



Unidad de Industria
Regional Valle

INFORMADOR TECNICO

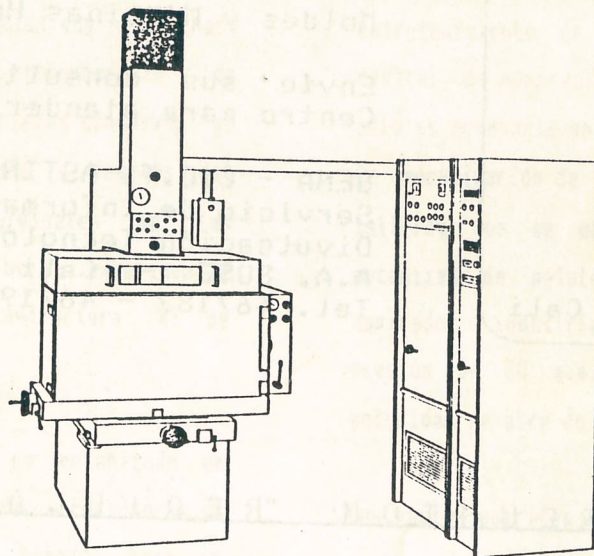
CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO CDT-ASTIN

Servicio de información y divulgación tecnológica

ANALIZADO

Nº 37 JULIO-SEPTIEMBRE 1988

DIRECTRICES PARA LA MECANIZACION DEL GRAFITO PARA LA ELECTROEROSION.



**EVOLUCION DE LAS HERRAMIENTAS DE CORTE
Y PROCESOS PARA MEJORAR SU RENDIMIENTO**
Parte III. Desarrollo y Aplicación de las Herramientas de
Diamante y los Nitruros de Boro Cubico.

MOLDES DE INYECCION PARA PLASTICOS
Parte VII. Fuerza de Apertura del Molde.

**SOLDADURA POR ARCO ELECTRICO CON ELECTRODO
DE TUNGSTENO Y GAS (G.T.A.W.)**

INFORMACION TECNICA A DISPOSICION DE LOS USUARIOS.
METALMECANICA - NEUMATICA E HIDRAULICA - PLASTICOS

INFORMADOR TECNICO

Edición No. 37

JULIO - SEPTIEMBRE 1988

Director:

Mariano Benavides C.

Editor:

Germán Cifuentes C.

Colaboradores:

Luis Fernando Gómez

Antonio Bohórquez

Ramón Vanegas

Impresión:

Publicaciones SENA Cali

EL "BOLETIN INFORMADOR TECNICO", es una publicación del Centro de Desarrollo Tecnológico C.D.T. ASTIN del SENA Regional del Valle. Se edita trimestralmente en Cali y se distribuye gratuitamente en las Empresas del sector industrial.

Señor Empresario

Usted tiene en el Centro de Documentación del ASTIN del SENA Regional del Valle un amigo para ayudarle a solucionar su problema y actualizarse en el área de los Plásticos, Troqueles, Moldes y Máquinas Herramientas.

Envíe sus consultas o visite nuestro Centro para atenderlo gustosamente.

SENA - C.D.T. ASTIN
Servicio de Información y
Divulgación Tecnológica ASTIN
A.A. 8053 - Cali Colombia
Tel. 467182 - 467195 Ext. 362

V REUNION "REDIPLAC"

El 23 de Septiembre, se realizó en el Centro de Desarrollo Tecnológico SENA - ASTIN de Cali, la V Reunión de la RED DE INFORMACION DE LAS INDUSTRIAS DEL PLASTICO Y DEL CAUCHO "REDIPLAC".

REDIPLAC es un Banco de Datos basados en Referencias Bibliográficas disponibles en ACOPLASTICOS, Bibliotecas y Centros de Documentación especializados coordinado por la Asociación de Industrias Plásticas y del Caucho. Durante la Reunión se presentó una Jornada Tecnológica sobre Registro de la Información Técnica aplicada a Productos Metalmecánicos y Plásticos.

Como acto principal de la V Reunión de REDIPLAC, se dio a conocer la Base de Datos del Centro de Documentación ASTIN, donde están consignados grandes volúmenes de Información del Sector Metalmecánico y Plástico.

DIRECTRICES PARA LA MECANIZACION DEL GRAFITO PARA LA ELECTROEROSION.

Traducido y adaptado para el Informador Técnico
por el Ing. Mariano A. Benavides - Superintendente
del C.D.T. ASTIN.

El grafito se deja mecanizar sin limitación alguna en todas las máquinas tradicionales de una forma fácil y precisa con tolerancias muy estrechas. Cualquiera que sea el procedimiento de mecanización empleado, las piezas conservan su estabilidad dimensional durante y después del mecanizado y las zonas marginales de las superficies mecanizadas no experimentan transformación alguna ni de estructura ni de característica del material.

Por regla general el grafito es mecanizado en seco. Sin embargo, en fresadoras - copiadoras es más ventajoso el mecanizado en húmedo, para lo cual se debe usar exclusivamente el mismo líquido utilizado como dieléctrico en la máquina de electroerosión.

DISPOSITIVOS DE ASPIRACION Y DE EVITACION DE POLVO

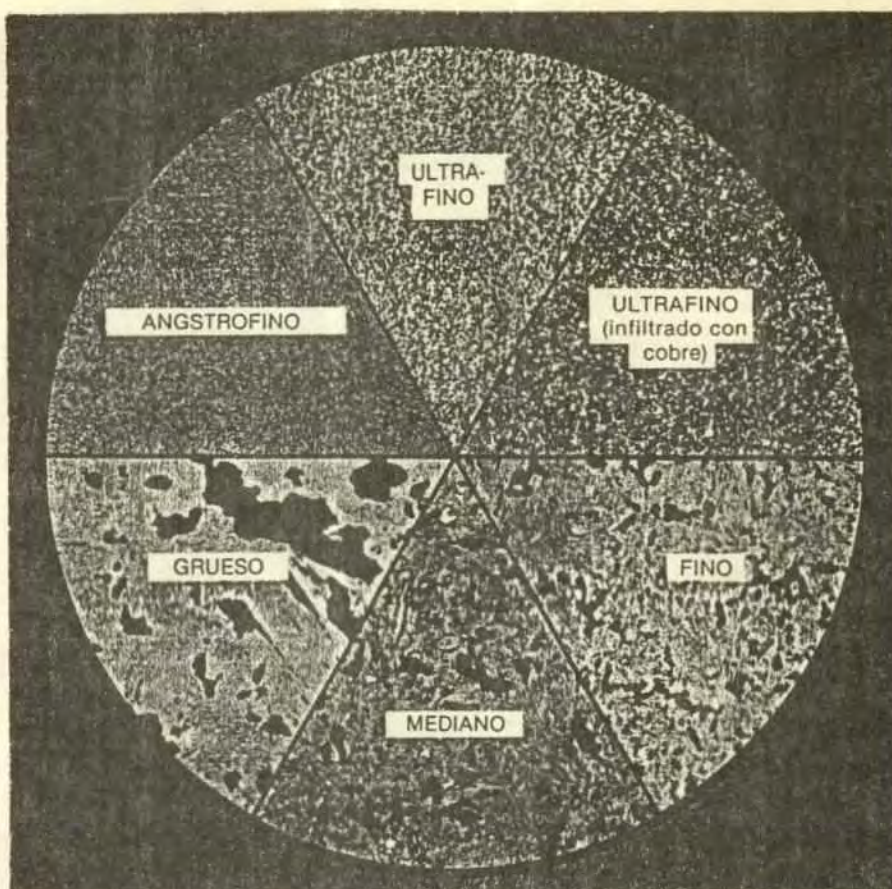
El polvo de grafito es fisiológicamente inerte. Investigaciones médico científicas han demostrado, que no provoca silicosis.

Sin embargo, es imprescindible utilizar dispositivos de captación de polvo en las

máquinas, con el fin de asegurar un máximo de limpieza en los talleres y facilitar el entretenimiento de las máquinas. Una instalación central de aspiración de grandes dimensiones tan sólo es necesaria en los talleres especializados en la mecanización de carbón y grafito. Para los talleres que se ocupan en primera línea del mecanizado de metales, basta con prever un aspirador industrial sobre cada máquina (de presión de 30 m.m. de columna de agua o una velocidad de aire de aprox. 18 m/seg).

