

en un corto período de tiempo se pueda pasar a la construcción de depósitos en diferentes minas.

Para ello, como se deduce haría falta hacer un estudio previo de las posibles minas a utilizar y sobre la base de toda una serie de factores como son entre otros: su ubicación geográfica, impor-

tancia socio-económica actual, perspectivas de la región, estado de las vías de acceso y posibilidades de mejorarlas, estado de la mina y sus excavaciones y características de las rocas se definiría en que minas es factible proceder a la ubicación de depósitos de combustibles.

REFERENCIAS

1. IVANTSOV, O.M.: Almacenamiento subterráneo de derivados del petróleo y de gases licuados en ciudades naturales. Moscú, Gosoptexizdat, 1956.
2. DABINA, A.C. y N.A. EVATROPOV: Construcción de depósitos subterráneos. Moscú, M.G.I., 1967.

CDU: 528. 7

DETERMINACION DE LOS VOLUMENES DE ESCOMBRO REMOVIDO EN LA MINA MOA UTILIZANDO METODOS FOTOGAMETRICOS

Ing. Felipe Rodiles LaO. Instituto Superior Minero Metalúrgico. C.Dr. Alejandro Chibunichev. Instituto de Minas de Leningrado.

RESUMEN

El objetivo del trabajo es la utilización en la mina de Moa de los métodos de fotogrametría terrestre para la determinación de volúmenes de escombros removidos, y la comparación de estos métodos con los tradicionales que se utilizan en la mina. Se dan además las ventajas de los métodos fotogramétricos.

ABSTRACT

The heart of this work is the application, in the Moa mine, of the terrestrial photographic surveying methods to determine the volume of debris removed, and their comparison with traditional methods used there. Advantages of the photogrammetric methods are also put forth.

INTRODUCCION

Debido a los ingentes esfuerzos que se hacen en nuestro país por mecanizar y automatizar nuestra economía, se introducen cada día más en sus distintas ramas los últimos adelantos de la ciencia y la técnica. La minería constituye un eslabón importantísimo en la

economía nacional. Los yacimientos lateríticos del norte de Oriente ocupan un lugar importante dentro de este eslabón, es por eso que nuestros técnicos dedican parte de su tiempo a los trabajos investigativos en estos yacimientos.

En el presente trabajo, mediante la aplicación de la fotogrametría terrestre tratamos de dar respuesta a las exigencias de algunos de los trabajos mineros que se realizan en estos yacimientos.

En la mina Moa en la actualidad los cálculos para la determinación de los volúmenes se realizan por los métodos topográficos tradicionales. Nosotros con la aplicación de la fotogrametría tratamos de demostrar sus ventajas, basándonos en los siguientes aspectos:

1. Alta exactitud de medición, puesto que los objetos se fotografían con cámaras fotogramétricas de precisión, y el tratamiento de los fotogramas se realiza por métodos estrictos en aparatos exactos.
2. Gran rendimiento, puesto que se miden no los propios objetos sino sus imágenes.
3. Completa imparcialidad y autenticidad de los resultados; las mediciones no dejan lugar a dudas ya que las imágenes de los objetos se obtienen aplicando métodos fotográficos.
4. Rapidez en la realización de los trabajos.
5. Investigación de los objetos sin necesidad de entrar en contacto con ellos.

Metodología de los trabajos

En los trabajos de fotogrametría, y específicamente en este tipo de trabajo, las operaciones o secuencias de realización se dividen en 2 etapas fundamentales. Estas son, trabajos de campo y de gabinete las que explicaremos a continuación:

a) Trabajos de campo

En la realización de los labores de campo se van a distinguir varias etapas, que son:

- I. Los trabajos preparatorios.
- II. El reconocimiento del terreno.
- III. La toma de vistas del lugar.
- IV. Los trabajos geodésicos.
- V. Los trabajos en el laboratorio fotográfico.

A continuación describiremos cada uno de los trabajos realizados.

