

CDU: 658.58 : 669.041

REVISTA CUBANA DE CIENCIA AGRICOLA

Publicada por el

INSTITUTO DE CIENCIA ANIMAL

Esta revista internacional se publica desde 1967 en dos ediciones: español e inglés, por el Instituto de Ciencia Animal del Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana.

Editor: Arabel Elías, Ph.D.

La REVISTA CUBANA DE CIENCIA AGRICOLA conjuga los diferentes aspectos de la nutrición y genética animal, así como de la producción de pastos y forrajes en una sola publicación. Trata sobre el estudio de estas ciencias útiles para la alimentación animal. Se incluyen los siguientes tópicos:

- Nutrición animal
 - Producción de leche
 - Producción de carne
 - Producción avícola
 - Producción porcina
- Genética animal
- Bioquímica de rumiantes y monogástricos
- Biometría
- Conservación de pastos
- Establecimiento de pastos
- Malas hierbas y enfermedades
- Suelos y fertilizantes
- Fisiología de los pastos
- Producción de semillas de pastos
- Manejo y mecanización

Se aceptan contribuciones en cualesquiera de los campos mencionados. Las instrucciones para los colaboradores pueden ser solicitadas a: Secretaría, Revista Cubana de Ciencia Agrícola Tulipán No. 1011 / 47 y Loma, Nuevo Vedado, Ciudad de La Habana, Cuba.

Precio de la suscripción en Cuba \$10,50 (3 números al año).

REVISTA CUBANA DE CIENCIA AGRICOLA
Tulipán No. 1011 entre 47 y Loma, Nuevo Vedado, Ciudad de La Habana, Cuba.

Fecha: _____

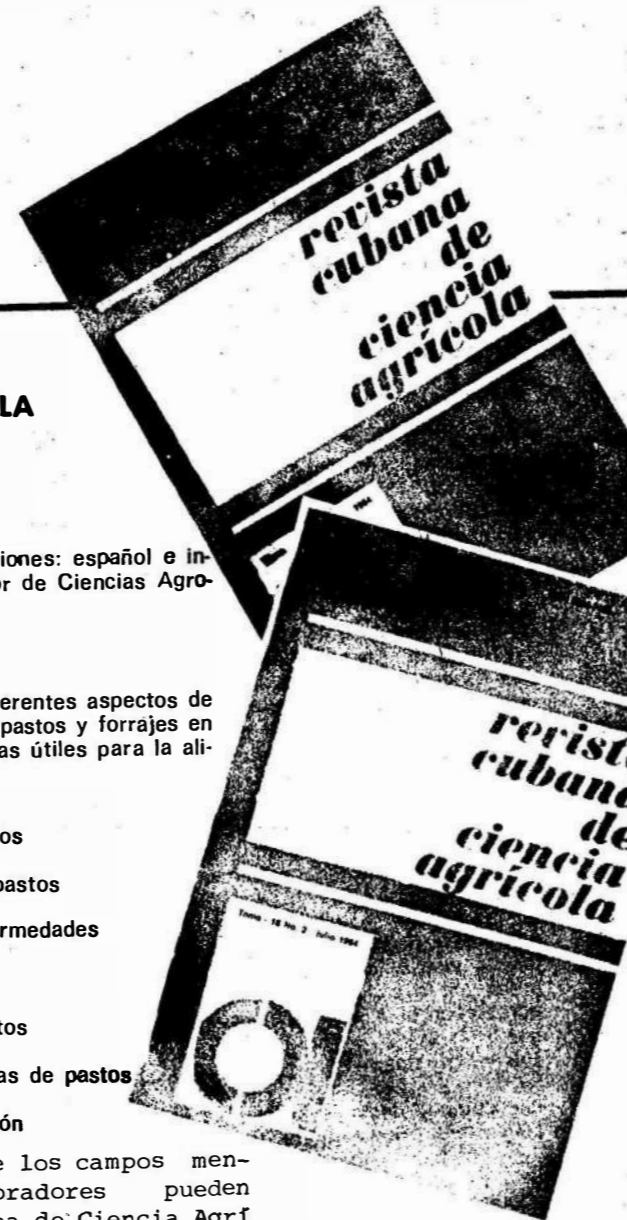
TITULO:

Por favor envíeme _____ ejemplar/ejemplares de la publicación arriba mencionada. El pago de _____ se acompaña.