Las partes matrices de las máquinas lubricadas con aceite, han de ser convenientemente cubiertas y protegidas las partes móviles expuestas al polvo, así como las guías, deberán ser desengrasadas antes de comenzar a trabajar, con el fin de evitar la formación de una pasta análoga al cemento que se va endureciendo y puede ocasionar un desgaste prematuro de las mismas, perjudicando la precisión de trabajo de la máquina en cuestión.

Varias horas antes de mecanizar el grafito se recomienda mantener sumergido el material en el dieléctrico y de esta manera mejorar las propiedades de desprendimiento de viruta. De



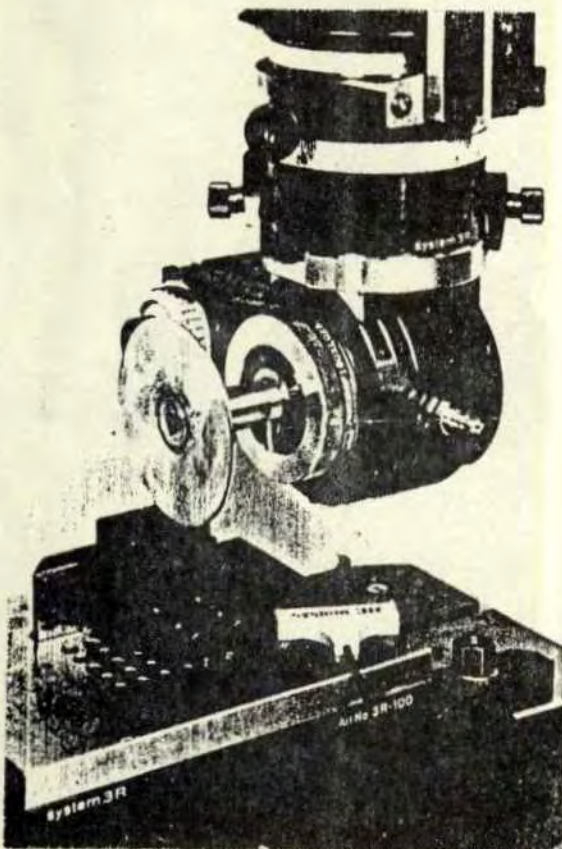
ANGSTROFINO	ULTRAFINO		FINO	MEDIANO	GRUESO
EDM-AF5	EDM-1		EDM-150	EDM-2000	Hingun
	EDM-2			EDM-5000	grado
0,001mm	EDM-3		0,011 mm	0,021 mm	POCO
usado en	0,001 mm-0,005 mm		0,020 mm	0,102 mm	102 mm
aplicaciones	usado en	usado en	usado en	usado para	rara vez
que requieren	aplicaciones	aplicaciones	estampado y	desgaste	usado en
un mecanizado	donde la	donde la	troquelado	donde se	electro-
critico y	resistencia	resistencia	donde los	requiere	erosion.
detallado.	a la flexion	a la flexion	detalles y	amperaje	
	del electrodo	del electrodo	el acabado	alto para	
	y precision	y precision	de la	optimizar	
	son importantes	son importantes	superficie	la remocion	
		Infiltrado con	no son	de metal.	
		cobre.	criticos.		

igual manera, se recomienda sumergir el electrodo en el mismo dieléctrico antes de empezar a electro-erosionar.

CORTE CON SIERRA

Para cortar con sierra se recomienda la utilización de sierras de cinta de acero con dentado aproximado de 5 dientes por pulgada y trabajar con una velocidad de corte aproximado 100-300 m/minuto.

VALORES ORIENTATIVOS PARA LA MECANIZACION CON HERRAMIENTAS DE METAL DURO : RECOMENDAMOS LAS SIGUIENTES CONDICIONES DE TRABAJO



	DESBASTADO	ACABADO
Velocidad de corte (m/mm)	100-200	200-400
Avance (mm/vuelta)	0,2-0,6	0,05-0,20
Profundidad de corte (mm)	10-20	0,2-0,5

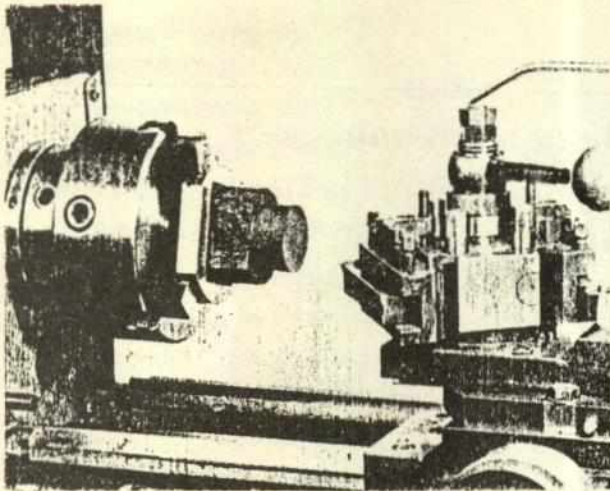
CORTE CON DISCO

Para el cortado con disco corrientemente se utilizan discos de carburo de silicio de grano 36 y velocidad periférica de 30 m/seg. o discos de diamante sinterizados de bronce, con granulometría de 200-300 y velocidad periférica de 50-60 m/seg.

TORNEADO

Considerando el carácter cerámico frágil del gráfito, la presión de fijación debe ser repartida sobre una superficie tan grande como sea posible. Es aconsejable sujetar la pieza a mecanizar entre dos pinzas de sujeción o en anillos extensibles. El empleo de un plato universal de 3 mordazas tan solo es aceptable para piezas que tengan un espesor de pared superior al décimo del diámetro total de la misma, con un grosor mínimo de pared de 10 mm.

Aunque el mecanizado se puede efectuar con la ayuda de herramientas en acero rápido tratado, es preferible y más económico utilizar herramientas de corte en carburo de tungsteno en las calidades K01 y K05. Para tolerancias más estrechas que IT6 es necesario prever la utilización de ótiles de diamante.



Para obtener superficies bien acabadas es primordial el mantener continuamente las herramientas de corte en perfecto estado. Para evitar el dañar las piezas de carbón es aconsejable redondear ligeramente la punta de la herramienta de corte.

Angulo de incidencias α	= 15-20
Angulo de cuña ρ	= 70
Angulo de corte	= 85-90
Angulo de fijacion	= + 1
Angulo de ataque	= -45

RECTIFICADO CON MUELAS PREFORMADAS

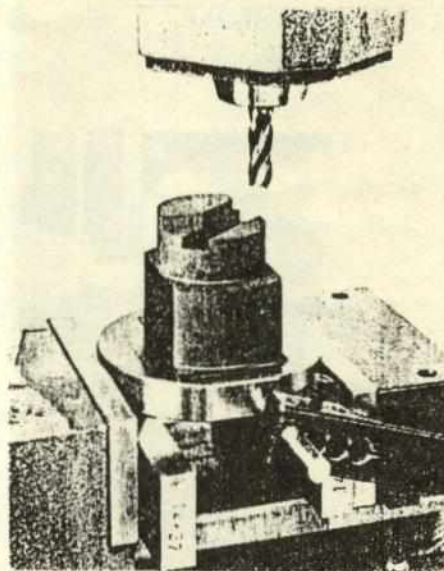
El rectificado con muelas preformadas específicamente desarrollado para la mecanización del grafito, es uno de los procedimientos de preparación de electrodos para la electro-erosión menos conocidos, y pueden ser empleados para recuperar con gran economía grandes cantidades de electrodos de grafito. Todos nuestros grafitos pueden mecanizarse sin limitación alguna con herramientas de rectificado aglomeradas con

resinas sintéticas.

ELECTRO-EROSIONADO

Como todo material conductor de la corriente eléctrica, el grafito puede mecanizarse mediante electro-erosión. Tanto el corte como el grafito sirven de material para electrodos, pero precisamente la resistencia del grafito al desgaste, impide que se puedan alcanzar volúmenes de material erosionado tan satisfactorios como se logran en el caso del acero.

FRESADO-COPIADOR



Para el fresado copiador de los electrodos de grafito con fresas en acero rápido tratado, es necesario trabajar a velocidades de corte relativamente bajas para evitar un desgaste excesivo de la fresa. Para el mecanizado en seco recomendamos la instalación de dispositivos de aspiración eficaces.

Refrigerando el electrodo con el líquido utilizado como dieléctrico en la máquina de electroerosión, se logra una vida de la fresa de 4 a 5 veces mayor que la normal. El empleo de fresas de metal duro que permitan trabajar con velocidades de corte más elevadas, ofrece una ventaja adicional. En este caso es preferible trabajar en húmedo.