I. Los trabajos preparatorios

Los trabajos preparatorios comenzaron con una coordinación previa del trabajo con los compañeros de las secciones técnica y topográfica de la mina Moa. Acto seguido procedimos a realizar observaciones a la zona de trabajo, eligiéndose la zona de escombros. Ya elegido el lugar se procedió a la adquisición de los materiales cartográficos de la región del levantamiento.

Una vez adquiridos estos datos, elegimos lugares para el estacionamiento del fototeodolito siguiendo las siguientes reglas

1. La base de toma se ubicaría más arriba que los objetos que se levantarán, o al mismo nivel de ellos. Esto lo tuvimos en cuenta para eliminar la mayor cantidad posible de zonas muertas.
2. La dirección de la base de toma de las fotografías la escogimos paralelamente al objeto a fotografiar. La cantidad de bases tiene que ser mínima y deben permitir fotografiar todo el territorio necesario para el levantamiento. Con el fin de reducir la cantidad de estaciones es razonable fotografiar a gran distancia y realizar no sólo el caso normal sino también los casos paralelos, con inclinación a la izquierda y a la derecha. Específicamente para este trabajo utilizamos una base.
3. Los extremos de la base tienen que situarse aproximadamente a una misma altura. Es racional no permitir que la inclinación de la base sea mayor de 10° . En caso contrario se dificultarían las observaciones estereoscópicas de los fotogramas.

La distancia desde la base de toma hasta el extremo más alejado de la zona minera (alejamiento) no debe superar un valor máximo $Y_{\text{máx}}$, que depende de la precisión del mapa confeccionado y de las posibilidades del equipo utilizado para tratar los fotogramas.

El valor aproximado de la $Y_{\text{máx}}$ se puede calcular según la fórmula:

$$Y_{\text{máx}} = \frac{f \cdot m \cdot y}{8 \cdot m_p} = 450 \text{ m}$$

Donde:

- f - la distancia focal de la cámara;
- m_y - es el error de determinación de las coordenadas planas sobre el lugar que corresponde al error admisible en el mapa;
- m_p - es el error medio cuadrático de medición del paralelaje longitudinal.

Para la determinación de la base utilizaremos una cinta de medición, con la cual hicimos dos mediciones en los extremos de la base en un mismo intervalo de tiempo donde obtuvimos los siguientes resultados:

Mediciones

	I	II
A	18,000 m	18,065
B	0,110	0,173
A-B	17,890	17,892

Donde:

La longitud de la base es:
B = 17,890 m.

II. Reconocimiento del terreno

Esta tarea consiste en identificar en el lugar la presencia de los puntos de apoyo, precisar la disposición de las estaciones del fototeodolito y de los puntos de control.

III. Toma de vista del lugar

Atendiendo a la dirección de la iluminación la toma se efectuó, de acuerdo con la posición del objeto a fotografiar, por la tarde.

Antes y al fotografiar con la cámara, se registró el número de la base, el caso del levantamiento y la posición del objeto. Estos valores aparecen registrados en un modelo a tal efecto, y en cada placa utilizada.

Además, se situaron con la mayor precisión posible los elementos de orientación externa. En este trabajo realizamos dos levantamientos fotogramétricos: uno al principio y otro al final de los trabajos de escombreo.

IV. Trabajos en el laboratorio fotográfico

Estos trabajos consistieron en el revelado, fijación y secado de los fotogramas, dejándolos listos para su tratamiento.

b) Trabajo de gabinete

Una vez que obtengamos las placas en las cuales vamos a realizar todas las mediciones necesarias, hasta la confección del plano topográfico, debemos seguir en el Topocart los siguientes procesos:

I. Trabajos preparatorios.

II. Orientación de la plancheta en el coordinatógrafo.

III. Corrección del modelo.

IV. Confección del plano topográfico.

Vamos a ver brevemente cada proceso por separado.

I. Trabajos preparatorios.

Estos trabajos contemplan los siguientes pasos:

- Los fotogramas (sus negativos) se colocan en los portafotogramas.
- En todos los contadores de la distancia focal f de la cámara se coloca su valor.
- En los contadores de los ángulos α, ω, ϕ , se colocan los lugares del cero.
- Cada fotograma se gira exactamente haciendo coincidir las marcas fiducias con la marca de medición.