NOMBRE: _____

DIRECCION: _____

CIUDAD _____ APARTADO POSTAL _____ PAIS _____



VARIANTES TECNOLOGICAS PARA EL MAQUINADO DE LA PALANCA
DE LOS HORNOS DE REDUCCION DE LA EMPRESA

COMANDANTE

ERNESTO GUEVARA

Ing. Miguel Angel Caraballo N., Ing.
Juan Carlos López F., Instituto Superior Minero Metalúrgico

RESUMEN

En el trabajo se exponen dos variantes tecnológicas para el maquinado, en el taller 07 del Combinado Mecánico del Niquel, de las palancas o brazos utilizados en los hornos de reducción de la empresa niquelífera "Comdte. "Ernesto Guevara".

Se establece una comparación entre ambas variantes valorando el efecto desde el punto de vista técnico-económico, que aporta el empleo en una de ellas de un dispositivo especial para el taladrado, cuyas características y peculiaridades constructivas se reflejan en el contenido del trabajo.

Los resultados obtenidos permiten disminuir el costo de producción e incrementar la productividad del proceso tecnológico de maquinado de estas piezas, de gran demanda en la industria del niquel.

ABSTRACT

This paper presents two technological variants for machining the levers of reduction furnaces of the "Ernesto Guevara" Nickel Plant, in workshop No. 07 of the "Mechanical Complex".

The two variants are compared, thus evaluating, from the technical and economic point of view, the positive effect of using, in one of the variants, a special drilling device, the characteristics and particular peculiarities of which are shown in this paper.

The results obtained make possible to reduce production cost, as well as, to increase productivity of the machining process necessary for the production of these parts highly demanded by the nickel industry.

En la empresa productora de níquel "Cmdte Ernesto Guevara" la planta de hornos de reducción tiene gran significación ya que en la misma se realiza la reducción del mineral a óxido de níquel más cobalto. Al eje central de cada uno de los 24 hornos con que cuenta la planta se acoplan 68 brazos cuya función fundamental es garantizar el movimiento del mineral dentro de cada hogar.

Teniendo en cuenta la gran cantidad de brazos o palancas que se utilizan en esta planta, así como la frecuencia de rotura de los mismos, se hace necesario garantizar la cantidad suficiente de brazos siendo imprescindible por esto el incremento de la productividad en la elaboración mecánica de los mismos. El trabajo se propone, precisamente, establecer la variante tecnológica óptima a partir de dos propuestas, en una de las cuales se emplea un dispositivo especial para el taladrado.

En la primera variante del proceso tecnológico de maquinado se incluyen las operaciones reflejadas en la tabla 1.

Como se puede apreciar, según esta variante se establecen 5 operaciones para el maquinado del brazo. Las cartas tecnológicas de cada operación se reflejan en [2].

La segunda variante que se propone para el proceso de maquinado de la palanca es similar a la primera, la diferencia radica en que en esta última se prevé el empleo de un dispositivo especial para el taladrado

del agujero de $\varnothing 27,5^{+0,84}$ mm en la operación 0,50, de esta forma no es necesario realizar el trazado del centro de dicho agujero, ni el taladrado preliminar del agujero de $\varnothing 19$ mm.

Como puede observarse ese dispositivo cuenta con un arco guía (1) construido en chapa de acero CT-3, cuyo diámetro interior es utilizado en este caso como superficie principal de centrado, la que elimina 4 grados de libertad: dos desplazamientos Dx y Dy, así como dos giros Gx y Gy. Los restantes grados de libertad, es decir, el desplazamiento Dz y el giro del dispositivo alrededor de la pieza Gz son eliminados por la hoja metálica (3), cuyas superficies auxiliares del centrado, de esta forma el dispositivo queda centrado correctamente. También posee un mecanismo ajustador, formado por el ajustador (4), el espárrago (5) y la tuerca normalizada (6), el cual permite fijar el dispositivo en la pieza. Por otra parte el buje guía sustituible (2) construido de acero 45 (con dureza entre 42 y 48 HRC después del tratamiento térmico) es el encargado de guiar la broca durante el taladrado del agujero de $\varnothing 27,5^{+0,84}$ mm, éste se asegura al cuerpo del dispositivo mediante el pasador normalizado (7).