VALORES ORIENTATIVOS PARA EL MECANIZADO

	ACERO RAPIDO TRATADO	METAL DURO
Velocidad de corte (m/mm)	10-15	25-30
Avance (mm/min)	max. 600-800	max. 600-800

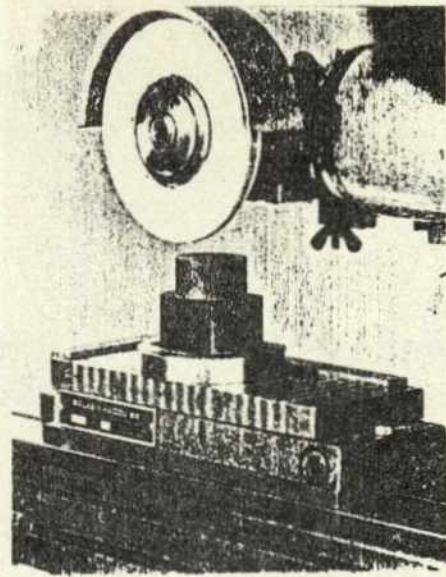
RECTIFICADO

El rectificado es especialmente rentable y por lo tanto en muchos casos se le dará preferencia frente al torneado y fresado. También aquí se efectúa el mecanizado seco.

Aparte de las rectificadoras corrientes, también se pueden utilizar máquinas fresadoras universales equipadas con muelas de rectificar.

CALIDAD DE LAS MUELAS

el grano o densidad de estructura de la muela deberá oscilar entre 6 y 9 según DIN 69.100.



Desbastado : Muelas de carburo de silicio, grano 20-46, dureza F-K.

Acabado : Muelas de carburo de silicio, grano 80-120, dureza H-N.

Acabado Fino: Grano superior a 120.

VALORES ORIENTATIVOS PARA EL MECANIZADO

	DESBASTADO	ACABADO
Velocidad de corte (m/seg.)	20-30	20-30
Avance (mm/min)	200-300	200-300
Profundidad de Corte (mm)	3-5	0,05-0,3

ITALADRADO

También aquí es preferible utilizar brocas de

carburo de tungsteno en lugar de las de acero rápido. Para evitar roturas a la salida de la broca el ángulo de corte debe tener aproximadamente 70-100 y el ángulo de incidencia aproximadamente 10-15 .

PEGADO

Frecuentemente se pega el grafito, dándose preferencia a éste método frente a otras técnicas de unión. Secciones pequeñas se pegan habitualmente con colas rápidas a base de isociano-acrilato (Sicomet 70, Avdelbond C2, Bondutix super, etc). La película fina de estos pegamentos de baja viscosidad no impide el contacto eléctrico entre las partes pegadas. Así es posible utilizar electrodos con superficies pegadas en sentido perpendicular al de la erosión, sin conexiones eléctricas adicionales.

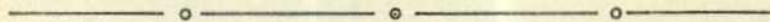
Para secciones mayores es recomendable el uso de pegamentos de mayor viscosidad (Technicoll 8162, Loctite, Araldite, etc.) cuyo proceso de endurecimiento es más prolongado, lo que permite

un ajuste más cuidadoso de las zonas a pegar. En razón de la mayor densidad del pegamento se forma en la zona de unión una fina película aislante que ha de ser puenteada con un conexionado eléctrico adicional, cuando las uniones se realizan en sentido horizontal (perpendicularmente al sentido del erosionado).

Es imprescindible que toda la superficie a pegar sea debidamente preparada de acuerdo con las instrucciones del fabricante del pegamento.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Publicaciones de CARBONE LORRAINE de COLOMBIA S.A.
- 2.- AGIE : Tecnología sobre la Electroerosión por Penetración. Publicación 304. SEP. 1974. 23p.
- 3.- POCO GRAPHITE. Manual Técnico del Mecanizado por Electroerosión (EDM). 1986. 49p. Il.



EVOLUCION DE LAS HERRAMIENTAS DE CORTE Y PROCESOS PARA MEJORAR SU RENDIMIENTO

Parte III. Desarrollo y Aplicacion de las Herramientas de Diamante y los Nitruros de Boro Cubico.

Por : Ing. MARIANO ANTONIO BEHAVIDES C.
Superintendente SENA - C.D.T. ASTIN

La privilegiada posición de la República Africa del Sur (Sudafrica) en lo que respecta a la explotación de minerales entre ellos el diamante, el desarrollo de diamantes industriales y los Nitruros de Boro Cúbico obtenidos de las minas y luego tratados en laboratorios han llevado a cambiar en los últimos tiempos los conceptos de aplicabilidad, parámetros de corte y rangos de utilización de las herramientas que en el momento tienen gran importancia en las máquinas de H.C. y C.N.C. (Control Numérico y Control Numérico por Computador). En el mercado se encuentran en forma de pastillas como los metales duros.

Antes de proseguir con el tema es importante diferenciar entre materiales Monocristalinos y Policristalinos. Ver tabla comparativa 1.4.

Los monocristalinos, utilizados desde hace mucho tiempo, son fundamentalmente monocristales cuya composición principal es el diamante. Existen también desde los años cincuenta los diamantes artificiales obtenidos a partir de materiales de Carbono como el Grafito, los cuales son tratados con elementos de transición como catalizadores. Por ejemplo : Cromo, Manganeso,

Hierro, Niquel, que al reaccionar a presiones y temperaturas muy altas con el Carbono, forman los carburos intermetálicos llamados diamantes artificiales. Al mejorar con el tiempo los sistemas y equipos de alta presión con instrumentos precisos de regulación, se ha logrado aumentar la calidad y precisión de estas herramientas. Estos últimos se pueden llamar Policristalinos dada la gran variedad de cristales que lo componen.

APLICACION DE LOS DIAMANTES POLICRISTALINOS

Estas herramientas se han convertido en la alternativa económica de los procesos de mecanizado en industrias como la automotriz, donde también se deben procesar materiales no ferrosos en grandes cantidades. Dentro de la gama de aplicaciones se pueden nombrar :

- Aluminio y sus aleaciones.
- Cobre y sus aleaciones.
- Plásticos y fibras prensadas duras.
- Metales duros como carburos de Tungsteno y Vanadio.
- Otras materias duras como el vidrio.

COMPARACION DE PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LAS DIFERENTES HERRAMIENTAS DE CORTE								
HERRAMIENTAS PROPIEDADES	HERRAMIENTAS CERAMICAS			METALES Duros ISO K10	MATERIAL POLICRISTALINO MEZCLADOS CBN			DIAMANTE MONOCRISTALINOS
	AL ₂ O ₃	AL ₂ O ₃ +C Ti	Sialon		SYNDITE		AMBORITE PKB	
					PKD 010	PKD025		
DENSIDAD gr/cm ³	3.91	4.28	3.2	14.7	3.85	3.84	3.12	3.52
RESISTENCIA A LA COMPRESION Kgf/mm ²	400	450	350	450	760	761	273	868
RESISTENCIA A LA FLEXION Kgf/mm ²	70	91	75	200	96	92	57	---
DUREZA Knoop Kgf/mm ²	16	17	13	13	50	50	28	102
MODULO DE ELASTICIDAD Kgf/mm ²	3.4x10 ⁴	3.7x10 ⁴	3.0x10 ⁴	6.2x10 ⁴	9.0x10 ⁴	9.25x10 ⁴	6.8x10 ⁴	11.41x10 ⁴
COEFICIENTE DE DILATACION TERMICA 10 ⁻⁶ K ⁻¹	8.1	7.8	3.2	5.4	4.2	4.5	4.9	4.8
CONDUCTIVIDAD TERMICA Wm ⁻¹ K ⁻¹	22.5	16.7	22.5	100	560	560	100	1250

TABLA No. 1.4

La tabla 1.5 muestra los diferentes materiales que pueden trabajarse con sus parámetros de corte recomendados ; para el trabajo con herramientas de Diamante Policristalino se recomienda trabajar con profundidades de corte superiores a 0.5 mm hasta 8 mm.

Tampoco es recomendable trabajar materiales ferrosos como Aceros y fundiciones puesto que la homogeneidad de materiales produce altas

temperaturas que permiten y acelere el desgaste por difusión produciendo un desgaste prematuro en la herramienta.

Otra gran propiedad de estas herramientas de corte es la de no permitir la formación del filo recrecido dada las altas velocidades permisibles de trabajo y las altas temperaturas que alcanza la viruta al salir.

