

Ефективност на вероятностния метод за определяне на разстоянията между проучвателните изработки в Осоговския руден район

Петър Василев, Антоний Радков

Научноизследователски институт по полезни изкопаеми, 1505 София

P. Vassilev, A. Radkov — *Efficiency of the probability method for derivation of distances between prospecting works in Osogovo ore region.* The method for derivation of the density of prospecting networks in respect of nodular and small lense-like ore bodies proposed by Vassilev (1981) has been applied to the deposits of Ruen and Mali Ruen-Belite Sipei in Osogovo region in view to substantiate the distances between horizontal boreholes (cross-cuts). For this purpose we have computed the probability for crossing of ore bodies of definite size by horizontal boreholes (cross-cuts) situated at a definite distance. It is concluded that: i) in Ruen-West mine, at a distance of 50, 100 and 150 m between horizontal boreholes (cross-cuts), the probability to cross all bodies (of every size) is 94.079%, 74.891% and 57.013% respectively, the 100 m distance being most suitable; ii) in Mali Ruen-Belite Sipei mine, at a distance of 50, 100 and 150 m between horizontal boreholes (cross-cuts), the probability to intersect all ore bodies (of every size) is 85.52%, 68.92% and 54.63% respectively. In view to obtain equal probability to intersect all ore bodies (of every size) and 75.51% probability (as in Ruen deposit for 100 m distance between horizontal boreholes or cross-cuts) the 75 m distance between horizontal boreholes (cross-cuts) should be used in prospecting of Mali Ruen-Belite Sipei deposit.

Въведение

Методът е предложен и описан от Василев (1981) по отношение на гнездовидни и малки лещовидни рудни тела. Същият може да бъде приложен и за жилни и жилообразни рудни тела, като се определя само разстоянието между изработките, прокарани за подсичане на цялата дебелина, и на паралелни или отклоняващи се рудни тела.

В условията на находища „Руен“ и „Мали Руен — Белите сипеи“ чрез вероятностния метод може да се обоснове разстоянието между разсичащите изработки (хоризонталните сондажи или разсечки). За целта се определя вероятността, с която рудни тела с определен размер се подсичат от хоризонтални сондажи (разсечки), прокарани през определено разстояние. Тази вероятност означаваме с P .

Методика

Ако приемем, че a е разстоянието между хоризонталните сондажи (разсечки), m ; b — дължината на рудното тяло по посока, m , то

$$d = \frac{b}{a} \cdot$$

При $b > a\sqrt{2}$ рудните тела винаги се подсичат, но при $b < a\sqrt{2}$ могат да се наблюдават три случая (Василев, 1981).

1. $d < 1$. В този случай вероятността за подсичане на рудни тела е

$$(1) \quad P = \frac{\pi d^2}{4}.$$

2. $1 \leq d < \sqrt{2}$. В случая вероятността е

$$(2) \quad P = \frac{\pi d^2}{4} - d^2 \arccos \frac{1}{d} + d \sqrt{\frac{d^2 - 1}{d^2}}.$$

3. $d \geq \sqrt{2}$. В случая

$$(3) \quad P = 1.$$

Таблица 1

Зависимост между разстоянието между изработките и d

Разстояние между хоризонталните сондажи (разсечките), m	Големина на d при размер на рудните тела по посока, m					
	50	100	150	200	250	300
50	1	2	3	4	5	6
75	0,66	1,33	2	2,66	3,33	4
100	0,50	1	1,5	2	2,50	3
125	0,40	0,8	1,20	1,60	2	2,4
150	0,33	0,66	1	1,33	1,67	2
200	0,25	0,50	0,75	1	1,25	1,50

В табл. 1 е дадена големината на d при размери на рудните тела (по посока), вариращи от 50 до 300 m, и при разстояние между хоризонталните сондажи (разсечките), вариращо от 50 до 200 m.

От табл. 1 се вижда, че: а) При 50 m разстояние между хоризонталните сондажи (разсечките) и при 100 m и по-голям размер на рудните тела се наблюдава случаят, когато $d > \sqrt{2}$ или $d > 1,414(\sqrt{2} = 1,414)$, което означава вероятност 1, т. е. гарантира се пълно подсичане на рудните тела; б) При 50 m разстояние между хоризонталните сондажи (разсечките) и при 50 m размер на рудните тела големината на d е 1, т. е. наблюдава се случаят $1 \leq d < \sqrt{2}$. При $d = 1$, $\frac{1}{d} = 1$, а $\arccos 1 = 0$. Оттук по формула (2) е изчислена вероятността ($P = 0,785$) за подсичане на рудните тела.

По аналогичен път е подхoдено при определяне на вероятността за подсичане на рудните тела при други техни размери и други големини на d (съгласно табл. 1).