II. La orientación de la plancheta en el coordinatógrafo.

La orientación se puede cumplir por diferentes métodos. El método depende de la cantidad de puntos de apoyo del modelo. Vamos a considerar el método que se utiliza cuando en el modelo existen dos o más puntos de referencia.

- Se hace coincidir la marca flotante con el punto 1 en el modelo.

- Moviendo el dispositivo trazador del coordinatógrafo se hace coincidir el filo de éste con el punto correspondiente en la plancheta.

- Se manipula el mecanismo para el acoplamiento del coordinatógrafo con el Topocart.

- Se visa la marca flotante hacia el punto 2 del modelo.

- Si el filo del dispositivo trazador no coincide con el punto 2 en la plancheta, entonces la plancheta se gira alrededor del punto 1 hasta que el filo coincida con el segundo punto de referencia o con la línea que une dos puntos de referencia.

III. Corrección del modelo

Este proceso se utiliza para reducir la influencia que existe en la determinación e instalación de estos elementos de orientación externa en el campo.

IV. Confección del Plano Topográfico

Después de realizar todos los procesos mencionados y con ayuda del Topocart y el coordinatógrafo, trazamos el plano topográfico a escala 1:5 000 con una equidistancia entre curvas de nivel igual a 1 m. [1,2]

Parte especial

Para la determinación de los volúmenes de escombro removido en la mina Moa utilizamos el método de las secciones horizontales, el cual consiste en la determinación

de las áreas con el planímetro en las curvas de nivel. De esta manera obtenemos la información necesaria para resolver el problema planteado mediante la utilización de un programa de computación elaborado para tal efecto, el cual describimos a continuación.

Para la descripción lógica de este programa escribiremos primeramente su secuencia de realización.

Entrada de los datos iniciales

Análisis de las mediciones realizadas con el Planímetro.

Impresión de las mediciones groseras.

Cálculo de las áreas entre curvas de nivel.

Organización de las curvas de nivel y las áreas correspondientes desde la mínima hasta la máxima.

Cálculo de las áreas completas para cada curva de nivel y del volumen total.

Impresión de las áreas y del volumen total.

La descripción detallada es la siguiente:

1. Los datos iniciales son:

- K - constante del Planímetro ;
- H_{\min} - cota mínima de la zona (cota inicial);

c - H_{máx} - cota máxima de la zona.

H	P1	P2	P3
232			
233			
.			
.			
.			

Donde:

H - son las cotas de las curvas de nivel, a las cuales pertenecen las mediciones realizadas con el Planímetro ;

P1, P2, P3 - son las lecturas del planímetro para un área en particular.

Nota: Las mediciones pueden estar en cualquier secuencia .

2. Luego se verifica la calidad de las mediciones, para eso se calculan las diferencias

$$P1 = P3 - P2$$

$$P2 = P2 - P1$$

$$P = P1 - P2$$

Si la diferencia P es mayor que 0,4 entonces se imprime la cota de la curva de nivel, P1, P2, P3, P1, P2 y P. En el caso contrario cuando todas las mediciones de las áreas satisfacen la tolerancia permisible se imprime el anuncio "NO HAY" mediciones groseras.

3. El cálculo de las áreas se realiza según la fórmula: (Fig. 1).

$$A^i = \frac{P_{i1} + P_{i2}}{2} \cdot K$$

Donde:

$$i = 1 \dots n$$

i - es el número del área particular para cada curva de nivel dada ;

J - es el número de la curva de nivel.

4. Organización de las curvas de nivel y las áreas correspondientes desde mín. hasta máxima.

Todas las áreas y las cotas de las curvas de nivel tendrán la siguiente secuencia.

$$H_{i-1} \quad H_i \quad H_{i+1}$$

5. Las áreas y el volumen se colocan según las siguientes fórmulas:

$$A = A_{i-1} + A_i$$

Donde:

A - es el área completa de la curva de nivel.