VALORES DE CORTE CON HERRAMIENTAS DE CORTE POLICRISTALINAS PARA TORNEAR					
MATERIAL A TRABAJAR	Vc m/min	S mm/rev	MATERIAL A TRABAJAR	Vc m/min	S mm/rev
Aluminio sin Si	200-2000	0.05-0.4	Papel prensado duro	200-600	0.1 - 0.3
Aleaciones del Al con Si (8Z	200-2000	0.05-0.4	Caucho duro y blando	100-500	0.1 - 0.6
Aleaciones de Al con Si hasta 12Z	150-1000	0.05-0.4	Grafito	100-500	0.1 - 0.4
Aleación de Al con Si hasta 18Z	100-800	0.05-0.4	Material duro presinterizado	100-500	0.1 - 0.4
Latón, aleaciones de Mg. y Zn	200-2000	0.05-0.4	Oxido de aluminio AL ₂ O ₃	50-180	hasta 0.1
Cobre, Bronce y Aleaciones de Pb.	200-1000	0.05-0.4	Silicio	50-180	hasta 0.1
Material duro y termoplas- ticos sin materias de refuerzo-Resinas epoxicas	100-1000	0.05-0.2	Tungsteno Metal duro	50-180 30-70	hasta 0.1 0.1 - 0.6

Tabla No. 1.5

VALORES DE CORTE PARA HERRAMIENTAS DE NITRURO DE BORO CUBICO				
MATERIAL A TRABAJAR	DUREZA	DATOS DE CORTE		
		Vc m/min	S mm/rev	a mm
Ac. 1020 Cementado	60 Rc	91 - 75	0.25	0.5
Ac. 1055 Templado	60 Rc	91	0.3	0.75
Ac. 5110 Cementado	62 Rc	80	0.2	2.5
Ac. Rapido H98	64 Rc	76	0.12	1.5
Ac. Inoxidable martensítico	58 - 60 Rc	150	0.1	0.5
Ac. AISI 01 - 02	58 Rc	92	0.2	0.25
Ac. Nitrurado	70 Rc	75	0.3	1.0
Fundición Endurecida	50 Rc	74	0.35	2
Inconel	48 Rc	125	0.04	0.005
Stellite	52 Rc	108	0.2	1.5
Aceros al Cr. Mo.	68 Rc	91	0.2	3.0
Metal duro	1500 H.V.	20	0.1	0.5

Tabla No. 1.6

APLICACIONES DE LOS CBN (Nitruros de Boro Cúbico)

Estas herramientas compuestas de cristales sinterizados de Nitruro de Boro Cúbico - Ver Figura 1.14, tienen durezas próximas y sólo comparables a las del diamante - Ver tabla 1.4 -, y puesto que no tiene el problema de homogeneidad con los materiales ferrosos como el diamante, pueden ser utilizados para trabajar aceros de alta resistencia y hasta en estado templado.



Figura 1.14
CRISTALES DE CBN

Estas herramientas de corte desarrolladas desde los años sesenta por la "General Electric" inicialmente denominadas como Borazón sufrieron en los últimos años una gran transformación y adelanto científico lo cual ha permitido su aplicación en el mecanizado de :

- Aceros templados y de alta resistencia.
- Aceros con alto porcentaje de Cromo y Níquel.
- Para trabajos de materias plásticas duras.
- Maderas duras.
- Para hilas en procesos de trefilado.
- Para romper roca en la minería.
- En general para trabajar todo material metálico y no metálico.
- Gran aplicación en la industria automotriz y la aviación.

CLASES DE C.B.N.

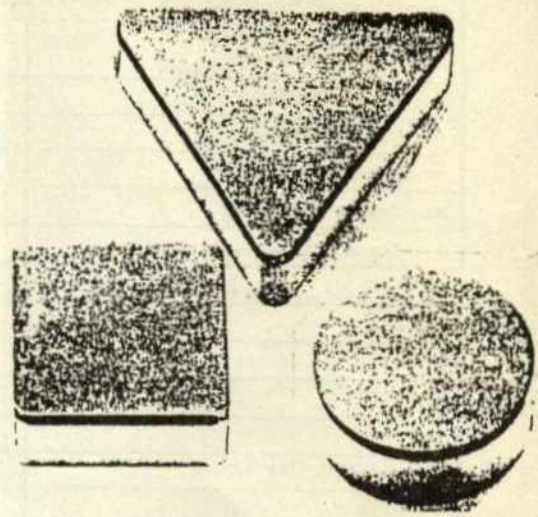
En la actualidad se fabrican cuatro clases de C.B.N.

- PKD : Syndite
Syndie
Sindrill

- PKB : Amborite

Las propiedades de estas herramientas se pueden comparar en la tabla No. 1.4 que a su vez pueden compararse con los otros tipos de herramientas ya estudiadas.

Los procedimientos utilizados para obtener estas herramientas son similares a los utilizados para la obtención de los diamantes Policristalinos vistos en la sección de aplicación de los mismos la diferencia está en que para los diamantes se parte el gráfito y para los C.B.N. se parte de los cristales de Nitruro de Boro hexagonales, utilizando catalizadores del grupo alcalino (Nitruros y Boruros). Se utilizan aleaciones de aluminio con Hierro ; Cobalto con Niquel, para lograr la formación de cristales y granos finos de CBN. La aplicación de este material como herramienta es tan amplio e importante que abarca



GEOMETRIAS DISPONIBLES

el campo de los procesos del rectificado de materiales con alta dureza.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Werkstatt und Betrieb
Zeitschrift für Maschinenbau, Konstruktion und Fertigung.
Carl Hanser Verlag Alemania 1986.
- 2.- Balinit Balzers Elay S.A.
Technische Mitteilungen
Alemania 1986.
- 3.- Bohlerit Taschenbuch fuer die Werkstatt.
V.E.E.
- 4.- Publicaciones SANDVIK Coronant.

MOLDES DE INYECCION PARA PLASTICOS

Parte VII. Fuerza de Apertura del Molde.

Por : Ing. ANTONIO BOHORQUEZ

FUERZA DE APERTURA DEL MOLDE

Tal como se dijo anteriormente, si la contracción de la pared de la pieza: δ_p es mayor que el ensanchamiento elástico del molde: δ_m , la apertura se realiza sin problemas, ($\delta_m < \delta_p$), en caso contrario, la fuerza de apertura es elevada y existe además la tendencia de quedarse la pieza en la cavidad. La fuerza de desmoldeo está en función del área de la pieza y del coeficiente de rozamiento :

$$F_A = S \mu P_R$$

S = Superficie exterior de la pieza

μ = Coeficiente de Rozamiento

P_R = Presión residual de la masa al desmoldear

$$P_R = P_i \left(\frac{\delta_m - \delta_p}{\delta_m} \right)$$

FUERZA DE DESMOLDEO

Cuando la pieza se adhiere al macho, se origina un esfuerzo de tracción que se puede calcular como:

$$\sigma_z = S_{weff} \cdot E$$

Siendo :

S_{weff} = Contracción efectiva de la pared

E = Módulo de elasticidad
(3×10^4 kp/cm²) a la temperatura de 20°C.

σ_z = Tensión de tracción

El esfuerzo σ_z genera una compresión superficial P_s

$$P_s = \sigma_z \cdot \frac{2e}{d}$$

Siendo

e = Espesor de pared
 d = diámetro del macho

La fuerza de desmoldeo es :

$$F_D = S_m \mu P_s$$

$$F_D = 2 \frac{S_m \mu S_{weff} E}{d}$$

Donde S_m = Superficie exterior del macho.

Este valor de F_D se disminuye en la práctica con el desmoldeo a una temperatura mayor de 20°C y en algunos casos especiales, con el empleo de desmoldantes ya sea al molde o al termoplástico, antes de inyectar; como son: las siliconas, carbonato calcico, etc.

Ejemplo No. 7

Para el vaso del ejemplo 1 se tiene un espesor de pared de 1,4 mm. La presión de inyección 210 kp/cm^2 . La pieza será elaborada en PS a una temperatura de 200°C . el diámetro exterior de la cavidad es 120 mm y el diámetro del agujero de refrigeración 12 mm. Calcular la fuerza de apertura y la fuerza de desmoldeo.