В табл. 2 е дадена вероятността за подсичане на рудните тела при размер на рудните тела (по посока), вариращ от 50 до 300 m, и при разстояние между проучвателните изработки, вариращо от 50 до 200 m.

Вижда се, че: а) 100 m разстояние между проучвателните изработки гарантира с висока вероятност подсичане на 100 m рудни тела и с пълна сигурност подсичането на рудни тела със 150 m и по-голям размер; б) 125 m разстояние между проучвателните изработки гарантира само 50% вероятност при подсичането на 100 m рудни тела; в) Както 75 m, така и 100 m разстояние между проучвателните изработки осигуряват със съвсем ниска вероятност подсичането на 50 m рудни тела, т. е. практически не гарантират тяхното подсичане; г) Ако практически и промишлен интерес представляват рудните тела с размери 50, 100, 150 и 200 m, разстоянието между проучвателните изработки (с оглед подсичането на рудни тела) следва да бъде съответно 50, 100, 150 и 200 m.

Таблица 2.

Вероятност за подсичане на рудните тела

Разстояние между изработките, m	Размер (дължина) на рудните тела по посока, m	Вероятност, с която ще бъде подсечено рудното тяло
50	50	0,785
	100	1,000
	150	1,000
	200	1,000
	250	1,000
	300	1,000
75	50	0,342
	100	0,994
	150	1,000
	200	1,000
	250	1,000
	300	1,000
100	50	0,196
	100	0,785
	150	1,000
	200	1,000
	250	1,000
	300	1,000
125	50	0,125
	100	0,502
	150	0,944
	200	1,000
	250	1,000
	300	1,000
150	50	0,085
	100	0,342
	150	0,785
	200	0,987
	250	1,000
	300	1,000
200	50	0,049
	100	0,196
	150	0,441
	200	0,785
	250	0,976
	300	1,000

Прилагане на вероятностния метод и интерпретация на получените резултати

Вероятностният метод е приложен в условията на рудник „Руен—запад“. За целта са използвани данните за размерите на рудните тела по посока, установени в процеса на експлоатационното проучване на нах. „Руен“ на хоризонти 1530 и 1480 (Д. А-н-д о н о в, 1984, непубл. данни).

Анализът е извършен в следната последователност:

1. Рудните тела са групирани и подредени в зависимост от техния размер.
2. Определена е честотата (в %) на всяка група рудни тела или на индивидуално рудно тяло.

3. Като се използва табл. 2, е определена поотделно вероятността, с която всяка група рудни тела или всяко индивидуално рудно тяло ще бъде подсечено от проучвателни изработки, прокарани през интересуващото ни разстояние.
4. Определя се произведението на вероятността на всяка група рудни тела (или индивидуално рудно тяло) с неговата честота.
5. Сумират се произведенията на вероятностите за всяка група рудни тела (или индивидуално рудно тяло) с техните честоти, което представлява сумарната вероятност за подсичане на рудни тела с какъвто и да е размер на проучвателните изработки, прокарани през дадено разстояние.
6. Сравняват се сумарните вероятности на проучвателните изработки, прокарани през различни разстояния, и се избира като оптимално разстоянието, осигуряващо желаната от нас вероятност за подсичане на рудните тела.

В табл. 3 са дадени резултатите от прилагането на вероятностния метод в условията на рудник „Руен—запад“. От нея се вижда, че при разстояние между хоризонталните сондажи (разсечките): а) 50 m — се гарантира изключително висока вероятност — 94,079%, за подсичане на всички рудни тела (с всякакъв размер); б) 100 m — се осигурява приемлива (задоволителна) вероятност — 74,891%, за подсичане на всички рудни тела (с всякакъв размер); в) 150 m — се постига незадоволителна вероятност — едва 57,013%, за подсичане на всички рудни тела (с всякакъв размер).

По аналогичен начин е приложен вероятностният метод и в условията на нах. „Мали Руен — Белите сипеи“. За целта са използвани данните за размерите на рудните интервали, установени в подземните минни хоризонтални проучвателни изработки, прокарани в процеса на геоложкото проучване на рудни тела № 20, 21, 40, 41, 42, 49, 50, 52 и 54. Рудните интервали са групирани в класове с дължина до 20, 40, 60 m и т. н., т. е. през 20 m, като в табл. 4 в графа „дължина на рудния интервал“ е дадена средната стойност на всеки клас.

Крайните резултати от прилагането на вероятностния метод в условията на нах. „Мали Руен—Белите сипеи“ са дадени в табл. 4. От нея се вижда, че:

- а) Направените констатации по отношение на нах. „Руен“ се потвърждават и в условията на нах. „Мали Руен—Белите сипеи“.
- б) При 50, 100 и 150 m разстояние между хоризонталните сондажи (разсечките) се постига съответно 85,52, 68,92 и 54,63% вероятност за подсичане на всички рудни тела (с всякакъв размер).
- в) За едно и също разстояние между хоризонталните сондажи (разсечките) вероятността за подсичане на всички рудни тела (с всякакъв размер) в нах. „Мали Руен — Белите сипеи“ е по-ниска в сравнение с вероятността за нах. „Руен“.