Una vez diseñado el dispositivo se realizaron dos cálculos fundamentales, mediante los cuales se puede valorar la precisión del mismo durante su centrado y en la elaboración del agujero en cuestión.

TABLA 1 VARIANTE DEL PROCESO TECNOLÓGICO DE MAQUINADO DE LA PALANCA

Orden de las operaciones	Denominación de la operación	Elementos Componentes
010	trazado	A: Colocar la pieza bruta en el área de trazado 1: Trazar 2 agujeros de $\varnothing 20^{+0,84}$ según plano (S/P)
020	taladrado	A: Colocar pieza bruta en la mesa de la taladradora y fijar con bridas. Desinstalar 1: Taladrar 2 agujeros de $\varnothing 20^{+0,84}$ mm
030	mandrinado	A: Instalar semiproducto en la mesa y fijar con bridas. Desinstalar 1: Elaborar centro de diámetro 12 mm (tipo I)
040	torneado	A: Instalar semiproducto entre plato y punto con dispositivo de centrado. Verificar S/P. Desinstalar 1: Cilindrar desbastando $\varnothing 170^{-0,26}_{-0,80}$ en la longitud de 65 mm 2: Cilindrar desbastando $\varnothing 220^{-0,30}_{-0,90}$ en la longitud de 75 mm y manteniendo la distancia de 320 mm 3: Cilindrar cono manteniendo su longitud S/P 4: Biselar $5 \times 45^\circ$ en el $\varnothing 170$ mm 5: Refrentar saliente manteniendo longitud 325 mm
050	taladrado	A: Instalar en la base con bridas y apoyos Desinstalar 1: Trazar agujero $\varnothing 27,5^{+0,84}$ S/P 2: Taladrar agujero $\varnothing 19^{+0,84}$ 3: Retaladrar agujero $19^{+0,84}$ hasta $27,5^{+0,84}$ 4: Avellanar $5 \times 45^\circ$ S/P