1. Cálculo de la deformación de la cavidad.

$$a = \frac{70 + 50}{2} = 60 \text{ mm}$$

$$\delta_a = \frac{6 \times 210}{210 \times 10^3} \left(\frac{12^2 + 6^2}{12^2 - 6^2} \right)$$

$$\delta_a = 0.01 \text{ cms.}$$

2. Compresión del macho.

$$C = 1,2 \text{ cms.}$$

$$d = 60 - 2 \times 1,4 = 57,2 \text{ mm.}$$

$$\delta_d = \frac{5,72 \times 210}{210 \times 10^3} \left(\frac{5,72^2 + 1,2^2}{5,72^2 - 1,2^2} \right)$$

$$\delta_d = 0,0062 \text{ cms.}$$

3. Ensanchamiento total.

$$\delta_m = 0.0162 \text{ cms.}$$

4. Cálculo de la contracción de la pared.

De la tabla No. 4 (Ver INFORMADOR TECNICO No. 36 ABR-JUN. 1988) se tiene para el PS que la temperatura de reblandamiento es aprox. 90°C y $\alpha = 7 \times 10^{-5} \text{ cm/cm}^\circ\text{C}$, se asume $\theta_E = 40^\circ\text{C}$.

$$S_W = \alpha (\theta_{p=1} - \theta_E)$$

$$S_W = 7 \times 10^{-5} (90 - 40)$$

$$S_W = 3,5 \times 10^{-3}$$

$$S_W = 0,35 \%$$

$$S_{weff} = 1,5 S_W$$

$$S_{weff} = 1,5 \times 0,35 = 0,525$$

$$\delta_p = S_{weff} \cdot e$$

$$\delta_p = 0,00525 \times 1,4$$

$$\delta_p = 0,00735 \text{ cms.}$$

Aquí $\delta_p < \delta_m$ por lo tanto hay interferencia durante el desmoldeo.

5. Cálculo de la fuerza de apertura.

$$F_A = S \mu P_R$$

$$S = \pi \frac{d + D}{2} \cdot l$$

$$S = \pi \times \frac{5 + 7}{2} \times 11,5 = 216,8 \text{ cm}^2.$$

$$\mu = 0,1$$

$$P_R = P_p \left[\frac{\delta_m - \delta_p}{\delta_m} \right]$$

$$P_R = 210 \left[\frac{0.0162 - 0.00735}{0.0162} \right]$$

$$P_R = 115 \text{ kp/cm}^2$$

$$F_A = 216,8 \times 0,1 \times 115$$

$$F_A = 2.487 \text{ kg}$$

6. Fuerza de desmoldeo

$$F_D = \frac{2 S_m \mu S_{weff} E}{d}$$

$$S_m = \pi \times \frac{6,72 + 4,72}{2} \times 11,36$$

$$S_m = 204,1 \text{ cm}^2$$

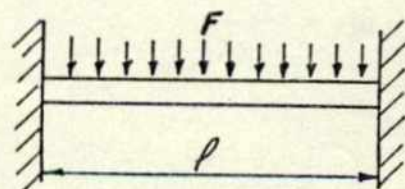
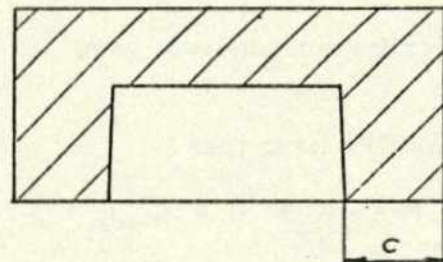
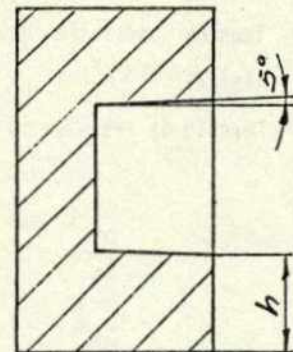
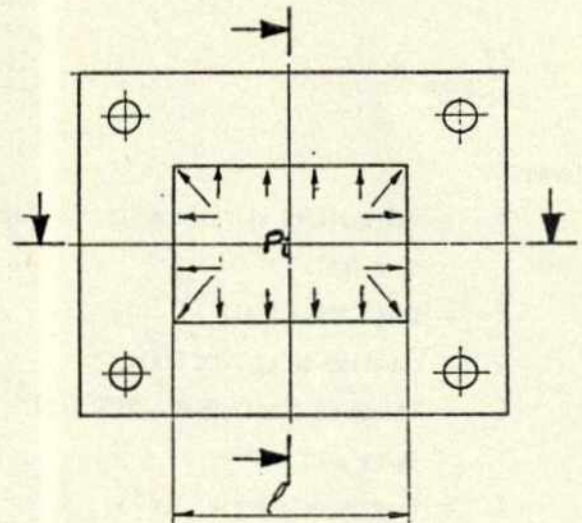
$$F_D = \frac{2 \times 204,1 \times 0,1 \times 0,00525 \times 3 \times 10^4}{5,72}$$

$$F_D = 1,124 \text{ kg.}$$

MOLDES CON CAVIDADES RECTANGULARES

Los cálculos siguientes sólo se hacen en moldes de grandes dimensiones, ya que en cavidades pequeñas muy raras veces ocurren pandeos y roturas. El dimensionamiento de las paredes se hace en base a la experiencia, si se tiene en cuenta además la selección adecuada de los materiales de la cavidad.

Para cavidades rectangulares, el lado crítico es el más largo. En los cálculos se hace una analogía con una viga empotrada en los extremos con carga uniformemente distribuida.



Para el caso de una viga empotrada se tiene :

$$f = \frac{1}{384} \frac{F l^3}{EI}$$

$$M = \frac{1}{12} F l \quad \text{En uno de los extremos empotrados.}$$

$$M = \sigma_{adm} W$$

Siendo :

f = Deflexión en el punto medio de la viga (cm).

F = Carga total (kg).

l = Longitud de la viga (cm).

E = Módulo de elasticidad = 2100×10^3 kg/cm².

I = Momento de inercia (cm⁴).

M = Momento flector.

σ_{adm} = Tensión admisible del material (kg/cm²)

W = Momento de resistencia (cm³)

$$I = \frac{bh^3}{12}$$

$$W = \frac{bh^2}{6}$$

Para los cálculos siguientes se supone $b = 1$ cm.

Igualando (2) y (3) se tiene :

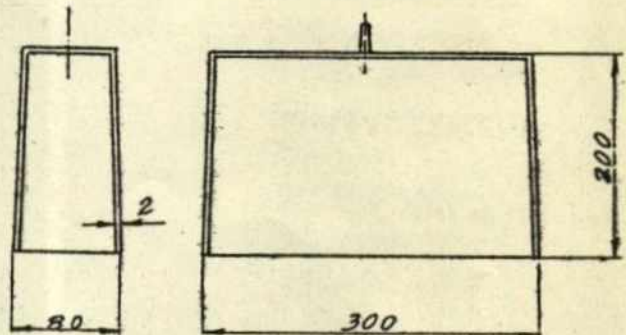
$$M = \frac{1}{12} F l = \sigma_{adm} \cdot W$$

$$W = \frac{F l}{12 \sigma_{adm}}$$

$$f = \frac{F l^3}{384 EI}$$

Ejemplo No. 8

Calcular el espesor de las paredes del molde para una caja de revistas inyectada en ABS, cuyas dimensiones son :

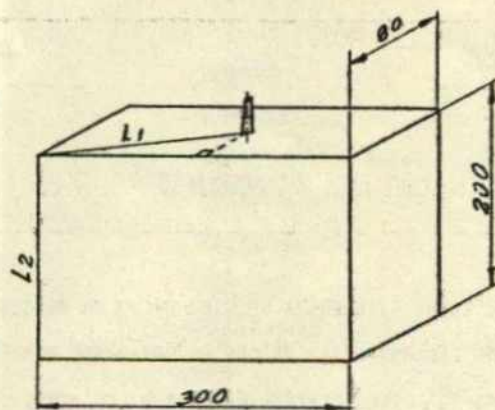


$$\sigma_{adm} \approx 90 \text{ kp/mm}^2 \text{ para acero Tipo P20.}$$

1. Cálculo de la presión de inyección.

Ya que el punto de inyección está colocado en el centro, la longitud de fluencia es :

$$L_1 + L_2$$



$$L_1 = \sqrt{40^2 + 150^2} = 155 \text{ mm}$$

$$L_2 = 200 \text{ mm.}$$

$$L = 355 \text{ mm.}$$

De la Tabla No. 2 se tiene para

$$L \simeq 36 \text{ cms. y } e = 2 \text{ mm.}$$

$$P_i = 270 \text{ kg/cm}^2$$

Para ABS, el valor anterior se modifica por el factor de corrección de la fluencia.