Заклучение

Без съмнение възприемането на 50 m разстояние между хоризонталните сондажи (разсечките) е икономически нецелесъобразно. Използуващото се 100 m разстояние между хоризонталните сондажи е правилно и осигурява необходимата вероятност за подсичане на рудните тела (74,89% за нах. „Руен“ и 68,92% за нах. „Мали Руен—Белите сипеи“). При положение, че проучвателната организация се нуждае от по-висока вероятност (81,38% за нах. „Руен“ и 75,51% за нах. „Мали Руен—Белите сипеи“) или пък се задоволява с по-ниска вероятност за подсичане на рудните тела (65,14% за нах. „Руен“ и 60,75% за нах. „Мали Руен—Белите сипеи“), може да се възприеме съответно 75 m или 125 m разстояние между хоризонталните сондажи.

Във всички случаи обаче при използването на едно и също разстояние между хоризонталните сондажи в двете анализирани находища вероятността за подсичане на рудните тела е по-висока в нах. „Руен“ в сравнение с нах. „Мали Руен—Белите сипеи“. С оглед постигането на еднаква вероятност за подсичането на всички рудни тела (с всякакъв размер) и осигуряването на 75,51% вероятност (каквато в нах.

Таблица 3

Результати от прилагането на вероятностния метод в рудник „Ручек — запад“

Размер на рудного тяло, т	Брой на рудните тела	Честота на рудното тяло с определен размер, %	Разстояние между хоризонталните сондажи (разсечките), т											
			50		75		100		125		150			
			вероятност, Р	произведение на Р и честота	вероятност Р	произведение на Р и честота	вероятност, Р	произведение на Р и честота	вероятност, Р	произведение на Р и честота	вероятност, Р	произведение на Р и честота		
50	7	18,918	0,785	14,850	0,342	6,469	0,196	3,707	0,125	2,364	0,085	1,608		
65	2	5,405	0,830	4,486	0,465	2,513	0,300	1,621	0,200	1,081	0,120	0,648		
70	2	5,405	0,870	4,702	0,510	2,756	0,370	2,756	0,230	1,243	0,150	0,810		
90	2	5,405	0,960	5,185	0,890	4,810	0,700	3,783	0,400	2,162	0,300	1,621		
110	1	2,702	1	2,702	0,995	2,688	0,840	2,269	0,600	1,621	0,400	1,080		
120	3	8,108	1	8,108	0,996	8,075	0,880	7,135	0,700	5,675	0,500	4,054		
130	2	5,405	1	5,405	0,997	5,388	0,930	5,026	0,800	4,324	0,600	3,243		
140	1	2,702	1	2,702	0,998	2,696	0,970	2,621	0,870	2,350	0,700	1,891		
150	1	2,702	1	2,702	1	2,702	1	2,702	0,944	2,550	0,785	2,121		
160	2	5,405	1	5,405	1	5,405	1	5,405	0,955	5,161	0,810	4,378		
165	1	2,702	1	2,702	1	2,702	1	2,702	0,965	2,607	0,830	2,242		
170	3	8,108	1	8,108	1	8,108	1	8,108	0,970	7,064	0,850	6,891		
190	2	5,405	1	5,405	1	5,405	1	5,405	0,985	5,323	0,900	4,864		
240	1	2,702	1	2,702	1	2,702	1	2,702	1	2,702	0,980	2,647		
250	1	2,702	1	2,702	1	2,702	1	2,702	1	2,702	1	2,702		
270	1	2,702	1	2,702	1	2,702	1	2,702	1	2,702	1	2,702		
280	2	5,405	1	5,405	1	5,405	1	5,405	1	5,405	1	5,405		
350	1	2,702	1	2,702	1	2,702	1	2,702	1	2,702	1	2,702		
580	1	2,702	1	2,702	1	2,702	1	2,702	1	2,702	1	2,702		
650	1	2,702	1	2,702	1	2,702	1	2,702	1	2,702	1	2,702		
Общо	37			94,079		81,388		74,891		65,142		57,013		

Таблица 4

Резултати от прилагането на вероятностния метод в находище "Мали Ручек — Белите сипеи"