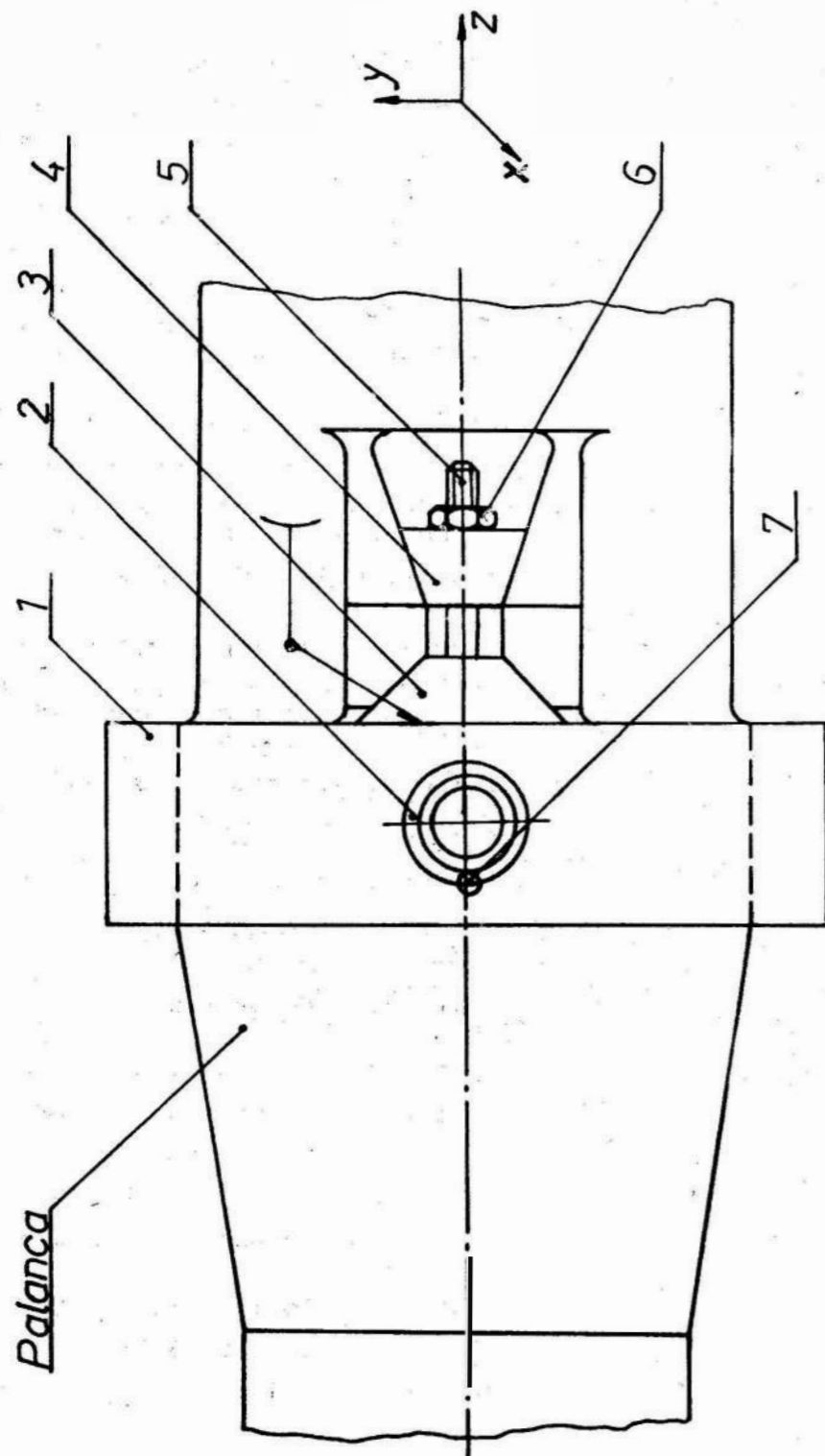


Fig. 1 Vista superior del dispositivo

El primero de ellos tiene como objetivo fundamental determinar el error de centrado que se manifiesta

en la excentricidad e . (ver figura 2)

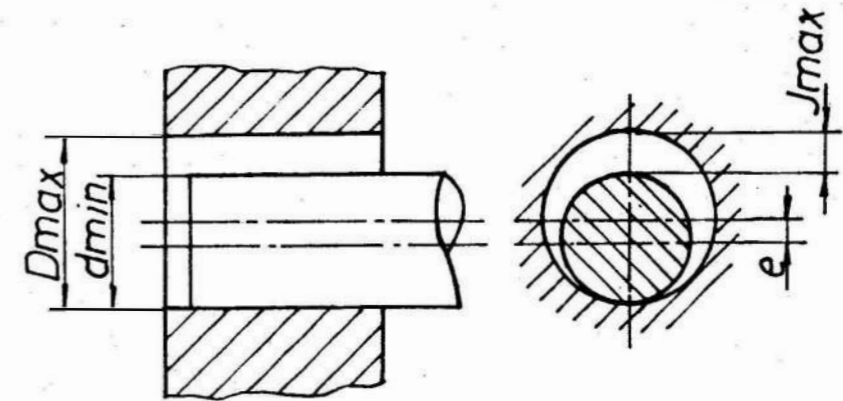


Fig. 2 Esquema del centrado del dispositivo en la pieza

El error de centrado en este caso es igual al juego máximo ($J_{m\acute{a}x}$) que se origina entre la superficie principal de centrado del dispositivo y la superficie cilíndrica exterior de la pieza, se determina por la ecuación (1) [6]

El error calculado debe ser menor o igual que el error admisible para que el centrado sea correcto.

$$\Sigma = J_{m\acute{a}x} = J_{m\acute{i}n} + T_D + T_d \leq \Sigma_{adm} \quad (1)$$

donde:

$J_{m\acute{i}n}$ - Juego mínimo

T_D - Tolerancia del agujero de centrado

T_d - Tolerancia de la pieza a trabajar

Σ_{adm} - error admisible

Conociendo que las dimensiones y desviaciones de ambas superficies [5] son:

	Dimensión nominal (mm)	Desviaciones superiores e inferiores (mm)
Superficie cilíndrica interior del dispositivo	$D = 220$	$ES = + 0,1$ $EI = 0$
Superficie cilíndrica exterior de la pieza	$d = 220$	$es = - 0,3$ $ei = - 0,4$

Entonces pues, podemos decir que para el dispositivo:

$$D_{\text{máx}} = D + ES = 220,1 \text{ mm}$$

$$D_{\text{mín}} = D + EI = 220 \text{ mm}$$

$$T_D = ES - EI = 0,1 \text{ mm}$$

para la pieza:

$$d_{\text{máx}} = d + es = 219,7 \text{ mm}$$

$$d_{\text{mín}} = d + ei = 219,6 \text{ mm}$$

$$T_d = es - ei = 0,1 \text{ mm}$$

$$J_{\text{mín}} = D_{\text{mín}} - d_{\text{máx}} = 220 - 219,7$$

$$J_{\text{máx}} = 0,3 \text{ mm}$$

$$\Sigma = J_{\text{máx}} = 0,3 + 0,1 + 0,1$$

$$\Sigma = J_{\text{máx}} = 0,5 \text{ mm}$$

El error admisible Σ_{adm} se establece a partir de las especificaciones técnicas contenidas en el plano de la pieza a elaborar [2]. En este caso debe considerarse igual a 0,5 mm. Como puede apreciarse:

$$\Sigma = \Sigma_{\text{adm}}$$

Con este resultado queda demostrado que con el ajuste seleccionado se garantiza el centrado correcto del dispositivo en la pieza.

El segundo cálculo tiene como objetivo determinar los errores de elaboración durante el taladrado, es decir, el desplazamiento Δ_1 de la broca debido al juego máximo ($J_{\text{máx}}$) entre ella y el buje guía, así como el desplazamiento Δ_2 de la broca, producto de la inclinación de la misma en el buje. Este último se origina como consecuencia del ($J_{\text{máx}}$)

la longitud del buje guía (l_0) y la separación entre la pieza a elaborar y el buje guía (l_0).

Los errores señalados se ilustran en dibujos a), b) y c) de la figura 3 [6].

Como el buje guía utilizado en el dispositivo está en contacto con la pieza a elaborar, es decir $l_0 = 0$, el desplazamiento Δ_2 que pudiera producirse por esta separación es nulo y la longitud efectiva del buje guía disminuye hasta un valor $(1 - 0,3 d)$ [6]. Para estas condiciones el error total Δ_3 , que puede ocurrir, se determina por la expresión 2 [6]

$$\Delta_3 (l_0 = 0) = \Delta_1 + 2 \Delta_1 \cdot \frac{0,3 d}{1 - 0,3 d} \quad (2)$$

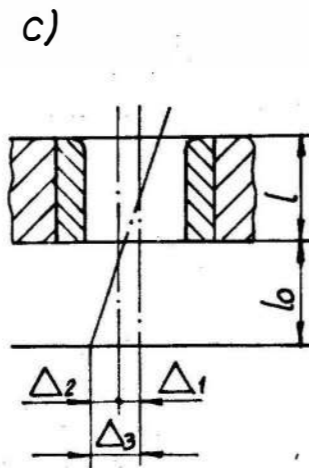
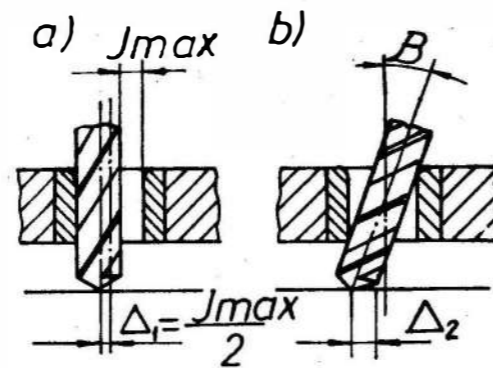