$$p_i = 270 \times 1,35$$

$$P_i \simeq 364 \text{ kg/cm}^2$$

2. Cálculo del momento de resistencia W.

$$W = \frac{F l}{12 \sigma_{adm}}$$

$$F = P_i \times l \times l \text{ cm}$$

$$F = 364 \times 30 \times 1 = 10.920 \text{ kg.}$$

$$W = \frac{10.920 \times 30}{12 \times 9000} = 3,033 \text{ cm}^3$$

3. Cálculo del ancho de la pared del molde (h).

$$W = \frac{bh^2}{6}$$

$$b = 1 \text{ cm.}$$

$$h = \sqrt{6W}$$

$$h = \sqrt{6 \times 3,033}$$

$$h = 4,26 \text{ cms.}$$

$$h = 43 \text{ mm.}$$

4. Cálculo de la flexión máxima (f).

$$f = \frac{Fl^3}{384 EI}$$

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{1 \times 4,3^3}{12}$$

$$I = 6,6255 \text{ cm}^4$$

$$f = \frac{10.920 \times 30^3}{384 \times 2100 \times 10^3 \times 6,6255}$$

$$f = 0.055 \text{ cm.}$$

$$f = 0.0055 \text{ mm.}$$

5. Cálculo del espesor de pared en el lado más angosto (c).

$$W = \frac{Pl}{12 \sigma_{adm}} = \frac{bh^2}{6}$$

en este caso $c = h$

$$\frac{Pl}{12 \sigma_{adm}} = \frac{bc^2}{6}$$

$$c = \left[\frac{Pl \times 6}{12b \sigma_{adm}} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$b = 1 \text{ cm. } P = 364 \times 8 \times 1 = 2912 \text{ kg.}$$

$$c = \left[\frac{2912 \times 8}{2 \times 9000} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$c = 1,14 \text{ cms.}$$

$$c = 11,4 \text{ mm.}$$

No es necesario calcular la deflexión en este lado.

Bibliografía

MENGES - MOHREN -- Moldes de Inyección para Plásticos. Página No. 144.

SOLDADURA POR ARCO ELECTRICO CON ELECTRODO DE TUNGSTENO Y GAS (G.T.A.W.)

Por : Ing. LUIS FERNANDO GOMEZ

Instructor SENA - C.D.T ASTIN

INTRODUCCION

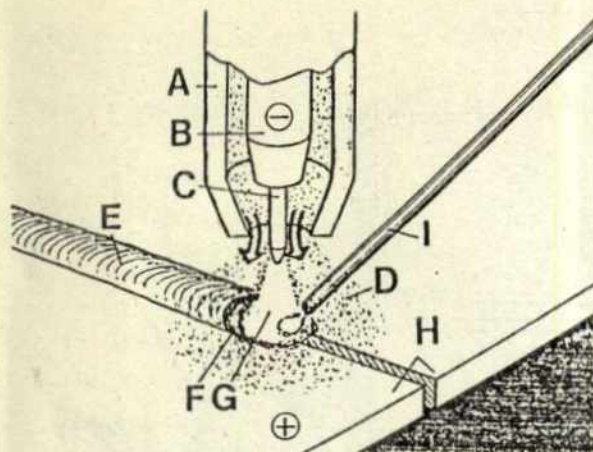
La necesidad cada vez más creciente de obtener una mayor eficiencia en el medio de calentamiento de las piezas por soldar, con la consiguiente disminución de la zona afectada por el calor y de los efectos dañinos en las piezas, ha hecho que se desarrollen nuevos procesos de soldadura. En nuestro país, actualmente se utilizan algunos de estos procesos y otros comienzan lentamente a aplicarse para necesidades muy específicas; sin embargo, un gran número de técnicos y de ingenieros desconoce las posibilidades tecnológicas de cada uno de estos procesos. En muchas ocasiones las personas que deciden la compra de los equipos de soldadura, desconocen el verdadero uso y la eficiencia de debe buscarse para justificar la inversión en equipos, así como las aplicaciones específicas de cada proceso.

El objetivo de este trabajo es el dar a conocer

los principios básicos, ventajas y desventajas y las posibilidades de utilización de el proceso de SOLDADURA POR ARCO ELECTRICO DE TUNGSTENO Y GAS (G.T.A.W.).

DESCRIPCION DEL PROCESO

Es un proceso por arco eléctrico en el cual el calor es generado por un arco producido entre un electrodo no consumible y el metal de trabajo. El electrodo, el charco de fusión, el arco y las áreas calentadas adyacentes de la pieza de trabajo están protegidas de la contaminación atmosférica por un gas de protección. Esta protección es proporcionada por un chorro de gas, (generalmente un gas inerte) o una mezcla de gases. El gas de protección debe ofrecer una óptima protección, aún una poca cantidad de aire arrastrado puede contaminar la soldadura.



- | | |
|---|--------------------------|
| A. Cubierta de gas | E. Soldadura terminada |
| B. Collar | F. Baño de fusión |
| C. Electrodo de
wolframio infungible | G. Arco |
| D. Gas de Protección | H. Metal de base |
| | I. Varilla de aportación |

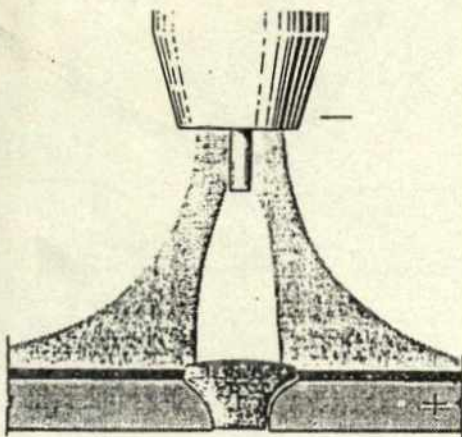


Figura 1. Presentación esquemática de la soldadura TIG.

VENTAJAS

En general el proceso de soldadura G.T.A.W., también llamado TIG, presenta las mismas ventajas comunes a los procesos de soldadura con protección de gas:

- Las uniones obtenidas son más resistentes, más dúctiles y menos sensibles a la corrosión.
- La protección gaseosa simplifica notablemente el soldo de metales no ferrosos, por no requerir el empleo de dexasidantes, con lo que se eliminan los problemas de limpieza y los riesgos de formación de sopladuras e inclusiones de escorias.
- Permite obtener soldaduras más limpias, sanas y uniformes, debido a la escasez de humos y proyecciones.
- La visibilidad por parte del soldador, sobre el trabajo, es total debido a que la protección con gas es transparente.
- Se disminuyen los costos de producción debido a que pueden reducirse las operaciones de acabado dadas la uniformidad y la limpieza de los cordones de soldadura.
- Se disminuyen las deformaciones de las piezas en las inmediaciones del cordón de soldadura, debido a que el área afectada por el calor es poca.

LIMITACIONES

- El equipo es complejo y costoso. Debe tenerse especial cuidado en su manejo para evitar accidentes del soldador o daños al equipo.