Дължина на рудния интервал, m	Брой на рудните интервали	Честота на рудния интервал с определен размер, %	Разстояние между хоризонталните сондажи (разсектите), m											
			50		75		100		125		150			
			вероятност, Р	произведение на Р и честота	вероятност, Р	произведение на Р и честота	вероятност, Р	произведение на Р и честота	вероятност, Р	произведение на Р и честота	вероятност, Р	произведение на Р и честота		
30	14	16,6	0,282	4,68	0,125	2,07	0,070	1,16	0,045	0,031	0,51			
50	10	11,9	0,785	9,34	0,348	4,14	0,196	2,83	0,125	0,085	1,01			
70	5	5,90	1	5,90	0,683	4,03	0,490	2,89	0,246	0,170	1,00			
90	5	5,90	1	5,90	0,944	5,57	0,635	3,75	0,407	0,282	1,66			
110	8	9,50	1	9,50	1	9,50	0,909	8,63	0,608	0,418	3,97			
130	3	3,60	1	3,60	1	3,60	0,990	3,56	0,849	0,588	2,17			
150	7	8,30	1	8,30	1	8,30	1	8,3	0,944	0,785	6,51			
170	4	4,80	1	4,80	1	4,80	1	4,8	0,999	0,933	4,48			
190	7	8,30	1	8,30	1	8,30	1	8,3	1	0,980	8,13			
210	1	1,20	1	1,20	1	1,20	1	1,2	1	0,999	1,19			
230	1	1,20	1	1,20	1	1,20	1	1,2	1	1	1,20			
250	4	4,80	1	4,80	1	4,80	1	4,8	1	1	4,80			
270	2	2,40	1	2,40	1	2,40	1	2,4	1	1	2,4			
290	2	2,40	1	2,40	1	2,40	1	2,4	1	1	2,4			
310	2	2,40	1	2,40	1	2,40	1	2,4	1	1	2,4			
350	2	2,40	1	2,40	1	2,40	1	2,4	1	1	2,4			
370	1	1,20	1	1,20	1	1,20	1	1,2	1	1	1,2			
410	1	1,20	1	1,20	1	1,20	1	1,2	1	1	1,2			
590	1	1,20	1	1,20	1	1,20	1	1,20	1	1	1,20			
630	1	1,20	1	1,20	1	1,20	1	1,20	1	1	1,20			
830	1	1,20	1	1,20	1	1,20	1	1,20	1	1	1,20			
890	1	1,20	1	1,20	1	1,20	1	1,20	1	1	1,20			
Общо	84	100,00	—	85,52	—	75,51	—	68,92	—	60,75	—	54,63		

„Руен“ се постига със 100 m разстояние между хоризонталните сондажи или разсечки) е необходимо използването на 75 m разстояние между хоризонталните сондажи при геоложкото проучване на нах. „Мали Руен—Белите сипеи“.

Въз основа на чисто геоложки наблюдения, сравнения и данни се смята, че геоложкият строеж на нах. „Мали Руен—Белите сипеи“ е по-сложен в сравнение с геоложкият строеж на нах. „Руен“. Получените резултати от прилагането на вероятностния метод потвърждават това заключение.

С оглед обосноваването на разстоянието между проучвателните изработки в двете анализирани находища е приложен комплекс от девет метода в условията на нах. „Руен“ и седем метода в условията на нах. „Мали Руен—Белите сипеи“. В двете находища са приложени едни и същи методи, като в нах. „Руен“ са приложени три метода, които засега са неприложими в нах. „Мали Руен—Белите сипеи“ (поради ниската степен на проученост и липсата на експлоатация). Това са методите на сравняване на данните от геоложкото проучване с тези от експлоатацията, методът на приложната геостатистика и методът на многовариантното обвързване на телата в разрезите. За сметка на това пък в нах. „Мали Руен—Белите сипеи“ е приложен методът на аналогията (основаващ се на степента на сходство между двете изследвани находища). Останалите приложени шест метода са едни и същи и за двете находища. Това са методът на многовариантното разреждане, вариационно-статистическият метод, вероятностният метод, аналитичният метод, графо-аналитичният и аналитико-вариантният метод.

Комплексната интерпретация на получените резултати от всички приложени методи показва, че оптималното разстояние между проучвателните изработки по посока е 100 m за нах. „Руен“ и 80 m за нах. „Мали Руен—Белите сипеи“.

Съгласно вероятностния метод се препоръчва същото оптимално разстояние между проучвателните изработки по посока — 100 m за нах. „Руен“ и 75 m за нах. „Мали Руен—Белите сипеи“.

Горните данни свидетелствуват за високата ефективност на вероятностния метод в условията на Осоговския руден район, поради което се препоръчва прилагането му и в други рудни райони при наличие на значителен брой сложно разклоняващи се, паралелни и апофизни рудни тела от жилин или жилообразен тип, както и за гнездовидни и лещовидни рудни тела.

Л и т е р а т у р а

В а с и л е в, П. 1981. Гъстота на геологопроучвателната мрежа по отношение на гнездовидни и малки лещовидни рудни тела. — *Рудобраз. проц. и минер. наход.*, 14—15, 112—123.

(Постъпила на 29. VI. 1987 г.)