El volumen total se calcula

como:

$$V = \frac{A1+A2}{2} (H2-H1) + \frac{A2+A3}{2} (H3-H2) + \dots + \frac{An-1+An}{2} (Hn-Hn-1)$$

CONCLUSIONES

Después de haber realizado todos los procesos y cálculos neces-

rios llegamos a las siguientes conclusiones:

1. Que el trabajo puede realizarse en 5 días.
2. Se disminuye considerablemente la cantidad de hombres ya que en la realización del trabajo, sólo intervienen 2 compañeros.
3. Se disminuyen considerablemente los trabajos de campo y por tanto esfuerzos físicos, ya que no se necesitan portamiras que se trasladen por toda la zona.

4. El trabajo se realiza para un intervalo de tiempo fijo, por el contrario con los métodos taquimétricos es prolongado el tiempo de trabajo y las condiciones del lugar pueden cambiar.

5. Gran confiabilidad en el trabajo.

6. Los fotogramas que se obtienen pueden archivar para utilizarse cuando sea necesario, dando la posibilidad de analizar cualquier situación que se presente en diferentes partes de la zona.

7. Para el cálculo de los volúmenes se tuvo en cuenta la mayor caracterización del terreno, y por lo tanto se obtiene una mayor precisión.

8. Para la determinación de los volúmenes sólo se necesitan dos levantamientos.

9. El volumen total extraído es de 50 234 m .

10. Una vez realizados los trabajos de escombreo el plano topográfico confeccionado permitirá la proyección de los caminos mineros sobre una base objetiva, ya que se podrán proyectar utilizando la información topográfica de la zona.

11. Los levantamientos fotogramétricos permitirán hacer el cierre de las labores mensualmente en los intervalos planificados.

RECOMENDACIONES

1. Es factible, racional y económica la aplicación de la fotogrametría en las labores de cálculo de los volúmenes por las razones antes expuestas.
2. Que se estudie por parte de la Empresa la aplicación de la fotogrametría en otras tareas .
3. Recomendamos para los trabajos futuros la aplicación de los métodos analíticos, los cuales empiezan ya a desarrollarse, y que a nuestro criterio, reducen aun más los gastos de estos métodos.

REFERENCIAS

1. A.P. TRUNIN, E.L. ASTBATSATUROV; D.P. KORABLEV.: *Trabajos de aerofotolevantamientos en canteras a cielo abierto.* Moscú, Nedra, 1979.
2. N. Ya. BOBIR; A.N. LOBANOV; G.P. FEDORUK.: *Fotogrametría Tomo I y II.* Moscú, Mir, 1974.

PRINCIPALES INDICES TECNICOS ECONOMICOS COMPARATIVOS

Método topográfico	Método fotogramétrico
Salario 1 947,96	560,00
Combustible 19,20	6,40
Energía 6,49	8,35
Total 1 973,65	574,75
	Se ahorra al año 16 786,8 pesos
	En 5 años 83 934,00 pesos 84 702,00 pesos
Cantidad de hombres 10	2
Tiempo empleado 8 días	5 días
Volumen total extraído	

TIEMPO EMPLEADO EN LA REALIZACION DE LOS TRABAJOS

Nombre del trabajo	Tiempo de realización		Total
	Trabajos de campo	Trabajos de gabinete	
Método topográfico	4 días	4 días	8 días
Método fotogramétrico	1 días	4 días 3 días	5 días

CALCULO ECONOMICO POR CONCEPTO DE INSTRUMENTOS DE FOTOGRAMETRIA

Equipos	Costo	Plazo de trabajo
Cámara UMK	13,035	Por varios años
Estereocomparador	6 785,00	Por varios años
Topocart	44 203,00	Por varios años
	64 023	

