудника

Етапи по дълбочина	Посоки на удълбаване на рудника							
	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	И
Обеми на рудата, млн. m ³								
1	-	30	60	65	60	32	8	2
2	35	207	185	164	149	139	111	57
3	315	313	325	333	318	295	247	211
4	446	532	540	540	489	454	397	404
5	616	640	678	675	624	606	590	590
6	736	736	746	750	705	703	703	703
7	830	830	830	830	830	830	830	830
Обеми на минната маса, хил. m ³								
P ₀ = 0	800	558	390	290	363	520	670	400
P ₁ = 50	927	738	670	740	756	966	1167	1170
P ₂ = 100	1072	927	953	1038	1091	1227	1359	1370
P ₃ = 200	1329	1264	1400	1585	1552	1572	1630	1650
P ₄ = 400	1982	2054	2062	2104	2140	2170	2200	2200
P ₅ = 600	2580	2554	2500	2562	2625	2654	2670	2670
P ₆ = 830	3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050

За ускоряване на работата по-целесъобразно е профилът да се начертае върху паус. А отделно на бяла непрозрачна хартия се изчертава работната зона на рудника (при използване на компютърна техника се наслагват два слоя върху екрана на компютъра). След това профилът се налага върху работната зона, така че долната точка на дъното на работната зона (дъното на рудника) да съвпадне с пресечните точки на равнините от разреза. Тогава могат да се измерят всички площи, без да се прекарват никакви излишни линии върху чертежа.



След като табл.1 се запълни, въз основа на данните от нея се построява спомагателният график $P = f(H)$.



Фиг.2. Изменение на нарастващия обем на рудата, за различните посоки на удължаване на рудника в зависимост от дълбочината на работа. Показани са кривите на удължаване по линиите А, Б, И.

По абсцисната ос се нанасят етапите на удължаване на рудника, (1, 2, 3 и т.н.), а по ординатната ос – нарастващите обеми на полезното изкопаемо, съответстващи на тези етапи. За всяка посока на удължаване се построява отделна крива $P = f(H)$. На фиг. 2 са показани тези криви за посоките А, Б, И.

Общият обем на полезното изкопаемо в конурите на рудника се разделя на интервали. В съответствие с тези интервали на графика се прекарват хоризонталните линии P_1, P_2, \dots , и т.н. (фиг. 2). Пресечните точки на тези хоризонтални линии с линиите $P = f(H)$ дават дълбочината, на която се добива зададеният обем полезно изкопаемо. Така за посоката на удължаване по вертикалната линия Б (фиг.1) се получават абсцисите на пресечните точки B_1, B_2, \dots , и т.н. (фиг. 2). Тези точки се пренасят на напречния профил (фиг. 1). т. B_1, B_2, \dots , и т.н.

Такова построяване се извършва по всички набелязани посоки на удължаване. Получените на профила точки се съединяват помежду си по признака „равни обеми полезно изкопаемо“. Така се получават изолиниите на изземваните обеми руда за всички възможни посоки на удължаване в рудника. [прекъснатите линии $[P_1, P_2, \dots]$, и т.н. (фиг. 1)]. Допълнително се прекарва изолинията, съответстваща на $P_0 = 0$. За тази цел линията на откоса на работния борд се премества отгоре надолу до допирането ѝ със залежа.

След това контурът на работната зона се премества по изолиниите на обемите руда и се измерват обемите (площите) на минната маса. Резултатите се записват в табл.1.

Очевидно е, че за всяка изолиния точката, за която е в сила принципът „минимален среден (от началото на отработването) коефициент на откривка“, съответства на минималния обем минна маса, тъй като $P = \text{const.}$. За разгледания случай (табл.1 и фиг.1) това са точките B_1, B_2, B_3, A_4, B_5 . След съединяването на получените точки (линията $\Gamma_0, B_1, B_2, B_3, A_4, B_5, \Gamma_6$), се получава посоката на удължаване на рудника, която осигурява спазването на принципа $K_c = \text{min.}$ (фиг.1).

В процеса на решаване на задачата се използват изходни геоложки данни и материали, които съдържат в себе си възможни грешки. Допускат се грешки и при построяването на профила и всички спомагателни линии, а също така и при измерване на площите. Освен това, в зависимост от посоката за придвижване на работните стъпала и характера на срещането на откоса на стъпалото с линията на контакта на залежа, се изменят и големините на загубите и обедняването, които влияят върху коефициента на откривка.

Ето защо по-правилно е да се определя не линията на удължаване, а областта на рационалните посоки за удължаване на рудника.



Възможната област от стойности на минималния коефициент на откривка K_C може да се изрази с формулата

$$K_C = K_{\min} (1 + \Delta), \quad (1)$$

където K_{\min} е минималната стойност на K_C върху изолинията на обемите на рудата, m^3/m^3 ;
 Δ - възможната относителна грешка при определянето на K_C .