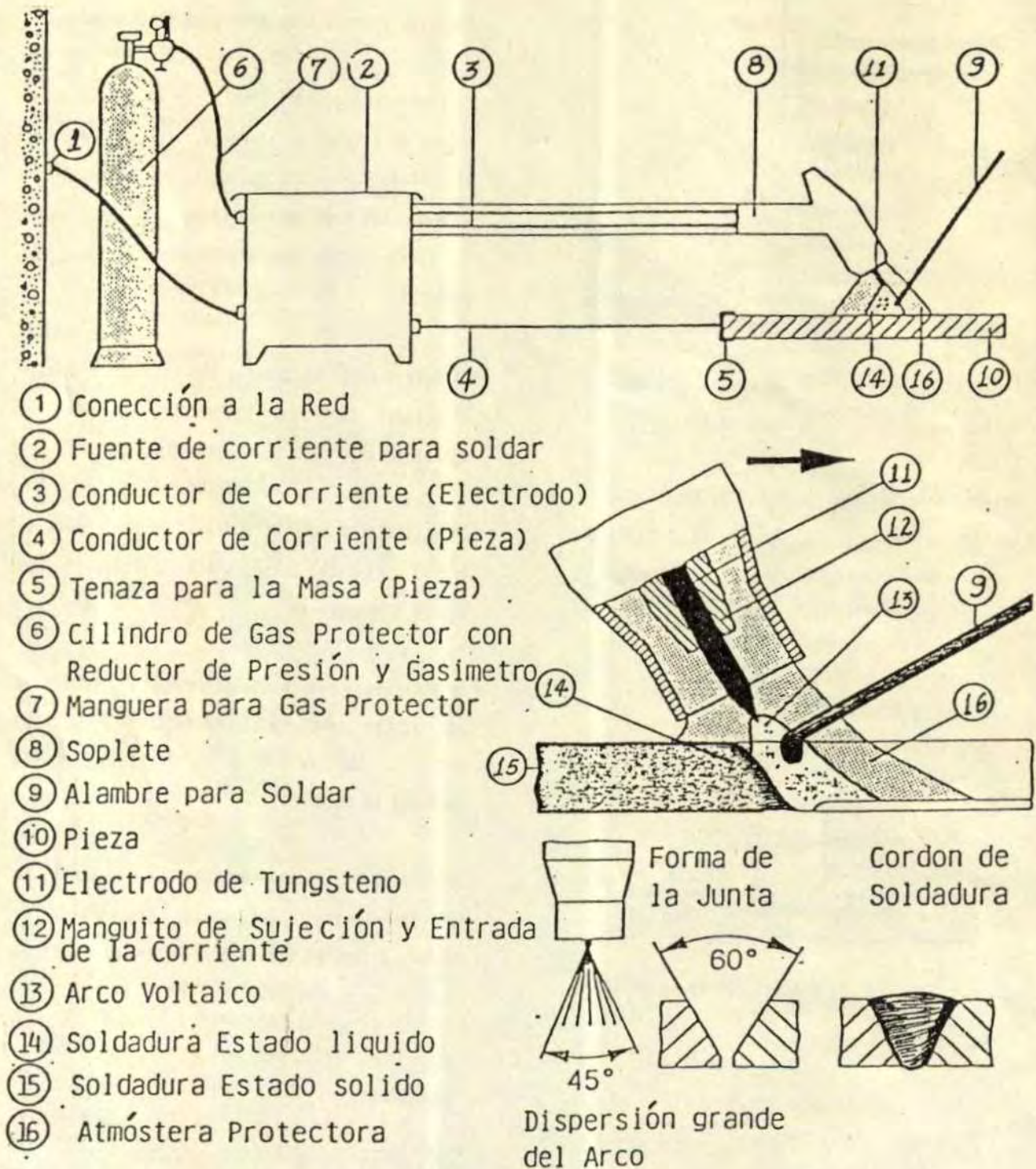


Figura 2. Representación esquemática del equipo para soldadura TIG.

- En las aplicaciones manuales se requiere de especial habilidad por parte del soldador, haciendo que la mano de obra sea más especializada.
- Debe evitarse que las corrientes de aire afecten el arco, ya que se producirán soldaduras porosas.
- Su rendimiento se ve sensiblemente afectado cuando se realizan soldaduras en espesores superiores a 1/8" (3,2 mm).
- Debe extremarse los cuidados en cuanto a limpieza, tanto del metal base como del material de aporte.

APLICABILIDAD

El proceso G.T.A.W. es adaptable tanto para operación manual como automática. Puede ser empleado en soldadura continua, intermitente o por puntos. Debido a que el electrodo no es consumible, pueden obtenerse soldaduras por la fusión del metal base, sin la adición del material de aporte, dependiendo de los requerimientos establecidos para cada junta en particular.

METALES SOLDABLES

La naturaleza del proceso G.T.A.W. permite que sea usado para la soldadura de la mayoría de metales y aleaciones. Los metales soldables por este proceso son : Aceros al carbono y aleados, Aceros inoxidables, aleaciones resistentes al calor,

metales refractarios, aleaciones de aluminio, aleaciones de berilio, aleaciones de cobre, aleaciones de titanio y aleaciones de zirconio.

El plomo y el zinc son difíciles de soldar con el proceso G.T.A.W. El bajo punto de fusión de estos metales hace difícil el control de proceso. El zinc ebulle a 1.663 F (920 C), lo cual está muy por debajo de la temperatura del arco y al tratar de soldarlo se puede vaporizar. Aceros y otros metales que funden a altas temperaturas, pero que están cubiertos con plomo, estaño, zinc, cadmio o aluminio, son soldables pero requieren de procedimientos especiales.

Soldaduras en metales revestidos pueden llegar a tener muy bajas propiedades mecánicas como un resultado de la mezcla de aleantes. Para prevenir esta mezcla en la soldadura de metales revestidos, la cubierta deberá ser renovada en el área a ser soldada y luego reparada después de la soldadura.

ESPORES DE METAL BASE

Este proceso se adapta bien en la soldadura de secciones de 1/8" (3,2 mm) de espesor o menos.

Debido a la intensidad, calor concentrado producido por el arco, lo cual resulta en altas velocidades de soldadura, pueden ser requeridas múltiples pasadas de soldadura con la adición de metal de aporte.

Para materiales de base con más de 1/4" (6 mm) de espesor, generalmente se usan otros procesos,

aunque la soldadura con múltiples pases del proceso G.T.A.W. es usada para secciones gruesas en aplicaciones donde una alta calidad es mandatoria (como en trabajos aeroespaciales).

El proceso G.T.A.W. ha tenido éxito en la soldadura de varias aleaciones en espesores muy delgados. Las láminas delgadas requieren de una fijación muy precisa, para estos casos es necesario mecanizar o automatizar la soldadura. El proceso de soldadura por plasma ha aventajado al proceso G.T.A.W. para la soldadura de metales delgados.

FORMA Y POSICION DE LAS PIEZAS

el proceso de soldeo manual es requerido cuando las formas complejas impiden el uso de métodos automáticos. La manipulación manual de la pistola es generalmente usada para formas irregulares, partes que requieren cortos tramos de soldadura o para soldar en áreas de difícil acceso.

La soldadura manual puede hacerse en posición

plana, horizontal, vertical y sobrecabeza.

Los equipos automáticos son útiles igual para superficies curvas o rectilíneas. Ellos están siendo usados para el movimiento continuo tipo senoidal, soldando titanio corrugado con refuerzos en ambos terminales. Para estos tipos de movimientos continuos se ha diseñado una unidad mecánica de copiado que sigue una plantilla para guiar la pistola, donde el control manual de un soldador podría ser extremadamente dificultoso.

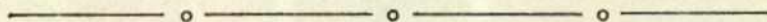
BIBLIOGRAFIA

AGA Gases de protección para soldadura por arco.
Información técnica GM 135 sp. pag. 4

GIACHINO, Josep W. y WEEKS, William. op cit.
pag. 166.

SENA - DSE. op cit. Pag. E8.5.

AMERICAN SOCIETY FOR METALS. Metals Handbook.
pag. 113-114, 138-139



INFORMACION TECNICA A DISPOSICION DE LOS USUARIOS.

METALMECANICA

Anglada, M.

"Propiedades de los aceros inoxidables superferríticos de alto contenido en cromo". DEFORMACION METALICA. Barcelona, 14 (137) : 47 - 63, MAR. 1988. il.

Código : 04072 Idioma : Español Valor : \$170.00

Se revisan las propiedades de los aceros inoxidables superferríticos de alto contenido en cromo y de bajo contenido en elementos intersticiales, descubriendo principalmente las características de dos aceros representativos : el acero AL 29-4-2 de contenido intersticial ultrabajo y el acero superferrit Renanit 4575 estabilizado con niobo.

Carreras Vendrell, Luis

"Contribución al estudio de los procesos de nitruración en baños de sales fundidas". DEFORMACION METALICA, Barcelona, 14 (135) : 29 - 34, ENE. 1988.

Código : 04074 Idioma : Español Valor : \$60.00

Presenta los tratamientos térmicos TF-1, TF-1-AB-1 y SURSULF - OXIMIT ; sus propiedades microestructurales, su resistencia a la fricción y corrosión, otras propiedades y aplicaciones. Estos baños de nitruración en sales fundidas son en la actualidad algunos de los tratamientos superficiales que se aplican con éxito, por las propiedades que confieren a las piezas tratadas, por el ahorro energético que suponen y por no generar residuos tóxicos.

Gallardo, J. M.

"Comportamiento del polvo de acero M35 durante el prensado". DEFORMACION METALICA, Barcelona, 14 (137) : 64 - 71, MAR. 1988.