Fig. 3 Errores de elaboración durante el taladrado

De acuerdo con la norma cubana de ajustes y tolerancias tenemos [5] que:

Sustituyendo todos los parámetros Δ_1 , l y d en la ecuación (2) se obtiene:

Dimensión nominal (mm)	Desviaciones superiores e inferiores (mm)	$\Delta_3 (l_0 = 0) = 0,05 +$ $+ 2 (0,05) \cdot$ $\frac{0,3}{30 -}$ $\frac{(27,5)}{}$ $- 0,3 (27,5)$
Broca $\varnothing = 27,5 \text{ h } 9$	es = 0 ei = 0,052	
Buje $d = 27,5 \text{ h } 7$	ES = 0,021 EI = 0	

$$\Delta_3 (l_0 = 0) = 0,088 \text{ mm}$$

La longitud del buje $l = 30 \text{ mm}$, además el desgaste admisible [6] para el buje guía es de $\Delta B = + 0,030 \text{ mm}$, su tolerancia $T_B = 0,021 \text{ mm}$ y la desviación inferior (Δ_1) de la medida mínima el buje guía es de $0,020 \text{ mm}$.

Entonces:

El diámetro máximo del buje será:

$$D_{\text{máx}} = d + ES + \Delta B = 27,5 + 0,021 + 0,030$$

$$D_{\text{máx}} = 27,551 \text{ mm}$$

El diámetro mínimo de la herramienta es:

$$d_{\text{mín}} = \varnothing + ei = 27,5 - 0,052$$

$$d_{\text{mín}} = 27,448 \text{ mm}$$

Por lo que el $J_{\text{máx}}$ entre buje guía y herramienta es:

$$J_{\text{máx}} = D_{\text{máx}} - d_{\text{mín}}$$

$$J_{\text{máx}} = 0,1$$

Entonces:

$$\Delta_1 = \frac{J_{\text{máx}}}{2} = \frac{0,1}{2}$$

$$\Delta_1 = 0,05 \text{ mm}$$

Comparando este desplazamiento con las desviaciones establecidas para la posición del eje del agujero en el plano de la pieza [2], que es de $\pm 0,3 \text{ mm}$, es evidente que el agujero quedará elaborado en la posición adecuada y con la precisión requerida.

A partir de los resultados obtenidos con estos cálculos se logra comprobar que el dispositivo garantizará los requisitos técnicos y de precisión que se exigen en la operación de maquinado analizada. Se debe destacar además, que para dicho dispositivo han sido confeccionados y aparecen reflejadas en [2], las cartas de ruta tecnológica para su fabricación, el listado general de materiales, especificaciones generales, carta tecnológica para la elaboración de las estructuras metálicas y del proceso tecnológico de tratamiento térmico del buje, también ha sido determinado su costo de producción.

Para realizar una valoración desde el punto de vista económico de ambas propuestas y definir en este

sentido la variante óptima, se determinó en primer lugar el costo de producción de la palanca por lo cual se tuvieron en cuenta las tarifas de servicio establecidas en la resolución No. 722/84 del Comité Estatal de Precios (CEP) para las diferentes operaciones de maquinado en

las que se incluyen el gasto de salario básico de los obreros, gastos de energía, carga fabril del taller, etc; así como las normas de tiempo por unidad, calculadas para las operaciones de maquinado correspondientes a cada variante del proceso tecnológico.

Para la variante I se obtuvieron los siguientes resultados:

No.	Operación	Tiempo (hrs)	Tarifa de servicio (horario)	Costo \$
010	Trazado	0,08	4,75	0,38
020	Taladro (2 aguj ϕ 20 ^{+0,84})	0,29	4,75	1,37
030	Mandrinado	0,20	4,75	0,95
040	Torneado	0,48	6,15	2,95
050	taladrado	0,51	4,75	2,95
Total				8,60

Para la variante II se obtuvieron los siguientes resultados:

No.	Operación	Tiempo (hrs)	Tarifa de servicio (horario)	Costo \$
010	Trazado	0,08	4,75	0,38
020	Taladrado (2 aguj ϕ 20 ^{+0,84})	0,29	4,75	1,37
030	Mandrinado	0,20	4,75	0,95
040	Torneado	0,48	6,15	2,95
050	Taladrado	0,23	4,75	1,09
Total				6,74

Como puede apreciarse se tuvo como resultado final que de ser fabricada la pieza por la variante tecnológica I, cada unidad cuesta \$ 8,60 por lo que el costo total para producir 1 632 palancas (las necesarias) asciende a \$ 14 035,20. Sin embargo, si estas piezas se fabrican por la variante II el costo de cada unidad es de \$ 6,74 por lo que se incurrirá en un costo total de \$ 10 999,68 para una diferencia entre ambas variantes de \$ 3 035,52. Por otra parte, se calculó el costo de producción del dispositivo según lo dispuesto en la Instrucción Metodológica No. 124/84 (CEP), y median-

te la utilización del modelo DRP - 1 se determinó que el mismo es de \$ 60,75.

Si a la diferencia antes obtenida se resta el costo de producción del dispositivo, el resultado representa la eficiencia económica de la variante II respecto a la variante I la cual equivale a \$ 2 974,77.

Debe destacarse además que con la utilización del dispositivo se logra en la variante II incrementar la productividad del proceso tecnológico, puesto que se elaboran en un mismo turno de trabajo mayor cantidad de brazos.

CÓNCLUSIONES

Como resultado de lo expuesto en el presente artículo pueden establecerse las siguientes conclusiones generales:

1. La gran utilidad que reporta para el taller 07 del Combinado del Níquel, la aplicación de la variante tecnológica II de maquinado de los brazos de los hornos de reducción, la cual representa desde el punto de vista económico un efecto de \$ 2 974,77 respecto a la primera, además de que con la utilización de la segunda variante se simplifica el proceso tecnológico de maquinado de la palanca.

2. Con el empleo del dispositivo especial para la realización del taladrado del agujero ϕ 27,5 mm se logra disminuir el tiempo auxiliar de esa operación y como resultado se obtiene un incremento considerable de la productividad del trabajo y de la eficiencia económica del proceso, así como se aumenta la precisión del maquinado de dicha operación.

REFERENCIAS

1. ARTILES, F. y A. MENDEZ : "Dispositivo para la elaboración lateral de los agujeros en el tambor de las masas cañeras", en Revista Construcción de Maquinaria . Año 7, No. 2, p. 155-167, 1982
2. LLORENTE, M. : Diseño de la tecnología de fabricación de la palanca del horno de reducción. Normación Técnica" Trabajo de Diploma, ISMM, Moa, 1986

3. MARTINEZ, F. et al : Tecnología de los metales II. Ministerio de Educación Superior
4. NEFIODOV, N. y H. OSIPOV : Problemas y ejemplos de corte de metales y herramientas de corte. La Habana, Editorial Pueblo y Educación, 1985

5. NC 16-30:80 ; CEN . Ajustes y Tolerancias
6. PRZYBYLSKI , J. : Dispositivos especiales para el maquinado . Tomo I. La Habana, Editorial Pueblo y Educación , 1984

LEA "Minería y Geología"

En próximos números publicaremos nuevos e interesantes artículos sobre minería, geología, geofísica y metalurgia. Suscríbase sin demora en nuestra revista para que se matenga bien informado. Algunos de los títulos a publicar son:

Algunas consideraciones sobre el isomorfismo en montmorillonitas del yacimiento "Ramiro Santiago" Molinete.

Utilización del gradiente total normal de la gravedad en el estudio de la estructura profunda de la provincia Pinar del Río.

Análisis de la estabilidad en las excavaciones mineras abandonadas.

Algunas consideraciones sobre la aplicación de la teoría hidrodinámica en la lubricación de cojinetes planos.

Influencia de la composición iónica de la pulpa limonítica en la velocidad de sedimentación.

Fm. Mícará en Yumurí Arriba, Baracoa, clave para la interpretación de la geología histórica pre-paleocénica de Cuba Oriental.