По отношение на обемите на минната маса въз основа на формула (1) може да се запише

$$\frac{Q - P_i}{P_i} = \frac{Q_{\min} - P_i}{P_i} (1 \mp \Delta), \quad (2)$$

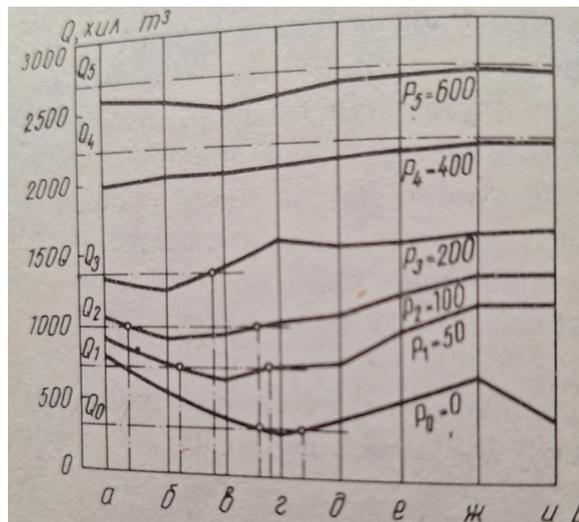
$$\text{откъдето } Q = Q_{\min} \mp \Delta(Q_{\min} - P_i), m^3 \quad (3)$$

където Q е възможният обем минна маса в областта на минимума на K_C , m^3 ;

Q_{\min} - минималният измерен обем минна маса, m^3

P_i - обемът на полезното изкопаемо, съответстващ на изолинията на обемите на п.и.,
за което е измерен обемът на минната маса, m^3

За по-удобно използване на уравнение (3) целесъобразно е да се построи спомагателният график $Q = f(L)$.



Фиг. 3. Изменение на обемите на минната маса за различни обем на добиваната руда в зависимост от посоката на удължаване на рудника

На абсисната ос се нанасят положенията за линиите на посоката на удължаване (А, Б, В, и т.н.), а по ординатната ос – обемите на минната маса (табл.1). Получава се линията $Q = f(L)$ за всяка стойност на добивания обем руда (фиг.1)..

По формула 1 се определя горната граница за обемите на минната маса (приема се $\Delta = 0,1$) за:

$$P_0 = 0 \quad Q_0 = 290 + 0,1 \cdot 290 = 319;$$

$$P_1 = 50 \quad Q_1 = 670 + 0,1 \cdot 670 = 737;$$

$$P_2 = 100 \quad Q_2 = 927 + 0,1 \cdot 927 = 1020;$$

$$P_3 = 200 \quad Q_3 = 1264 + 0,1 \cdot 1264 = 1390;$$

$$P_4 = 400 \quad Q_4 = 2054 + 0,1 \cdot 2054 = 2259;$$

$$P_5 = 600 \quad Q_5 = 2500 + 0,1 \cdot 2500 = 2750;$$

Прекарват се хоризонтални линии, съответстващи на получените стойности за Q_0 , Q_1 , и т.н. Те отсичат от всяка линия за обемите минна маса възможната област на посоките за удължаване. Получените абсциси на пресечните точки се пренасят върху напречния профил и се съединяват. В



резултат на това се определя областта на рационалните посоки за удълбаване на рудника при допустима грешка в определянето на коефициента на откривка (защрихованата област на фиг.1).

Ако получената грешка се намали до $\Delta = 0,05$, областта на рационалните посоки се стеснява, но за дадения случай остава все още достатъчно широка (защрихованата област на фиг.1).

Наличието на област на рационалните посоки помага да се вземе окончателно решение като се отчита наличието и на други фактори.

Коефициентът на откривка е много важен фактор, но не само той влияе върху ефективността на приетата посока на удълбаване на рудника. Необходимо е да се отчетат и други фактори като: достижима производителност на рудника, качество на подаваната руда, транспортни условия и т.н.

Производителността на рудника е право пропорционална на интензивността на минните работи, изразяваща се чрез скоростите за удълбаване на рудника и придвижването на работните стъпала в хоризонтална посока. От данните (фиг.1) и при зададена производителност на рудника по полезно изкопаемо може да се определи скоростта на удълбаване, необходима за осигуряването на тази производителност.

От друга страна, възможната скорост на удълбаване на минните работи зависи от производителността на багерите, височината на стъпалата, посоката на удълбаване и от други фактори. За дадения случай (фиг. 1) тя може да се определи от графика за организация на удълбаването $L = f(T)$ или по формула [2]. Ако възможната скорост на удълбаване е по-малка от необходимата трябва да се увеличи ъгълът на „дълбаване на рудника или да се предвидят други мерки (намаляване на височината на стъпалото в този участък, приемане на по-производителен багер и пр.).

Посоката за удълбаване се изследва също и от гледна точка на удобствата за работа на транспорта. Например при удълбаване на рудника по линията Г Г₀ В₁ В₂ В₃ А₄ В₅ Г₆ почти през цялото време се налага да се прилага разкриване с временни траншеи (с изключение на т. А₄). Това несъмнено усложнява организацията на транспорта. Ако се допусне отклонение в минималния коефициент на откривка с 5%, възможно е след като се удълбае рудникът до хор. 4, да се излезе на постоянния му борд. Така по-нататъшното удълбаване ще продължи по направлението А₅ А₆ А₇, т.е. ще се работи с постоянни траншеи.

Предимствата на графо-аналитичния метод са следните: 1) методът е приложим при избирането на посока на удълбаване в напречен профил за находища с всякаква форма и при всякакъв релеф на местността; 2) получените резултати се отличават с голяма надеждност.

Недостатъкът на метода се състои в това, че определената посока за удълбаване е действителна само за дадения напречен профил. В границите на рудничното поле трябва да се реши обемната задача и да се определи посоката на удълбаване в надлъжното сечение на рудника. Ето защо получените резултати от напречните профили трябва след това да се уточнят за цялото руднично поле.

ИЗВОДИ:

1. С конкретен пример се разглежда графо-аналитичен метод за определяне посоката на удълбаване, на минните работи в открити рудници.
2. С получените резултати се доказва възможността за добив на полезно изкопаемо с минимален коефициент на откривка от началото на експлоатацията на рудника.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арсентьев А. И. Определение производительности и границ карьеров. М., изд – во „Недра“, 1970.
2. Аначков А., Г. Константинов Проектиране на открити рудници, София, изд-во „Техника“, 1985.
3. Българска минно-геоложка камара Минерално суровинната индустрия в България. Годишен бюлетин 2023.