Código : 02073 Idioma : Español Valor : \$80.00

Describe el comportamiento de polvos de acero rápido M35, fabricados por atomización con agua, durante la conformación por presión en frío, en matrices. Esta operación de prensado es la

primera etapa importante del proceso de fabricación de plaquitas de corte de acero rápido por el procedimiento pulvimetalúrgico (P/M) de sinterización directa. La segunda etapa es la sinterización en vacío, a elevada temperatura, que permite obtener herramientas listas para el tratamiento térmico y afilado.

Hernández, G.

"Influencia en la calidad y en la productividad de la calificación y certificación de inspectores de construcciones soldadas". REVISTA DE SOLDADURA, Madrid, 17 (04) : 191 - 197, OCT. 1987.

Código : 04052 Idioma : Español Valor : \$70.00

Expone la necesidad de calificar a los inspectores de construcciones soldadas y definir las características de los mismos, tanto en lo que se refiere a los conocimientos teóricos que deben tener, como a su experiencia práctica, facilidad para emitir informes, condiciones físicas y aptitud profesional. También se exponen las funciones y responsabilidades de estos inspectores, con el fin de que en cada caso, se obtenga el adecuado grado de seguridad y fiabilidad requerida en los equipos inspeccionados.

SENA.Regional Cundinamarca

Fabricación de las aleaciones comunes de

aluminio / por Laureno Angarita P. -- Bogotá : Centro Nacional de Fundición, 1987 -- 80p.-- il.

Código : 03881 Idioma : Español Valor : \$800.00

Las propiedades mecánicas de aluminio puro son bajas siendo necesario recurrir a uno o varios elementos, dando origen a familias muy variadas y numerosas aleaciones que ofrecen ventajas tales como : economía de peso, resistencia a ciertos tipos de corrosión, propiedades mecánicas específicas, conductibilidad térmica y calorífica y buen aspecto superficial. Contiene la NORMA ICONTEC 1686 sobre metales no ferrosos, lingotes de aluminio y de aleaciones de aluminio para fundición.

Fulve, E.

"Decapado de superficies de hierro o acero mediante proyección de partículas abrasivas". PINTURAS Y ACABADOS INDUSTRIALES, Barcelona, 29 (154) : 77 - 83, MAR - ABR. 1987.

Código : 02172 Idioma : Español Valor : \$70.00

Se exponen los principales procedimientos utilizados para decapado mecánico de superficies de hierro o acero : Chorreado centrífugo, chorreado en vacío, chorreado en vapor. Se describen los materiales abrasivos utilizados en cada caso, el equipo necesario y las condiciones de operación.

NEUMATICA E HIDRAULICA

Valero, Joaquín

"Tubos de precisión para la construcción de cilindros neumáticos y oleohidráulicos". FLUIDOS, Barcelona, 15 (124) : 607 - 618, NOV. 1986.

Código : 04030 Idioma : Español Valor : \$110.00

El artículo presenta los acabados para cilindros oleohidráulicos y neumáticos. Informa sobre tubos de acero, un producto aparentemente sencillo, cuya elaboración, crea a sus fabricantes innumerables problemas prácticos, técnicos, estructurales y económicos.

DEPARTAMENTO TECNICO DE COMARCLUB

"Reducción de fallas en sistemas hidráulicos". MAQUINAS Y EQUIPOS Buenos Aires 349 : 51 - 53, NOV. 1987.

Código : 02459 Idioma : Español Valor : \$40.00

Enumera las fallas típicas en sistemas oleohidráulicos y los resultados de los estudios sobre las causas que los originan. Se describen formas de detección y técnicas de mantenimiento. Se indica la verificación de las condiciones operativas y parámetros de diseño original ; el análisis periódico de aceites y fluidos hidráulicos ; la purificación del aceite hidráulico y el monitoreo y evaluación de costos.

PLASTICOS

Bloor, David

"Polímeros conductores : Un nuevo tipo de plásticos". FLUIDOS Barcelona 15 (122) : 450 - 456, SEP. 1986.

Código : 04024 Idioma : Español Valor : \$70.00

Entre las más valiosas propiedades del plástico, se cuenta el ser buenos aislantes eléctricos y paradójicamente buenos conductores. Aunque tales materiales polímeros se hallan todavía en la fase de laboratorio, están muy avanzadas las investigaciones encaminadas a la producción de polímeros conductores que sean estables y de fácil transformación.

Smoluk, George R.

"Moldeo por soplado". REVISTA DE PLASTICOS MODERNOS, Madrid, 54 (378) : 905 - 907, DIC. 1987.

Código : 03895 Idioma : Español Valor : \$30.00

Plantea la total automatización electrónica para los equipos de moldeo por soplado. Estos sistemas incluyen capacidades para empleo instantáneo ; controladores de temperatura, presión, flujo y posición ; control de presión programable ; diagnóstico de máquinas ; y capacidad de unir computadores mediante una multi - red de control desde una computadora central.

Smoluk, George R.

"Termoconformado". REVISTA DE PLASTICOS MODERNOS, Madrid, 54 (378) : 875 - 877, DIC. 1987.

Código : 03892 Idioma : Español Valor : \$20.00

Presenta un programa de operación de máquinas de termoconformado múltiple en estaciones de control por computador central. Se emplea un programa (software) diseñado para ejecutarse en un computador IBM AT, y analiza los pros y contras de la automatización.

Archer, S.

"El pulido de materiales plásticos con una llama abierta". PLASTICOS UNIVERSALES, Munich, 28 (03) : 143, SEP - OCT. 1984.

Código : 04168 Idioma : Español Valor : \$10.00

El pulido como llama se utiliza de forma creciente para el acabado de tableros de vidrio acrílico, que se utilizan para objetos decorativos y que deben poseer cantos limpios y transparentes. Se describe el procedimiento, sus ventajas e inconvenientes.

Knappe, W.

"Sobre el desarrollo óptimo del ciclo en la inyección - compresión de materiales

termoplásticos". PLASTICOS UNIVERSALES, Munich, 28 (03) : 128 - 134, SEP - OCT. 1984

Código : 04165 Idioma : Español Valor : \$70.00

Se discuten las variantes del procedimiento inyección compresión, así como el desarrollo del proceso en el diagrama PVT. Se analiza el desarrollo óptimo del procedimiento de inyección - compresión teniendo en cuenta que las piezas poseen orientaciones y tensiones propias menores que pueden producir tensiones perjudiciales, debidas al enfriamiento lateral de la masa antes y durante el proceso de compresión.

Gugumus, F.

"Agentes protectores contra la acción de la luz". PLASTICOS UNIVERSALES, Munich, 29 (04) : 220 - 222. 1985

Código : 04085 Idioma : Español Valor : \$30.00

Se expone el estado actual de los conocimientos acerca de la estabilización de materiales plásticos contra la degradación fotooxidativa. Los avances más importantes de los últimos años residen en el desarrollo de aminas polímeras estéricamente inhibidas (HALS), que poseen ventajas manifiestas frente a las HALS de bajo peso molecular para aplicaciones especiales, y de formas comerciales exentas de polvo o pobres en polvo. Se presentan las clases de agentes protectores contra la acción de la luz (fotoestabilizadores) técnicamente más importantes

Estimado Lector :

Con el fin de actualizar el listado de suscriptores, deseáramos saber si desea continuar recibiendo esta publicación. Con tal propósito le pedimos el favor de diligenciar este breve cuestionario y devolvernos a la mayor brevedad posible a :

SERVICIO DE INFORMACION Y
DIVULGACION TECNOLÓGICA - ASTIN
Calle 52 No. 2 Bis - 15 Barrio Salomia
A.A. 8053 - Cali - Colombia

NOMBRE-----

CARGO-----

EMPRESA-----

ACTIVIDAD PRINCIPAL DE LA EMPRESA-----

DIRECCION-----

A.A.-----TELEFONO-----NIT-----

CIUDAD-----PAIS-----

Apreciaríamos además recibir sus opiniones sobre el INFORMADOR TECNICO, y qué temas del área de los Plásticos, Troquelaria y Moldes desearía que se publicara en el Boletín.

Sus comentarios o aportes son valiosos, recuerde que este Boletín se ideó para Usted y su organización.

Al agradecerle el diligenciamiento de este formulario, nos complace informarle que podemos ofrecerle información sobre:

- Diseño y Construcción de Moldes y Troqueles
- Plásticos
- Máquinas Herramientas
- Tecnología Apropriada
- Fuentes no Convencionales de Energía (Energía Solar, Plantas de Biogas, Molinos de Viento).