CALCULO ECONOMICO POR CONCEPTO DE INSTRUMENTACION DE TOPOGRAFIA

Nombre del instrumento	Costo	Tiempo de explotación
Teodolito Wild	1 000,00	5 años
Nivel H 3t	346,00	5 años
Nivel Wild	346,00	5 años
Toquímetro DAHLTA 010B	1 963,22	5 años
TOTAL	3 655,33	

CALCULO ECONOMICO POR CONCEPTO DE COMBUSTIBLE

Tipo de equipo	Concepto	Km recorrido	Gasto en litros	Gasto total en pesos
Transporte automotor				
Topografía	Combustible	108	60	19,2
Fotogrametría	Combustible	24	20	6,4
Se ahorra al año			480	153,6

CALCULO ECONOMICO POR CONCEPTO DE ENERGIA ELECTRICA DEL LABORATORIO DE FOTOGAMETRIA

Equipo	Gasto de energía eléctrica Kw/h	Costo 1Kw-0,065	Tiempo de trabajo (8 horas)
Topocart	0,066	0,004	0,032
Coordinatògrafo	0,267	0,017	0,136
Caja de transformaciòn	0,704	0,045	0,36
Estereocomparador	0,167	0,010	0,08
Mesa de luz	0,045	0,0029	0,02
Acondicionador de aire	1,21	0,812	6,49
Totales	2,45	1,043	8,35 mensual 204

CDU: 621. 762

TRATAMIENTO PULVIMETALÚRGICO DEL CEMENTO DE COBRE EN "MINA GRANDE DE EL COBRE" Y SU REFINACION ELECTROQUIMICA A NIVEL DE LABORATORIO

CALCULO ECONOMICO POR CONCEPTO DE SALARIO

Obreros por categorías	Salario básico	Condiciones	Tiempo de trabajo	Salario total
2 topògrafos B	265,00	15,25	8 h	530,00
1 topògrafo C	211,00	15,25	8 h	226,25
2 cadeneros portamira	121,98	15,25	8 h	259,21
1 calculista	121,00	15,25	8 h	136,00
2 topògrafos B	265,00	15,25	8 h	560,50
1 tècnico geòlogo	221,00	15,25	8 h	236,00
TOTAL				1 947,96

CALCULO DE LA CANTIDAD DE CALORIAS QUE SE GASTA EN LOS TRABAJOS TOPOGRAFICOS

Labores	Cantidad de calorías P/min	Total de calorías por metros caminados (8 hrs)
Caminando cuesta arriba	14 cal	6 720 cal
Caminando	5 cal	2 400 cal
Sentado	1 cal	480 cal
		TOTAL 9 600 cal

RESUMEN

En el trabajo se resalta la dificultad actual que presenta, el producto de lixiviación ácida de mineral de cobre de baja ley conocido como, "Cemento de Cobre", y las principales alternativas para su beneficio.

Se plantea como principal objetivo la metalización de la pulpa de cemento, tamizado y filtrado mediante la técnica pulvimetalúrgica, con la cual se preserva el material de la oxidación que sufre el mismo, por efecto del intemperismo durante el proceso de secado.

El cobre de los ánodos, confeccionados a partir de la pulpa de cobre metalizada, es disuelto y vuelto a depositar en los cátodos de láminas de cobre, determinándose un rango de densidades de corrientes de electrólisis para el cual, a temperaturas entre 30 y 32 °C, se obtienen rendimientos de corrientes semejantes, tanto para el proceso catódico como anódico, con valores muy cercanos al 100 % de rendimientos teóricos.

ABSTRACT

The main difficulty faced with the product of acid leaching of a low-grade copper ore, known as "copper cement", and main alternatives for its beneficiation ore both pointed out in this work.

The main objet set for it is metalizing the sieved-cement slurry and filtering it by using the pulvimetallurgical technique throuhg which oxidation of this material, by weathering in the drying process, is prevented.

Copper in the anodes, made up from the metalized copper slurry, is diluted and redeposited on the copper-plate cathodes; an electrolytic-current range being determined, for which, at temperatures from 30° to 32° C similar current-yields are obtained, for both, cathodic and anodic processes, with values very close to 100 % theoretical yields.